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

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Área Contractual Miquetla Contrato CNH-M5-Miquetla/2018.

I.1.2 Ubicación del proyecto

El sitio del Proyecto se localiza dentro del Área Contractual Miquetla (ACM) que está ubicada en dos estados de la República Mexicana, dentro de los municipios de Álamo Temapache y Castillo de Teayo, en el estado de Veracruz; y en una porción del municipio de Francisco Z. Mena, en Puebla. Comprende una extensión territorial de 139.668 km^2

Las coordenadas de ubicación del Área Contractual Miquetla, se pueden consultar en la Tabla I-1 y en la Figuras I-1 y I-2 se observa la localización de las obras nuevas y obras existentes que integran el proyecto.

Tabla I-1.- Coordenadas de la poligonal del Área Contractual Miquetla.

Vértice / Punto	Coordenadas UTM WGS84	
	X	Y
Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.		

ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

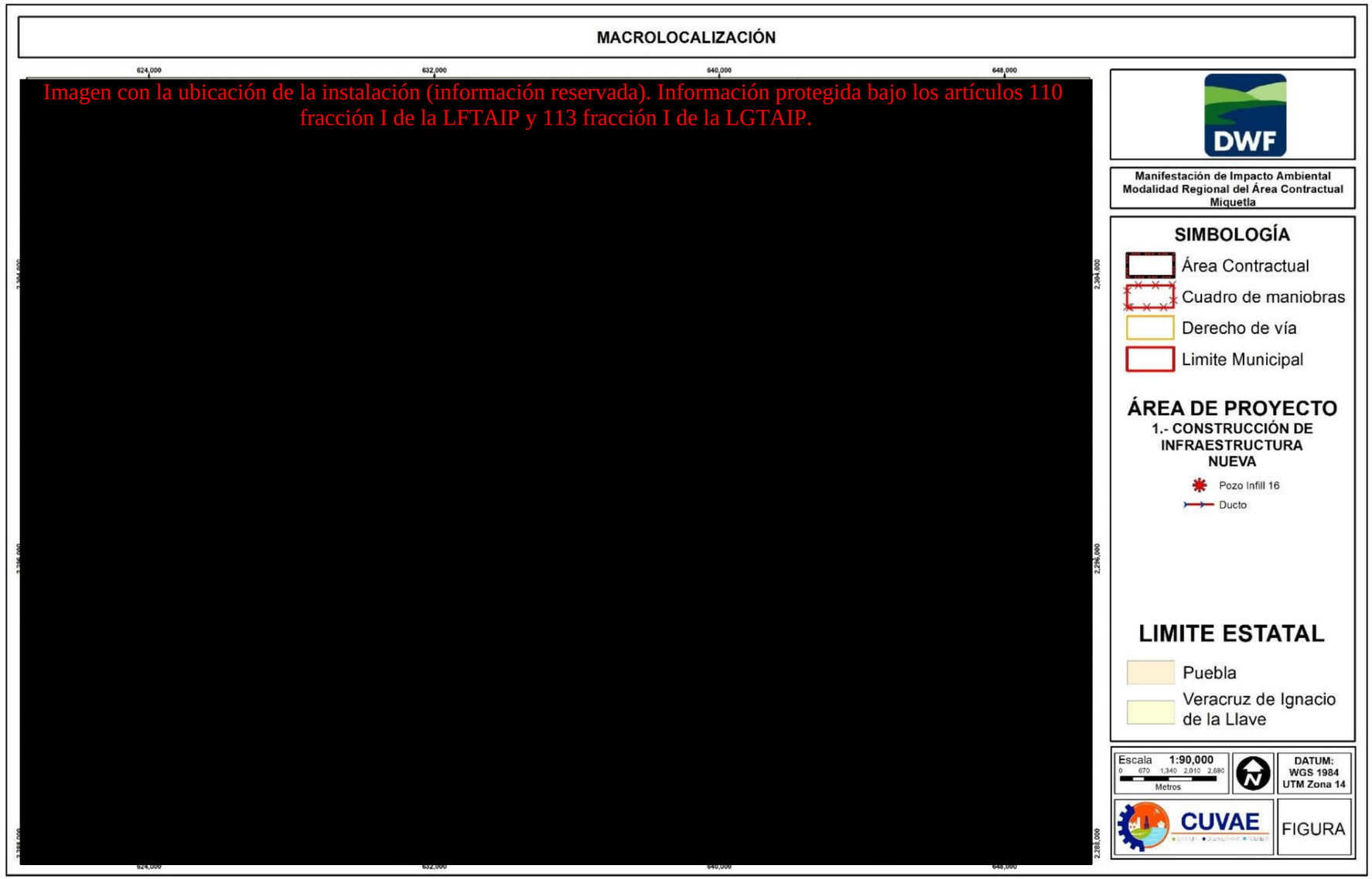


Figura I-1.- Croquis de localización de las obras nuevas en el Área Contractual Miquetla.

Figura I-2.- Croquis de localización de las obras existentes en el Área Contractual Miquetla.

Cabe destacar que las fallas a nivel de superficie no están presentes dentro del Área Contractual Miquetla y las fracturas registradas en superficie por INEGI no tienen una profundidad relevante, en cuanto a sismicidad se encuentra en una zona de moderada intensidad; no presenta un riesgo potencial de deslizamientos; el grado de susceptibilidad por inundaciones se considera medio en los municipios de Álamo Temapache y Tihuatlán, donde los principales ríos perennes y cauces intermitentes fluyen cercanos entre ellos, aumentando la probabilidad de cubrir sus llanuras inundables en mayor área durante una avenida súbita o de tamaño considerable.

Esto se describe de manera detallada en el Capítulo IV apartado de Geomorfología de la presente manifestación.

.

I.1.3 Duración del proyecto

28 años

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Operadora de Campos DWF, S.A de C.V.

En el **Anexo "A"** se presenta la información legal de la empresa.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

RFC: OCD120403JU9

En el **Anexo "A"** se presenta la información legal de la empresa.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Diego Alberto Navarro Moreno

En el **Anexo "A"** se presenta la información del representante legal.

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

Dirección, teléfono y correo electrónico del apoderado legal. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

Lic. Dionicio Rodríguez Cabrera

RFC y CURP del responsable técnico. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información General del Proyecto, plan o programa

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa

La exploración y producción de hidrocarburos en México enfrenta nuevos retos. Por un lado, se prevé que, en el corto plazo, una parte significativa de la producción de petróleo crudo provendrá de campos maduros, en tanto que las nuevas cuencas petroleras a explorar se encuentran en áreas de geología cada vez más compleja o en aguas profundas. Por ello, la planeación de esta industria requiere el balance entre las actividades extractivas, tanto en la obtención de petróleo como gas, el desarrollo de proyectos que mejoren la producción en campos de alta complejidad y aquellos que mantengan la vida útil de campos en estado avanzado, buscando así las condiciones de extracción óptima.

En la dinámica del desarrollo sectorial Operadora de Campos DWF, establece la necesidad de asegurar el suministro de hidrocasrburos a nivel nacional en condiciones adecuadas de cantidad, calidad y precio; promoviendo el desarrollo social, protegiendo el ambiente y respetando los valores de las poblaciones en donde se encuentran las obras. En estos términos, el objetivo estratégico es desarrollar y mantener un sistema de abasto de alta confiabilidad, bajo un esquema de desarrollo sustentable.

Debido a la alta demanda de energéticos a nivel nacional en las necesidades industriales y domésticas, entre otras; fue motivo para que en el año 2013 se diera la reforma energética con la modificación a los artículos 25, 27 y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como la emisión de los 21 artículos transitorios del Decreto de Reforma, que establecieron un nuevo diseño para el funcionamiento del sector energético y para la construcción de los instrumentos legales, administrativos y fiscales que lo enmarcan. En conjunto, se abrieron los espacios para que las empresas del sector orientaran sus esfuerzos e inversiones a proyectos que satisficieran con plenitud las necesidades de nuestro mercado nacional de energía, y aportaran el dinamismo que desplegara nuevas fronteras a su desarrollo económico y tecnológico.

Derivado de dicha reforma energética, se crearon leyes secundarias entre ellas la Ley de Hidrocarburos, quien define las directrices de la celebración de contratos para la exploración y extracción de hidrocarburos, a través de las áreas contractuales y que continuación se presenta su definición:

Artículo 4, fracción III de la Ley de Hidrocarburos, establece que *"Área Contractual: La superficie y profundidad determinadas por la Secretaría de Energía, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical en dicha superficie para dicha profundidad, en las que se realiza la Exploración y Extracción de Hidrocarburos a través de la celebración de Contratos para la Exploración y Extracción; …"*.

Acontecido de lo anterior, el Área Contractual Miquetla (ACM) migró al Contrato CNH-M5-MIQUETLA/2018 para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos bajo la modalidad de licencia en zonas terrestres convencionales y no convencionales entre Pemex Exploración y Producción (PEP) y Operadora de Campos DWF, S.A. de C.V. firmado el 21 de noviembre de 2018, en virtud del cual se otorgó a Operadora de Campos DWF, S.A. de C.V. el derecho de explorar y extraer los hidrocarburos propiedad del Estado en el ACM mediante la realización de actividades petroleras.

El ACM donde se ubican el proyecto se localiza en la Región Hidrológica 27 Rio Tuxpan – Nautla y la cuenca en la que incide el polígono es la cuenca D denominada río Tuxpan. La subcuenca que conforma la mayor parte del polígono del área contractual es la RH24Da río Tuxpan, en menor proporción la RH24De río Tecomate y de manera no representativa con un 0.04% la RH27Dd el río Pantepec.

La región que comprende el ACM se encuentra ubicada geológicamente en la porción central-oriental del Paleocanal de Chicontepec, el cual se localiza geológicamente dentro de la Provincia Tampico-Misantla, entre la Sierra Madre Oriental y la Plataforma de Tuxpan, cuenta con un área aproximada de 11,300 km^2 y abarca parte de los estados de Veracruz, Puebla e Hidalgo. Los yacimientos petrolíferos presentes en esta zona están constituidos por areniscas y lutitas, el principal mecanismo de producción de los yacimientos es el empuje por gas disuelto. Como cuenca petrolera, Chicontepec debe su importancia a la existencia de un conjunto de unidades estratigráficas (Grupo Chicontepec) que está constituido por intercalaciones de

estratos de areniscas y lutitas de aguas profundas formadas por turbiditas de edad Paleoceno al Eoceno Inferior. Su espesor oscila entre 800 y 2,400 metros en el sector central del paleocanal. Estos depósitos se localizan entre las estribaciones de la Sierra Madre Oriental y la estructura anular de "La Faja de Oro" (Plataforma de Tuxpan), en el subsuelo de la región, al occidente de Poza Rica, Veracruz. Las propiedades petrofísicas de las areniscas presentan muy bajas porosidades y permeabilidades, mientras que los niveles arcillosos constituyen una roca sello o impermeable. Respecto al sistema petrolero, el origen de los hidrocarburos se encuentra en las rocas más profundas del Jurásico Superior (Kimmeridiano), los cuales migraron y se emplazaron en los depósitos arenosos de las Unidades de Grupo Chicontepec (Ottuño, 2009).

II.1.2 Justificación

La producción de hidrocarburos, presente y futura, requiere no solo del descubrimiento de reservas, sino también de la identificación de nuevos recursos prospectivos que permitan hacer sustentable la producción tanto en el mediano como en el largo plazo. Para tal efecto es necesario crear capacidades técnicas necesarias, incorporar y desarrollar nuevas tecnologías, para lograr una mayor eficiencia.

En el año 2013 se realiza en México una reforma al marco constitucional de trascendencia para el sector hidrocarburo; .."*La Reforma Energética es un paso decidido rumbo a la modernización del sector energético de nuestro país, sin privatizar las empresas públicas dedicadas a la producción y al aprovechamiento de los hidrocarburos y de la electricidad. La Reforma Energética, tanto constitucional como a nivel legislación secundarias, surge del estudio y valoración de las distintas iniciativas presentadas por los partidos políticos representados en el Congreso.*"..

En ese sentido, con la reforma energética publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de diciembre de 2013, donde se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de hidrocarburos, se destaca la adición al Art. 27, que cita:

"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. Con el propósito de obtener ingresos para el Estado que contribuyan al desarrollo de largo plazo de la Nación, ésta llevará a cabo las

actividades de exploración y extracción del petróleo y demás hidrocarburos mediante asignaciones a empresas productivas del Estado o a través de contratos con éstas o con particulares, en los términos de la Ley Reglamentaria. Para cumplir con el objeto de dichas asignaciones o contratos las empresas productivas del Estado podrán contratar con particulares. En cualquier caso, los hidrocarburos en el subsuelo son propiedad de la Nación y así deberá afirmarse en las asignaciones o contratos".

Del párrafo anterior, se desprende, por un lado, la creación de Empresas Productivas del Estado, así como la posibilidad de que particulares a través de contratos, puedan realizar actividades de exploración y extracción de petróleo. De tal manera que, para poder extraer hidrocarburos en el territorio mexicano, se tendrán asignaciones que otorgará la Comisión Nacional de Hidrocarburos.

En relación a lo anterior, el 13 de agosto de 2014 se presentó el resultado de la resolución de la Secretaría de Energía sobre el requerimiento de áreas en exploración y los campos en producción que Petróleos Mexicanos sometió a consideración de la Secretaría de Energía, donde se dieron a PEMEX 489 asignaciones, 108 de exploración y 381 de extracción que le dan el derecho de continuar realizando actividades de exploración y extracción de hidrocarburos.

La implementación de la reforma aterriza la apuesta por los hidrocarburos en hechos más concretos, que se suman a los proyectos existentes desde 2010. En este sentido, uno de los primeros pasos fue la entrega en agosto de 2014 de asignaciones a PEP como parte de la Ronda Cero, a unos días de aprobadas las modificaciones a la legislación secundaria, las cuales se muestran en el siguiente mapa (Sener, 2014).

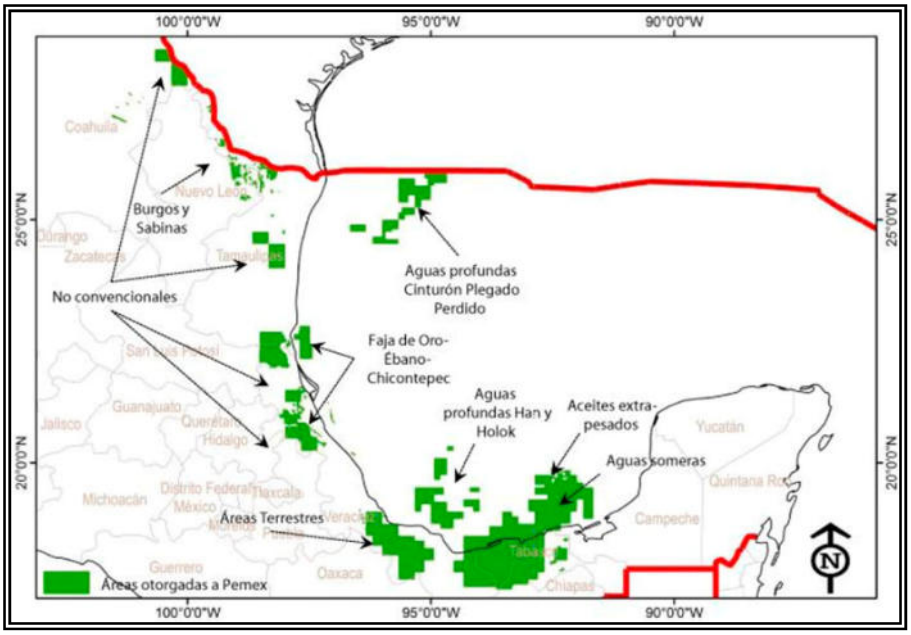


Figura II.4.- Asignaciones PEP en ronda cero.

En dicha asignación (**Anexo "B"**) se incluyen los derechos de exploración en toda la columna estratigráfica, a efecto de considerar los recursos no convencionales. Lo anterior con el fin de acelerar la exploración y desarrollo en la cuenca Tampico-Misantla, en la que se ubican las asignaciones a-0381- Pitepec, A-0382-Amatitlán, A-0385- Soledad, a-0386- Mihuapán y A-0388 - Miquetla.

En dichas asignaciones también se ha determinado la existencia de recursos prospectivos equivalentes a 1,003 MMbpc de aceite y gas en lutitas, por lo que se solicita incluir los derechos de exploración en las asignaciones antes mencionadas, lo anterior en términos del elemento quinto, último párrafo, de los títulos de asignación de referencia.

La vigencia de la asignación será por 20 años contados a partir del 13 de agosto de 2014 fecha en que se otorgó la Asignación A-0217-M.

Es así que la secretaria de energía otorga a Petróleos Mexicanos el Titulo de Asignación para Realizar Actividades de Extracción de hidrocarburos en el campo Miquetla A-0217-M- Campo Miquetla. El 13 de agosto del 2018, En el cual se otorga a Pemex el derecho para realizar actividades de extracción en el área de asignación que se especifica en el anexo del mismo título y que corresponde con el área contractual Miquetla (**Anexo "B"**).

La vigencia de la asignación será por 20 años contados a partir del 13 de agosto de 2014 fecha en que se otorgó la Asignación A-0217-M.

El artículo 6 de la ley de hidrocarburos establece que el ejecutivo federal, por conducto de la Secretaria de Energía, podrá modificar a Pemex o a cualquier otra empresa productiva del Estado, las Asignaciones para realizar la exploración y extracción de hidrocarburos, previa opinión de la Comisión Nacional de Hidrocarburos.

En los términos y condiciones del documento donde se realiza la asignación en comento destaca el décimo cuarto que tiene como título "Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente"

.."El Asignatario ejecutara las acciones de prevención, mitigación y reparación de daños al medio ambiente o al equilibrio ecológico que ocasione con sus actividades y estará obligado a sufragar los costos inherentes a dicha reparación, cuando sea declarado responsable por resolución de la autoridad competente, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables.

El asignatario será responsable: (i) del cumplimiento de todas las obligaciones compromisos y condiciones ambientales previstas en las disposiciones jurídicas aplicables, las mejores prácticas de la industria y los permisos ambientales y (ii) de los daños que cause al medio ambiente con la realización de las actividades petroleras.

En ese sentido, el Asignatario deberá:

I*) Realizar las actividades petroleras con sustentabilidad ambiental, preservando y conservando el medio ambiente sin causar daño a la propiedad pública y privada;*

II) Realizar todos los estudios ambientales y obtener, renovar y mantener todos los permisos ambientales delas autoridades competente para la realización de las Actividades Petroleras, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables;

III) Cumplir con todos los permisos ambientales y mantener los campos en las mejores condiciones que permitan un desarrollo sustentable"…

En el décimo Séptimo se mencionan los derechos del asignatario:

.."I) Realizar los estudios, trabajos y obras que se requieren para llevar a cabo las actividades amparadas por el presente título de asignación, conforme a los planes correspondientes;

III) Ceder la Asignación, previa autorización de la Secretaria, y en términos de las disposiciones jurídicas aplicables.

VI. Proponer a la secretaria, para su autorización. La migración de la Asignación a un contrato para la Exploración y Extracción, a que se refiere el artículo 27, séptimo párrafo, de la Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos.".

El 21 de noviembre de 2018 se firma el contrato para la exploración y extracción de hidrocarburos bajo la modalidad de licencia en zonas terrestres convencionales y no convencionales entre la Comisión Nacional de Hidrocarburos y Pemex Exploración y Producción y Operadora de Campos DWF, S.A. de C.V. para el Área contractual Miquetla (**Anexo "B"**).

Como antecedentes, en 2013 DWF a través de la Licitación Pública Internacional Abierta No. 18575008-550-12 se dio por ganador, obteniendo así el Contrato para la Producción de Hidrocarburos en el Área Contractual Miquetla No. 424103813, bajo el esquema de contrato integral de exploración y producción (CIEP).

El 13 de septiembre de 2017 PEP y DWF, solicitaron conjuntamente a la Secretaría de Energía (SENER) la migración de la Asignación AE-0388-M-Miquetla asociada al CIEP.

Que el 20 de julio de 2018, la SENER modificó el título de asignación AE-0388-M-Miquetla otorgado a PEMEX para quedar como el título de asignación AE-0388-2M-Miquetla para realizar actividades de Exploración y Extracción. En septiembre de 2018, la SENER remitió a la CNH la suscripción del Contrato, con lo cual se concluyó la migración.

Bajo Contrato, las Partes, PEP y DWF acordaron, entre otras, las siguientes cláusulas:

Cláusula 2. Objeto del contrato.

El objeto del presente Contrato es la realización de las actividades petroleras bajo la modalidad de contratación de licencia en virtud del cual se otorgó al Contratista el derecho de explotar y extraer a sus exclusivo costo y riesgo los hidrocarburos propiedad del Estado en el Área Contractual, de conformidad con la normatividad aplicable, las mejores prácticas de la industria y los términos y condiciones del presente Contrato.

Cláusula 3. Plazo del contrato.

Sujeto a los demás términos y condicionantes del presente Contrato, la duración será de treinta años a partir de la fecha efectiva celebrada.

Cláusula 3.3 Etapa de transición de arranque.

A partir de la fecha efectiva, se llevó a cabo la entrega del Área Contractual al Contratista por parte de la CNH. Lo que se condujo conforme a la normatividad aplicable y a lo siguiente, entre otros:

(f) Línea Base Ambiental. El Contratista deberá iniciar los estudios que permitan establecer la Línea Base Ambiental de acuerdo con los requerimientos que defina la Agencia al Contratista previo al inicio de las actividades petroleras, con la finalidad de identificar los daños preexistentes.

(g) Daños Preexistentes. La CNH con asistencia técnica de la Agencia vigilará, en términos de la normatividad aplicable, que el contratista o asignatario que estuviera a cargo del Área Contractual con anterioridad a la fecha efectiva asuma la responsabilidad y los gastos relacionados con los daños preexistentes. Lo anterior, sin perjuicio de las acciones legales que el Contratista pudiera ejercitar contra el

contratista o asignatario anterior por los daños ambientales ocasionados y no determinados como daños preexistentes, conforme a la normatividad aplicable.

Cláusula 8 actividades de Producción, numeral 8.2 menciona: "El Contratista estará obligado a realizar todas las actividades de construcción, instalación, reparación y rehabilitación de los Pozos, Instalaciones de Recolección y cualesquiera otras instalaciones necesarias para las actividades de producción de conformidad con el Sistema de Administración", por lo que , de acuerdo a lo anterior, para dar continuidad operativa a las actividades de producción es necesario proseguir con la operación y mantenimiento de las instalaciones del Área Contractual.

Cláusula 14.1. Obligaciones adicionales del Contratista.

Además de las otras obligaciones establecidas en el Contrato, el Contratista deberá:

(d). Obtener oportunamente todos los permisos de cualquier Autoridad Gubernamental necesarios para la realización de las actividades petroleras.

(m). Taponar debidamente los pozos antes de abandonarlos a fin de evitar contaminación, daño al medio ambiente o posibles daños a los depósitos de hidrocarburos de conformidad con el sistema de administración y la normatividad aplicable.

(q). Adoptar y asegurarse que los subcontratistas apliquen medidas apropiadas para proteger la vida, descubrimientos arqueológicos y medio ambiente, de conformidad con el sistema de administración y la normatividad aplicable.

(r). Ejecutar los planes de respuesta a emergencias previstos en el sistema de administración en las situaciones de emergencia y de caso fortuito y/o fuerza mayor (incluyendo explosiones, rupturas, fugas u otros incidentes que causen o puedan causar daño al medio ambiente o presenten o puedan presentar una amenaza a la seguridad y salud de las personas) con el fin de mitigar sus efectos, así como reportar a la Agencia y la CNH con el detalle apropiado la situación de emergencia y las medidas tomadas al respecto.

(u). Tomar las medidas pertinentes para prevenir o reducir pérdidas, mitigar y remediar cualquier daño causado por las actividades petroleras.

(v). Observar las mejores prácticas de la industria y dar cumplimiento a la normatividad aplicable, en la conducción de las actividades petroleras de acuerdo con el Plan de Exploración, Programa de Evaluación y Plan de Desarrollo respecto a las actividades realizadas en el Área Contractual, incluyendo en su caso: el

uso de recursos hídricos, fracturamiento hidráulico, sísmica inducida, emisiones de metano y de ruido, entre otras.

Cláusula 14.2. Aprobaciones de la CNH.

La CNH podrá negar la aprobación de planes en caso de que los mismos: (ii) no se ajusten a las mejores prácticas de la industria y a la normatividad aplicable.

Cláusula 14.3. Responsabilidad en Seguridad Industrial, Seguridad Operativa, Protección al Ambiente y Salud en el Trabajo.

El Contratista será responsable del cumplimiento de todas las obligaciones, compromisos y condiciones de seguridad industrial, seguridad operativa y protección ambiental y salud en el trabajo previstas en la Normatividad Aplicable y en las Mejores Prácticas de la Industria, además de obtener y cumplir con las autorizaciones, permisos, concesiones, licencias y registros ambientales obligatorios, así como responder por los daños ambientales que cause con la realización de las actividades petroleras.

El Contratista deberá cumplir con los controles y las medidas de prevención en materia de seguridad industrial, seguridad operativa, protección al ambiente y salud en el trabajo requeridos por la Agencia en el sistema de administración o por la normatividad aplicable.

Sin limitar la responsabilidad en seguridad industrial, seguridad operativa y de protección ambiental del Contratista y sus Subcontratistas prevista en esta Cláusula y en la normatividad aplicable, el Contratista y Subcontratistas deberán:

(a). Realizar las Actividades Petroleras de conformidad con las mejores prácticas de la industria en materia de seguridad industrial y seguridad operativa, respetando la sustentabilidad ambiental para preservar y/o conservar el medio ambiente, sin causar daño a la propiedad pública o privada y con apego al sistema de administración.

(b). Realizar todos los estudios ambientales y solicitar, obtener, mantener vigentes y renovar todos los permisos, autorizaciones, licencias, concesiones y registros ambientales de las Autoridades Gubernamentales competentes para la realización de las actividades petroleras, de conformidad con el sistema de administración y la normatividad aplicable.

(c). Cumplir con todos los términos, condicionantes y recomendaciones establecidos en los permisos, autorizaciones, licencias, concesiones y registros ambientales emitidos por las Autoridades

Gubernamentales competentes y mantener el Área Contractual en las mejores condiciones que permitan un desarrollo sustentable.

(d). Emplear personal calificado, materiales, procedimientos operacionales y en general las tecnologías más actualizadas que cumplan con las mejores prácticas de la industria para la preservación de los recursos naturales, aplicando los principios de prevención, precaución y preservación de los recursos naturales, considerando la seguridad industrial, seguridad operativa, la salud de la población y de su personal.

(e). Ser responsables de cualquier afectación o daño ambiental durante la realización de las actividades petroleras de conformidad con lo establecido en el Contrato.

Como se puede observar en los párrafos que anteceden el contrato obliga a DWF a gestionar todos los permisos incluyendo los que en materia ambiental se requieran para realizar la exploración y explotación de hidrocarburos en el ACM, es importante señalar que el 23 de julio de 2019 se presentó para aprobación el plan de desarrollo para la extracción relacionada al contrato antes expuesto y el 19 de noviembre de 2019, el Órgano de Gobierno de la Comisión emitió la resolución CNH.E.68.021/19 por la que se aprueba dicho plan (**Anexo "B"**).

El alcance del Plan de Desarrollo aprobado considera la perforación de 292 localizaciones y 21 Reparaciones Mayores de pozos existentes en el área extracción, para lograr una producción máxima de 12.70 Mbpd y 26.28 MMpcd con las siguientes características:

• El Plan de Desarrollo (PD) incorpora una actividad importante de perforación de 292 pozos nuevos y 21 Reparaciones Mayores, maximizando la infraestructura de superficie existente y con la continuación del programa de aprovechamiento del gas.

• El esquema de explotación está fundamentado en la perforación de pozos multi-objetivos, altamente inclinados que permita penetrar la Formación Chicontepec con mayor espesor aparente y aplicación de nuevas prácticas.

• Para la Formación Tamabra se diseñaron pozos a perforar en zonas aisladas de buena calidad de roca, ligadas a cambios laterales de facies y diagénesis.

• Se incluye actividad estratégica para incorporar nuevas reservas en la Formación en Agua Nueva, Tamaulipas y Chicontepec CH40-CH50-CH60.
• La producción máxima y los pronósticos considera la actividad en reservas probables y probadas al 100%, con actividad estratégica que permita la recategorización de reservas probables, que maximicen el valor del negocio.
• El Plan de Desarrollo presenta como estrategia el periodo de 30 años que establece el Contrato, más los plazos adicionales de cinco años, debido a que el límite económico se alcanza posterior a los 30 años de periodo convencional.

El 25 de septiembre de 2020 se presentó ante la Comisión Nacional de Hidrocarburos la solicitud de modificación del plan de desarrollo con número de oficio DWF-M5MIQUETLA-104-09-20 (**Anexo "B"**).

En la modificación propuesta del Plan de Desarrollo del Área Contractual Miquetla se mantienen las mismas líneas estratégicas de desarrollo de los yacimientos tradicionales de Tamabra y Chicontepec y manteniendo la actividad estratégica que permitan incorporar nuevas reservas en las Formaciones Agua Nueva, Tamaulipas y las arenas inferiores de la Formación Chicontepec (CH40-CH50-CH60).

La actividad física considerada en la modificación del Plan de Desarrollo del Área Contractual Miquetla (**Anexo "B"**) es la siguiente:

- 26 reparaciones mayores a pozos existentes del campo en comparación con las 21 reparaciones mayores del Plan vigente.

- Perforación 374 pozos desviados desde macroperas y algunas peras existentes en contraposición con 292 pozos que consideraba el Plan de Desarrollo aprobado por la Comisión.

- Estrategia de desarrollo a partir de macroperas con base en las limitaciones topográficas del área y la necesidad de optimización de costos de instalaciones. La estrategia de modificación considera 47

macroperas en contraste con las 35 macroperas consideradas en el Plan de Desarrollo vigente para el Área Contractual Miquetla.

- Se mantiene el esquema de explotación fundamentado en la perforación de pozos multiobjetivo (Tamabra - Chicontepec), de diseño desviado con base en la estrategia de desarrollo desde macroperas y la búsqueda de un mayor espesor aparente en los objetivos de desarrollo.

- Como parte del esquema de explotación de la Formación Chicontepec se mantiene la premisa del Plan de Desarrollo vigente de aplicar nuevas prácticas, mientras que en el caso de la Formación Tamabra la premisa de búsqueda de zonas aisladas no drenadas, ligadas a cambios laterales de facies y diagénesis.

- La actividad propuesta para el Plan de Desarrollo modificado permitirá alcanzar una producción máxima de 15.48 Mbpd y 31.50 MMpcd.

Considerando todo lo antes expuesto se justifica la presentación del Manifiesto de impacto ambiental Modalidad Regional en el Área Contractual Miquetla en los termino que más adelante de este mismo documento se exponen, pero es importante realizar la aclaración que el presente documento que se pone a consideración para su aprobación a esta Agencia solo busca amparar la construcción operación, mantenimiento y abandono de dos obras nuevas; además de cubrir en materia de impacto ambiental las actividades de operación y mantenimiento así como la etapa de abandono de las obras e infraestructura que actualmente se encuentra operando en el ACM dentro del marco del contrato, el plan de desarrollo aprobado y la modificación del mismo plan; y se informa a esta Agencia que una vez que el promovente requiera dar cumplimiento con todas las obligaciones de construcción de infraestructura petrolera que el plan de desarrollo aprobado le requiere, se realizara el trámite correspondiente en materia de impacto y riesgo ambiental.

A continuación se presentan y describen las obras y actividades que se buscan amparar en este Manifiesto de Impacto Ambiental.

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado dentro del área contractual Miquetla (ACM) la cual administrativamente esta ubicada en dos estados de la República Mexicana, dentro de los municipios de Álamo Temapache y Castillo de Teayo, en el estado de Veracruz; y en una porción del municipio de Francisco Z. Mena, en Puebla.

El ACM tiene una extensión de 139.668 km^2, y se encuentra ubicada en la Cuenca Tampico-Misantla, específicamente en el Paleocanal de Chicontepec, entre la Sierra Madre Oriental al Oeste y la paleoplataforma de Tuxpan al Este. Desde el punto de vista geográfico el ACM se ubica a 39 Km al NNW de la ciudad de Poza Rica, Veracruz y 30 Km al Suroeste de la ciudad de Tuxpan, Veracruz.

Tabla II.1.3-1.- Coordenadas de la poligonal del Área Contractual Miquetla.

Vértice / Punto	Coordenadas Geográficas	
	Longitud W	Latitud N
P1	97º 45’ 30"	20º 45’ 00"
P2	97º 45’ 30"	20º 50’ 30"
P3	98º 37’ 30"	20º 50’ 30"
P4	98º 37’ 30"	20º 45’ 00"

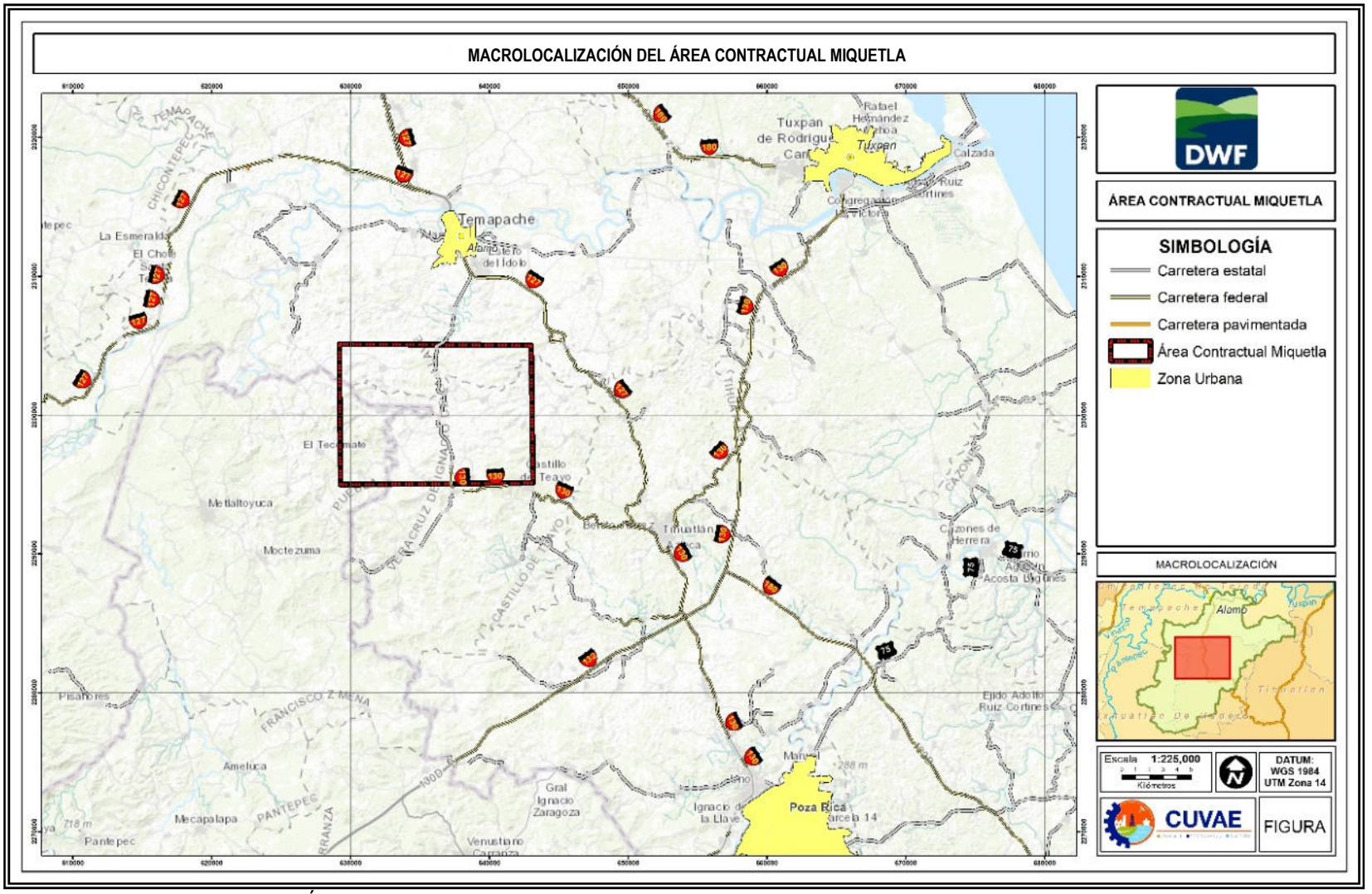


Figura II.1.3-1.- Localización del Área Contractual Miquetla.

El proyecto consiste a grandes rasgos en la construcción y puesta en marcha de dos obras nuevas; además de amparar en materia de impacto ambiental las actividades de operación y mantenimiento así como la etapa de abandono de las obras que actualmente se encuentra operando en el ACM dentro del marco del "Contrato para la exploración y extracción de hidrocarburos bajo la modalidad de licencia en zonas terrestres convencionales y no convencionales entre Comisión Nacional de Hidrocarburos, y PEMEX Exploración y Producción y Operadora de campos DWF, S.A. de C.V." celebrado el 21 de noviembre de 2018 (CNH-M5-MIQUETLA/2018). Por lo que las obras y actividades que se incluyen en el presente manifiesto de impacto ambiental se pueden dividir en dos grandes rubros:

Infraestructura Nueva: Son dos y consisten en la perforación del pozo INFILL-16 sobre la plataforma existente del pozo Miquetla 23 A y Miquetla 805 además de la construcción de un gasoducto de 2" de diámetro con origen en la interconexión en gasoducto de 4" de diámetro de Batería de Separación Miquetla II a Macropera 122 y destino la Macropera 1652. También sobre un derecho de vía ya existente de la línea de descarga de 6" del colector de los pozos Miquetla 1636, 1614, 1618 a Válvula multipuerto de 8 " Miquetla 849, en ambos casos no se requerirá superficie nueva de afectación por lo que no se requerirá cambio de uso de suelo.

Infraestructura Existente: Aquí se incluye únicamente las actividades de operación y mantenimiento así como el abandono de la infraestructura que actualmente se encuentra operando dentro del ACM y que están amparadas en el contrato antes mencionado; los activos que son útiles para DWF en este contrato son: 121 pozos, 122 ductos, 2 baterías de separación y la base operativa antes estación de compresión Miquetla. El listado completo de esta infraestructura existente se presenta en el **Anexo "C"-5**. Durante las actividades de operación y mantenimiento que se llevaran a cabo en la infraestructura existente tampoco se tiene contemplado afectación a la vegetación por lo que tampoco se requerirá cambio de uso de suelo.

En cuanto a la superficie de ocupación que esta infraestructura nueva y la existente que presentan actualmente en el ACM es posible detectar la superficie de las obras nuevas pero no es así en cuanto a la infraestructura existente por lo cual a continuación se presenta un análisis referente a la determinación de dicha superficie y sus coordenadas.

Infraestructura Nueva

Como se mencionó anteriormente se pretende construir un pozo llamado INFILL-16 sobre una plataforma ya existente donde actualmente se encuentran los pozos Miquetla 23 A y Miquetla 805 por lo que no se contempla ningún tipo de afectación a superficie vegetal pues todo el proceso de perforación se realizara dentro de dicha plataforma que presenta una superficie de 10,938.02 m^2 y cuenta con las siguientes coordenadas (Tabla II.1.3-2).

Tabla II.1.3-2.- Coordenadas de la plataforma donde se construirá el pozo Infil 16.

Vértice	Coordenadas	
	X	Y
1	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

Vértice	Coordenadas	
	X	Y
21	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
1		
Superficie	**10938.02 m²**	

En cuanto al gasoducto que se pretende construir consiste en un gasoducto de 2" de diámetro con origen en la interconexión en gasoducto de 4" de diámetro de Batería de Separación Miquetla II a Macropera 122 y destino la Macropera 1652, el trazo tiene una longitud de 201.83 m y también será construido sobre un derecho de vía existente por lo que tampoco se realizara afectación de áreas nuevas, este gasoducto tiene las siguientes coordenadas (Tabla II.1.3-3).

Se hace del conocimiento a la agencia que la filosofía de operación de esta obra describe la interconexión en el gasoducto de 4" de diámetro de Batería de Separación Miquetla II a Macropera 122 actualmente esta infraestructura corresponde a la línea de descarga de 4" del pozo Miquetla 122 con destino Batería de Separación Miquetla II la cual se encuentra fuera de operación como LDD, sin embargo se manifiesta que esta infraestructura será utilizada para la conducción y aprovechamiento del gas utilizado en los sistemas de unidades de bombeo en cumplimiento a la mencionado del plan de desarrollo donde se menciona que .."*la estrategia planteada toma como base las metas descritas en el artículo 39 de la Ley de Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética, con relación a elevar el factor de recuperación y la obtención del volumen máximo de petróleo en condiciones económicamente viables, reposición de reservas de hidrocarburos, aplicación de la tecnología adecuada, cumplimiento de los procesos administrativos y* ***de un programa de***

aprovechamiento del gas natural asociado."... Una vez que el proyecto entre en operación se realizaran previamente los trámites necesarios para notificar el cambio de operación del ducto.

Tabla II.1.3-3.- Puntos de inflexión del trazo del gasoducto.

Km	Coordenadas	
	X	Y
0+00.000	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
0+033.134		
0+060.916		
0+0101.837		
0+0141.635		
0+0167.587		
0+0201.83		
Superficie	**11350.83 m²**	

En la Figura II.1.3-2 se representa la ubicación de las obras nuevas con respecto a la poligonal del Área Contractual Miquetla. Y en el **Anexo "C"-1** se presentan los planos de construcción de estas dos obras.

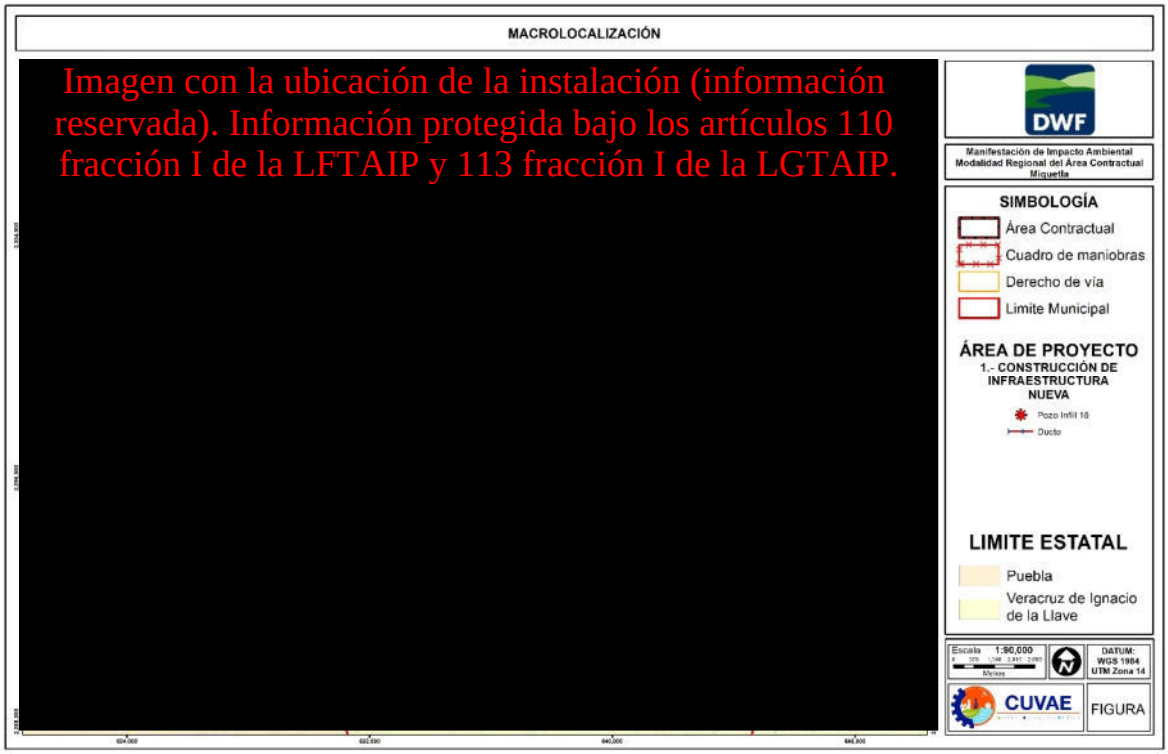


Figura II.1.3.1-2.- Ubicación de la Infraestructura nueva.

Infraestructura Existente

En cuanto a la infraestructura existente los activos útiles son: 121 pozos, 122 ductos, 2 baterías de separación y la base operativa antes estación de compresión Miquetla, si bien se tiene bien identificado la localización de cada una de estas infraestructuras petroleras no se tiene claro los límites de las poligonales que actualmente ocupan, esto debido principalmente a que dentro del contrato CNH- M5-MIQUETLA/2018 únicamente se mencionan las coordenadas centrales de los pozos pero no existen los vértices de las plataformas, en cuanto a las líneas de conducción únicamente se menciona el inicio y el final de las mismas , sin embargo tampoco existen los puntos de inflexión de dichos trazos. Así mismo para realizar las actividades de operación y mantenimiento de estas obras se requiere el uso de caminos de acceso los cuales tampoco están representados hasta el momento topográficamente. Esta realidad da como resultado que si bien se tiene identificada la infraestructura, es una situación difícil el determinar una superficie de ocupación. Ante este reto y para exponer ante esta autoridad un panorama más acercado a la realidad sobre la superficie que actualmente ocupa la infraestructura existente, este equipo de trabajo realizo un ejercicio para determinar esta superficie de ocupación en donde quedaran delimitados espacialmente la fuente de todos los posibles

impactos ambientales que generen las actividades de operación y mantenimiento y en un futuro el abandono de la infraestructura existente. Este análisis se realizó de la siguiente manera.

1.- Definición de superficies de cuadros de maniobras

Los cuadros de maniobras (CDM) se definirán para el asunto que estamos tratando como la superficie que actualmente se utiliza para realizar las actividades de operación y mantenimiento (OM) de los pozos mencionados como activos útiles en el contrato CNH- M5-MIQUETLA/2018.

Durante los trabajos de campo que se realizó a la infraestructura existente en el ACM para el presente estudio se pudo identificar que no existe en la mayoría de los CDM una delimitación clara entre la superficie de la plataforma y su entorno inmediato, incluso en muchos casos esta plataforma es imperceptible y solo se pudo detectar unas pequeñas superficies que son utilizadas para la OM, lo anterior se puede entender ya que existen pozos que tienen una antigüedad de casi 60 años construidos alrededor de 1960 en adelante y no se cuenta con planos de estas plataformas.

En este sentido DWF no cuenta con planos topográficos de esta plataformas pero cuenta con documentos denominados “Contratos de Ocupación Superficial” (COS) estos contratos se encuentran en los anexos de este documento (**Anexo “C”**) y en ellos se muestra los acuerdos legales que tuvo en su momento la paraestatal PEMEX con los propietarios y más recientemente DWF también con los propietarios legales de los predios donde se ubicaron la plataformas de la infraestructura existentes.

Estos COS cuentan con superficies descritas en el cuerpo del documento (Figura II.1.3-3) y algunos cuentan hasta con planos (Figura II.1.3-4) que si bien no son topográficos ni a escala, nos dan una idea de cuál es la superficie que fue contratada por PEMEX para realizar las obras de perforación de pozos. En la siguientes figuras se observa un detalle de uno de estos COS y todos con los que cuenta DWF se presentan en el **Anexo “C”-2**.

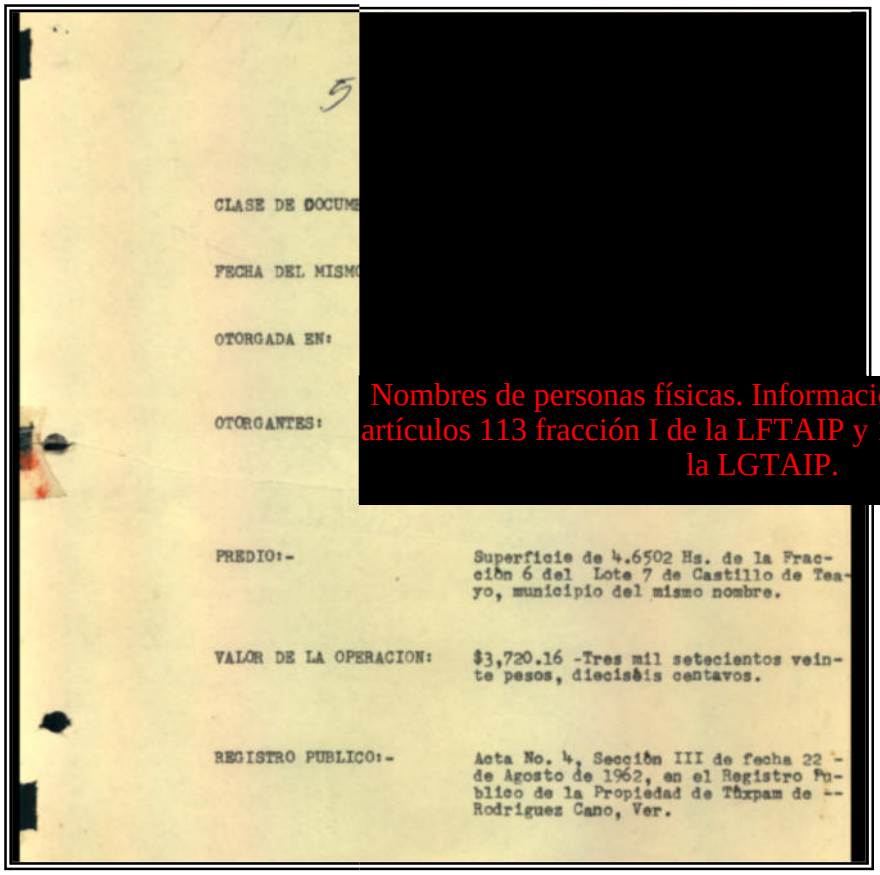


Figura II.1.3-3.- Detalle de la caratula de un COS en el municipio de Castillo de Teayo del año 1962.

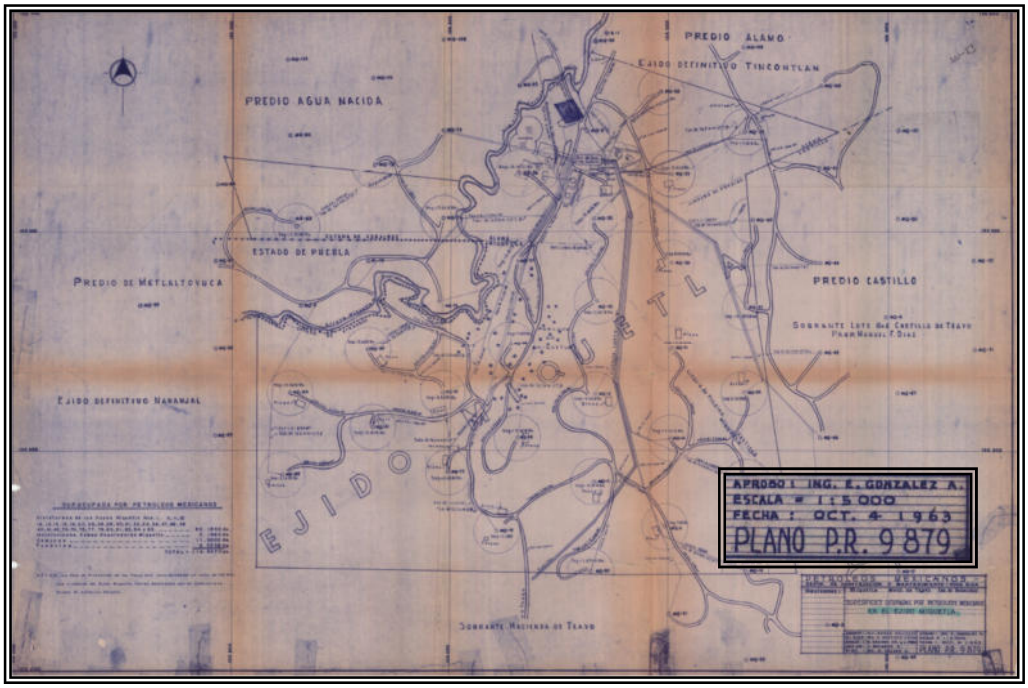


Figura II.1.3-4.- Plano de ocupación superficial de PEMEX en el ejido Miquetla donde se resalta el cuadro de datos con la fecha de 1963.

Estos COS fueron el primer acercamiento utilizado en este ejercicio para definir las superficies de las obras existentes sin embargo no fueron suficientes ya que estos COS utilizaban superficies contratadas que no siempre eran las superficies ocupadas; por ejemplo en la Figura II.1.3-5 se puede observar un COS con una forma circular que no representa la forma ni el tamaño de las plataformas tipo utilizadas para la perforación de los pozos en esa época.

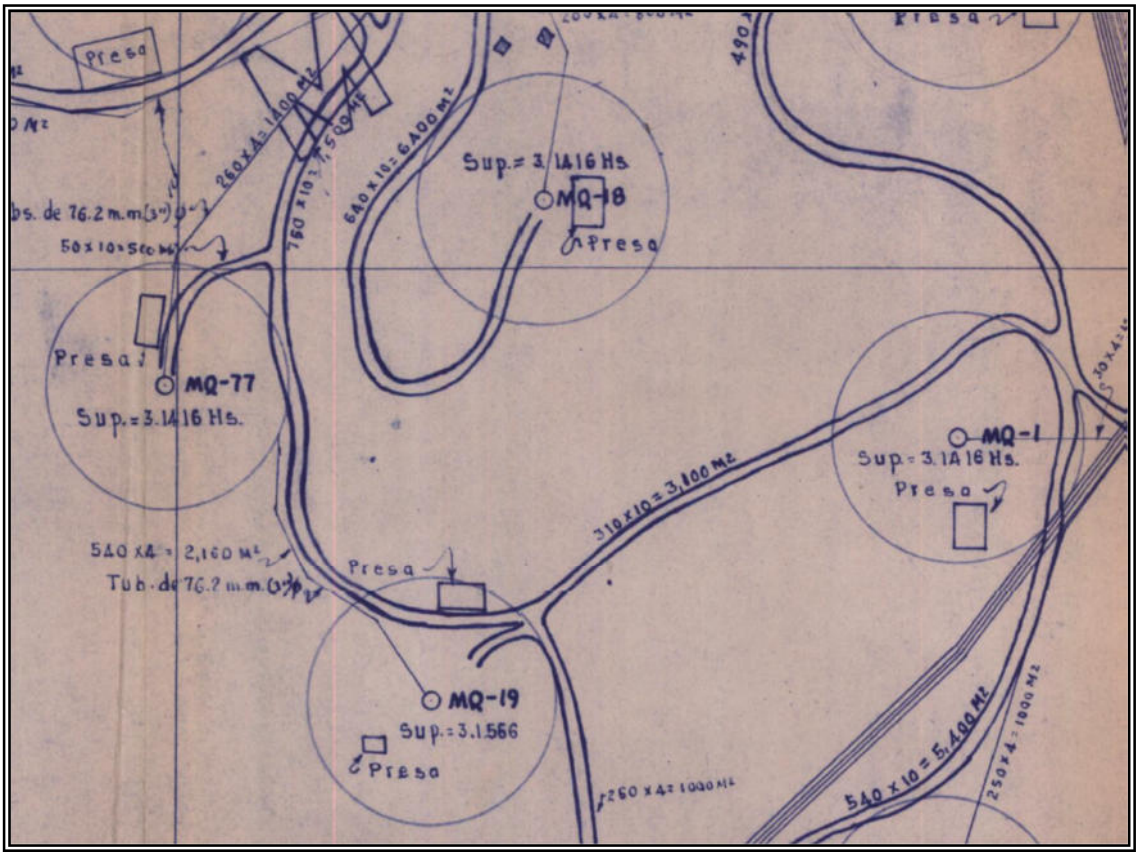


Figura II.1.3-5.- Planos de los COS donde se aprecia la superficie contratada y la forma circular del mismo se observa la localización del pozo pero no se define una plataforma.

Ante esta falta de planos topográficos de algunas plataformas que incluyeran información precisa de coordenadas para definir las superficies se recurrió a una herramienta tecnológica que es el uso de un Drone eBee X RTX con el objetivo de realiza el levantamiento topográfico de los sitios de interés. A continuación se describe la manera en que se utilizó este equipo.

Equipo utilizado:

- GNSS topográfico RTK L1/L2 para post proceso y terminación de los límites.
- Drone eBee X RTK con base de referencia en los puntos post-procesados para obtención de Ortofotografía.
- Software de post proceso fotográfico Pix4D mapper

Metodología

Se realiza vuelo fotogramétrico para determinar una visual de las diferentes área de interés y realizar una delimitación de los CDM, posteriormente se realiza recorrido a pie para la obtención de las coordenadas en sistema WGS84 UTM-14N así como la topografía del terreno.

Proceso

Se determinan dos puntos de control con un tiempo de medición de dos horas en modo estático con el equipo GNSS topográfico RTK en cada zona de interés (fotografía II.1.3-1), el cual es corregido en su ubicación de acuerdo con la red geodésica nacional activa (RGNA) de INEGI, con las siguientes estaciones cercanas:

- Tampico (TAMP),
- Veracruz (UVER),
- Hidalgo (IDGO)

Estos puntos de control post-procesados son utilizados para la base de referencia que se coloca en el vuelo fotogramétrico con el Drone eBee X RTK del cual se obtienen fotografías con características topográficas, log de recorrido, respaldo y datos RINEX para las correcciones de los enlaces de puntos en el proceso del software Pix4D Mapper del cual se obtendrás las fotografías aéreas el formato TIFF/GEO ubicadas en WGS84 zona 14N, así mismo será obtendrán archivos KML/KMZ como referencia rápida de cada lugar, con estas fotografías podrá ser plasmado los polígonos de interés con georeferencia.

La topografía del sitio fue determinada por un levantamiento con el sistema GNSS Topográfico RTK en una cuadricula que abarco el área de interés con un espaciamiento entre puntos de 5 m a 20 m Dependiendo de las condiciones del terreno el cual pudiera ser prácticamente plano hasta accidentado de difícil acceso, con esto se obtuvo las pendientes reales del lugar.

A continuación una serie de fotografías donde se presenta de manera gráfica la metodología realizada para definir las superficies que actualmente ocupan los CDM.

Fotografía II.1.3-1.- Obtención de puntos en modo estático.

Fotografía II.1.3-2.- Obtención de puntos con GPS Movil vinculado a base RTK.

Fotografía II.1.3-3.- Kit de Drone eBee X.

Fotografía II.1.3-4.- Despegue de Dron eBee X.

Fotografía II.1.3-5.- Aterrizaje de Drone eBee X.

Este ejercicio dio como resultado una ortofoto en la que se incluyen la mayoría de las obras incluyendo los caminos de acceso, ya que por cuestiones técnicas (principalmente condiciones climatológicas) no fue posible fotografiar toda el ACM sin embargo la fotografía resultante sirvió como insumo para realizar la definición de las superficies ocupadas actualmente por las plataformas ya que sobre estas fotografías se dibujó a mano alzada los polígonos que visualmente se observaron en dichas fotografías ya que al estar correctamente georreferencia fue posible generar los polígonos con coordenadas precisas y así definir una superficie de ocupación. En la figura (Figura II.1.3-6) se observa un circulo en amarillo que es la superficie del COS y un polígono más pequeño en color morado que representa la superficie que actualmente ocupa el CDM determinado visualmente en la fotografía aérea.

Con estos datos fue posible realizar una ficha en donde ya es posible incluir aparte de la coordenada central de la localización, las superficies de ocupación actual y la del COS (**Anexo "C"-3**)

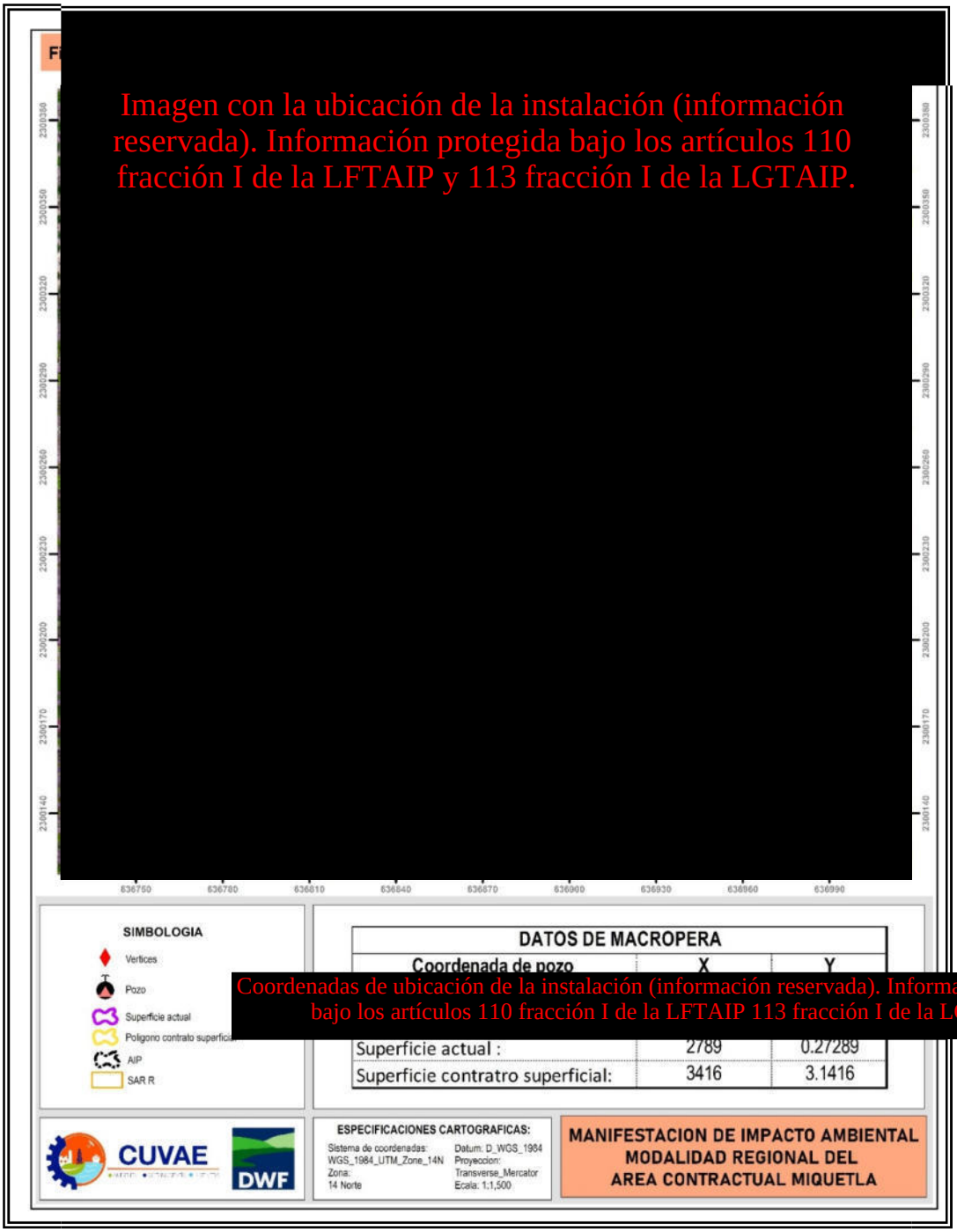


Figura II.1.3-6.- Ejemplo de una ficha donde se incluye el COS circular así como la superficie de ocupación actual definida visualmente con la fotografía aérea.

Algunos COS no tienen forma circular, sino que tiene la forma de un polígono irregular, estos también fueron posicionados sobre la fotografía aérea junto con la superficie actual definida visualmente. (Figura II.1.3-7).

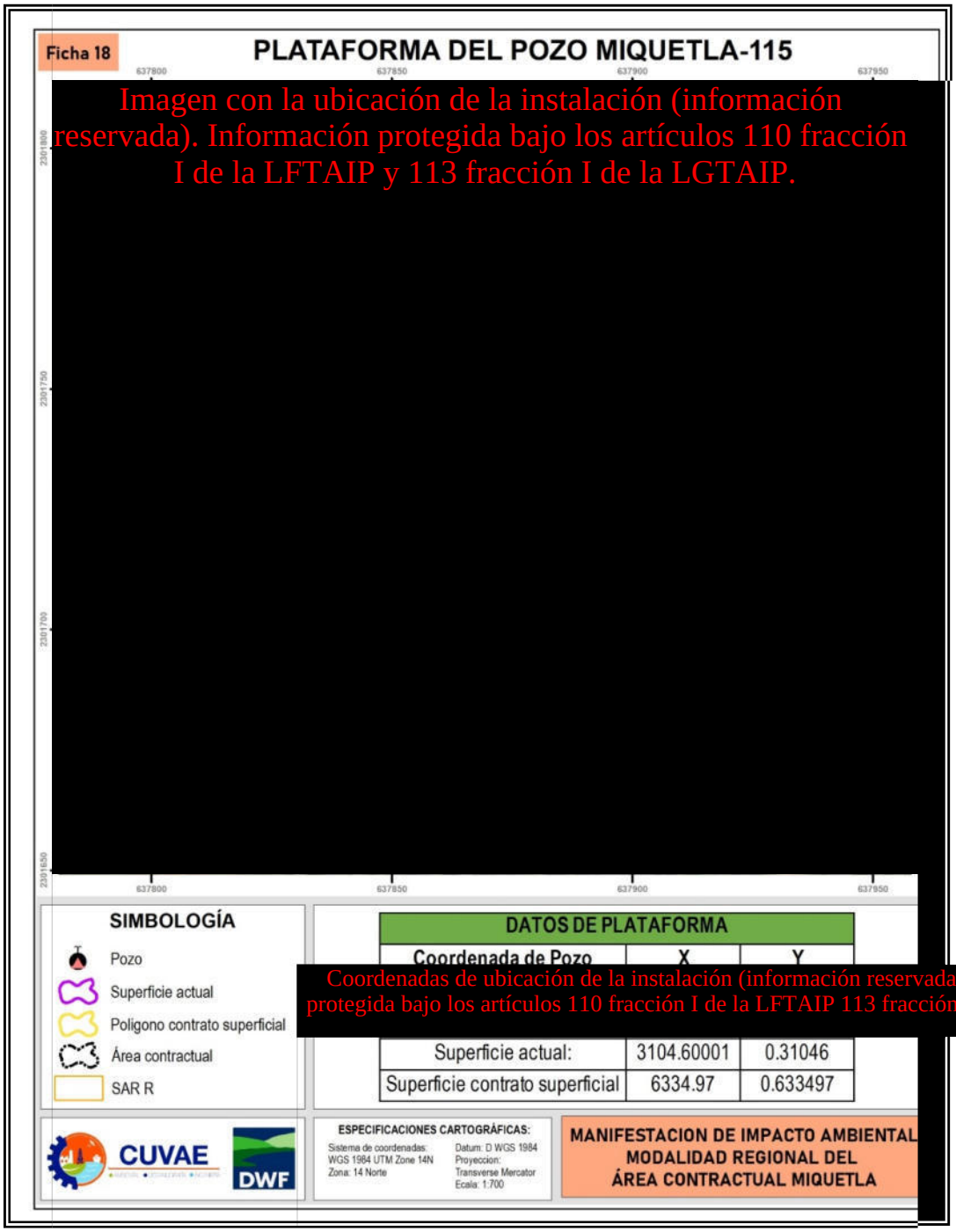


Figura II.1.3-7.- Ejemplo de una ficha donde se incluye el COS con una forma poligonal así como la superficie de ocupación actual definida visualmente con la fotografía aérea.

No todas las superficies fueron definidas de la manera antes descrita ya que actualmente DWF cuenta con 14 CDM con un plano topográfico con los datos necesarios que nos permitieron definir las superficies de ocupación, en la siguiente figura (Figura II.1.3-8) se muestra un ejemplo del mismo y en el **Anexo "C"-3** el resto de estas fichas.

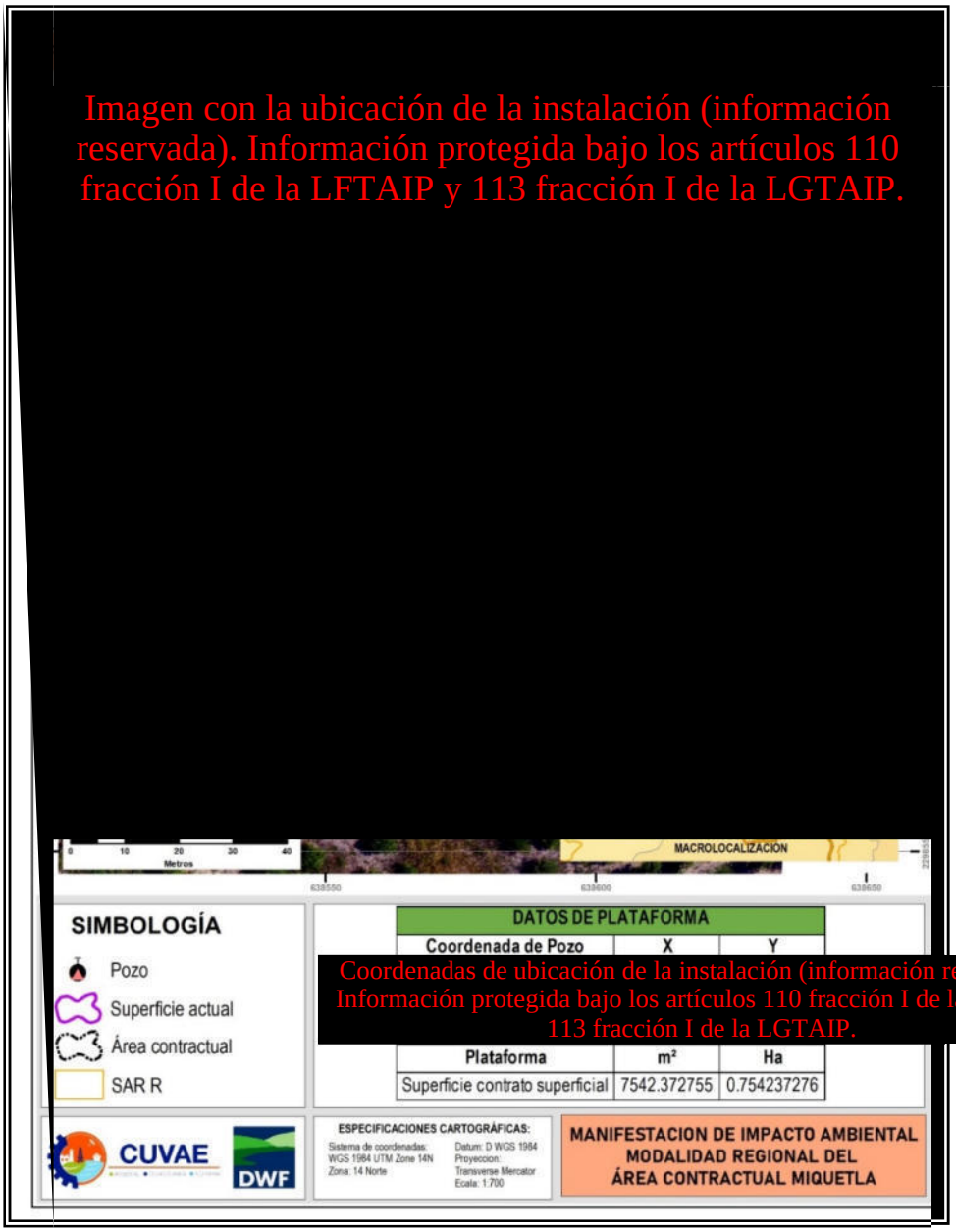


Figura II.1.3-8.- Ejemplo de una ficha donde se incluye la definición del CDM así como la superficie de ocupación actual definida por un plano topográfico.

Por último es necesario mencionar que existen seis casos en los que no se tiene identificado ningún COS ni plano topográfico y se recurrió a definir las medidas estándar de una plataforma tipo (120 m X 75 m) únicamente como referencia de la superficie requerida para la construcción del CDM que utilizaba Pemex, pero se definió la superficie actual de ocupación visualmente con la fotografía aérea. (Figura II.1.3-9)

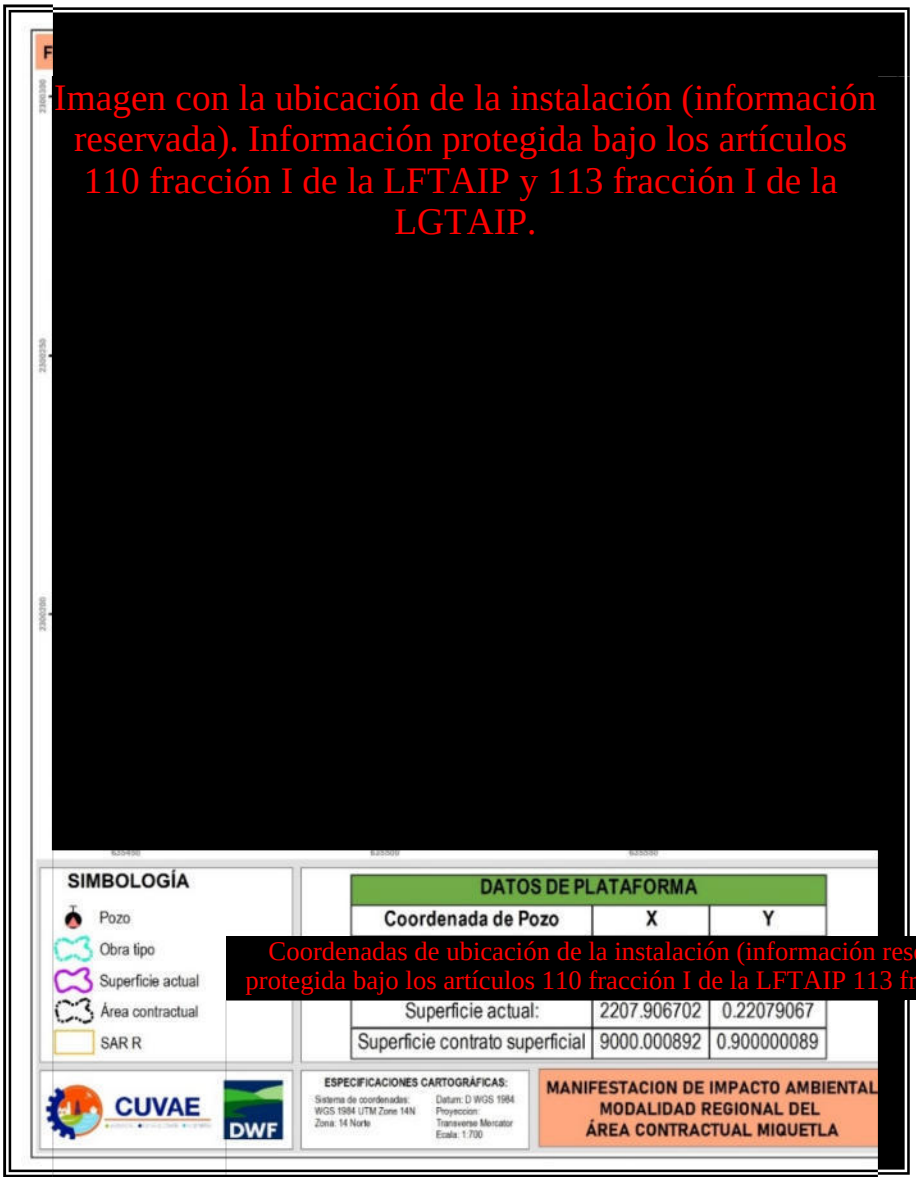


Figura II.1.3-9.- Ejemplo de una ficha donde se muestra el CDM definida de forma visual con apoyo de fotografía área así como la poligonal de una

obra tipo que se puede tomar como referencia sobre la ocupación utilizada cuando fue perforado el pozo.

Todas las coordenadas de las plataformas se presentan en el **Anexo "C"-4** en formato Excel.

2.- Definición de superficies de Ductos (Líneas de descarga, Oleogasoductos y gasoductos).

Para definir las superficies de los ductos es necesario iniciar mencionando que DWF solo cuenta con información oficial de las coordenadas de inicio y final del trazo, el diámetro, así como la longitud de cada ducto, tal como se indica en el contrato CNH-M5-MIQUETLA/2018 por otro lado en los COS ya mencionados se definen las superficies contratadas para los derechos de vía sin embargo estos no cuentan con un trazo definido, por lo que estos datos resultaron insuficientes para poder definir una superficie de ocupación del derecho de vía, por lo que fue necesario realizar un ejercicio de que consiste en plasmar el trazo de los ductos proporcionado por DWF con sus puntos de inflexión para determinar la superficie de ocupación superficial del ducto considerando un búfer de siete metros de ancho para el derecho de vía de cada uno de los trazos tomando como referencia la NOM-009-ASEA-2017.

Para el caso de los ductos que compartían el derecho de vía en cruces o en un mismo corredor de líneas, fue necesario ajustarlo a una sola superficie para no tener duplicados en la superficie total, esto se logró utilizando la Herramienta "Merge" del Arc Map que es una aplicación del ArcGIS 10.5 el software utilizado para realizar el presente análisis. Esta herramienta combina un conjunto de datos de varias fuentes en un nuevo conjunto de datos de salida único. En este caso se fusionaron las áreas en los derechos de vía compartidos obteniendo un único polígono, para no duplicar las superficies que ocupa una línea cuando su DDV se sobrepone con otro. En el **Anexo "C"-5** se presenta el total de la superficie independiente de cada ducto y si se realiza una suma de los 122 ductos da un total de 93.58 ha de superficie pero esta cantidad es menor cuando las fusionamos con la técnica arriba descrita entonces nuestra superficie real de ocupación de los derechos de vía es de 59.90 ha.

Al final fue posible realizar una ficha (Figura II.1.3-10) donde se plasman los datos de inicio y final del trazo, su amplitud así como la superficie del derecho de vía. Para presentar las de cada uno de los trazos se generó

un anexo (**Anexo "C"-4**) en formato Excel donde se incluyen todos los puntos de inflexión de las mismas. Y las fichas mencionadas se incluyen en el **Anexo "C"-3**.

Es importante mencionar que este ejercicio fue necesario debido a que no se cuenta con información histórica de los trazos, pues en la mayoría de los casos la construcción de estos ductos se inició en los años 50´s y 60´s por parte de Pemex y actualmente DWF no cuenta con los planos que avalen la ingeniería y normatividad aplicada al momento de su construcción.

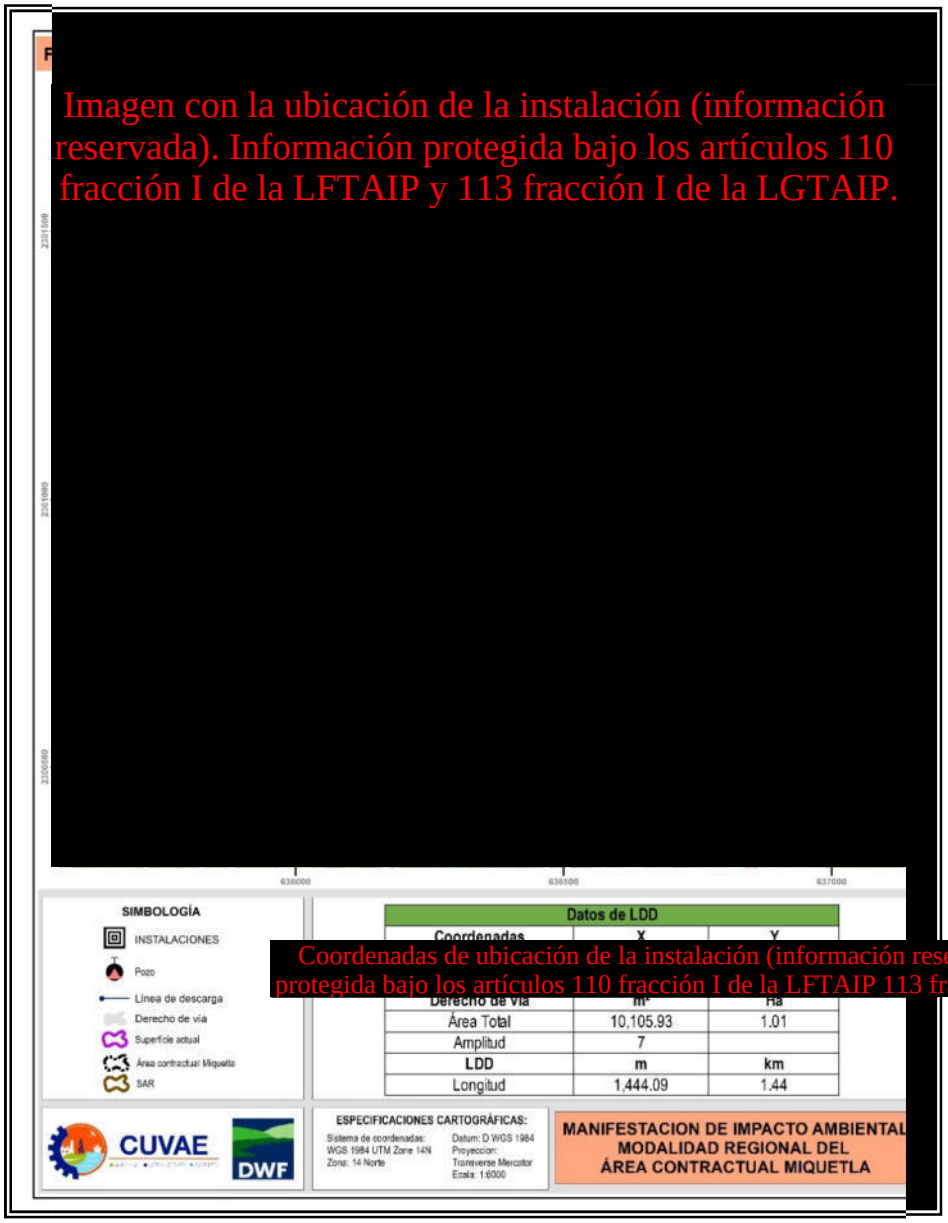


Figura II.1.3-10.- Ficha descriptiva del trazo de un ducto donde se presenta su amplitud y su área de ocupación.

3.- Definición de superficies de caminos de acceso.

En cuanto a los caminos de acceso que se utilizan para la ejecución de las actividades de OM se tiene detectada una red de caminos de 74.06 km de longitud conformada por 94 caminos con un derecho de vía de 10 m de ancho, lo cual arroja una superficie de ocupación de 73.55 ha a esta superficie también se le restó la superficie que comparten los trazos cuando existe cruzamiento de caminos.

Para los caminos de acceso también se generó una ficha donde se presentan cada uno de ellos (**Anexo "C"-3**) y se presenta un ejemplo en la siguiente figura (Figura II.1.3-11) donde se indican las coordenadas de inicio y del final así como la superficie de ocupación y su longitud.

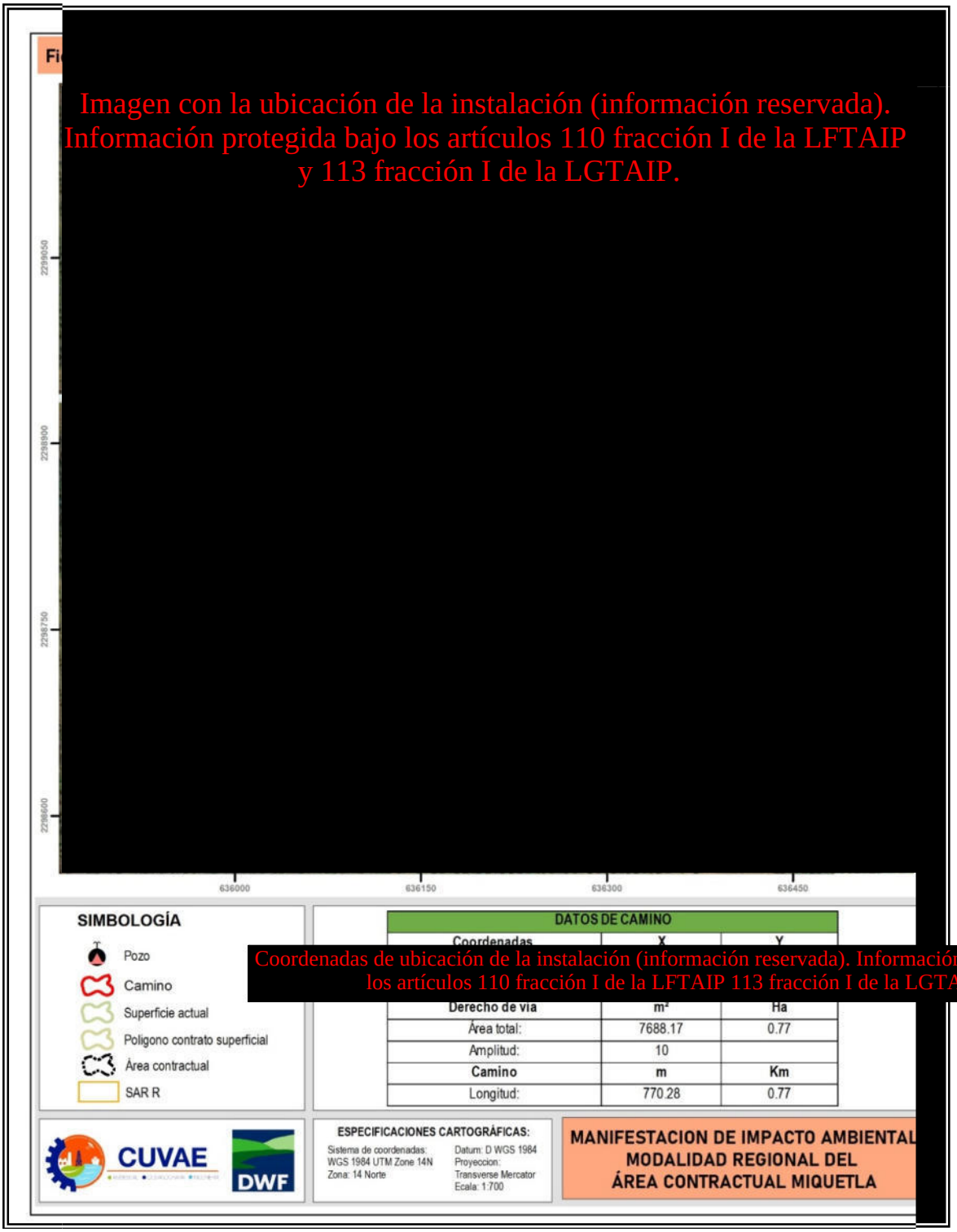


Figura II.1.3-11.- Ficha descriptiva de un camino de acceso presente en el ACM. Donde se presenta su amplitud y su área de ocupación.

Una vez realizado este análisis sobre los CDM, Ductos y Caminos de acceso se contó con la información suficiente para definir las superficies de ocupación de cada una de las obras existentes, en cuanto a las obras lineales (Ductos y Caminos) se presentan dichas superficies en la siguiente tabla (Tabla II.1.3-4). Que suman en total 133.45 ha.

Tabla II.1.3-4.-Superficies de ocupación de obras lineales que conforman el área del proyecto.

Obras	Cantidad	Longitud de red		Amplitud (m)	Superficie total de proyecto	
		m	Km		m²	Ha
Ductos (ldds, old y gtos)	122	133749.91115	133.74	7	599038.08	59.90
Caminos	94	74058.26	74.06	10	735453.54	73.55

Las obras no lineales (CDM, Baterías y la base operativa Miquetla) arrojaron una superficie de 44.74 ha y se presentan en la siguiente tabla. Es importante recalcar que esta superficie calculada corresponde a la denominada “superficie Ocupada” pues es donde físicamente en la actualidad se realizan las actividades indicadas en el presente informe. La superficie denominada “Contrato superficial / pera tipo” solo se utilizaron como referencia para poder realizar el ejercicio antes descrito y determinar las superficies ocupadas.

Tabla II.1.3-5.- Superficie de ocupación de obras no lineales que conforman el área del proyecto

Obras	Numero	Superficie total		
		Tipo	m²	Ha
Plataformas	108	Contrato superficial / Pera tipo	1520416.71	152.04
		Superficie ocupada	434122.63	43.41
Baterías de separación	2	Superficie Ocupada	8302.91	0.83
Base operativa	1		5023.68	0.50

Finalmente se define una superficie total del área del proyecto destinadas para la infraestructura existente y la infraestructura nueva es de **178.20 ha** tomado en cuenta las tablas anteriores; es importante señalar que en esta superficie también se incluye la superficie de las infraestructuras nuevas pues estas ocupan la superficie de un cuadro de maniobras y un derecho de vía ya existente.

El desglose de cada una de estas superficies se presenta en el **Anexo "C"-5**. Además se presenta toda esta información en formato Shape files y KML en el **Anexo "C"-6**.

Por ultimo respecto a la afectación de la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio se notifica que no existirá afectación a ninguna comunidad vegetal, pues las obras nuevas se ejecutaran sobre una plataforma y un derecho de vía existente, en cuanto al resto de la infraestructura existente y en la cual actualmente se realizan actividades de operación y mantenimiento y en un futuro su abandono no requerirán nueva superficie para realizar la actividades propias de esas etapas del proyecto.

II.1.4 Inversión requerida

El contrato para la extracción de hidrocarburos celebrado entre la CNH y DWF (Contrato No. CNH-M5-MIQUETLA/2018), establece que esta DWF será la operadora del campo donde se pretende llevar a cabo el Proyecto por lo que los montos económicos requeridos para la realización de las obras son proporcionados por la empresa operadora, la cual es de iniciativa privada.

La estimación por el concepto obras nuevas referente a la perforación (incluye abandono) del pozo INFILL-

Información patrimonial de la persona moral (monto de inversión). Información protegida bajo los Artículos 113 fracc. III de la LFTAIP y Art. 116 párrafo cuarto de la LGTAIP.

USD; para las medidas de control, prevención, mitigación y/o compensación se destina hasta un 10% del costo total de las obras.

Para las actividades destinadas a operación y mantenimiento de la infraestructura existente del ACM (pozos,

Información patrimonial de la persona moral (monto de inversión). Información protegida bajo los Artículos 113 fracc. III de la LFTAIP y Art. 116 párrafo cuarto de la LGTAIP.

Las cantidades son estimadas conforme a las proyecciones de desarrollo y mantenimiento de la infraestructura del área contractual, por lo cual pueden variar al momento de la realización de las mismas.

II.2 Características particulares del Proyecto

El Área Contractual Miquetla fue descubierto en 1948 con la perforación del pozo Miquetla-1 para continuar la perforación de pozos profundos (profundidad ~ 3500 m) en los años 50´s, encontrando una amplia columna de hidrocarburos desde el Mesozoico hasta el Terciario con petróleo de 28 - 37 ° API. El principal período de explotación inició en los años 1960 con la perforación de 125 pozos para el desarrollo de Tamabra (Mesozoico); y en los años 1970-1980 se desarrollaron las arenas de Chicontepec mediante Reparaciones Mayores.

Entre 2013 – 2018, durante el Contrato Integral de Exploración y Producción (CIEP), se ejecutaron actividades de perforación estratégicas para validar las reservas remanentes de los yacimientos Tamabra y Chicontepec (21 pozos perforados), adquiriendo nueva información para soportar los modelos del subsuelo, junto con nueva sísmica 3D.

Actualmente, en el Área Contractual Miquetla se mantiene un registro de 121 pozos útiles, de los cuales se tienen 64 pozos productores y 57 cerrados con posibilidad de explotación.

El Plan de Desarrollo actualmente aprobado considera la recuperación de un volumen de petróleo al límite del Contrato de 84.65 MMB y gas de 175.06 MMMpc de la reserva remanente 2P del ACM, con una actividad física de perforación de pozos para desarrollar los yacimientos CH-20, CH-30, Tamabra y actividad estratégica para las arenas CH40-CH50-CH60, Agua Nueva y Tamaulipas. Esta estrategia permitiría maximizar el uso de la infraestructura existente tales como peras, líneas de descargas, ductos y baterías; minimizando el impacto ambiental, optimizando los recursos y con un programa estructurado para el aprovechamiento del gas.

Con base en la experiencia previa y para determinar el diseño optimo de cada pozo a perforar, se analizarán las diferentes alternativas de diseño en función de los objetivos solicitados por el departamento de reservorios, tomando en cuenta la profundidad, temperatura y presión de los yacimientos objetivos a alcanzar.

a) Obras nuevas

Pozo

Se utilizara la plataforma existente del pozo Miquetla 805 y Miquetla 23A para la perforación de la localización INFILL-16, con la finalidad de no realizar nuevas afectaciones a la vegetacion y minimizar el impacto ambiental. Ademas de que con el uso de esta plataforma ya no se requerira cambio de uso de suelo.

La localización INFILL-16 será perforada como pozo dirigido atendiendo las consideraciones ambientales y topográficas, en superficie que se encuentra en el sector sureste del Área Contractual Miquetla y se encuentra a 20 m al sureste del pozo Miquetla-805. En la Tabla II.2-1 se presentan las coordenadas de ubicación del pozos asi como los vertices de la plataforma existente, estos datos se pueden corroborar en el en el **Anexo "C"-1** plano de construcción en formato digital de la obra.

Tabla II.2-1.- Coordenadas de la localización INFILL-16 y vértices de la plataforma existente.

Localización	Coordenadas UTM (WGS84)	
	X	Y
INFILL-16	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
Vértices de la		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

Localización	Coordenadas UTM (WGS84)	
	X	Y
Vértices de la plataforma existente (M-805, M-23A)		
16	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		

Esta localización tiene como objetivo continuar con la explotación de los yacimientos que integran los proyectos de producción que actualmente se desarrollan en el Área Contractual Miquetla, evaluando el potencial de las Formaciones Chicontepec y Tamabra. Para esto se tomaron como referencia los pozos vecinos más cercanos y representativos: Miquetla-805, Miquetla-23, Miquetla-23A, Miquetla-1606.

Chicontepec se compone de areniscas apretadas asociadas lóbulos turbidíticos distales. Estas arenas son complejas mineralógicamente, tienen abundante matriz arcillosa, cemento calcáreo y suelen ser muy heterogéneas y lenticulares. Los cuerpos de arena tienen escasa continuidad hidráulica. Su rasgo distintivo es la baja permeabilidad y la ausencia de un contacto agua – aceite reconocido, por lo que puede ser considerado como un yacimiento Tight Oil Sand. La arena “20” se compone de un desarrollo arenoso espeso con apilamiento de facies estrato y grano-crecientes al tope, que le confieren buena transmisibilidad en sentido vertical y buena capacidad de almacenamiento y flujo.

La Formación Tamabra se compone de brechas, calizas bioclásticas y calciruditas que alternan con Mudstones y Wackestone, donde el material granular está asociado a restos fósiles y fragmentos calcáreos principalmente y la matriz es calcárea microcristalina. Estos son considerados carbonatos re-depositados y su sistema poroso es principalmente asociado a disolución de esqueletales por lo tanto las vugas y la microporosidad interparticula son dominantes. La porosidad promedio es de 7.9%, mientras que la permeabilidad es de 0.66 mD y la saturación de agua de 40%.

Actualmente para perforar un pozo se utiliza de manera general, un sistema rotatorio que consiste en hacer girar una barrena conectada a una tubería para taladrar la roca. Los fragmentos resultantes son llevados a la superficie a través del espacio anular, formado por las paredes de la formación rocosa y la tubería de perforación, con la ayuda de un fluido con las propiedades necesarias que evita la caída de los sólidos generados al fondo del pozo.

Los equipos de perforación, como el mostrado en la Figura II.2-1, cuentan con sistemas que al interactuar en conjunto hacen posible perforar a profundidades cada vez mayores con trayectorias controladas.

- Sistema de Potencia
- Sistema de Izaje
- Sistema de circulación
- Sistema rotatorio

1. Cilindros para aire
2. Impiderreventones
3. Base para la pata
4. Brida del cabezal
5. Engranajes de transmisión
6. Cruceta de acoplamiento
7. Cornisa (poleas fijas)
8. Cabria o torre
9. Refuerzo diagonal (travesaño)
10. Piso de la torre
11. Pata de la cabria
12. Malacate
13. Motores (diesel, gas, eléctricos)
14. Caballete
15. Travesaño (horizontal)
16. Conexión acodada
17. Guardacadena
18. Guardatransmisión (de la colisa)
19. Guardatransmisión (de las bombas)
20. Freno hidráulico
21. Junta kelly
22. Tubería de colmado (fluido de perforación)
23. Tuberías de descarga (bombas del fluido de perforación)
24. Cable de perforación
(enlaza malacate-cornisa-bloque viajero)
25. Hoyo de encaje (para tubos de perforación)
26. Batidores fijos, fluido de perforación
27. Batidor giratorio, fluido de perforación
28. Múltiple de la tubería del fluido de perforación
29. Tolva (para mezclar fluido de perforación)
30. Canal del descarga, fluido de perforación
31. Tubería de descarga, fluido de perforación
32. Conexiones entre tanques del fluido de perforación
33. Piso de la subestructura de motores
34. Hoyo de descanso (kelly)
35. Gancho polea viajera
36. Manguera del fluido de perforación
(empalme junta rotatoria-subiente)
37. Cadena de seguridad de la manguera del fluido
de perforación
38. Colisa
39. Encuelladero
40. Tanque de asentamiento del fluido de perforación
41. Cernidor vibratorio de ripio y fluido de perforación
42. Bombas del fluido de perforación
43. Subiente (tubería para mandar fluido de perforación al hoyo)
44. Escalera
45. Subestructura de la cabria
46. Subestructura del malacate
47. Subestructura de la rampa
48. Tubería de succión de fluido de perforación
49. Tanque para succionar fluido de perforación
50. Cámara de amortiguación (fluido de perforación)
51. Junta giratoria
52. Asa de la junta giratoria
53. Bloque viajero
54. Tubería para suministro de agua.

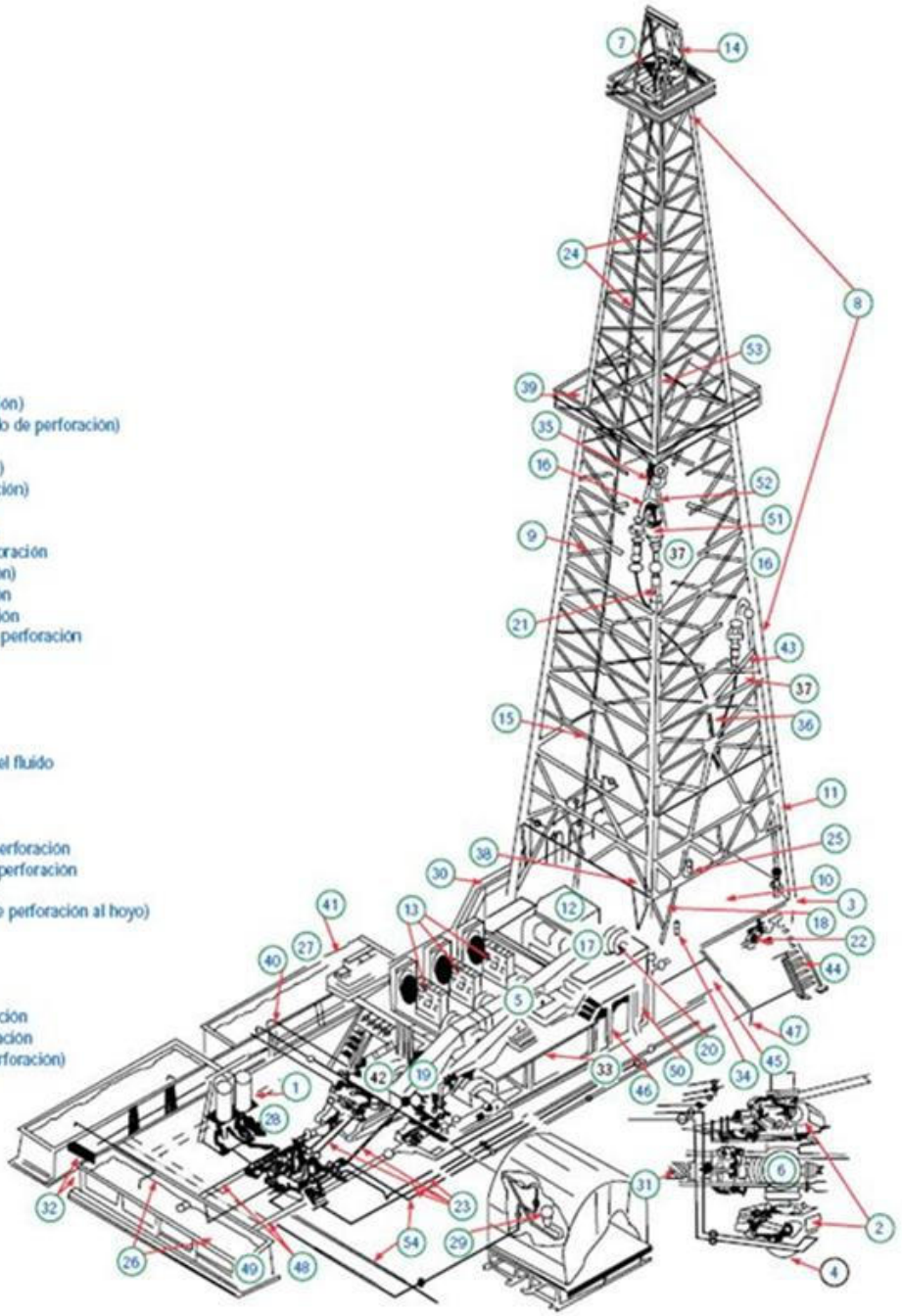


Figura II.2-1.- Equipo terrestre rotatorio de perforación.

De acuerdo al programa de perforación, los *componentes* del equipo de perforación DTM 638 se presentan en la Tabla II.2-2 y en la Figura II.2-2 el layout del equipo y en la Figura II.2-3 se representa la distribución del equipo de perforación en la plataforma existente.

Tabla II.2-2.- Componentes y función del equipo de perforación del pozo.

Equipo DTM 638	Diavaz Trinidad de México S.A. de C.V.	Función
Subestructura	Marca Load Craft. 6.8 m de altura 330,000 lb de capacidad nominal combinada	Tiene dos propósitos, el de soportar el piso de perforación y prever el espacio necesario para alojar a los preventores y el de soportar el peso de la sarta de perforación cuando esta queda suspendida en las cuñas. Además, actúa como plataforma de trabajo y base del mástil (Torre).
Mástil	Marca Load Craft. Tipo Telescópico Doble 38 m de altura 330,000 lb de capacidad con 8 líneas máximo	Base estructural del sistema de perforación directa de pozo, soporte de todos los esfuerzos verticales que se deriven de la sustentación de la sarta y de la columna de entubación.
Malacate	Marca LCI Modelo 4212 1000 HP de potencia Cable de 1 1/8”	Utilizado para el izaje y manipulación de las tuberías de perforación (TP) y tuberías de revestimiento (TR).
Bombas de lodo	Fabricante Maxum Modelo M-1000 Tipo Triplex 1000 HP de potencia 2 bombas	Para el bombeo del fluido de perforación conforme a las condiciones de la operación hacia el interior de la cavidad del pozo.

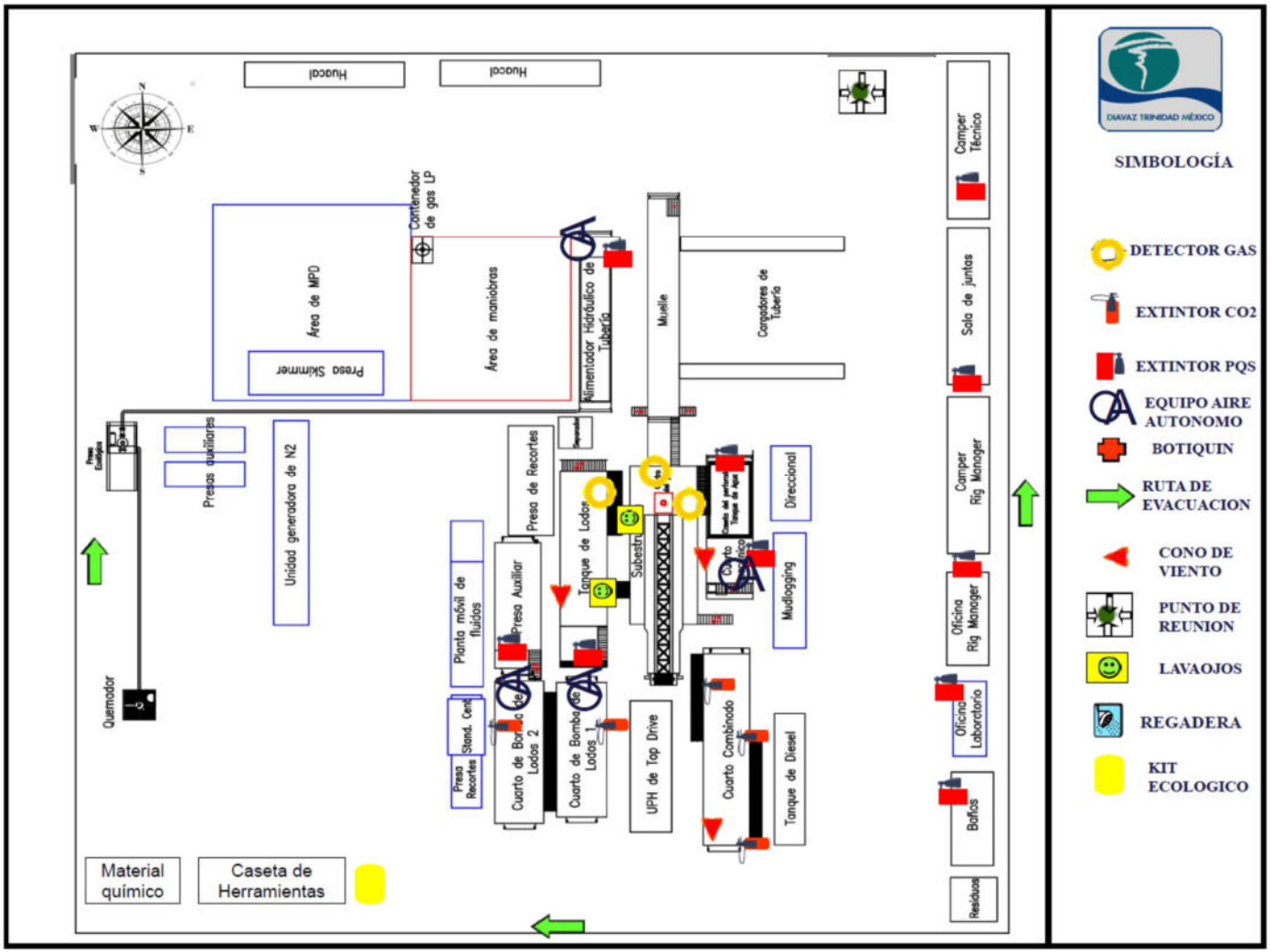


Figura II.2-2.- Layout del equipo de perforación.

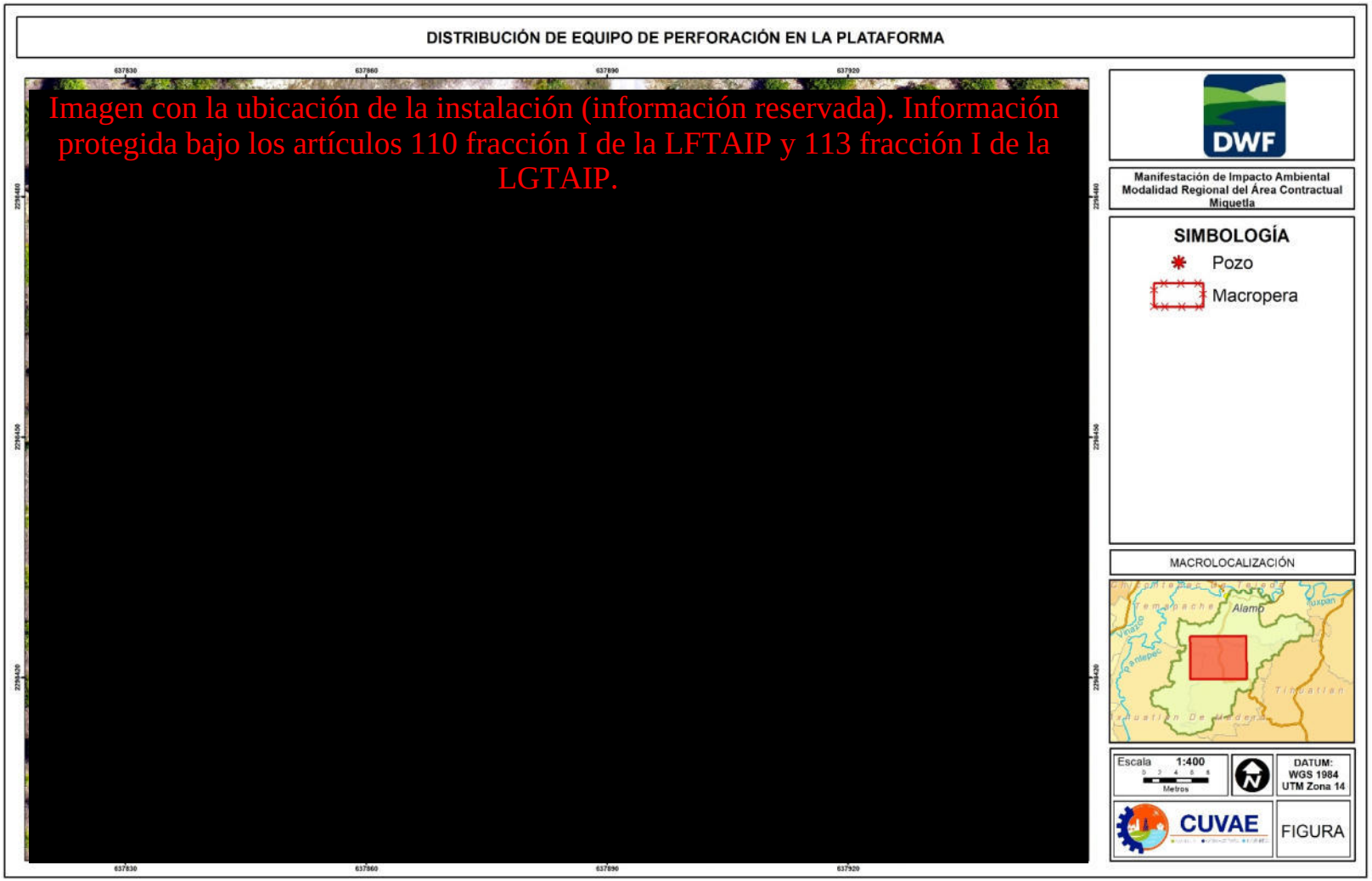


Figura II.2-3.- Distribución del equipo de perforación.

La perforación consistirá en tres etapas y los diámetros de tubería que se utilizarán dependen de ello, la duración total de la perforación abarcará un periodo de 12 días, alcanzando una profundidad hasta los 2,127 metros aproximadamente. La primera etapa será perforada con barrena de 9 ½" hasta la profundidad de 80 metros, la segunda etapa será perforada con barrena de 9 ½" hasta la profundidad de 616 metros y la tercera etapa será perforada con la barrena de 6 ¾" hasta la profundidad de 2,127 metros atravesando las formaciones Guayabal, Chicontepec, Velasco, Brecha, Méndez, San Felipe y Agua Nueva, finalizando en la formación objetivo para explotar de manera simultánea las dos formaciones Chicontepec y Tamabra. El agujero será revestido con tubería de 5 ½" y cementado hasta la superficie. En la Figura II.2-4 se presenta el estado mecánico propuesto del pozo, en la Tabla II.2-3 se muestran las etapas con sus barrenas a utilizar, los asentamientos de TR y densidades, para la perforación del pozo INFILL-16.

Tabla II.2-3.- Etapas de perforación del pozo.

Etapa	Diámetro Barrena (Pulgada)	Diámetro Tubería de Revestimiento (TR) (Pulgada)	Profundidad (Metros)	Peso (Libra/ pie)	Grado de Acero	Objetivo
Secreto industrial (especificaciones de diseño del pozo). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.						

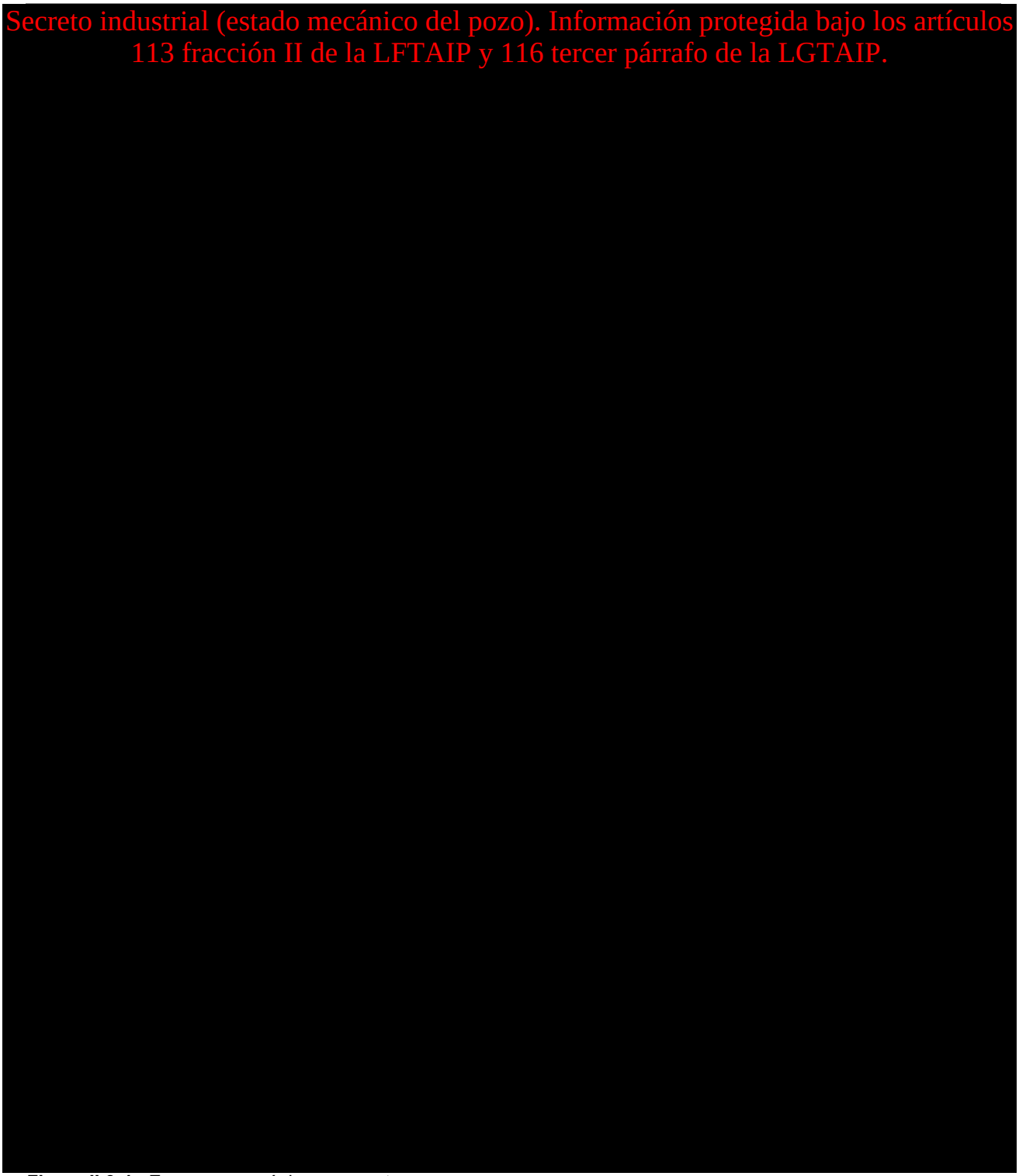


Figura II.2-4.- Esquema mecánico propuesto.

En el cuadro de maniobras, se instalarán de igual forma otros diversos componentes del equipo de perforación, oficinas y dormitorios móviles, baños para uso del personal en sitio, estaciones temporales de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos, y áreas de mantenimiento.

Los servicios de apoyo como oficinas móviles, almacén de herramientas y equipo en general, los tanques metálicos, las letrinas portátiles y los diferentes vehículos se ubican en lugares ya impactados dentro de la superficie destinada al área de maniobras tomando en cuenta todas las medidas de seguridad y ambientales que establece la Empresa.

El tipo de Tanques a utilizar son:

Tanque de agua: El agua se almacena en tanque metálico, con capacidad de 40 m^3. Esta es utilizada para preparar los lodos de perforación y para el enfriamiento de las máquinas de combustión interna. La cantidad de recipientes y de agua almacenada depende de las condiciones que se presenten durante la etapa de perforación.

Tanque para Diésel: El diésel es utilizado para la operación del equipo de perforación y en la preparación de los lodos de perforación de emulsión inversa. Este se almacena en tanque metálico con capacidad de 60 m^3.

Tanque para almacenar lodos de perforación: Sistema de (2) tanques de lodo con compartimentos activos, compartimentos de premezclado, tanque químico y trampa de arena.

Presa de succión: con capacidad de almacenamiento de 67 m^3.
Presa de asentamiento: con capacidad de almacenamiento de 67 m^3.

Presa ecológica: con capacidad de almacenamiento de 17 m^3.

Tanque de viajes: con capacidad de 8 m^3.

Los recortes de perforación serán depositados de manera temporal en una presa metálica, y serán recolectados periódicamente de acuerdo a la actividad operativa y su generación por una empresa autorizada para su manejo, transporte y envío a su disposición final en centros autorizados.

Con respecto al programa de actividades para la perforación del pozo INFILL-16, se ajustará a lo establecido en la Tabla II.2.1-2 del programa general de trabajo y en el **Anexo "D"** se presentan en formato electrónico los programas de perforación y terminación respectivamente.

Para facilitar la administración del proyecto, asignar responsables y planear oportunamente los equipos, materiales y servicios las operaciones para perforar el pozo INFILL-16, han sido agrupadas de la siguiente manera (Figura II.2-5).

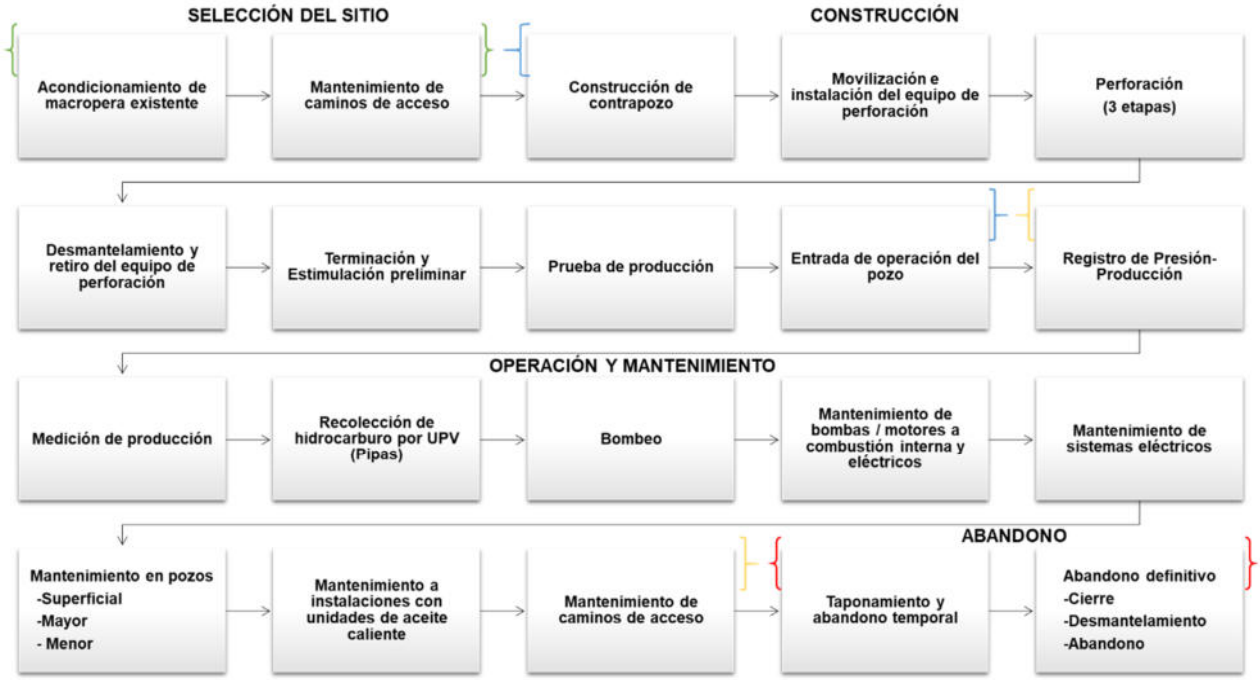


Figura II.2-5.- Actividades principales desarrolladas en la perforación y terminación del pozo.

Gasoducto

De acuerdo con el plan de desarrollo de DWF para el procesamiento y manejo de fluidos (gas y aceite) se requiere llevar gas combustible a los motores de bombeo mecánico de los pozos ubicados en las plataformas Miquetla 1652 y Miquetla 122, para el cual será necesario utilizar el ducto existente de 4" Ø que proviene de la Batería de Separación Miquetla II a la macropera Miquetla 122, de este ducto se interconectará y alimentará el ducto que suministrará de gas a los ocho motores de la macropera Miquetla 1652 de los cuales están activos los pozos Miquetla 1618, Miquetla 1614 y Miquetla 1636, sin embargo, esta macropera albergará a futuro hasta 8 pozos. El gas combustible a transportar se tomará de la descarga del Separador de Producción General.

El gasoducto se proyectará compartido en el derecho de vía en forma paralela con el óleogasoducto de 6" Ø proveniente de la plataforma del pozo Miquetla 1652 con destino a la plataforma del pozo Miquetla 829. Por lo que no se requerirá nueva superficie de afectación ni cambio de uso de suelo.

En la Figura II.2-6 se marcó la trayectoria un gasoducto de 2" de diámetro con origen en la interconexión en gasoducto de 4" diámetro de Batería de Separación Miquetla II a Macropera 122 y destino la Macropera 1652. En la Tabla II.2-4 se presentan las coordenadas de los vertices del gasoducto, estos datos se pueden corroborar en el en el **Anexo "C"-1** plano de construcción en formato digital de la obra.

Tabla II.2-4.- Coordenadas de los vértices del gasoducto.

Vértices	Coordenadas UTM (WGS84)	
	X	Y
1	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
2		
3		
4		
5		
6		
7		

En la Figura II.2-7 se muestran las principales activades para la construcción e interconexión del gasoducto.

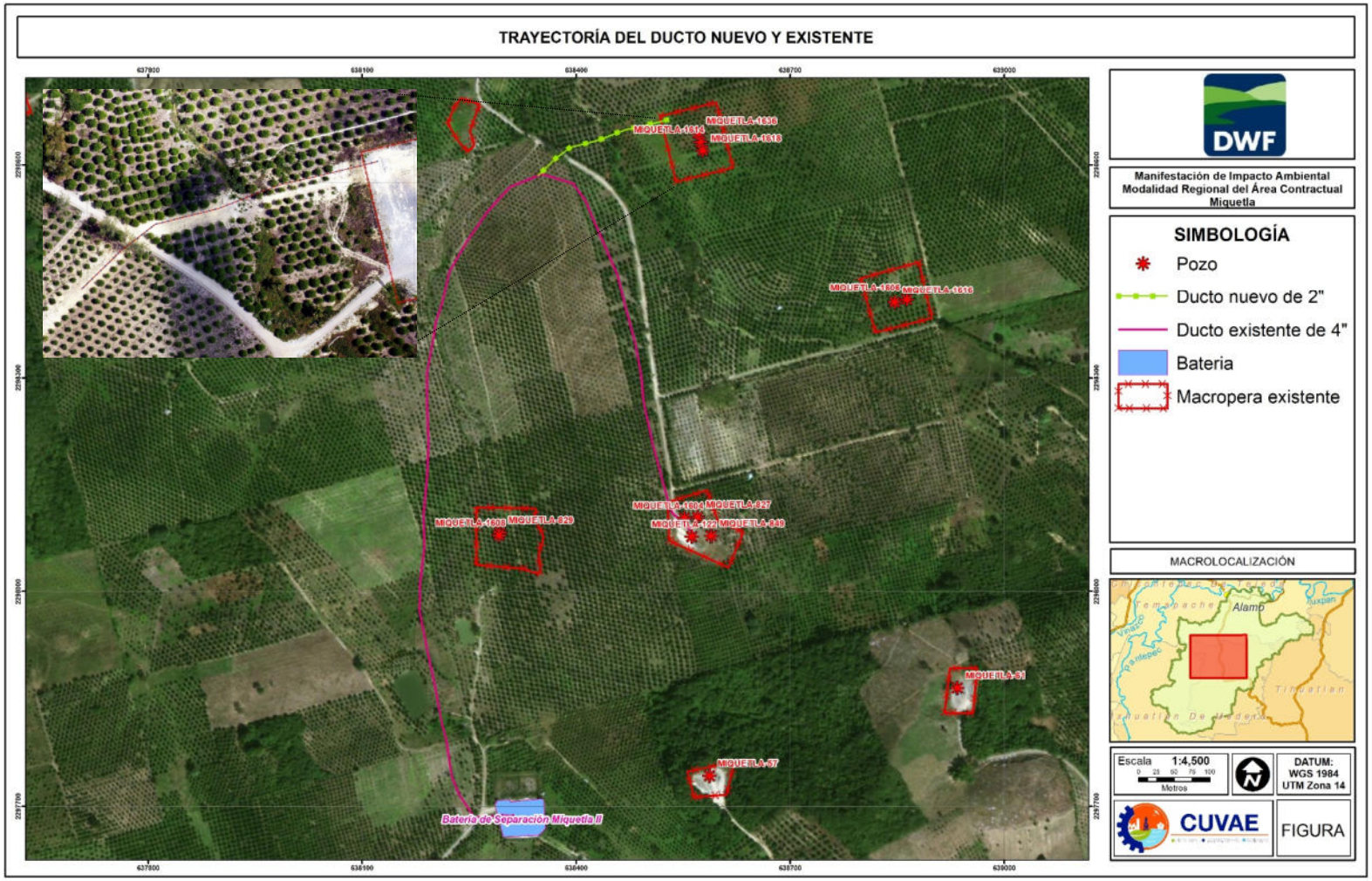


Figura II.2-6.- Trayectoria de los ductos (nuevo y existente).

Figura II.2-7.- Actividades principales desarrolladas en la construcción del gasoducto.

b) Infraestructura existente

Para poder dar continuidad operativa a las actividades de producción en el Área Contractual, se pretende proseguir con la operación y mantenimiento de la infraestructura existente la cual se consideran pozos, caminos de acceso, instalaciones de producción y ductos. Es importante señalar que estas actividades no requieren nueva afectación de superficie por lo que no se requerirá cambio de uso de suelo.

De la revisión de la información proporcionada por DWF y de la contenida en el plan de desarrollo del Contrato CNH-M5-MIQUETLA/2018 se identificó la siguiente infraestructura petrolera.

Pozos

Con base en la información, se obtuvo un total de 121 pozos (de los cuales 57 pozos obedecen a un estatus cerrado con posibilidades de explotación y 64 pozos productores) distribuidos en 108 plataformas (cuadro de maniobras y/o macroperas). De estos pozos 9 producen en tanque a boca de bozo (Tabla II.2-4), 80 pozos requieren de levantamiento superficial con sistemas de extracción que son las unidades de bombeo hidráulico y mecánico (Tabla II.2-5), esto debido a que la presión del yacimiento no es suficiente para elevar los fluidos hasta la superficie. Los sistemas se auxilian de insumos involucrados en el proceso, es decir, que de la producción de gas que se extrae junto con el aceite (gas asociado) de los pozos del ACM, una fracción se aprovecha como combustible para las unidades de bombeo.

Tabla II.2-4.- Pozos que producen en tanque a boca de pozo.

Nombre del Pozo		
Miquetla 115	Miquetla 815	Miquetla 677
Miquetla 118	Miquetla 833	Miquetla 744
Miquetla 502	Miquetla 852	Palo blanco 8396

En la Tabla II.2-5 se muestra las coordenadas los pozos, su estado actual, tipo de bombeo y en el **Anexo "C"-4** se presentan los archivos kmz de la ubicación de las obras y plataformas.

Tabla II.2-4.- Coordenadas UTM en WGS84 de los pozos existentes en el ACM.

No	Nombre	Estado del pozo	Bombeo	X	Y	No	Nombre	Estado del pozo	Bombeo	X	Y
1	Campana-101	Productor	BHN	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.		26	Miquetla-61	Productor	---	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
2	Miquetla-2	Productor	BH			27	Miquetla-66	Productor	---		
3	Miquetla-3	Productor	BM			28	Miquetla-73	Productor	BHN		
4	Miquetla-8	Productor	---			29	Miquetla-74	Productor	BM		
5	Miquetla-14	Productor	BM			30	Miquetla-82	Productor	BH		
6	Miquetla-17	Productor	BHN			31	Miquetla-85	Productor	BM		
7	Miquetla-19	Productor	BHN			32	Miquetla-92	Productor	BH		
8	Miquetla-22	Productor	BHN			33	Miquetla-94	Productor	BHN		
9	Miquetla-23A	Productor	BM			34	Miquetla-95	Productor	BH		
10	Miquetla-24	Productor	BH			35	Miquetla-96	Productor	BH		
11	Miquetla-26	Productor	BHN			36	Miquetla-101	Productor	BHN		
12	Miquetla-27	Productor	BM			37	Miquetla-102	Productor	BH		
13	Miquetla-28	Productor	BHN			38	Miquetla-103	Productor	BM		
14	Miquetla-32	Productor	BH			39	Miquetla-104	Productor	BM		
15	Miquetla-35	Productor	BM			40	Miquetla-105	Productor	BH		
16	Miquetla-36	Productor	---			41	Miquetla-106	Productor	BM		
17	Miquetla-39	Productor	BHN			42	Miquetla-107	Productor	BM		
18	Miquetla-42	Productor	BH			43	Miquetla-109	Productor	BH		
19	Miquetla-43	Productor	BH			44	Miquetla-111	Productor	BH		
20	Miquetla-44	Productor	BHN			45	Miquetla-116	Productor	BM		
21	Miquetla-47a	Productor	---			46	Miquetla-118	Productor	---		
22	Miquetla-52	Productor	BHN			47	Miquetla-122	Productor	BHN		
23	Miquetla-54	Productor	BHN			48	Miquetla-124	Productor	---		
24	Miquetla-57	Productor	---			49	Miquetla-502	Productor	BHN		
25	Miquetla-60	Productor	BHN			50	Miquetla-553	Productor	BH		

No	Nombre	Estado del pozo	Bombeo	X	Y	No	Nombre	Estado del pozo	Bombeo	X	Y
51	Miquetla-677	Productor	BM	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.		70	Miquetla-5	Cerrado con posibilidad de explotación	---	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
52	Miquetla-805	Productor	BH			71	Miquetla-6	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
53	Miquetla-815	Productor	BH			72	Miquetla-9	Cerrado con posibilidad de explotación	BHN		
54	Miquetla-827	Productor	BH			73	Miquetla-10	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
55	Miquetla-829	Productor	---			74	Miquetla-12	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
56	Miquetla-833	Productor	BH			75	Miquetla-13	Cerrado con posibilidad de explotación	BH		
57	Miquetla-847	Productor	BM			76	Miquetla-15	Cerrado con posibilidad de explotación	BM		
58	Miquetla-849	Productor	BM			77	Miquetla-16	Cerrado con posibilidad de explotación	BM		
59	Miquetla-852	Productor	BH			78	Miquetla-20	Cerrado con posibilidad de explotación	BH		
60	Miquetla-865	Productor	---			79	Miquetla-21	Cerrado con posibilidad de explotación	BHN		
61	Miquetla-1604	Productor	BM			80	Miquetla-25	Cerrado con posibilidad de explotación	BM		
62	Miquetla-1606	Productor	BM			81	Miquetla-29	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
63	Miquetla-1608	Productor	BM			82	Miquetla-30	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
64	Miquetla-1614	Productor	BHN			83	Miquetla-31	Cerrado con posibilidad de explotación	BHN		
65	Miquetla-1616	Productor	BH			84	Miquetla-33	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
66	Miquetla-1618	Productor	BM			85	Miquetla-34	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
67	Miquetla-1636	Productor	BM			86	Miquetla-40	Cerrado con posibilidad de explotación	BH		
68	Palo Blanco-8396	Productor	BHN			87	Miquetla-41	Cerrado con posibilidad de explotación	BHN		
69	Miquetla-4	Cerrado con posibilidad de explotación	BH			88	Miquetla-45	Cerrado con posibilidad de explotación	BH		

BHN: Bombeo hidroneumático, BH: Bombeo hidráulico, BM: Bombeo mecánico.

No	Nombre	Estado del pozo	Bombeo	X	Y	No	Nombre	Estado del pozo	Bombeo	X	Y
89	Miquetla-46	Cerrado con posibilidad de explotación	---	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.		106	Miquetla-83	Cerrado con posibilidad de explotación	UBHN	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
90	Miquetla-50	Cerrado con posibilidad de explotación	---			107	Miquetla-84	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
91	Miquetla-51	Cerrado con posibilidad de explotación	---			108	Miquetla-91	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
92	Miquetla-58	Cerrado con posibilidad de explotación	BM			109	Miquetla-108	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
93	Miquetla-62	Cerrado con posibilidad de explotación	BHN			110	Miquetla-110	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
94	Miquetla-63	Cerrado con posibilidad de explotación	---			111	Miquetla-112	Cerrado con posibilidad de explotación	BH		
95	Miquetla-64	Cerrado con posibilidad de explotación	BHN			112	Miquetla-113	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
96	Miquetla-65	Cerrado con posibilidad de explotación	---			113	Miquetla-114	Cerrado con posibilidad de explotación	BM		
97	Miquetla-67A	Cerrado con posibilidad de explotación	---			114	Miquetla-115	Cerrado con posibilidad de explotación	BH		
98	Miquetla-68	Cerrado con posibilidad de explotación	---			115	Miquetla-117	Cerrado con posibilidad de explotación	BHN		
99	Miquetla-75	Cerrado con posibilidad de explotación	---			116	Miquetla-121	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
100	Miquetla-76	Cerrado con posibilidad de explotación	---			117	Miquetla-126	Cerrado con posibilidad de explotación	BM		
101	Miquetla-77	Cerrado con posibilidad de explotación	---			118	Miquetla-356	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
102	Miquetla-78	Cerrado con posibilidad de explotación	---			119	Miquetla-744	Cerrado con posibilidad de explotación	BM		
103	Miquetla-79	Cerrado con posibilidad de explotación	---			120	Miquetla-1044	Cerrado con posibilidad de explotación	---		
104	Miquetla-80	Cerrado con posibilidad de explotación	---			121	Miquetla-3275	Cerrado con posibilidad de explotación	V		
105	Miquetla-81	Cerrado con posibilidad de explotación	---								

BHN: Bombeo hidroneumático, BH: Bombeo hidráulico, BM: Bombeo mecánico.

Caminos de acceso

Se tiene un estimado de 94 caminos de acceso mismos que serán programados para su mantenimiento, no se contemplan ampliaciones ni cortes de vegetación arbustiva, ni otra considerada forestal; por lo que no habrá impactos ambientales derivados del desmonte, adicionales a los ya existentes, en la Tabla II.2-6 se muestra el listado de los caminos de acceso y sus coordenadas de inicio y final.

Tabla II.2-6.- Caminos de acceso existentes en el ACM.

N°	Nombre	Coordenadas UTM WGS 84			
		Inicial		Final	
		X	Y	X	Y
1	Camino principal	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.			
2	Camino BSM-II, Miq-8, Miq-54				
3	Camino Camp-101, MIq-107				
4	Camino Miq-17				
5	Camino Miq-36				
6	Camino Miq-52_Miq-847_Miq-865				
7	Camino Miq-60				
8	Camino Miq-82, Miq-74, Miq-79				
9	Camino Miq-83				
10	Camino Miq-85				
11	Camino Miq-95				
12	Camino Miq-106, Miq-27, Miq-42				
13	Camino Miq-118, Miq-96				
14	Camino M-122 M-827_M-849_M-1604, M-3				
15	Camino Miq-126, Miq-111				
16	Camino Miq-677				
17	Camino Miq-829, Miq-1608				
18	Camino Miq-852				
19	Camino Miq-1606, Miq-1616				
20	Camino Miq-32, Miq-33, Miq-13				
21	Camino M-124 M-553, Miq-108, Miq-113				
22	Camino M-1614_M-1618_M-1636				
23	Camino Miq-2				
24	Camino Miq-4				
25	Camino Miq-9				

Continuación Tabla II.2-6

N°	Nombre	Coordenadas UTM WGS 84			
		Inicial		Final	
		X	Y	X	Y
26	Camino Miq-10	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.			
27	Camino Miq-14				
28	Camino Miq-15				
29	Camino Miq-20				
30	Camino Miq-22				
31	Camino M-23A_M-805				
32	Camino Miq-24, Miq-92				
33	Camino Miq-25				
34	Camino Miq-26				
35	Camino Miq-28				
36	Camino Miq-29				
37	Camino Miq-31				
38	Camino Miq-34				
39	Camino Miq-35				
40	Camino Miq-39				
41	Camino Miq-40, Miq-41				
42	Camino Miq-42				
43	Camino Miq-44				
44	Camino Miq-45				
45	Camino Miq-46				
46	Camino Miq-51				
47	Camino Miq-57				
48	Camino Miq-58_Miq-3275				
49	Camino Miq-62				
50	Camino Miq-63				
51	Camino Miq-64				
52	Camino Miq-65				
53	Camino Miq-66				
54	Camino Miq-67A				
55	Camino Miq-73				
56	Camino Miq-75				
57	Camino Miq-76				
58	Camino Miq-77				
59	Camino Miq-78				
60	Camino Miq-80				

Continuación Tabla II.2-6

N°	Nombre	Coordenadas UTM WGS 84			
		Inicial		Final	
		X	Y	X	Y
61	Camino Miq-81	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.			
62	Camino Miq-84				
63	Camino Miq-91				
64	Camino Miq-94				
65	Camino Miq-102				
66	Camino Miq-103				
67	Camino Miq-104				
68	Camino Miq-105				
69	Camino Miq-109				
70	Camino Miq-112				
71	Camino Miq-114, Miq-110				
72	Camino Miq-115				
73	Camino Miq-116				
74	Camino Miq-121, Miq-50				
75	Camino Miq-356				
76	Camino Miq-502				
77	Camino Miq-744				
78	Camino Miq-815				
79	Camino Miq-833				
80	Camino Miq-1044				
81	Camino Miq-6				
82	Camino Miq-101				
83	Camino Miq-19				
84	Camino Miq-47a				
85	Camino Miq-61				
86	Camino Miq-5				
87	Camino Miq-12				
88	Camino Miq-16				
89	Camino Miq-21				
90	Camino Miq-30				
91	Camino Miq-68				
92	Camino BSM I				
93	Camino a Base operativa-Est de Comp				
94	Camino a Miq-117				

Las coordenadas de los puntos de inflexión de los caminos de acceso se presentan en archivo electrónico en formato Excel en el **Anexo "C_1"** y los archivos kml en el **Anexo "C_4"**.

Baterías de separación

La infraestructura actual del ACM centraliza la producción de sus pozos actuales en dos Baterías de separación y compresión de gas denominadas Miquetla-I y Miquetla-II. El fluido de producción proveniente de los pozos, compuesto por aceite, agua y gas, es recibido en múltiples de entrada que lo dirigen hacia separadores bifásicos en donde el gas húmedo después de ser separado es comprimido (Modulo de compresión en Batería de Separación Miquetla II) y transferido a la red de PEMEX que finalmente dirige el gas al CPG ubicado en Poza Rica. Por otro lado, el líquido resultante del proceso de separación bifásica es almacenado en tanques y posteriormente bombeado hacia la estación de almacenamiento y re-bombeo Jiliapa. El líquido de esta red es finalmente acondicionado en el CAB Poza Rica. En la Tabla II.2-7 se muestra el listado de las instalaciones y sus coordenadas en WGS84.

Tabla II.2-7.- Baterías de separación existentes en el ACM.

Nombre	Fecha de construcción	Estado	Capacidad	Unidad de medida	Coordenadas UTM WG84	
					X	Y
B.S. Miquetla I	1960	En operación	1,120	Barriles	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
B.S. Miquetla II	1960	En operación	1,120	Barriles		

Ductos

El transporte de hidrocarburos se realiza por medio de ductos desde los pozos a las Baterías de Separación, colector o válvulas multipuerto que se encuentran dentro de plataformas o interconexión con otra instalación o ducto. En la Tabla II.2-8 se muestra el listado de los ductos y sus coordenadas en WGS84.

Tabla II.2-8.- Ductos existentes en el ACM.

No	Nombre	Coordenadas UTM WGS 84			
		Inicial		Final	
		X	Y	X	Y
1	Gasoducto Batería de Separación Miquetla I a Entronque Miquelta-Zapotalillo 8"Ø x 0.056 Km.	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.			
2	Gasoducto Batería de Separación Miquetla II a Entronque Gasoducto Miquetla I 12"Ø x 0.141Km.				
3	Línea de descarga de 6" Colector de los Pozos Miquetla 1636-1614-1618 a VMP de 8" Miquetla 829				
4	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 122 se interconecta a Colector 6" Ø Pozo Miquetla 122				
5	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 827 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 122				
6	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 849 se interconecta a Colector 6" Ø Pozo Miquetla 122				
7	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 1614 se interconecta a Colector 6" Ø Pozo Miquetla 1652				
8	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 1618 se interconecta a Colector 6" Ø Pozo Miquetla 1652				
9	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 1636 se interconecta a Colector 6" Ø Pozo Miquetla 1652				
10	Oleoducto Batería de Separación Miquetla II a Entronque Oleoducto Miquetla II 6" Ø x 0.145 Km.				
11	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 37 a batería de separación Miquetla I				
12	Línea de descarga 2" Ø Pozo Miquetla 1608 se interconecta con Valvula Multipuerto Miquetla 829				
13	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 110 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 114				
14	Línea de descarga 6" Ø Macropera Miquetla 122-Valvula Multipuerto Miquetla-829				
15	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 829 a batería de separación Miquetla II				
16	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 829 a Valvula Multipuerto Miquetla-829				
17	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 12 a batería de separación Miquetla II				
18	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 13 a batería de separación Miquetla I				
19	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 16 a batería de separación Miquetla II				
20	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 18 a batería de separación Miquetla I				
21	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 25 a batería de separación Miquetla I				
22	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 40 a batería de separación Miquetla I				
23	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 117 a batería de separación Miquetla I				
24	Línea de descarga 6" Ø Pozos Miquetla 1616/1606 a Válvula Multipuerto Miquetla 829				

No	Nombre	Coordenadas UTM WGS 84			
		Inicial		Final	
		X	Y	X	Y
25	Oleoducto de 10" Ø de Bateria de separación Miquetla I a Bateria de separación Miquetla II	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.			
26	Línea de descarga de 8" de Valvula Multipuerto Miquetla 829 a Bateria de Separación Miquetla II				
27	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 21 a batería de separación Miquetla II				
28	Línea de descarga 2" Ø Pozo Miquetla 553 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 124				
29	Línea de descarga 2" Ø Pozo Miquetla 805 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 23A				
30	Línea de descarga 2" Ø Pozo Miquetla 847 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 52				
31	Línea de descarga 2" Ø Pozo Miquetla 865 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 52				
32	Línea de descarga 2" Ø Pozo Miquetla 3275 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 58				
33	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 6 a batería de separación Miquetla II				
34	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 10 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 64				
35	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 30 a batería de separación Miquetla I				
36	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 34 a batería de separación Miquetla I				
37	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 38 a batería de separación Miquetla I				
38	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 41 a batería de separación Miquetla I				
39	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 42 a batería de separación Miquetla I				
40	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 54 a batería de separación Miquetla II				
41	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 61 a batería de separación Miquetla II				
42	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 65 a batería de separación Miquetla II				
43	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 77 a batería de separación Miquetla I				
44	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 91 a bateria de separación Miquetla I				
45	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 14 a batería de separación Miquetla I				
46	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 1606 a Colector 6" Ø Pozos Miquetla 1616/1606				
47	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 1616 a Colector 6" Ø Pozos Miquetla 1616/1606				
48	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 52 se interconecta a línea de descarga Miquetla 8				
49	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 8 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 2				

No	Nombre	Coordenadas UTM WGS 84			
		Inicial		Final	
		X	Y	X	Y
50	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 2 a batería de separación Miquetla II	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.			
51	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 9 a batería de separación Miquetla II				
52	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 62 a batería de separación Miquetla II				
53	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 66 a batería de separación Miquetla II				
54	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 67A a batería de separación Miquetla II				
55	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 64 a batería de separación Miquetla II				
56	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 60 a batería de separación Miquetla II				
57	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 63 a batería de separación Miquetla II				
58	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 58 a batería de separación Miquetla II				
59	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 57 a batería de separación Miquetla II				
60	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 122 a batería de separación Miquetla II				
61	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 23A a batería de separación Miquetla II				
62	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 22 a batería de separación Miquetla II				
63	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 20 a batería de separación Miquetla II				
64	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 17 a batería de separación Miquetla II				
65	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 3 a batería de separación Miquetla II				
66	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 46 a batería de separación Miquetla II				
67	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 47A a batería de separación Miquetla II				
68	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 15 a batería de separación Miquetla II				
69	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 51 a batería de separación Miquetla II				
70	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 50 a batería de separación Miquetla II				
71	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 44 a batería de separación Miquetla I				
72	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 115 a batería de separación Miquetla I				
73	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 76 se interconecta a lína de descarga Pozo Miquetla 80				
74	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 74 a batería de separación Miquetla I				

No	Nombre	Coordenadas UTM WGS 84			
		Inicial		Final	
		X	Y	X	Y
75	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 84 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 81	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.			
76	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 81 a batería de separación Miquetla I				
77	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 113 a batería de separación Miquetla I				
78	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 124 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 113				
79	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 5 a batería de separación Miquetla I				
80	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 45 a batería de separación Miquetla I				
81	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 75 a batería de separación Miquetla I				
82	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 31 a batería de separación Miquetla I				
83	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 32 a batería de separación Miquetla I				
84	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 33 a batería de separación Miquetla I				
85	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 19 a batería de separación Miquetla I				
86	Línea de descarga 3" Ø Pozo Miquetla 80 a batería de separación Miquetla I				
87	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 79 a batería de separación Miquetla I				
88	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 4 a batería de separación Miquetla I				
89	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 85 a batería de separación Miquetla I				
90	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 83 a batería de separación Miquetla I				
91	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 29 a batería de separación Miquetla I				
92	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 43 a batería de separación Miquetla I				
93	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 121 a batería de separación Miquetla I				
94	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 127 a batería de separación Miquetla I				
95	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 39 a batería de separación Miquetla I				
96	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 106 a batería de separación Miquetla I				
97	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 36 a batería de separación Miquetla I				
98	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 82 a batería de separación Miquetla I				
99	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 78 a batería de separación Miquetla I				

No	Nombre	Coordenadas UTM WGS 84			
		Inicial		Final	
		X	Y	X	Y
100	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 73 a batería de separación Miquetla I	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.			
101	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 28 a batería de separación Miquetla I				
102	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 35 a batería de separación Miquetla I				
103	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 108 a batería de separación Miquetla I				
104	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 105 a batería de separación Miquetla I				
105	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 27 a batería de separación Miquetla I				
106	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 26 a batería de separación Miquetla I				
107	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 109 a batería de separación Miquetla I				
108	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 104 a batería de separación Miquetla I				
109	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 103 a batería de separación Miquetla I				
110	Línea de descarga 3" Ø Pozo Miquetla 102 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 5				
111	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 101 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 24				
112	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 24 a batería de separación Miquetla I				
113	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 126 a batería de separación Miquetla I				
114	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 92 a bateria de separación Miquetla I				
115	Línea de descarga del Pozo Miquetla 94 a bateria de separación Miquetla I				
116	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 95 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 96				
117	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 96 a bateria de separación Miquetla I				
118	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 116 a batería de separación Miquetla I				
119	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 114 a batería de separación Miquetla I				
120	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 112 a batería de separación Miquetla I				
121	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 107 a batería de separación Miquetla I				
122	Línea de descarga 4" Ø Pozo Miquetla 111 se interconecta a línea de descarga Pozo Miquetla 107				

Asimismo, se cuenta con transportación terrestre, por medio de pipas (UPV) para los pozos que producen a Tanque a Boca de Pozo (TBP).

Las coordenadas de los puntos de inflexión de los ductos se presentan en archivo electrónico en formato Excel en el **Anexo "C_1"** y los archivos kml en el **Anexo "C_4"**.

Aunado a toda la infraestructura petrolera se encuentra una base operativa donde se administra la información documental y consumibles para las actividades que se desarrollan en al ACM. En la Tabla II.2-9 se muestra sus coordenadas en WGS84.

Tabla II.2-9.- Base operativa en el ACM.

Nombre	Fecha de construcción	Coordenadas UTM WG84	
		X	Y
Base operativa anterior - Est. de comp. Miquetla	1960	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	

Las actividades en general se describen así:

1. Para el mantenimiento de instalaciones de producción se programan:
   - Mantenimiento de instalaciones (limpieza, calibración, desmalezado, etc.),
   - Mantenimiento de vías de acceso a pozos productores y estaciones (desmalezado, rehabilitación de caminos, otros),
   - Mantenimiento de tanques, bombas, motores, entre otros elementos necesarios para asegurar su funcionamiento y disponibilidad de refacciones;

2. Para la operación de las instalaciones de producción se programan actividades tales como:

   - Supervisión en campo,
   - Medición de pozos,
   - Transporte,

- Renta de equipo motriz,
- Entre otros factores críticos para la operación de la producción.

3. Para garantizar la producción, se contempla el mantenimiento de pozos, con intervenciones con equipo tipo “flush-by” para corregir fallas que se presenten en los sistemas artificiales de producción que cuenten con un tiempo prolongado de vida operativa.

Las actividades mencionadas anteriormente no implican incremento alguno en el nivel de impacto o riesgo ambiental en virtud de que su ubicación, dimensiones, características o alcance no causarán desequilibrios ecológicos ni rebasarán los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente, a la preservación y restauración de los ecosistemas debido a que se desarrollarán en un área madura para la actividad de extracción de hidrocarburos.

II.2.1 Programa general de trabajo

La duración del desarrollo para las actividades del proyecto es de 28 años de acuerdo con la vigencia del contrato celebrado con CNH; en el caso de la infraestructura nueva se tiene estimada la duración a partir de su construcción la cuales se presentan la tabla II.2.1-1; en las tablas II.2.1-2 y tabla II.2.1-3 el programa de actividades desglosado para las obras nuevas y en la tabla II.2.1-4 para las obras existentes.

Tabla II.2.1-1.- Fechas de inicio de actividades de las obras nuevas y duración de las etapas del proyecto.

Obra	Inicio de construcción	Etapa			
		Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono
Infraestructura nueva					
Pozo INFILL-16	Primer semestre del 2023	1 semana	17 semanas	26 años	1 a 12 meses
Gasoducto	Primer semestre del 2021	4 semanas	11 semanas	28 años	1 mes
Infraestructura existente					
Pozo	No aplica			28 años	1 a 12 meses
Baterías de separación					12 meses
Ductos					1 mes

Las actividades de abandono temporal o definitivo de pozos (nuevos o existentes), aplica conceptualmente a las actividades mediante las cuales un pozo quedará aislado como una solución transitoria o permanente por temas sociales, de rentabilidad y/o mecánicos, donde se presenta una situación que no puede ser resuelta económicamente o por requerimientos contractuales, puede ser en cualquier periodo de la vida útil del proyecto.

Tabla II.2-2.- Programa estimado de actividades para perforación de pozo.

Etapa/Actividades		Semanas																		Años	Mes
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	26	1-12
PREPARACIÓN DEL SITIO																					
1	Acondicionamiento de macropera existente																				
2	Acondicionamiento de camino existente																				
CONSTRUCCIÓN																					
1	Construcción de contrapozo																				
2	Movilización e instalación del equipo de perforación.																				
3	Perforación (3 etapas)																				
4	Desmantelamiento y retiro del equipo de perforación																				
5	Terminación y estimulación preliminar																				
6	Prueba de producción																				
7	Entrada de operación del pozo																				
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																					
8	Registro de Presión																				
9	Medición de producción																				
10	Recolección de hidrocarburo por UPV (Pipas)																				
11	Bombeo para extracción de hidrocarburos																				
12	Mantenimiento de bombas / motores a combustión interna y eléctricos																				
13	Mantenimiento de sistemas eléctricos																				
14	Mantenimiento en pozo																				
	Mantenimiento a árbol de válvulas																				
	Mantenimiento a plataformas																				
	Inducciones mecánicas a pozos																				
	Adecuación de puentes de producción																				

Etapa/Actividades		Semanas																	Años	Mes
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	26	1-12
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																					
15	Mantenimiento Menor a pozo (reparación)																				
16	Mantenimiento Mayor a pozo (reparación)																				
17	Mantenimiento a instalaciones con unidades																				
	Unidad de aceite caliente																				
	Unidad de línea de acero																				
18	Mantenimiento del camino de acceso																				
DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE INSTALACIONES																					
19	Abandono temporal																				
20	Abandono definitivo																				
	Cierre																				
	Desmantelamiento																				
	Abandono																				

Tabla II.2.1-3.- Programa estimado de actividades para la interconexión del gasoducto.

Etapa/Actividades		Semanas												Año	Mes
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	28	1
PREPARACIÓN DEL SITIO															
1	Limpieza de derecho de vía existente														
CONSTRUCCIÓN															
2	Suministro de materiales														
3	Excavación de zanja														
4	Tendido de tubería														
5	Soldado, doblado y alineado de tubería														
6	Radiografiado														
7	Parchado y prueba dieléctrica de tubería														
8	Bajado de tubería y tapado de zanja														
9	Prueba hidrostática														
11	Interconexión														
12	Protección catódica														
13	Obras complementarias (señalamientos, recubrimientos)														
14	Limpieza final del sitio del proyecto														
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO															
15	Transporte de hidrocarburo														
16	Celaje de ductos														
17	Suministro de secuestrante de H_2S e inhibidor de incrustaciones														
18	Mantenimiento a instalaciones con unidades de aceite caliente														
19	Mantenimiento a derecho de vía														
ABANDONO															
20	Cierre														
21	Desmantelamiento														
22	Abandono														

Tabla II.2.1-4.- Programa estimado de actividades para obras existentes

Etapa/Actividades		Años																										Meses
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1-12
POZOS																														
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																														
1	Registro de presión																													
2	Medición de producción a pozos																													
3	Recolección de hidrocarburo por UPV (Pipas)																													
4	Bombeo para extracción de hidrocarburo																													
5	Mantenimiento de sistemas eléctricos																													
6	Mantenimiento de bombas / motores a combustión interna y eléctricos																													
7	Mantenimiento en pozos																													
	Mantenimiento a árbol de válvulas																													
	Mantenimiento a plataformas																													
	Inducciones mecánicas a pozos																													
	Adecuación de puentes de producción por cambio de métodos y mejoras																													
8	Mantenimiento Menor a pozo																													
9	Mantenimiento Mayor a pozo																													
10	Mantenimiento a instalaciones con unidades de aceite caliente y líneas de acero																													
	Unidad de aceite caliente																													
	Unidad de línea de acero																													
11	Mantenimiento de caminos de acceso existentes																													
ABANDONO DEL SITIO																														
12	Taponamiento y abandono temporal																													
13	Taponamiento y abandono definitivo																													
	Cierre																													
	Desmantelamiento																													
	Abandono																													

Etapa/Actividades		Años																											Meses
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1-12
BATERIAS DE SEPARACIÓN																														
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																														
1	Medición de Hidrocarburos																													
2	Mantenimiento y adecuación de baterías.																													
3	Mantenimiento de bombas / motores a combustión interna y eléctricos.																													
4	Mantenimiento de tanques.																													
5	Mantenimiento de sistemas eléctricos.																													
6	Mantenimiento de puntos de entrega.																													
7	Mantenimiento de separadores.																													
8	Mantenimiento de sistemas de quemadores.																													
10	Suministro de secuestrante de H_2S e inhibidor de incrustaciones																													
11	Motompresoras																													
12	Mantenimiento de caminos de acceso existentes																													
ABANDONO																														
13	Cierre																													
14	Desmantelamiento																													
15	Abandono																													
DUCTOS																														
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																														
1	Transporte de hidrocarburo																													
2	Celaje de ductos																													
3	Suministro de secuestrante de H_2S e inhibidor de incrustaciones																													
4	Mantenimiento a instalaciones con unidades de aceite caliente																													
5	Mantenimiento a derecho de vía																													
ABANDONO																														
6	Cierre																													
7	Desmantelamiento																													
8	Abandono																													

II.2.2 Representación gráfica regional

Siguiendo el principio que marca la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, el criterio de aplicación menciona…"*La delimitación regional deberá considerar el concepto de región como --- el espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes –bióticos y abióticos-, cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos*"...

La definición de la región es por tanto un elemento básico, al grado que el Reglamento en la materia, establece intrínsecamente en los incisos III y IV de su artículo 11 los criterios de región, al determinar que se presentará una MIA Regional cuando se trate de:

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada.
IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Por lo tanto, como elementos básicos en la delimitación de una región se considerarán a los siguientes:

1. Tipo de proyecto o conjunto de obras y actividades; proyectos puntuales o lineales, resaltando aspectos como extensión y dimensiones, distribución espacial de las obras y actividades incluyendo las asociadas y/o provisionales y su ubicación.
2. Rasgos geomorfoedafológicos, tales como microcuencas, cuencas hidrológicas, costas, valles, planicies.
3. Aspectos legales sobre el uso del territorio, tales como los Ordenamientos Ecológicos Territoriales y sus Unidades de Gestión Ambiental, Áreas Naturales Protegidas, Ordenamientos de Cuenca, Programas de Desarrollo Urbano, Regiones Terrestres y Marítimas Prioritarias, entre otros.

4. Grado de afectación económica y político-administrativa: regiones económicas, relaciones económicas y comerciales entre ciudades, municipios o estados; así como límites políticos de municipios y/o entidades federativas.

Con base en lo anterior, se utilizaron diversos elementos para la definición del SAR principalmente el manejo integral de cuencas (De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales en su artículo 3° fracción XVI, en una cuenca es un *"espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas*).

Derivado de lo antes señalado, se llevó a cabo la Delimitación del Sistema Ambienta Regional, con respecto de la regionalización hidrológica de México, a través de la técnica de sobre posición de planos, utilizando un sistema de información geográfica (SIG) ArcMap versión 10.5, el cual es una herramienta utilizada para analizar y manejar datos digitales espacialmente referidos y obtener resultados confiables para la toma de decisiones, a través del análisis e interpretación de datos biofísicos, socio-económicos, estadísticos, espaciales y temporales necesarios para generar de una forma flexible.

Se discurro utilizar como SAR un polígono delimitado por las subcuencas hidrológicas, sin embargo, al considerar la superficie de estas en relación con la superficie del Área Contractual Miquetla, se optó por acotar el SAR a las dos microcuencas (Estero del Ídolo y Castillo de Teayo). Figura II.2.2-1.

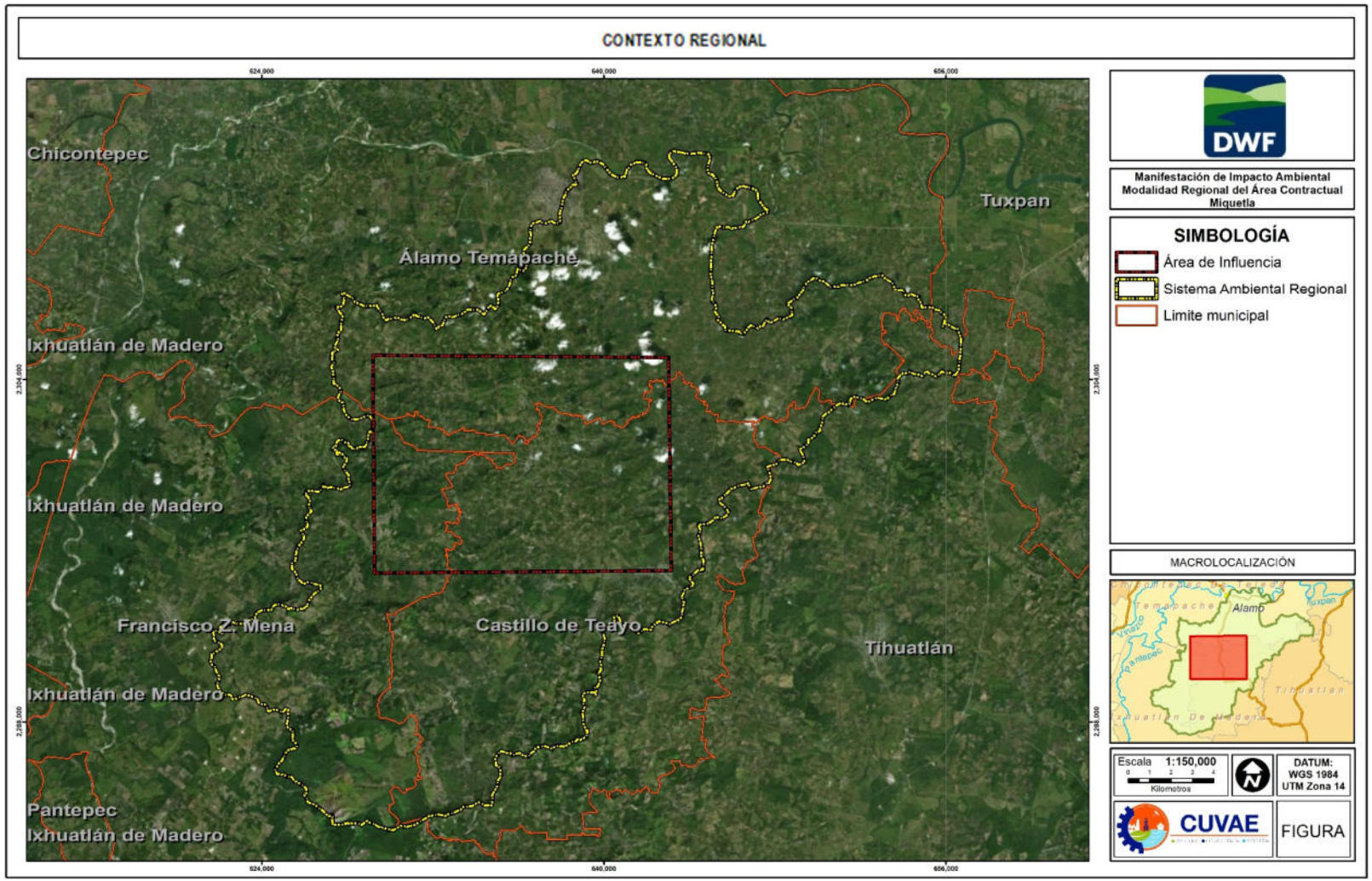


Figura II**.2.2-1.-** Contexto Regional (Sistema Ambiental Regional).

II.2.3 Representación gráfica local

El contexto local está representado por el conjunto de obras a desarrollarse y las de continuidad operativa dentro del Área Contractual Miquetla, como se muestra en la Figura II.2.3-1.

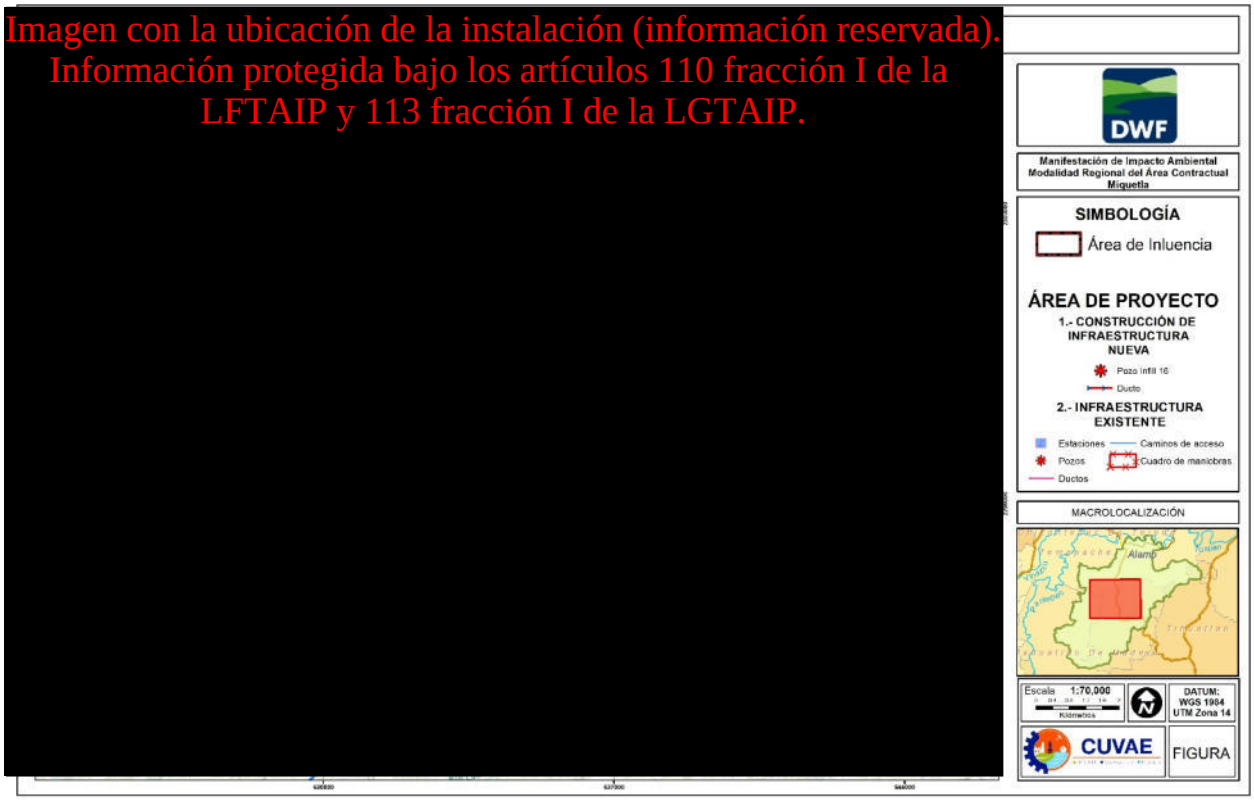


Figura II.2.3-1.- Contexto local, donde se aprecian las obras a desarrollarse dentro del ACM.

II.2.4 Preparación del sitio y construcción

II.2.4.1 Preparación del sitio

Por la naturaleza del Proyecto, no está previsto realizar actividades como son; ampliaciones, reducciones, o alguna otra que impacte a la diversidad forestal que la circunscribe.

II.2.4.1.1 Pozo

II.2.4.1.1.1 Acondicionamiento de macropera existente

Previo al desarrollo de la construcción del pozo INFILL-16, se llevarán a cabo el acondicionamiento de la macropera del pozo Miquetla 805, lo cual consiste en el deshierbe (retiro manual de pasto o maleza) dentro del cuadro de maniobras existente.

II.2.4.1.1.2 Acondicionamiento de camino de acceso existente

Previo al desarrollo de la construcción del pozo INFILL-16, se llevarán a cabo el acondicionamiento del camino de acceso de la macropera del pozo Miquetla 805, lo cual consiste en el deshierbe (retiro manual de pasto o maleza).

II.2.4.1.2 Gasoducto

II.2.4.1.2.1 Limpieza del derecho de vía

Previo al desarrollo del gasoducto, se llevarán a cabo el acondicionamiento del derecho de vía, lo cual consiste en el deshierbe (retiro manual de pasto o maleza).

II.2.4.2 Construcción

II.2.4.2.1 Pozo

II.2.4.2.1.1 Contrapozo

El contrapozo es una estructura que se construye en el subsuelo para ubicar el sitio donde se debe hacer la perforación del pozo. Tiene como funciones principales facilitar el hincado del tubo conductor y alojar los preventores para el control del pozo durante la perforación. Cosiste en la excavación con equipo mecánico, retirando el material producto de la excavación después se construye con concreto armado de f'c=200 Kg/cm^2, acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm^2, agregado pétreo libre de impurezas con tamaño máximo no mayor de ¾, acabado interior aparente y contramarco a base de ángulo de 2"x2"x3/16". En la Figura III.1.2.3-1 se muestra el diseño del contrapozo.

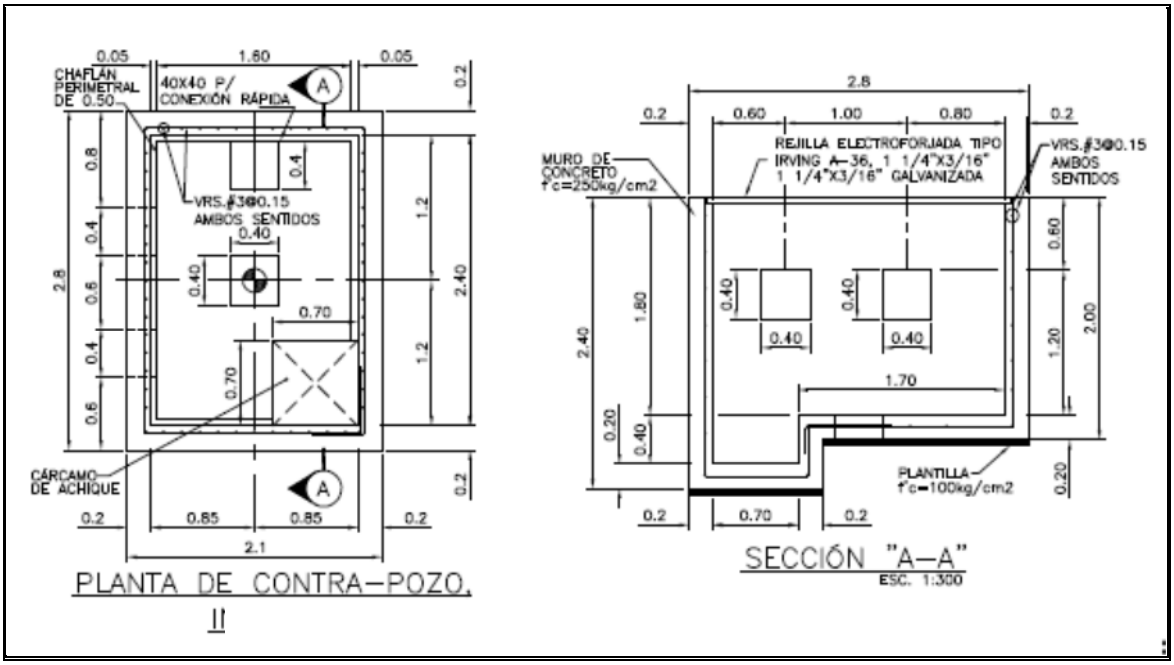


Figura III.1.2.3-1.- Diseño del contrapozo.

II.2.4.2.1.2 Movilización e instalación del equipo de perforación

El proceso se inicia con la movilización del equipo de perforación. Durante el proceso de traslado, el camino puede verse parcialmente afectado en cuanto al libre tránsito de vehículos, debido al exceso de dimensiones de algunas cargas. Así mismo en ocasiones se requiere efectuar libranza cuando por el camino cruzan cables energizados que impiden el libre paso de los vehículos que transportan el equipo.

Para el desarrollo de esta etapa se contará con 7 tracto camiones quinta rueda con remolque tipo low boy, 3 tracto camiones quinta rueda con remolque tipo cama baja, 3 vehículos de transporte de personal y 2 grúas de 65 toneladas. En el desarrollo de esta actividad, el personal deberá atender las disposiciones que establezca la Promovente, relativas a la protección del ambiente, en particular aquellas aplicables al buen manejo de la vegetación y el respeto a su integridad y el trato digno y respetuoso a la fauna silvestre. De igual manera, se cumplirá con los controles de seguridad aplicables para salvaguardar la integridad física de los trabajadores y la seguridad de las instalaciones con la finalidad de evitar un incidente o accidente.

Entre los insumos necesarios para el desarrollo de esta etapa, se encuentran, diésel, gasolina, grasas, agua para consumo y consumibles de oficina.

Antes de iniciar la instalación, se verifica el programa de perforación del pozo, el cual contiene el estado mecánico propuesto, instalación de superficie, profundidad final, intervalos propuestos y detalle de las maniobras a realizar con el equipo.

A continuación, se enuncian los pasos para la instalación del equipo de los trabajos de entrada con sus equipos auxiliares.

- Se colocará subestructura hidráulica y pernos, se asegurará el enlace entre ellas, de igual manera se colocará el piso de trabajo y se colocarán pernos.
- Se procederá a izar subestructura, instalando carrier con mástil y empernando mástil a subestructura.

- Se conectarán líneas del stand pipe.
- Se procederá a preparar líneas de acero de las llaves, winche del chango, man rider todo por la parte interior del mástil.
- Se conectará alumbrado del mástil, calentador del chango, sistema de voceo, cámara y sensor de la corona.
- Se proseguirá a Instalar línea de izaje en las bridas, checando que las líneas estén en las poleas.
- Se levantará la segunda sección (telescópica) del mástil, no más de 6" y se meterán los candados o pernos de seguridad.
- Se proseguirá a izar segunda sección (telescópica) de la torre y empernar la primera sección.
- Se colocarán las bridas de izaje y levantará al punto superior y se empernará.
- Se continúa izando el mástil liberando presión de los gatos de izaje, usando el control remoto.
- Para izar mástil, se asegurarán charolas, barandal de generador 2 y para-rayos.
- Se Izará el marco de alumbrado, verificando que estén libre los soportes del mástil.
- Se instalarán sensores de tensión en ancla y asegurará que el sensor manual este instalado.
- Se prosigue a izar cobertizos en presas y separador de gas/lodo.
- Se continúa instalando cableado de caseta de perforador hacia al carrier y subestructura.
- Se colocará cable del sistema de ascenso y descenso balanceado "contrapeso".
- Se proseguirá a colocar el resto del equipo (tanques de diésel, generadores, tanques de agua, presa de lodo, campers, baños portátiles, etc) conforme a la distribución contemplada en el lay-out.
- Al término se realizará check list (lista de revisiones) para verificar la instalación y distribución final del equipo, y se realizaran pruebas de pre-arranque para evitar inconvenientes.

Los servicios de apoyo como oficinas móviles, almacén de herramientas y equipo en general, los tanques metálicos, las letrinas portátiles y los diferentes vehículos se ubicarán en lugares ya impactados dentro de la superficie destinada al área de maniobras tomando en cuenta todas las medidas en materia de seguridad y ambientales.

La instalación de sanitarios portátiles será de 1 por cada 20 trabajadores, se contratará una empresa autorizada que de forma periódica brinde mantenimiento y el manejo de manera adecuada para el tratamiento y disposición final de las aguas residuales que se generen.

El tipo de tanques a utilizar serán:
Tanque de agua: El agua se almacenará en tanque metálico, con capacidad de 40 m^3. Esta se utilizará para preparar los lodos de perforación y para el enfriamiento de las máquinas de combustión interna. La cantidad de recipientes y de agua almacenada dependerá de las condiciones que se presenten durante la etapa de perforación.
Tanque para diésel: El diésel será utilizado para la operación del equipo de perforación y en la preparación de los lodos de perforación de emulsión inversa. Este se almacenará en tanque metálico con capacidad de 60 m^3.

Tanque para almacenar lodos de perforación: Sistema de (2) tanques de lodo con compartimentos activos, compartimentos de premezclado, tanque químico y trampa de arena.

- Presa de succión: con capacidad de almacenamiento de 67 m^3.
- Presa de asentamiento: con capacidad de almacenamiento de 67 m^3.
- Presa ecológica: con capacidad de almacenamiento de 17 m^3.
- Tanque de viajes: con capacidad de 8 m^3.

Los recortes de perforación serán depositados de manera temporal en una presa metálica, y serán recolectados periódicamente de acuerdo a la actividad operativa y su generación por una empresa autorizada para su manejo, transporte y envío a su disposición final en centros autorizados.

II.2.4.2.1.3 Perforación del pozo

Para la etapa de la perforación, del equipo a usar se contará con un montacargas para transporte de materiales e insumos en pequeñas cantidades.

Los insumos a emplear durante este proceso serán:

- Lodos
- Barita
- Agua
- Bentonita
- Sosa caustica
- Reductor de filtrado
- Viscosificante
- Controlador de Ph
- Detergente
- Lubricante
- Cloruro de potasio
- Lignito
- Diésel
- Cloruro de calcio
- Cal
- Emulsificante primario
- Emulsificante secundario

La principal materia prima esencial del proceso de perforación, son los lodos de perforación. El lodo es una suspensión de arcilla en agua (base agua) y emulsión inversa (base aceite), con los aditivos necesarios para cumplir las siguientes funciones:

- ✓ Extraer el residuo/recorte de la perforación.
- ✓ Refrigerar la herramienta de corte.
- ✓ Sostener las paredes de la perforación.
- ✓ Estabilizar la columna o sarta de perforación.
- ✓ Lubricar el rozamiento de ésta con el terreno.

Durante las actividades de la perforación se aplicará el programa de mantenimiento preventivo y correctivo conforme a lo exigido por DWF y acorde a las características y condiciones de los equipos y sistemas y las recomendaciones del fabricante de éstos, garantizando el cumplimiento de los procedimientos establecidos para perforación que serán evaluados y supervisados por DWF, a manera de garantizar la protección del ambiente, de las personas y del cabal cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.

Las actividades de mantenimiento preventivo a equipos utilizados en las diversas etapas del proyecto y sus componentes se realizarán en talleres especializados, de acuerdo al programa específico para ello. Si por alguna razón, es necesario llevar a cabo mantenimiento correctivo en el sitio del proyecto, se emprenderán las siguientes acciones:

- Se asegurará que las áreas de trabajo, en particular aquellas que estén expuestas al riesgo de derrames de materiales y residuos peligrosos, incluyendo la emanación abrupta de crudo del pozo, cuenten con una compactación de suelo y además de que las áreas con mayor potencial de generación de goteos, escurrimientos o derrames de sustancias o residuos peligrosos tendrán una cubierta impermeable de membrana.
- Se asegurará que, en torno de instalaciones o equipos o donde existan depósitos de materiales y residuos peligrosos, tales como tanques de almacenamiento, se cuente con los mecanismos de contención capaces de contener al menos una quinta parte del volumen almacenado.
- Los depósitos o tanques de almacenamiento fijos estarán identificados de acuerdo a los pictogramas de identificación de peligros y riesgos acorde a la NOM-STPS-018-2015, indicando el tipo de fluido que contienen, además de tener un medidor de nivel, válvula de apertura y cierre y cumplir con los señalamientos y código de colores en tanques y tuberías, indicando en estas últimas la dirección del flujo.
- En el caso de los escurrimientos de la sarta de operación y bajo el piso de perforación, se contará con el nivel de compactación del suelo, además de revestimiento de membrana y con un sistema de captación de escurrimientos y goteos de la tubería de perforación, a partir del cual se bombearán estos materiales aceitosos para enviarlos como residuos a la presa de recortes (contenedor metálico para almacenar temporalmente los recortes de perforación).

- En caso de detectarse fisuras, grietas o poros en la membrana o bien fugas, derrames o goteos de materiales o residuos peligrosos, se procederá a su reparación inmediata para evitar contaminación del suelo.
- Cuando sea necesario realizar actividades de purga o toma de muestras de materiales y residuos peligrosos, se deberá contar con un recipiente seguro para la muestra y, asimismo, se deberá colocar una charola o recipiente que evite la propagación y dispersión en el suelo, de dichos materiales o residuos.
- Cuando se lleve a cabo una reparación in situ y exista el riesgo de que se genere contaminación del suelo, se deberá contar con una charola de retención, con un recipiente para el vaciado y transporte seguro del residuo peligroso, además de un kit ecológico para el control de derrames.
- En caso de derrame de materiales o residuos peligrosos que afecten al suelo, se procederá de la siguiente manera:
- Si el derrame es menor a 1 m^3, se deberá contener su propagación, recolectar el residuo derramado en un recipiente seguro, limpiar el área afectada y en su caso, recoger el suelo afectado, para ser trasladado al área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos, conforme a los procedimientos establecidos en el Programa de Respuesta a Emergencias y en el artículo 129 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Si el derrame es mayor a 1 m^3, se deberá dar aviso a la ASEA, contener su propagación, recolectar el residuo derramado en un recipiente seguro, limpiar el área afectada conforme a los procedimientos establecidos en el Programa de Respuesta a Emergencias y proceder a la planeación de un plan de caracterización de suelo contaminado, muestreo por laboratorio y programa de remediación de suelo, conforme al artículo 130 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

II.2.4.2.1.3.1 Primera etapa de la perforación del pozo

Objetivo: Cubrir la zona productora, dejando la tubería con las mejores características para la producción del pozo. Armar la barrena de 9 ½" con sarta empacada y perforar el agujero hasta los 80 metros:

- Circular a retornos limpios.
- Sacar barrena y sarta a superficie.

II.2.4.2.1.3.2 Segunda etapa de la perforación del pozo.

Objetivo: Cubrir la zona de alta presión, dejando la tubería con las mejores características para perforar la siguiente etapa del pozo. Armar la barrena de 9 ½" y BHA Direccional y bajar con sarta de perforación por el agujero hasta los 616 metros:

- Circular.
- Perforar desde los 80 hasta los 616 metros.
- Circular y bombear bache para sacar tubería.
- Sacar barrena de 9 ½" a superficie.
- Instalar equipo para correr registros geofísicos.
- Tomar registros geofísicos, desmantelar Unidad de Registros.
- Cambiar y probar RAMS de 7 ⅝".
- Instalar equipo para correr TR de 7 ⅝".
- Bajar TR de 7 ⅝". Hasta 616 metros.
- Colocar cabezal de cementación.
- Circular emparejando columnas.
- Cementar TR de 7 ⅝".
- Desmantelar equipo de cementación.
- Cortar, biselar TR e instalar cabezal.
- Instalar y probar conjunto de BOPs.
- Instalar y probar buje empacador de 7 ⅝".

Tabla II.2.4.2.1.3.2-1.- Descripción de la tubería de 7 ⅝".

TR	Intervalo (Metros)			Junta	
	De	A	Longitud	Tipo	Apriete
EMR	0.00	7.20	7.20	-	-
7 ⅝", H-40, 24 lb/pie	7.20	590.16	582.96	STC	2,120 lb/pie
Cople flotador perforable con PDC	590.16	590.70	0.54	STC	2,120 lb/pie
7 ⅝", H-40, 24 lb/pie (2 juntas)	590.70	615.70	25.00	STC	2,120 lb/pie
Zapata guía	615.70	616.00	0.30	STC	2,120 lb/pie

II.2.4.2.1.3.3 Tercera etapa de la perforación del pozo

Objetivo: Cubrir la zona productora, dejando la tubería de revestimiento con las mejores características para la producción del pozo. Armar la barrena de 6 ¾" con sarta Direccional y bajar con sarta de perforación hasta los 2,127 metros:

- Circular.
- Probar TR de 7 ⅝".
- Limpiar cemento y accesorios.
- Perforar desde los 616 hasta 2,127metros.
- Circular hasta retornos limpios.
- Sacar barrena de 6 ¾" a superficie.
- Instalar equipo para correr registros geofísicos.
- Tomar registros geofísicos, desmantelar Unidad de Registros.
- Instalar equipo para correr TR de 5 ½".
- Bajar TR de 5 ½" hasta 2,127 metros.
- Colocar cabezal de cementación.
- Circular emparejando columnas.
- Efectuar cementación de TR de 5 ½".
- Desmantelar equipo de cementación.
- Instalar cuñas y colgar TR de 5 ½".
- Levantar BOPS, cortar y biselar TR.

- Instalar y probar sellos.

Tabla II.2.4.2.1.3.2-1.- Descripción de la tubería de 5 ½".

TR	Intervalo (Metros)			Junta	
	De	A	Longitud	Tipo	Apriete
EMR	0.00	7.20	7.20	-	-
5 ½", N-80, 17 lb/pie	7.20	2133.66	2126.46	BCN	Geométrico
Cople flotador perforable con PDC	2133.66	2114.20	19.46	BCN	Geométrico
5 ½", N-80, 17 lb/pie (2 juntas)	2114.20	2126.70	12.5	BCN	Geométrico
Zapata diferencial	2126.70	2127.00	0.30	BCN	Geométrico

Posteriormente se procede a instalar un conjunto de preventores y conexiones superficiales de control que fungen como una barrera de protección para la perforación. Se efectúa un cambio en el fluido de perforación, a partir de esta etapa se utiliza fluido base aceite. Así mismo, es en esta etapa donde se inicia la desviación del pozo. La inclinación máxima está en función del tipo de trayectoria del pozo.

Una vez finalizada la perforación, se saca la barrena utilizada a la superficie, se efectúa la toma de los registros eléctricos solicitados por el departamento de Geociencias los cuales nos muestran el tipo de formación atravesada y nos permiten confirmar el adecuado asentamiento de la TR de explotación; posteriormente se baja la TR al fondo perforado y se procede a cementar la misma desde el fondo hasta una profundidad que generalmente considera un traslape con la TR anteriormente cementada.

La ficha Técnica del equipo de perforación se presenta en el **Anexo "E"**.

Cada uno de los componentes cuenta con diversas funciones que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla II.2.4.2.1.3.3-1.- Función de los componentes del equipo de perforación.

Equipo	Función
Mástil (Torre)	Base estructural del sistema de perforación directa de pozo, soporte de todos los esfuerzos verticales que se deriven de la sustentación de la sarta y de la columna de entubación
Malacate	Utilizado para el izaje y manipulación de las tuberías de perforación (TP) y tuberías de revestimiento (TR).
Rotaría, sus auxiliares y accesorios	Proporcionar la energía mecánica de accionamiento, para la perforación del pozo mediante la rotación de la flecha.
Subestructura	Tiene dos propósitos, el de soportar el piso de perforación y prever el espacio necesario para alojar a los preventores y el de soportar el peso de la sarta de perforación cuando esta queda suspendida en las cuñas. Además, actúa como plataforma de trabajo y base del mástil (torre).
Motores	Transmisión de energía mecánica para accionar el malacate y rotaría.
Área de manejo de tubería de perforación y revestimiento.	
Equipo	Función
Muelle de tubería	Para el almacenamiento de tuberías de perforación (TP) y de tuberías de Revestimiento (TR).
Sistema hidráulico.	
Equipo	Función
Bombas de fluidos de perforación (lodos)	Para el bombeo del fluido de perforación conforme a las condiciones de la operación hacia el interior de la cavidad del pozo
Tuberías de fluidos de perforación	Para la conducción de los fluidos de perforación desde las bombas (lodos), hacia el interior de la cavidad del pozo.
Eliminadores de sólidos.	
Equipo	Función
Temblorina	Para la eliminación (Separación) por tamizado, de los recortes del fluido de perforación que salen del pozo.
Presa de asentamiento de lodo	Para el asentamiento de los sólidos más finos en el fluido de perforación antes de su envío a la presa de mezclado.
Sistema de control de brotes.	
Equipo	Función
Conjunto de Preventores BOP´s	Para el cierre y aislamiento del pozo en caso de una manifestación
Bomba para operar BOP´s (Preventores)	Para accionar los Preventores del sistema de control de brotes, mediante energía hidráulica.
Líneas Stand-pipe y línea de matar	Se utilizan para la inyección del fluido de perforación hacia el pozo.
Área de alivio de presión.	
Equipo	Función
Líneas de estrangulación	Para la conducción de fluidos que provengan del pozo al ensamble de estrangulación, en caso de una manifestación del pozo.
Ensamble de estrangulación	Para la reducción de la presión del fluido proveniente del pozo en caso de una manifestación de éste.
Periferia del pozo.	
Equipo	Función
Tanque (Diésel)	Almacenar combustible para operar las máquinas de combustión interna.
Separador gas-lodo	Separar el gas de pozo del fluido de perforación.
Quemador	Quemar gas de pozo o gas residual.

En la Figura II.2.4.2.1.3.3-1se observa que la configuración del conjunto de preventores será del tipo Cameron y en la Tabla II.2.4.2.1.3.3-2 se muestra su programa de pruebas.

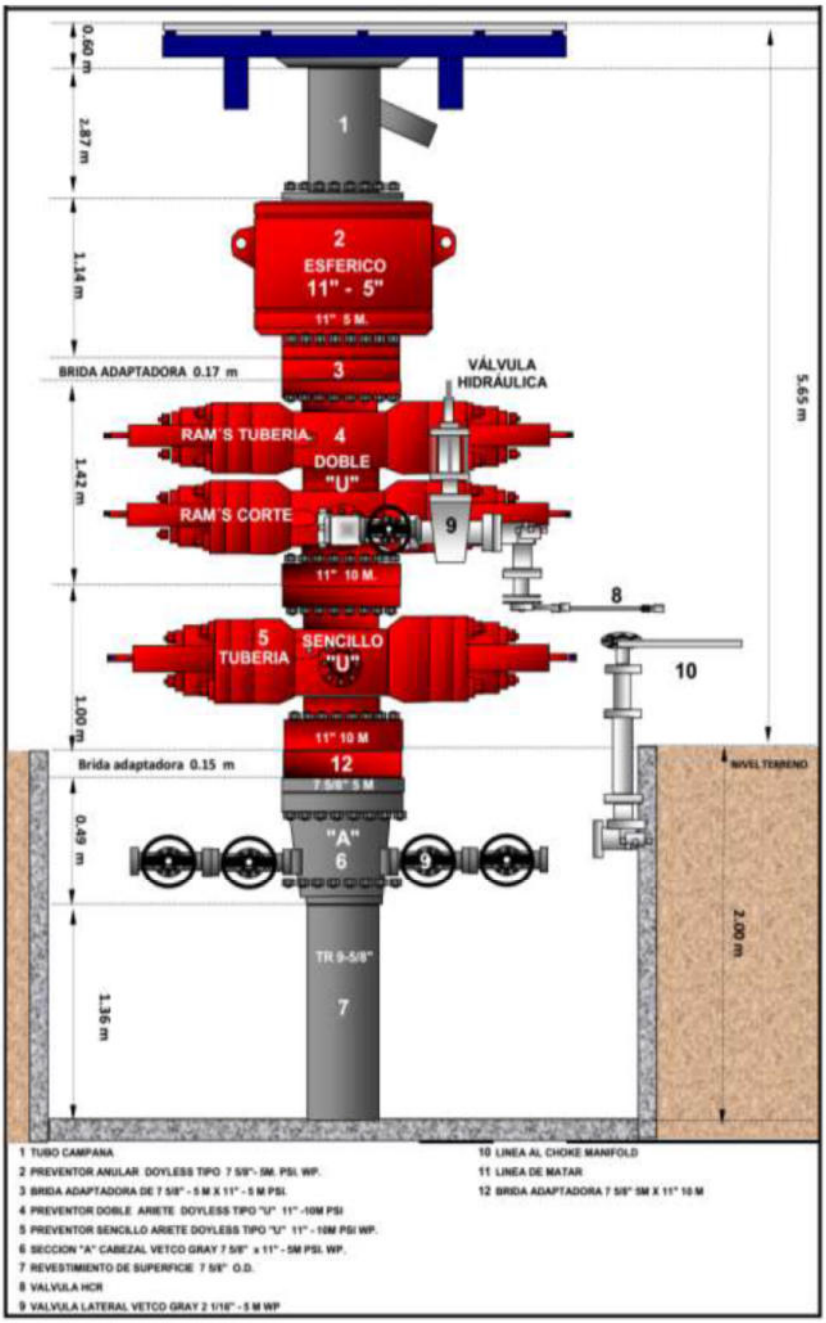


Figura II.2.4.2.1.3.3-1.- Conjunto de preventores para la fase 6 ¾".

Tabla II.2.4.2.1.3.3-2.- Programa de pruebas.

Descripción	Prueba de Baja Presión		Prueba de Alta Presión	
	Presión (PSI)	Tiempo (Min)	Presión (PSI)	Tiempo (Min)
Preventor anular	300	5	3,000	10
Arietes de tubería 4”	300	5	4,000	10
Ariete ciego	300	5	4,000	10
Conexiones superficiales de control	300	5	4,000	10
Cabezal	300	5	4,000	30
Prueba de TR de 7 ⅝”	300	5	1,200	30
Prueba de TR de 5 ½”	---	---	4,000	30
Ariete de 7 ⅝” (Para bajada de TR de 7 ⅝”)	300	5	4,000	10
Ariete de 5 ½” (Para bajada de TR de 5 ½”)	300	5	4,000	10
Sellos de cabezal (Pack off)	---	---	4,000	10

En la Figura II.2.4.2.1.3.3-2 se presenta la disposición del equipo de control superficial.

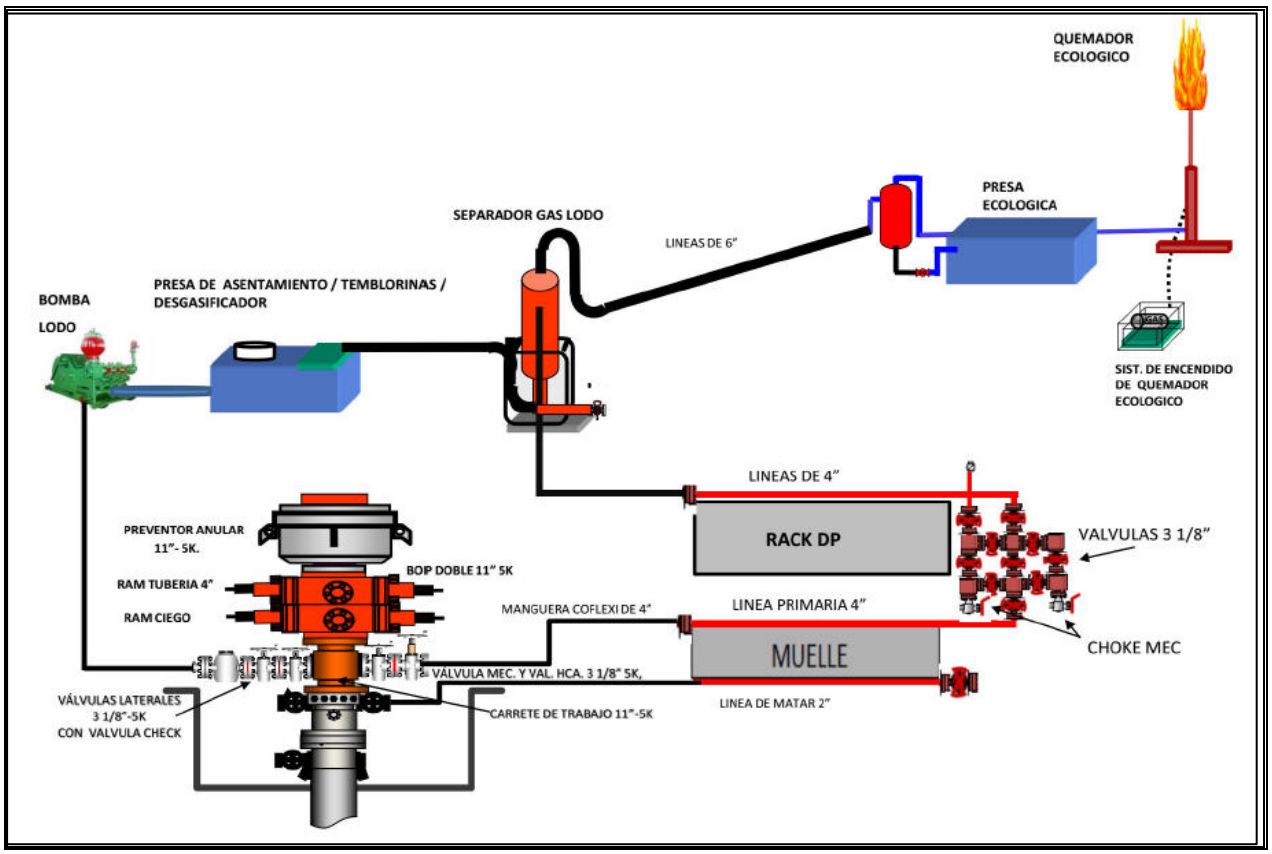


Figura II.2.4.2.1.3.3-2.- Diagrama de instalación del equipo de control superficial en fase 6 ¾".

En caso de descontrol de pozo, se contará con un sistema de brotes como medida de seguridad. El descontrol consiste en la erupción violenta e incontrolada del gas (gas de pozo), producida a consecuencia de flujos violentos o imprevistos de ese fluido, durante las operaciones de perforación o por fallas durante la explotación. Las causas de arremetidas y descontroles son provocadas por una reducción en la presión hidrostática, estas a su vez son causadas por una densidad de los fluidos muy baja, perdida de circulación o un llenado de pozo inadecuado; otras razones por las cuales pudiera existir un descontrol son por una formación anormalmente presurizada, fallas o equipo defectuoso o algún error humano. Para este tipo de eventos se cuenta con (Figura II.2.4.2.1.3.3-2):

- Preventor anular.
- Preventor BOP doble.
- Válvulas laterales mecánicas
- Líneas primarias, secundarias y de matar.
- Manifold de estrangulación.
- Unidad KOOMEY manual y unidad remota neumática la cual permite accionar el conjunto de válvulas preventoras con que se cuenta para el cierre.
- Separador de gas lodo.
- Quemador ecológico con sistema de encendido
- Presa de quema.

La función principal de este sistema de control es regular la presión de la formación, direccionar el flujo en caso de brote, separar el gas del lodo y enviar el primero, al quemador para su combustión. En caso de fuga de H_2S se contará con alarma audible para 10 ppm y alarma visible color ámbar para 20 ppm.

II.2.4.2.1.3.4 Fluidos de perforación

Durante el proceso de perforación se utilizan fluidos de perforación para enfriar la barrena, mantener el equilibrio de presiones de yacimiento y llevar a la superficie los recortes de perforación. Estos lodos se elaboran mediante la mezcla de las sustancias que se citan en la Tabla II.2.4.2.1.3.4-1.

Con fundamento en lo dispuesto en la NOM-STPS-018-2015 fueron detallados, nombre del producto, código del aditivo, estado físico, tipo de contenedor, capacidad del contenedor, unidad, volumen a ocupar en la operación, unidad, característica CRETIB y el pictograma de riesgo.

Tabla II.2.4.2.1.3.4-1.- Fluidos.

No.	Sustancia	Pictograma	Cantidad a utilizarse y/o volumen	Tipo de almacenamiento	Forma de almacenamiento
1	Lodos (base agua y base aceite)	N.D.	Conforme a proceso.	Presa metálica	Área de almacenamiento temporal
2	Barita		4 000.00 kg	Sacos	Área de almacenamiento temporal
3	Agua	N.D.	72 m^3	Tanque	Área de almacenamiento temporal
4	Bentonita		1000 kg	Sacos	Área de almacenamiento temporal
5	Sosa caustico		500 Kg	Sacos	Área de almacenamiento temporal
6	Reductor de filtrado	N.D.	272.2 L	Tanque	Área de almacenamiento temporal
7	Viscosificante		90.7 L	Tanque	Área de almacenamiento temporal
8	Controlador de Ph	N.D.	1 L	Frasco	Área de almacenamiento temporal
9	Detergente		300 kg	Sacos	Área de almacenamiento temporal
10	Lubricante	N.D.	500 Kg	Tambor de 200 L.	Área de almacenamiento temporal
11	Cloruro de Potasio	N.D.	2000 Kg	Sacos	Área de almacenamiento temporal
12	Lignito		200 kg	Sacos	Área de almacenamiento temporal
13	Diésel para el fluido		125,000.00 L	Tanque	Área de almacenamiento temporal
14	Cloruro de Calcio		635.6 kg	Sacos	Área de almacenamiento temporal

No.	Sustancia	Pictograma	Cantidad a utilizarse y/o volumen	Tipo de almacenamiento	Forma de almacenamiento
15	Cal		635.6 kg	Sacos	Área de almacenamiento temporal
16	Emulsificante primario	N.D.	101,208 L	Tambo	Área de almacenamiento temporal
17	Emulsificante secundario	N.D.	1,070 L	Tambo	Área de almacenamiento temporal
18	Base aceite emulsión		11,380 m^3	En Presas (contenedores metálicos)	Área de almacenamiento temporal
19	Nitrógeno		1,194 m^3	Contenedor metálico.	Área de almacenamiento temporal
20	Ácido Clorhídrico		126 L	Frasco	Área de almacenamiento temporal
21	Xileno		113 L	Frasco	Área de almacenamiento temporal

En el **Anexo "F"** se integran los títulos de concesión para el suministro de agua

Las Hojas de Datos de Seguridad se incluyen en el **Anexo "F"**, en las que se incluye las sustancias que se utilizarán en el proyecto.

Para la perforación se utilizarán dos tipos de fluidos, base agua y base aceite, dependiendo de la etapa de perforación que se vaya a ejecutar.

Tabla II.2.4.2.1.3.4-2.- Etapas y profundidades a las que se utilizan los fluidos de perforación en promedio.

Tipo de fluido	Etapa	Profundidad promedio
Base Agua Bentonitico	1	0 - hasta 80 m
Base Aceite Emulsión Inversa	2	80 – hasta 616 m
	3	616 – hasta 2,127 m

Base Agua Bentonitico:

• Compatibilidad con el ambiente, dado que no generan residuos peligrosos.

• No daña los mantos freáticos, puesto que sus componentes son de origen natural y similares a los del subsuelo.

• Se utiliza a un nivel superficial (hasta 100 m), por lo que resulta ser muy económico.

Base Aceite Emulsión Inversa:

• Lubricidad. Es más eficiente como agente que lubrica los elementos de perforación

• Proporciona adecuadas velocidades de penetración, y de resistencia

• Calibre del pozo en formaciones intercaladas.

• Reducción de la tendencia de pegado por presión diferencial.

• Reduce la posibilidad de corrosión.

• Genera un mínimo daño a la zona productora.

• Es posible su reutilización.

Para el caso del recorte de lodo base aceite, se generarán en promedio, 92 m³; en tanto que para el lodo base agua, se generarán aproximadamente 61 m³, pudiendo ser menor. Las sustancias químicas que serán utilizadas en la etapa de producción serán, el uso de pinturas epóxicas y el uso de anticorrosivos, la primera de ellas será utilizada principalmente para la señalización y en el caso del anticorrosivo para el recubrimiento de las líneas de descarga.

II.2.4.2.1.4 Desmantelamiento y retiro del equipo de perforación

Objetivo: Desmantelar el equipo para mudar a próxima locación. Las actividades que comprenden esta parte del proceso son:

- Desarticular el equipo.
- Apoyo logístico.
- Despejar frente y efectuar preparativos para abatir mástil.
- Abatir mástil.

- Abatir subestructura con malacate principal (según diseño de equipo).
- Desmantelar equipo en general y transportar el equipo en tracto camiones tipo low boy y cama baja.

II.2.4.2.1.5 Terminación

Finalizada la perforación de las etapas proyectadas para el pozo INFILL-16 como se tiene propuesto en el programa de perforación, se procederá a realizar la terminación.

La función de la terminación es evaluar los objetivos que se esperan alcanzar con la perforación del pozo INFILL-16, en este proyecto los objetivos a alcanzar están en los intervalos tentativos de las formaciones Chicontepec y Tamabra.

El programa operativo de la terminación consistirá primeramente en asegurarse que la localización y la vía de acceso, se encuentren en buenas condiciones, así como tener las libranzas que sean necesarias para realizar la movilización de los equipos, dispositivos e instrumentos una vez que se encuentre todo listo en sitio. La terminación del pozo comprende las siguientes actividades:

En el **Anexo "D"** se presenta a detalle el Programa de terminación.

Tabla II.2.4.2.1.5-1.- Actividades programadas de terminación.

No.	Sin equipo de terminación
1	Retirar brida ciega, Instalar unidad de registros, Tomar registro ultrasónico de cementación de 2113.66 m (cima del coplee flotador) hasta 616 m. recuperar sonda a superficie, colocar brida ciega y desmantelar URE. **Nota: Importante tener el valor adecuado de la impedancia acústica al momento de tomar el registro.**
2	Cambiar brida ciega por conjunto de válvulas de 7 1/16" 5M. Con unidad de pruebas hidrostáticas, probar las válvulas con 500 psi en baja y 4000 psi en alta durante 30 minutos. **Nota: Es Importante registrar gráficamente la hermeticidad.**
3	Disparar con pistolas de 3 3/8" HMX 20 cpm fase 60°, en el intervalo correspondiente a la Formación Tamabra (2089-2104 m) **Nota 1: El intervalo a disparar podrá ser ajustados dependiendo de los resultados de los registros eléctricos del agujero descubierto.** **Nota 2: Considerar recuperar fluido para efectuar el disparo bajo balance.**
4	Realizar inducción mecánica para recuperar fluido del pozo (aceite) y realizar análisis de compatibilidad de fluidos Pre-estimulación.

	Nota: Si el pozo tiene presión considerar instalar un equipo de medición para realizar una evaluación rápida del potencial de la Formación Tamabra.
5	Realizar tratamiento acido al intervalo 2089-2104 m de acuerdo al diseño que se emitirá posteriormente por la compañía de servicio. **Nota: Con la muestra tomada en el punto 4, es posible que se ajusten los volúmenes y la secuencia del bombeo del tratamiento acido**
Opcional	Dependiendo los resultados del paso anterior se evaluará la posibilidad de inducir el pozo.
No.	**Sin equipo de terminación**
6	Con unidad de registros eléctricos bajar tapón temporal tipo (Fast drill) y asentar mismo por encima del intervalo de Tamabra a +/- 2000 m. Probar asentamiento y hermeticidad de tapón durante 30 minutos.
7	Disparar con pistolas de 3 3/8" HMX 20 cpm fase 60°, en el intervalo correspondiente a la Formación CH-20 (1266-1281 m) **Nota: El intervalo a disparar podrá ser ajustados dependiendo a los resultados de los registros eléctricos.**
8	Instalar equipos y realizar estimulación con sustentante en el intervalo correspondiente a la formación CH20 (1266-1281 m) de acuerdo a las recomendaciones de la compañía de servicio. Desfogar presión y desinstalar equipos **Nota: Es importante Instalar y probar protector de árbol asentado en revestimiento.**
9	Monitorear presiones y de ser necesario desfogar mismas a través del equipo fluidor (Testing)
Opcional	Dependiendo los resultados del paso anterior se evaluará la posibilidad de inducir el pozo.
Con equipo de terminación	
10	Asegurarse que la localización y la vía de acceso se encuentren en buenas condiciones, así como, las libranzas y permisos necesarios para mudar los equipos.
11	Alinear equipo de RMA con todos sus componentes
12	Desfogar presiones a 0 psi y con el pozo controlado, retirar válvulas de 7 1/16" e instalar conjunto de preventores, probar mismos.
13	Bajar TP de trabajo de 2 7/8" IF con molino de 4 5/8", hasta +/ 2000 m (cima del tapón composite), moler tapón y continuar limpiando hasta 2113.66 m (cima del cople flotador). Circular hasta observar retornos limpios, sacar molino a superficie.
14	Bajar aparejo de producción con tubería de 2 7/8" 8Hrr con ancla mecánica y niple de sellos hasta +/- 2080 m. El diseño a detalle será enviado por ingeniería de producción. **Nota: Durante la bajada del aparejo es importante realizar el apriete optimo computarizado asegurando el sello junta a junta.**
15	Retirar conjunto de preventores, instalara brida colgadora y dejar el pozo preparado para colocar equipo de bombeo.
Opcional	Se evaluara la posibilidad de bajar el equipo de bombeo artificial (Mecánico)
16	Desmantelar el equipo y mudar.
Sin equipo de terminación	
17	Instalar equipo de medición abrir el pozo y evaluar potencial de los intervalos abiertos.

A continuación, en la siguiente figura se muestran los intervalos mecánicos a evaluar para completar la terminación del pozo en el estado mecánico propuesto.

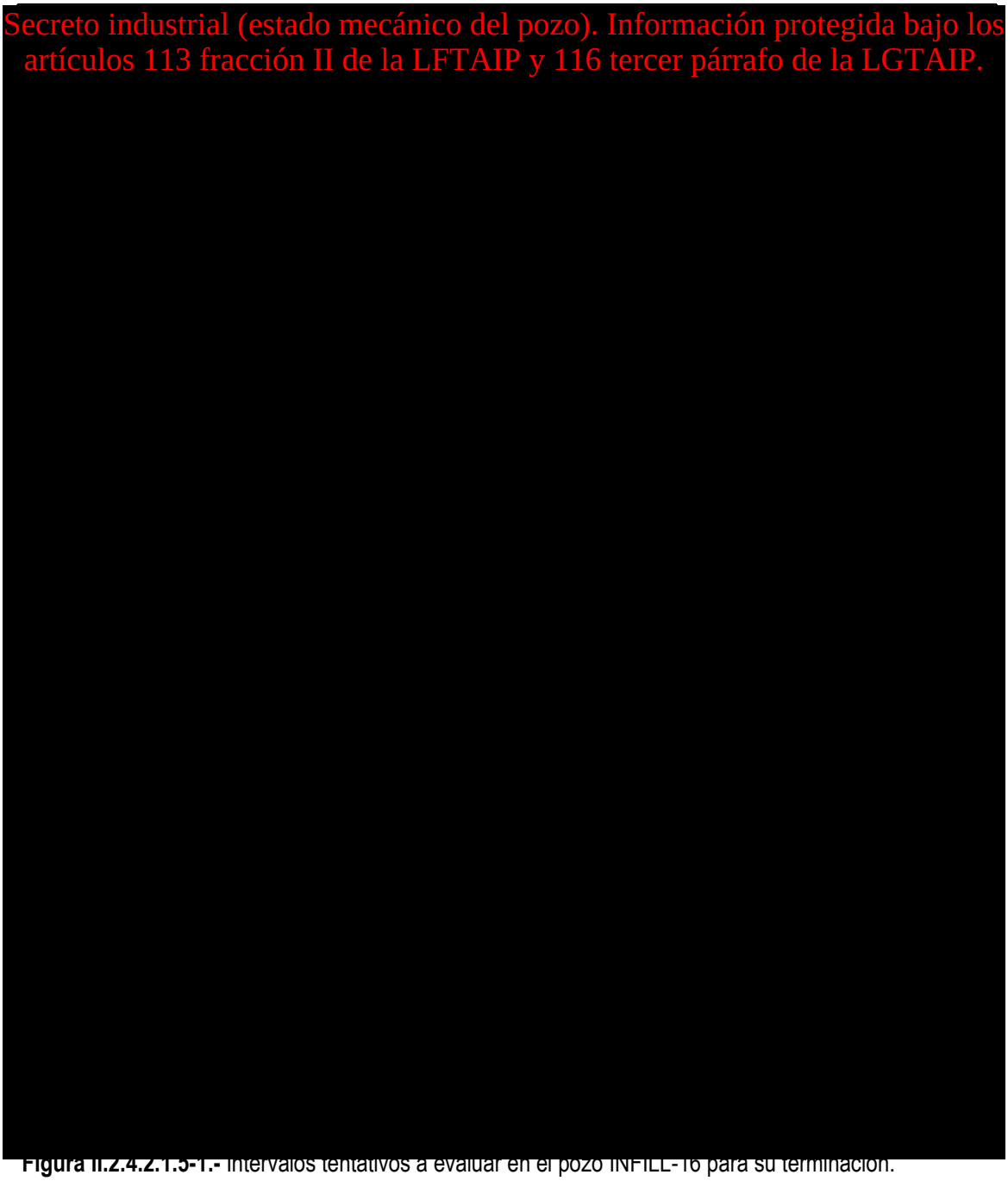


Figura II.2.4.2.1.3-1.- Intervalos tentativos a evaluar en el pozo INFILL-16 para su terminación.

Para las operaciones descritas anteriormente, se estarán utilizando los tubulares mencionados en la siguiente Tabla.

Tabla III.1.2.7-1.- Descripción de la tubería de revestimiento.

Diámetro Tubería de Revestimiento (Pulgada)	Grado de Acero	Peso (Libra/ pie)	Rosca	DI/DRIFT (Pulgadas)	Presión Interna (PSI)	Res. Col. (PSI)	Profundidad (Metros)
7 5/8"	H-40	26.40	STC	-	-	-	0 a 616.00
5 ½"	N-80	17.00	BCN	4.892 / 4.767	7,740	6,290	0 a 2,127.00

II.2.4.2.1.5.1 Estimulación preliminar de pozos

En caso de que se requiera una actividad para mejorar la recuperación de hidrocarburo por efecto de mejorar verticalmente la comunicación entre el pozo y el yacimiento como consecuencia de un incremento sustancial de la permeabilidad al tiempo que se remueve algún daño a nivel del radio areal del pozo, se programaría realizar estimulación con sustentante en las dos zonas propuestas a evaluación (1,266 - 1,281 metros, 2,089 – 2,104 metros). Las características del tratamiento a utilizar se presentan en la siguiente tabla.

Tabla III.1.2.7-1.- Características del sistema fluido para la estimulación con sustentante.

Intervalo (Md)	Fluido y apuntalante	Volumen de fluido (Galones)
1,266 - 1,281	Colchón (PAD) de gel activado de 20 lbs/1000 gls de carga polimérica.	17,300
	Fracturamiento Apuntalado con 2000 sxs de arena 16/30 en etapas de 1 a 6 ppa con gel activado de 20 lbs/1000 gls de carga polimérica.	54,700
2,089 – 2,104	Colchón (PAD) de gel activado de 20 lbs/1000 gls de carga polimérica.	17,300
	Fracturamiento Apuntalado con 2000 sxs de arena 16/30 en etapas de 1 a 6 ppa con gel activado de 20 lbs/1000 gls de carga polimérica.	54,700

El procedimiento operacional programado para esta actividad está definido en el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Ambiente (SASISOPA) e incluye una junta de seguridad industrial / operacional previamente con todo el personal involucrado, llenando los formatos

requeridos y permisos de trabajo con riesgo; posteriormente se procedería a instalar y probar las líneas superficiales con presiones de acuerdo a las condiciones esperadas, por un tiempo de 15 minutos.

Se observará el comportamiento de presiones por 10 minutos y después se realizará el desmantelamiento de las líneas superficiales y se retiraran los equipos que intervinieron en la operación de la estimulación con sustentante. Posteriormente se realizará estimulación acida al intervalo de la formación Tamabra.

Tabla III.1.2.7-2.- Cédula de bombeo para la estimulación del pozo.

Etapa	Tipo	Fluido	Volumen	Gasto
1	Ácido	HCL al 15%	1 m^3	1.0 bpm
2	Solvente	Xileno	8 m^3	3.0 bpm
3	Ácido	HCL al 15%	14 m^3	3.0 bpm
4	Desp	Salmuera 2% KCL	12 m^3	3.0 bpm
Fuente: Operadora de Campos DWF, S.A. de C.V.				

En el **Anexo "F"** se presentan en formato electrónico las Hojas de Datos de Seguridad de los fluidos utilizados para la estimulación del pozo.

Se observará el comportamiento de presiones por 10 minutos y después se realizará el desmantelamiento de las líneas superficiales y se retiraran los equipos, finalmente se abrirá pozo por estrangulador de ½".

II.2.4.2.1.6 Pruebas de producción (Evaluación de la producción)

Las pruebas de producción son un conjunto de actividades realizadas posterior a la terminación del pozo a fin de evaluar una zona de interés considerando el flujo de hidrocarburos en superficie y determinar la capacidad productiva, presión inicial de la formación, permeabilidad o extensión de un yacimiento. Las pruebas de evaluación se realizan mediante las siguientes actividades.

Posterior al tratamiento de las zonas abiertas y para la prueba de éstas, el programa a realizar es el siguiente:

- Se instalará el equipo fluidor (válvula de seguridad, árbol de estrangulación, presa metálica, separador y un quemador).
- Se abrirá el pozo para recuperación del fluido de tratamiento (limpieza del pozo).
- En caso de que el pozo no fluya por sí solo, es necesario efectuar inducción buscando recuperar todo el tratamiento inyectado o hasta que el pozo fluya.
- Si el pozo fluye, se realizará la prueba de producción correspondiente, haciendo que el fluido producido pase a través de diferentes estranguladores hasta lograr estabilidad del caudal y presión del pozo.

En caso de que dicha prueba sea exitosa, se procederá a tomar registros de presión y temperatura con el pozo fluyendo, acorde con el programa que emitirá el área de subsuelo con el fin de evaluar las características de la zona productora. De requerir asistencia se emitirá un programa de conversión a bombeo mecánico.

Una vez concluida la prueba de producción se realizará el siguiente procedimiento:

- Aseguramiento del pozo a través de árbol de estrangulación.
- Desinstalación del equipo fluidor y/o de medición, incluye tuberías de conexiones de golpe, manguera de alta presión, árbol de estrangulación, presa metálica, separador y quemador.
- Se retirará del sitio el separador y quemador.
- Se realizará limpieza de la presa metálica (los residuos generados serán dispuestos de acuerdo a la normatividad vigente y aplicable)
- Colocación del árbol de válvulas y puente de producción del pozo.
- Se realizará limpieza general al área de la plataforma.

Descripción técnica de la función de cada uno de los equipos:

Válvula de seguridad: Es un dispositivo de seguridad que realiza el relevo automático cuando el equipo de separación supera la calibración de la válvula, estos dispositivos de seguridad siempre se calibran por encima de la presión de trabajo.

Árbol de estrangulación: Está formado por válvulas, cruces y "T" de flujo, estranguladores y líneas diseñados para controlar los fluidos invasores durante el proceso de control de un pozo, el sistema de control superficial está conectado al arreglo de preventores a través de líneas metálicas que proporcionan alternativas a la dirección del flujo o permiten que éste (por medio de las válvulas) sea confinado totalmente; el diseño del árbol de perforación debe considerar factores que deberán tomarse en cuenta y se debe establecer la presión de trabajo que estará en función de la presión máxima superficial que se espera manejar, así como las presiones anticipadas de la formación.

Separador horizontal: Es un equipo sujeto a presión con una serie de componentes internos (placa deflectora, eliminador de humedad y flotador), su función principal es separar el equipo del gas y proporcionar apertura a la válvula de control a través de señales de presión y nivel, así como a externos (visor de nivel, registrador de gas tipo Barton, manómetros y fitting), su función principal es el control de parámetros de operación y el dato de volumen de gas que maneja el equipo. Se conecta al árbol de estrangulación con líneas de alta presión.

Quemador: Tubo vertical, sus dimensiones dependen de la cantidad de gas a quemar y con dispositivo manual o automático para su encendido, su función principal es la seguridad de la operación y del equipo de separación, por medio de combustión de desechos gaseosos de manera ambientalmente aceptable.

Presa metálica: Recipiente metálico utilizado para la colección, almacenamiento y manejo de los fluidos producto de prueba de producción y recortes de perforación.

Las actividades a realizar una vez que concluyan las actividades de pruebas de producción son las siguientes:

- Aseguramiento del pozo a través de árbol de estrangulación.
- Desinstalación del separador horizontal, incluye tuberías de conexiones de golpe, manguera de alta presión, árbol de estrangulación, presa metálica, separador y quemador.
- Se retirará del sitio el separador horizontal y quemador.
- Se realizará limpieza de la presa metálica (los residuos generados serán dispuestos de acuerdo a la normatividad vigente y aplicable)
- Colocación del árbol de válvulas y puente de producción del pozo.

- Se realizará limpieza general al área de la plataforma.

II.2.4.2.1.7 Entrada de operación del pozo

Una vez que el pozo sea perforado con las características señaladas anteriormente, y si tiene indicio de que el pozo sea productor, se tiene como finalidad transportar los hidrocarburos líquidos y gaseosos acompañados de agua proveniente del yacimiento que sale del pozo, hacia una instalación fija (Batería y/o cabezal de recolección).

II.2.4.2.2 Gasoducto

Se realiza inspección del área donde se realizará la interconexión de línea de descarga nueva a una existente, con la finalidad de analizar los peligros y riegos que estos representan, previo al inicio de la citada actividad, para lo cual deberán de apegarse a los procedimientos existentes o específicos y estándares operativas.

II.2.4.2.2.1 Suministro de materiales

Se refiere al suministro de equipo y la herramienta necesaria para ejecutar el trabajo en el sitio durante el manejo y almacenamiento de los tubos, recubrimientos, válvulas y conexiones se debe tener cuidado de no causarles daños, evitando que el tubo caiga y golpee contra objetos que lo abollen, aplasten, corten, ranuren o que dañen su recubrimiento. Los accesorios como manómetros, válvulas, empaques, etc. deben empacarse y embalarse cumpliendo con los requisitos establecidos en la normatividad aplicable, así como manejarse y almacenarse cumpliendo con las condiciones de manejo y seguridad indicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2000.

Los materiales (válvulas, conexiones, tubería, accesorios, recubrimientos, etc.) se deben inspeccionar visualmente para verificar el estado físico de los mismos, con la finalidad de corroborar que cumplen con la

calidad y cantidad requerida; en el caso de observarse algún golpe o daño en alguno de ellos, dicho material debe ser retirado para su evaluación y/o sustitución.

II.2.4.2.2.2 Excavación de zanja

Se realizará la excavación de la zanja de 0 a 1.36 m de profundidad y hasta 2.92 m en zona de cruces con medios manuales ya que va paralela a una línea existente.

El material producto de la excavación de la zanja, se colocará a un lado formando un camellón paralelo a esta del lado opuesto a aquel en que se distribuye la tubería, con acarreo libre horizontal hasta 4 m de la orilla de la cepa dejando libres (berma) por lo menos 30 cm. del borde de la zanja para que el material no se derrumbe sobre la zanja.

Se debe de asegurar que el lecho de la zanja no contenga piedras o ramas que puedan dañar la tubería, en caso de ser así, colocar cama de tierra blanda o arena en el lecho de la zanja que garantice la integridad mecánica de la lingada.

En zonas de cruces con escurrimientos se colocaran costales de arena para bloquear en el escurridero una porción de aproximadamente el 60% de la longitud del cruce. Una vez bloqueado el cauce en esa área se realizará la excavación para alojar la tubería, en caso necesario se efectuará un bombeo de achique para trabajar sin agua.

Para evitar accidentes durante la construcción de la obra, se colocaran en cruzamientos señales preventivas, prohibitivas, restrictivas e informativas.

II.2.4.2.2.3 Tendido de tubería

El tendido de tubería debe efectuarse acomodando los tubos paralelos a la zanja del lado opuesto del camellón del material producto de la excavación, uno atrás de otro, pero traslapados entre 5 y 10 cm

aproximadamente, colocando ésta sobre polines o costales rellenos de tierra o arena. Esta operación debe realizarse sin que los tubos sufran ningún daño siguiendo el procedimiento correspondiente.

II.2.4.2.2.4 Soldado, doblado y alineado de tubería y calificación de soldadura

II.2.4.2.2.4.1 Soldado

Los electrodos utilizados deben ser de acuerdo a lo descrito en la especificación de procedimiento de soldadura estándar API-1104 y procedimiento calificado. La aplicación de la soldadura se debe proteger de las condiciones meteorológicas (lluvia, viento, polvo, humedad, etc.) Que le puedan perjudicar. En los tubos SAWL y ERW, la costura longitudinal se debe alternar entre 25º a 30º a cada lado del eje vertical. La conexión eléctrica de tierra no se debe soldar a la tubería, así como tampoco sobre equipos de proceso instalados, para producir la continuidad eléctrica entre la máquina de soldar y el tubo que se va a soldar.

Todas las soldaduras de ductos en campo tanto en línea regular, como en obras especiales y empates, se deben radiografiar al 100 por ciento con una fuente de radiación de acuerdo al espesor y con la técnica de inspección de pared sencilla, para obtener radiografías que cumplan con los requerimientos de aceptación para servicio no amargo descritos en el API Spec 1104 o equivalente y para servicio amargo o instalaciones de proceso con ASME B31.3.

II.2.4.2.2.4.2 Doblado de tubería

Se dobla la tubería cuando se presenten curvas horizontales y verticales según la topografía del terreno. El doblado de tubos se debe hacer en frío, debiendo tener cuidado que el tubo no se deforme o se formen arrugas en el doblez, debiendo conservar sus dimensiones de sección después de ser doblado. Los dobleces deben ser distribuidos hasta donde sea posible en la mayor longitud del tubo, y en ningún caso debe ser el radio del doblez tan corto que no cumpla las especificaciones de doblado.

Los dobleces de los tubos deben hacerse sin alterar las dimensiones de la sección transversal del tubo recto y debe quedar libre de arrugas, grietas u otras evidencias de daño mecánico.

No se permite el calentamiento de los tubos para ser doblados. Los cambios de dirección requeridos para apegarse al contorno de la zanja pueden realizarse doblando el tubo de acuerdo a los radios mínimos indicados en el ASME B31.8. Los extremos de los tubos que se doblan deben tener un tramo recto de 1.8 m como mínimo.

II.2.4.2.2.4.3 Alineado

Se alinea la tubería de tal manera que no represente ninguna desviación angular entre tubo y tubo, con una separación entre biseles que asegure una completa penetración de la soldadura, la cual es aplicada bajo el procedimiento de arco eléctrico, que es además inspeccionado mediante pruebas no destructivas.

Esta operación debe efectuarse, juntando los extremos de los tubos para preparar el ducto que se debe colocar paralelo a la zanja, dejando constituida la junta con la 1/8" de separación y alineamiento entre tubos indicado en los procedimientos de soldadura (revisado y validado por DWF), y manteniendo fijos los tubos mientras se deposita el primer cordón de soldadura.

El ducto que se va construyendo debe ser colocado sobre apoyos, generalmente sobre polines de madera, dejando un claro de 40 cm mínimo entre la parte inferior del tubo y el terreno con el propósito de tener espacio para finalizar la soldadura, así como para ejecutar después las fases de prueba y las operaciones de protección mecánica. Se debe verificar que al ir alineando las costuras longitudinales (tuberías SAWL y ERW), se traslapen dentro del espacio superior de un ángulo de 25º a 30º a cada lado del eje vertical. El espacio entre biseles debe ser conforme al procedimiento de soldadura.

II.2.4.2.2.5 Radiografiado

Los criterios de aceptación en la inspección visual y radiográfica de las juntas de campo en ductos para servicio no amargo deben ser los indicados en el API Spec 1104 o equivalente; y el ASME B31.3 del Código ASME o equivalente para ductos en servicio amargo o instalaciones de proceso. La interpretación radiográfica la debe realizar un técnico nivel II en radiografía y estar calificado de acuerdo a la ASNT SNT-TC-1A o equivalente. Se deben hacer los registros en los formatos correspondientes para cada una de las juntas de campo efectuadas.

II.2.4.2.2.6 Parchado y prueba dieléctrica de tubería

Al ser levantada la tubería de sus apoyos para el bajado a la zanja, se debe correr el detector dieléctrico a todo lo largo, teniendo cuidado especial cuando se pase por los puntos donde se encontraba apoyada. Cualquier defecto del recubrimiento debe ser reparado conforme a la compatibilidad del material de recubrimiento del tubo.

II.2.4.2.2.7 Bajado y tapado de tubería

El bajado de la tubería se hará con la maquinaria adecuada (tractor pluma), se lleva a cabo levantando la tubería de los polines o costales rellenos con arena y colocándola con cuidado dentro de la zanja a 1.10 m como mínimo del ducto existente. La maniobra se realiza utilizando eslingas de bandas de tela con un ancho no menor de un diámetro del tubo, con el objetivo de no dañar el recubrimiento.

Se tapa la zanja (Figura II.2.4.2.2.7-1) vertiendo el producto de la excavación (sin piedras o rocas que puedan dañar la tubería) dentro de la misma, realizando el compactado del material vertido en la zanja, con la maquinaria adecuada y acamellonando sobre la zanja el material sobrante, producto de la excavación.

El material de relleno será preferentemente el de la excavación ejecutada previamente, limpio de impurezas (troncos, ramas, basura o materia orgánica). Compactado al 90-95 % Proctor hasta alcanzar el nivel de proyecto, con compactadora o rodillo vibratorio en capas de 20 cm de espesor máximo.

En zonas de cruces con escurrimientos se bajará la tubería colocando una tapa (comal) al final de esta para evitar que el material o agua entren en la tubería por el otro lado se realizará el empate y soldado de la línea conductora del cruzamiento con la línea regular.

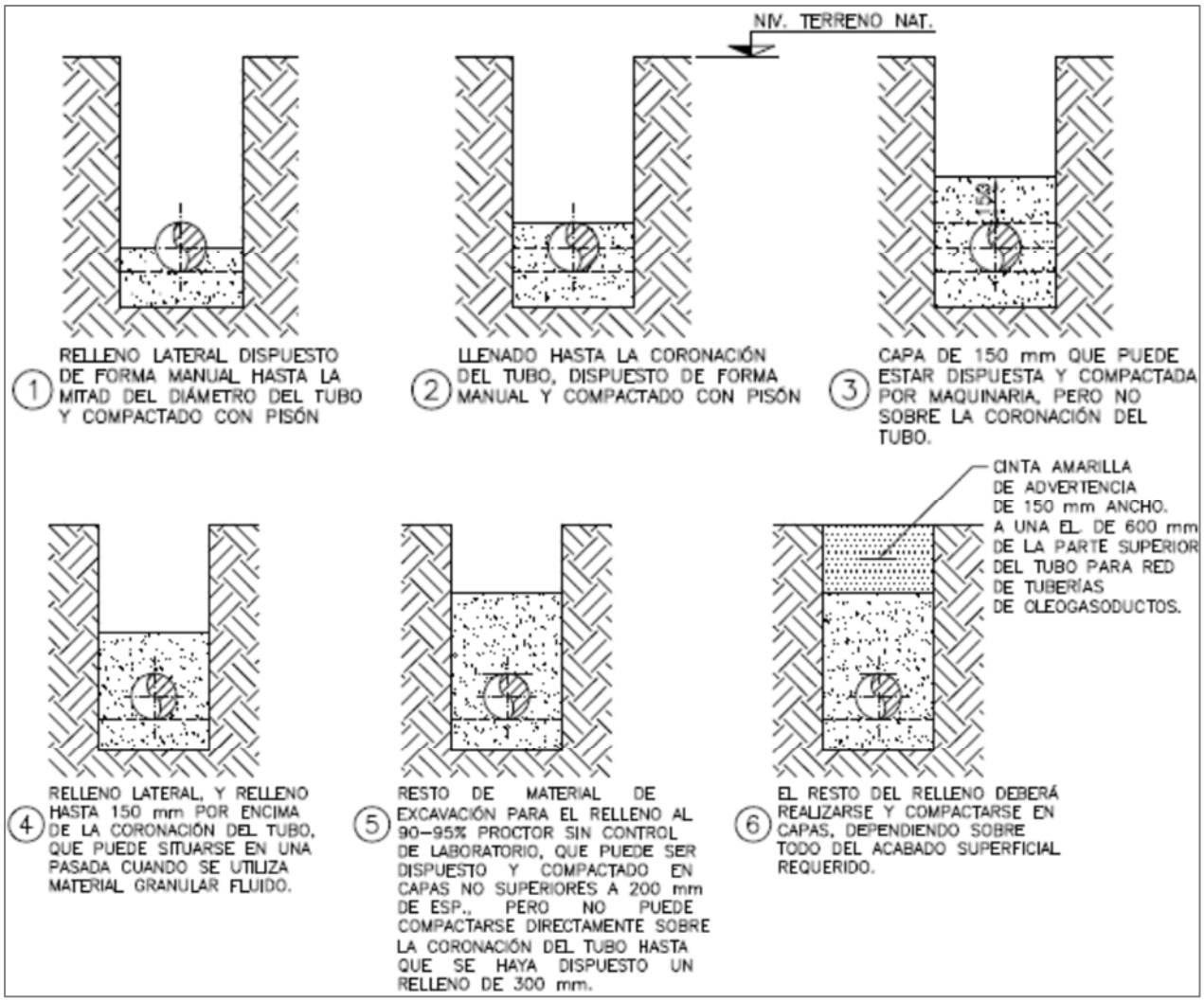


Figura II.2.4.2.2.7.- Secuencia constructiva para el tapado de tubería (zanja).

II.2.4.2.2.8 Prueba hidrostática

Todos los ductos nuevos deben someterse a una prueba hidrostática para comprobar su hermeticidad. La prueba se debe hacer después de la corrida con el equipo de limpieza interior (diablo de limpieza). La duración de la prueba será de 8 horas mínimo y 4 horas en tubería (tramo corto) o secciones prefabricadas que sean parte y se integren al sistema del ducto sin prueba posterior.

El valor de la presión para la prueba hidrostática debe ser de 1.25 la presión de diseño, para este proyecto el valor de la prueba hidrostática se considera de 1,800 psi. Cuando alguno de los elementos del sistema sea de menor resistencia, éste debe ser aislado para no ser probado con el resto. El equipo de un sistema de tubería que no se sujete a la prueba debe desconectarse. La prueba hidrostática de preferencia se debe efectuar al sistema completo, en caso de que por las características del sistema no fuera posible, se puede efectuar por secciones previo conocimiento y análisis del sistema de prueba respectivo. Las pruebas de presión hidrostática deben realizarse tanto en el sistema completo de ductos como en tramos y componentes terminados del sistema.

Todos los dispositivos de seguridad como limitador de presión, válvulas de relevo, reguladores de presión y equipo de control, deben ser calibrados para corroborar que están en buenas condiciones mecánicas, capacidad adecuada, efectividad, confiabilidad de operación para el servicio a que se destinan, funcionamiento a la presión correcta. En caso de que algún dispositivo no cumpla, se debe reemplazar por otro que satisfaga todos estos requerimientos. Al comprobar satisfactoriamente las pruebas de las tuberías, se deben hacer todas las conexiones necesarias para eliminar el agua por medio de diablos o esferas corridas con aire. Para el abastecimiento de agua y las áreas para desalojarla después de la prueba, será con empresas que cuenten con las autorizaciones correspondientes y vigentes (Título de concesión) para explotar, usar, o aprovechar cauces, vasos, zona federal o bienes nacionales a cargo de la Comisión (CONAGUA) para uso industrial y/o lo que determine la Comisión Nacional del Agua (**Anexo "F**").

II.2.4.2.2.9 Interconexión

Para la interconexión con el ducto de 4” Ø se utilizara el procedimiento de hot tapping el cual se describe a continuación.

Se realiza la limpieza del tubo en el área donde se efectuará la interconexión, terminando la limpieza se procede a soldar la silleta envolvente o solapa (hot tap) provistos, asegurándose que los puntos de soldadura no interfieran con el empate de la sección, posterior a la soldadura se instala una válvula bola de paso completo a través de la cual se hará la perforación (Figura II.2.4.2.2.9-1), antes del “hot – tapping” se debe probar hidrostáticamente la instalación.

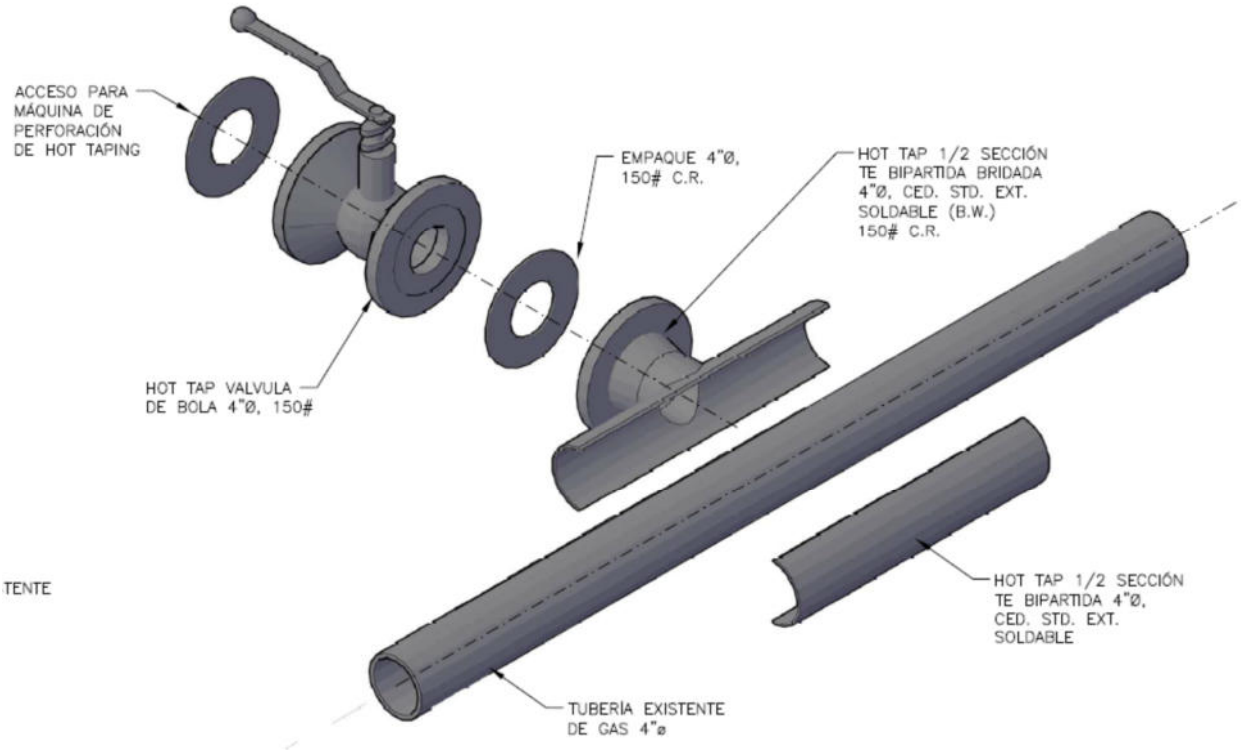


Figura II.2.4.2.2.9-1.- Detalle de accesorios para hot tapping.

Cuando se concluye la perforación, se saca la barrena cortadora y se cierra la válvula. La máquina es desconectada de la válvula y retirada. Posteriormente se procede al bajado y alineado de la tubería de 2”,

estas actividades se encuentran descritas en los apartados II.2.4.2.2.4.3 y II.2.4.2.2.7 respectivamente; una vez alineado el ducto nuevo con el ducto existente se procederá a puntear la unión de acuerdo al procedimiento recomendado en el API -1104 (apartado II.2.4.2.2.4). En la Figura II.2.4.2.2.9-2 se muestra una vista en simétrico de esta interconexión.

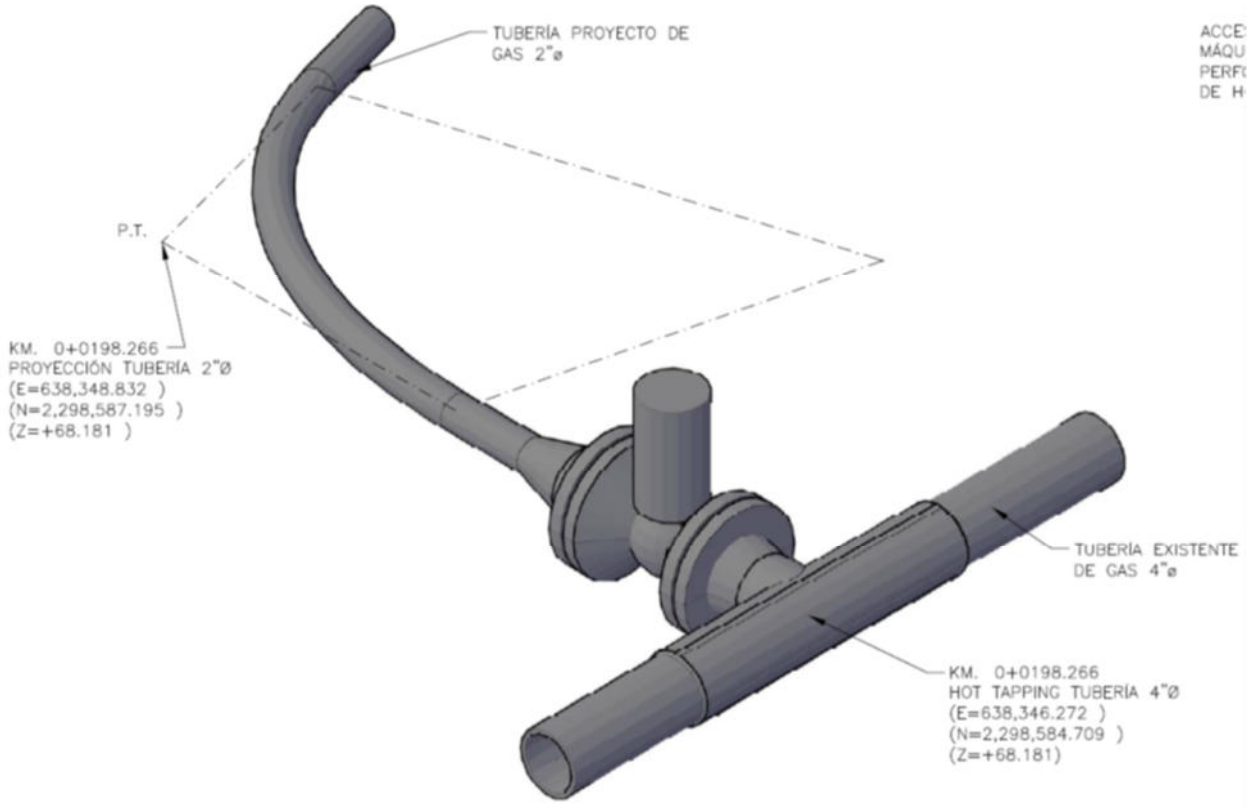


Figura II.2.4.2.2.9-2.- Vista en simétrico de la interconexión por medio de hot tapping.

II.2.4.2.2.10 Protección catódica

Se aplica el complemento de la protección mecánica (recubrimiento a base de brea “alquitrán de hulla”, reforzada con fibra de vidrio y felpa asfáltica, cinta adhesiva plástica o epóxica aplicados por fusión) del Ducto, previniendo la corrosión exterior de la tubería y accesorios enterrados, inmediatamente después o durante la construcción del Ducto, se aplicará la protección catódica necesaria por medios de sistemas de corriente impresa o ánodos (galvánicos) de sacrificio.

II.2.4.2.2.11 Obras complementarias

Se instalarán sobre el DDV y en las instalaciones, los señalamientos necesarios para localizar o identificar el gasoducto, así como para limitar actividades que pongan en riesgo la seguridad de las personas y las instalaciones y aquellos para alertar a la población acerca de las condiciones de riesgo en la ejecución de trabajos de construcción y mantenimiento.

II.2.4.2.2.12 Limpieza final

Una vez terminado los trabajos se deberá retirar fuera de los límites del derecho de vía, todos los materiales sobrantes de la excavación incluyendo los señalamientos, tubería y residuos generados (soldadura, costales, polines, cables, bolsas, etc.).

II.2.4.3 Personal requerido

Para la etapa de preparación del sitio y construcción, intervienen 110 empleados. En la Tabla II.2.4.3-1, se desglosa el personal requerido para la ejecución del Proyecto.

Tabla II.2.4.3-1.- Personal requerido.

Cantidad	Puesto	Cantidad	Puesto

1	Gerente de operación	2	Direccionales
1	Ingeniero senior de diseño de pozos	1	Operador de retroexcavadora
1	Superintendente de perforación	2	Mwd
1	Ingeniero jr. De perforación	1	Inspector de barrena
1	Ingeniero de intervenciones sin equipo	2	Geólogos
1	Coordinador de SSMA	2	Ayudantes de geólogos
2	Inspector técnico de perforación	1	Vigilante
2	Inspector técnico de SSMA	3	Operador de grúa
2	Rig-manager	1	Ayudante de grúa
2	Supervisor de SSMA	1	Ing. de registros electrónicos
2	Mecánicos	1	Malacatero de registros electrónicos
2	Eléctricos	2	Ayudante de registros eléctricos
2	Supervisor de mantenimiento	1	Ing. de cementaciones
1	Operarios	3	Operadores de unidad de alta
1	Operador de montacargas	3	Ayudantes de cementaciones
2	Perforadores	1	Operador de pipa
2	Ayudante de perforación chango	2	Operadores de apriete computarizado
6	Ayudantes de perforación pisos rotaria	2	Ayudantes de apriete computarizado
2	Ingenieros de fluidos químicos	2	Ingenieros de testing
2	Ayudante de químico	2	Ayudantes de testing
2	Control de solidos	2	Direccionales
2	Personal de limpieza habitacional	4	Personal de transporte de materiales
1	Personal suministro de agua potable	5	Operadores de pipas
1	Personal suministro de agua industrial	5	Operadores de góndolas
1	Personal limpieza de fosas sépticas	1	Telefonía satelital
2	Soldadores	2	Personal de procura
2	Radiólogos	2	Personal administrativo
5	Ayudantes	2	Supervisores

II.2.5 Operación y mantenimiento

Esta etapa se considera tanto para la infraestructura nueva como la existente dentro del Área Contractual Miquetla.

II.2.5.1 Pozo

Una vez que el pozo sea perforado con las características señaladas anteriormente, y si tiene indicio de que el pozo sea productor, se tiene como finalidad transportar los hidrocarburos líquidos y gaseosos acompañados de agua proveniente del yacimiento que sale del pozo, hacia una instalación fija (Batería y/o cabezal de recolección).

Los pozos operarán en forma continua las 24 horas del día durante los 365 días del año, excepto cuando se realicen actividades de mantenimiento preventivo o correctivo.

En la etapa de operación, la extracción de hidrocarburos se realizará aprovechando la presión del propio yacimiento o con la ayuda de un sistema artificial de producción.

II.2.5.1.1 Registro de Presión

Esto se lleva a cabo durante los recorridos de campo y se realizará con la ayuda de un manómetro la medición de las diversas presiones de los pozos.

II.2.5.1.2 Medición de producción en pozos

Para la medición de producción en pozos se contempla lo siguiente:

- Se realizarán observaciones para determinación de caudales en fase líquida y en donde sea posible realizar separación bifásica para la fase gaseosa. La volumetría fue considerada en función de los pozos activos.

- Se considera realizar pruebas tecnológicas con otros sistemas y mecanismos de medición que permitan optimizar la incertidumbre en las pruebas de producción.

II.2.5.1.3 Recolección de hidrocarburo por UPV (Pipas)

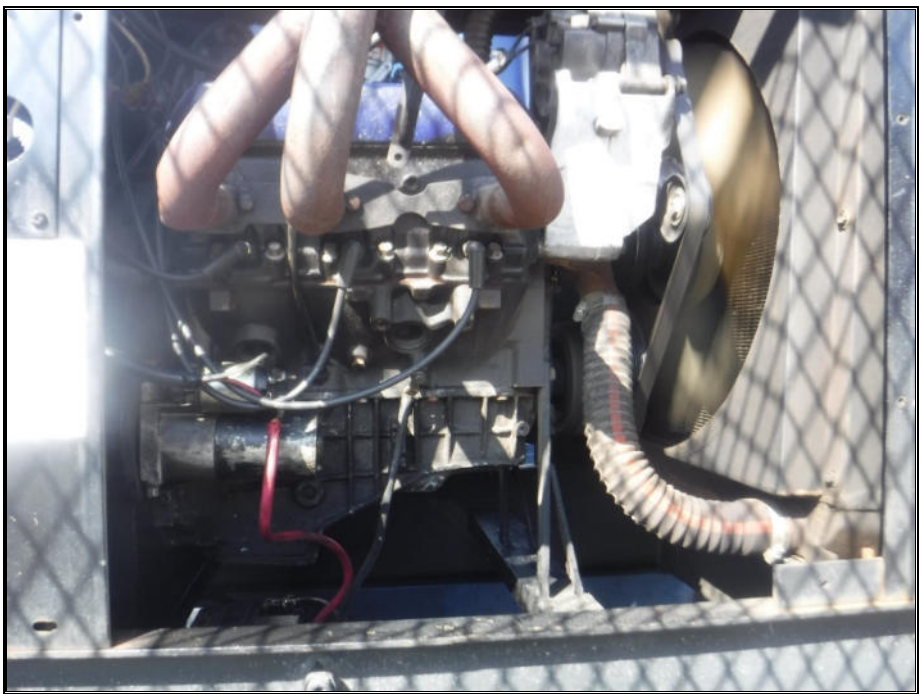
Los pozos que producen a Tanque a Boca de Pozo (TBP) requieren acarreo de producción por Unidades de Presión y Vacío (UPV) a Baterías de Separación, para su recepción y transporte a los cabezales de producción, en donde posteriormente se realizará el proceso de separación de la mezcla de hidrocarburos (líquido y gas), por medio de un separador bifásico y finalmente la producción es almacenada en dos tanques de almacenamiento.

II.2.5.1.4 Bombeo para extracción de hidrocarburo

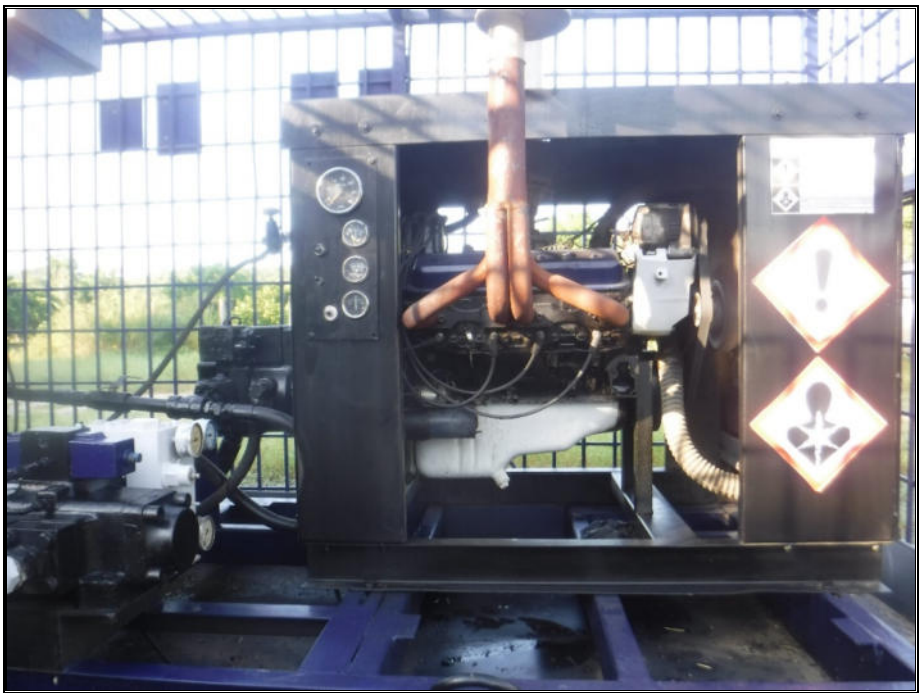
Este sistema artificial puede operar eficientemente sobre un amplio rango de características de producción de pozo, es considerado para elevar volúmenes moderados desde profundidades someras y volúmenes pequeños desde profundidades intermedias. Consiste en elevar fluido desde el nivel en que se encuentra en el pozo y desplazarlo hasta el punto de recolección (batería o tanque elevado) por medio de una bomba de profundidad accionada por la columna de varillas que le transmite el movimiento alternativo desde el aparato individual de bombeo.

Los sistemas se auxilian de insumos involucrados en el proceso, es decir, que de la producción de gas que se extrae junto con el aceite (gas asociado) de los pozos del ACM, una fracción se aprovecha como combustible para las unidades de bombeo.

Las UBM/UBH utilizan motores de combustión interna Vortec 6 cilindros (V6), Vortec 8 cilindros (V8) y Arrow, a continuación, se presentan un par de fotografías para una pronta referencia.



Fotografía II.2.5.1.3-1.- Motor V6 en unidad de bombeo hidroneumático.



Fotografía II.2.5.1.3-2.- Motor V8 en unidad de bombeo hidroneumático.

Fotografía II.2.5.1.3-3.- Motor V6 en unidad de bombeo hidráulico.

Fotografía II.2.5.1.3-4.- Motor V8 en unidad de bombeo hidráulico.

Fotografía II.2.5.1.3-5.- Motor Arrow en unidad de bombeo mecánico.

Fotografía II.2.5.1.3-6.- Motor V6 en unidad de bombeo mecánico.

II.2.5.1.5 Mantenimiento de bombas / motores a combustión interna y eléctricos

Garantizar la disponibilidad y la capacidad de bombeo del hidrocarburo de acuerdo a los volúmenes de producción comprometidos, maximizando la confiabilidad, exigencias de seguridad y requisitos medio ambientales de estos equipos y reduciendo paros no programados por fallas.

Alcance: Considerando ya el mantenimiento preventivo donde se incluyen servicios y consumibles, se tienen dentro de las actividades:

Reparación de bombas, de desplazamientos positivo.

- Reparación de motores de combustión interna/eléctricos y cambio por obsolescencia.
- Reparación bomba reciprocante.
- Desarme de cuerpo hidráulico, cambio de válvulas, cambio de camisas, cambio de vástago, cambio de pistones y cambio de empaques.
- Desarme y verificación de la caja reductora de potencia: Verificación de medidas de bielas, cojinetes de bielas, estado de engranajes, estado de baleros, pernos y crucetas, carro y cambio de lubricante.
- Desmontaje de bomba, desarme, medición de tolerancias y diagnóstico en general, re-metalizado de ejes, cambio de baleros, cambio de sellos y cambio de bujes flotantes.
- Reparación Motores a Combustión Interna.
- Desmontaje, desarme, rectificado de cigüeñal, cambio de metales bancadas, bielas, cambio de cilindros, pistones, válvulas de admisión, escape, resortes de válvulas, cambio de empaques y engranajes de distribución, calibrado de bomba inyectora e inyectores, armado ajustes de válvulas.
- Se realizará evaluación técnica ante el parque de motores a explosión ya obsoletos, analizar cuál sería la mejor elección, el recambio de los mismos o la reparación mayor.
- Los motores eléctricos entran dentro de esta cuenta presupuestal las reparaciones o servicios que se requieran.

II.2.5.1.6 Mantenimiento de sistemas eléctricos

- Remplazo de componentes eléctricos de tableros de arranque (remplazo y re ubicación de tableros eléctricos).
- Mantenimiento general sistemas de iluminación y puesta a tierra en Instalaciones y Pozos
- Mantenimiento general de subestaciones transformadoras, líneas de transmisión de energía, motores, tableros de arranque, iluminación y puesta a tierra.
- Mantenimiento de redes de transmisión de energía.
- Adecuación de instalaciones eléctricas en estaciones.
- Mantenimiento de variadores de frecuencia.
- Mantenimiento a sistemas de protección de descargas atmosféricas.
- Mantenimiento de conductores eléctricos.

II.2.5.1.7 Mantenimiento en pozos

II.2.5.1.7.1 Mantenimiento a árbol de válvulas

Inspección visual general de la localización (conexiones, espárragos, recubrimientos, contrapozo, barandales, suelo y acceso. Mantenimiento a válvulas: verificación de uniones bridas, botonetes, espárragos, grasera, recubrimientos, engrase y pruebas de funcionalidad. Calibración de instrumentos: reemplazo de instrumentos y calibración de instrumentos en laboratorio.

II.2.5.1.7.2 Mantenimiento a plataformas

Se llevarán a cabo el acondicionamiento de las plataformas existentes, lo cual consiste en el deshierbe (retiro manual de pasto o maleza), reparación de cerco perimetral, limpieza de cunetas (retiro de material terrígeno, basura, troncos, piedras), adecuación de obras portones, señalamientos.

Para esta actividad se considera como mínimo la siguiente maquinaria:, mano de obras, herramienta menor, transporte de personal y materiales.

II.2.5.1.7.3 Inducciones mecánicas a pozos

Esta actividad consiste en realizar inducciones mecánicas (con copas) a pozos con flujo natural intermitente el cual ya no cuentan con suficiente energía para llevar los fluidos a superficie o tiene una columna considerable de agua la cual controla el pozo, el objetivo de dicha actividad es dejarlo nuevamente en flujo natural.

II.2.5.1.7.4 Adecuación de puentes de producción por cambio de métodos y mejoras extractivas

Actividad manual de cambio de válvulas y adecuación de niplería requerida para cada uno de los sistemas extractivos de producción que tienen los pozos; dependiendo el yacimiento y la formación del pozo en el área contractual Miquetla se utilizan sistemas artificiales extractivos en los pozos, tales como el sistema de Bombeo Mecánico (BM) y Fluyente (FL).

Bombeo mecánico (BM): para el puente de producción en bombeo mecánico se requiere de la instalación de una serie de válvulas y niples que van interconectados por TP y TR; esta es una operación sencilla y rutinaria y se emplea una vez que en el pozo se han finalizado con las actividades de una reparación mayor, reparación menor, perforación o en la reactivación de un pozo (Figura II.2.5.1.7.4-1).

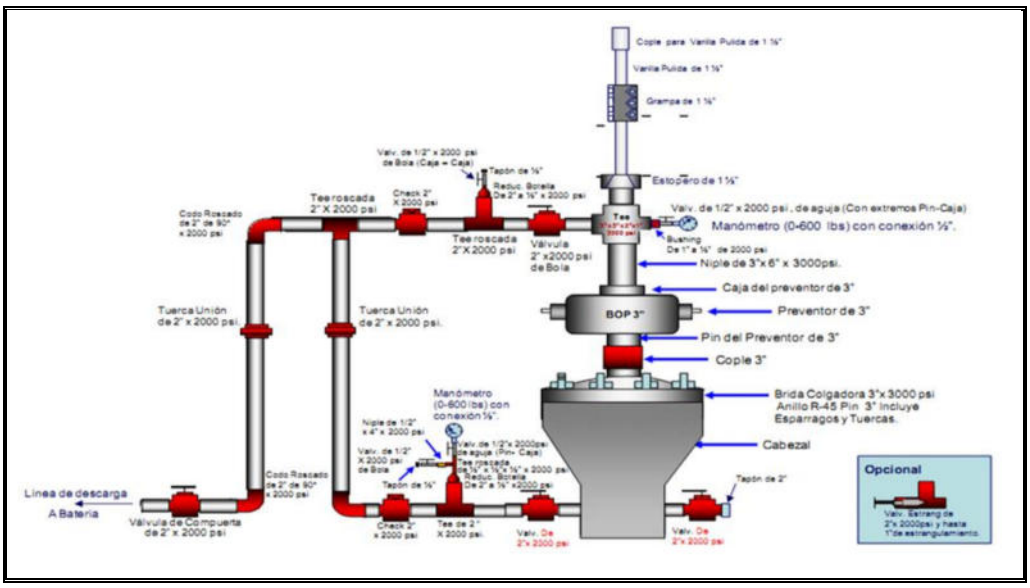


Figura II.2.5.1.7.4-1.- Sistema extractivo bombeo mecánico.

Fluyente (FL): para el puente de producción en un pozo fluyente se instalan diversas válvulas y niples pero únicamente es conectado por la TP, al igual es una operación rutinaria y se realiza una vez que son finalizadas algunas de las actividades de reparación mayor, reparación menor, perforación o reactivación de un pozo.

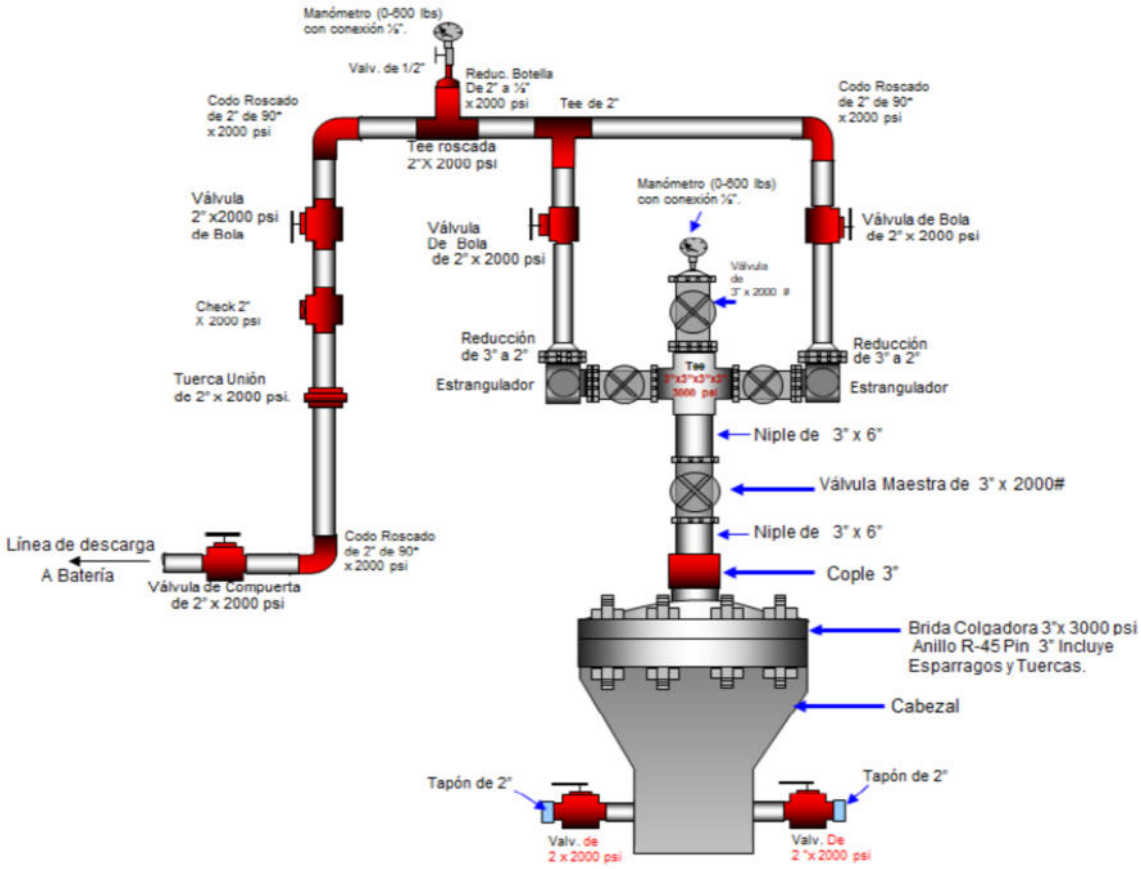


Figura II.2.5.1.7.4-2.- Sistema extracción fluyente.

II.2.5.1.8 Mantenimientos menores (reparación)

Para garantizar la producción continua de hidrocarburos en el activo, se requiere realizar mantenimiento a los pozos petroleros principalmente a pozos con sistema de bombeo mecánico, de esta manera, se utilizará el camión varillero (flush by), con el cual se podrán realizar actividades para corregir fallas sub-superficiales como cambio de bomba de inserción, pesca de varillas, cambio de diseño de bombeo mecánico con el objetivo de alargar la vida productiva de los pozos.

Otro equipo a utilizar para la actividad de reparación menor es el equipo de reparación (ETRP) con el cual se realizarán actividades para corregir fallas sub-superficiales derivados a problemas con la tubería de producción, cambio de diseño de levantamiento artificial, etc. Con el objetivo de alargar la vida productiva de los pozos.

II.2.5.1.9 Mantenimientos mayores (reparación)

Se realizará cuando se requiera la modificación sustancial y definitiva de las condiciones y/o características de la zona productora o de inyección (alterando las condiciones originales del yacimiento). Dichas operaciones se realizan con equipos de reparación convencionales o especiales, (tubería flexible, equipo de registros).

II.2.5.1.10 Mantenimiento a instalaciones con unidades de aceite caliente y de línea de Acero (ULA)

II.2.5.1.10.1 Unidad de aceite caliente

La actividad de mantenimiento preventivo y en algunos casos correctivos con la unidad de aceite caliente se realiza a nivel de pozos; actividades de prueba de hermeticidad (PH) en tuberías de producción donde se diagnostica una posible comunicación TP-TR la cual no permite la producción continua de hidrocarburos y por consecuencia requiere cambio de tubería de producción.

Adicional al diagnóstico por pruebas de hermeticidad, se realiza circulaciones en inversa con aceite caliente o con agua adicionando un producto químico de limpieza con el objetivo de limpiar la sección de la bomba de inserción, tubería de producción y varillas de succión.

II.2.5.1.10.2 Unidad de Línea de Acero (ULA)

Durante la producción de los pozos, se requiere la toma de información de los mismos para control, monitoreo, diagnóstico y diseño de futuras intervenciones, con la Unidad de Línea de Acero se realizan actividades tales como: toma de información de presión (cerrado y/o fluyente), apertura/cierre de camisas deslizables, instalación y/o recuperación de estranguladores de fondo, instalación y/o recuperación de tapones, perforaciones mecánicas en tuberías de producción, instalación y/o recuperación de válvulas de BN, etc…

II.2.5.1.11 Mantenimiento de caminos de acceso

El mantenimiento de los caminos, cunetas y obras complementarias existentes de acceso a los pozos y estaciones, manual y/o con máquina retroexcavadora, motoniveladora, camión regador para aplicar agua para maximizar la durabilidad del mismo y en algunos casos acondicionar, compactar y rehabilitar por completo el camino para mantener la operación

El mantenimiento programado del trayecto del camino comprende las siguientes subactividades:

1. Deshierbe (retiro manual de pasto o maleza),
2. Limpieza de cunetas (retiro de material terrígeno, basura, troncos, piedras).
3. Nivelación de camino,
4. Mantenimiento de las obras complementarias (alcantarillas, vados, letreros)

En dado caso que el camino de acceso se encuentre deteriorado se realiza el tendido, compactado, nivelado y afinado de material de revestimiento en los puntos deteriorados mediante el suministrando de materiales pétreos (utilizando banco de materiales autorizados).

Derivado a que las cunetas forman parte de la infraestructura de los caminos para canalizar las aguas pluviales, y en ocasiones es afectada por el deslave de tierra, piedras, troncos, hierba u otros que reducen y

obstruyen la sección de la cuneta impidiendo el libre escurrimiento del agua, de ser necesario, se requieren ejecutar de las actividades de rehabilitación tales como:

1. Remoción de material terrígeno o del mismo material pétreo del camino, y en algunos casos se presentan maleza o algún tipo de pasto proveniente de las áreas aledañas y se requiere realizar su corte (se realizará el corte de la vegetación de manera manual y el mismo será esparcido en el perímetro de los caminos para facilitar su incorporación al medio, la mayor parte de la zona presenta zonas de cultivo lo que favorecerá como nutriente una vez reincorporado).
2. Si la cuneta presenta deterioro se requerirá su reparación mediante afinado manual.

Las obras complementarias como alcantarillas, guardaganado o vados, existentes en algunos caminos de acceso a los pozos existentes del activo que pudieran requerir de rehabilitación debido al deterioro, por condiciones adversas como fenómenos naturales, robo u otros, esta consistirá en:

1. Reparación o sustitución de tramos dañados.
2. Trazo, nivelación, excavación y colocación de cama de material suave (arena)
3. Obra civil asociada a la reparación (cimbra, armado y colado de la obra).
4. Relleno de la zanja con material producto de la excavación.

II.2.5.2 Batería de separación

II.2.5.2.1 Medición de Hidrocarburos

Para la cuantificación y certificación de hidrocarburos líquidos, las baterías de separación cuentan con un patín de medición (Fotografía II.2.4.3.1-1). Este sistema está conformado por un medidor másico tipo Coriolis (Fotografía II.2.4.3.1-2) como elemento primario de medición. Adicionalmente se encuentra instalado un patín de calidad con una bomba centrifuga, un densímetro, un medidor de corte de agua y un muestreador automático.

Como resultado en el proceso del patín de calidad se obtienen diariamente en los contenedores (Lecheras) una muestra representativa de la producción entregada al cliente, esta muestra es homogenizada por medio de una bomba centrifuga, donde se toman dos muestras, una se entrega a un laboratorio acreditado para la determinación de corte de agua y gravedad API y una segunda muestra es resguardada en el laboratorio acreditado como testigo para la resolución de posibles discrepancias durante el concilio.

Fotografía II.2.4.3.1-1.- Patín de medición y patín de calidad de la Batería de separación Miquetla I.

Fotografía II.2.4.3.1-1.- Medidor másico tipo Coriolis de la Batería de separación Miquetla I

El gas asociado del ACM, una vez separado en las Baterías de Separación, es enviado al sistema de compresión de la Batería de Separación Miquetla-II, donde se lleva a cabo la medición en el punto de medición provisional (MTC-03/FE-100), ubicado en la descarga del sistema de compresión de gas.

El elemento primario considera una placa de orificio para medición del flujo de gas, así como un computador de flujo FQI-100, el cual recibe las señales de presión de la placa de orificio, así como la señal de temperatura del elemento TE-100. El sistema de medición de flujo se encuentra configurado para emitir reportes de 24 horas con cierre a las 5:00 am.

La determinación de calidad del gas se realiza bajo el estándar ASTM 1945 Standard Test Method for Analysis of Natural Gas by Gas Chromatography (Análisis de gas natural por cromatografía), en un laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

II.2.5.2.2 Mantenimiento y adecuación de baterías

Asegurar la confiabilidad operativa de las baterías con el objeto de garantizar la continuidad operativa de las actividades de producción del campo como la entrega de hidrocarburos de acuerdo con los objetivos de producción y adecuar a la normatividad aplicable en seguridad y medio ambiente. El mantenimiento permitirá ahorrar gastos operacionales por mantenimiento correctivo no programado, paros de producción minimizando la probabilidad de incidentes ambientales y/o eventos que afecten la seguridad del personal e instalaciones, dando énfasis a la integridad de los equipos para el manejo de gas amargo (H_2S).

En general abarca la modificación, sustitución o rehabilitación de infraestructura existente como caseta del operador, sala de bombas, diques de contención, soportes, bardas, portones, veredas de acceso, etc.

Actividades:

- Rehabilitación de muros de contención de la instalación y en área de tanques.

- Mantenimiento del sistema de drenaje de las estaciones (tranquillas, canaletas, válvulas y las facilidades para recolectar).
- Mantenimiento de tuberías de proceso dentro de estaciones (válvulas, accesorios y colectores).
- Instalación de tomas de muestra de aceite y cupones para estimar la corrosión interna.
- Instalación y/o rehabilitación de mochetas dentro de la estación.
- Mejoramiento de áreas Internas de tránsito vehicular.
- Señalizaciones e identificación de líneas de proceso y equipos.
- Mejoramiento del área para el almacenamiento, manejo y suministro de combustibles (donde aplique).
- Equipo de emergencia (detección de fuego, humo y H_2S).
- Construcción y/o reparación del cerco perimetral de la estación.
- Sustitución de equipos de mayor eficiencia como separadores, bombas, coriolis de medición, válvulas, quemadores, tanques, cuando se requiera.
- Modificación o arreglos en cabezales para interconectar la llegada de pozos y ductos.
- Modificación o ampliación de la caseta de operador, donde sea requerido.
- Modificación o arreglo a diseño de sistemas contra incendio.
- Modificación o arreglos en las líneas de producción.

II.2.5.2.3 Mantenimiento de motocompresores, bombas / motores a combustión interna y eléctricos.

Garantizar la disponibilidad y la capacidad de bombeo del hidrocarburo de acuerdo a los volúmenes de producción comprometidos, maximizando la confiabilidad, exigencias de seguridad y requisitos medio ambientales de estos equipos y reduciendo paros no programados por fallas.

Alcance: Considerando ya el mantenimiento preventivo donde se incluyen servicios y consumibles, se tienen dentro de las actividades:

- Reparación de bombas, de desplazamientos positivo.
- Reparación de motores de combustión interna/eléctricos y cambio por obsolescencia.

- Reparación bomba reciprocante.
- Desarme de cuerpo hidráulico, cambio de válvulas, cambio de camisas, cambio de vástago, cambio de pistones y cambio de empaques.
- Desarme y verificación de la caja reductora de potencia: Verificación de medidas de bielas, cojinetes de bielas, estado de engranajes, estado de baleros, pernos y crucetas, carro y cambio de lubricante.
- Desmontaje de bomba, desarme, medición de tolerancias y diagnóstico en general, re-metalizado de ejes, cambio de baleros, cambio de sellos y cambio de bujes flotantes.
- Reparación Motores a Combustión Interna.
- Desmontaje, desarme, rectificado de cigüeñal, cambio de metales bancadas, bielas, cambio de cilindros, pistones, válvulas de admisión, escape, resortes de válvulas, cambio de empaques y engranajes de distribución, calibrado de bomba inyectora e inyectores, armado ajustes de válvulas.
- Se realizará evaluación técnica ante el parque de motores a explosión ya obsoletos, analizar cuál sería la mejor elección, el recambio de los mismos o la reparación mayor.

II.2.5.2.4 Mantenimiento de tanques

Dentro de las principales actividades se tienen las siguientes:

- Vaciado del tanque.
- Aislamiento operativo del proceso.
- Des-gasificado, apertura, extracción de sedimento.
- Reparaciones menores del fondo, techo y estructura interna, según resultados de la inspección. Pintura interna y externa.
- Inspección y toma de datos de protección catódica del fondo.
- Instalación y/o adecuación del sistema de puesta a tierra, validar parámetros normativos.
- Mantenimiento y calibración de válvulas de presión y vacío.
- Adecuación del sistema de drenaje del muro de contención.
- Pintura externa líneas de succión y descarga.

- Mantenimiento general de las válvulas.
- Rotulación de tuberías, equipos y componentes
- Calibración, etc.

II.2.5.2.5 Mantenimiento de sistemas eléctricos

El programa de mantenimiento contempla las siguientes actividades:

- Remplazo de componentes eléctricos de tableros de arranque (remplazo y re ubicación de tableros eléctricos).
- Mantenimiento general sistemas de iluminación y puesta a tierra en Instalaciones y Pozos
- Mantenimiento general de subestaciones transformadoras, líneas de transmisión de energía, motores, tableros de arranque, iluminación y puesta a tierra.
- Mantenimiento de redes de transmisión de energía.
- Adecuación de instalaciones eléctricas en estaciones.
- Mantenimiento de variadores de frecuencia.
- Mantenimiento a sistemas de protección de descargas atmosféricas.
- Mantenimiento de conductores eléctricos.

II.2.5.2.6 Mantenimiento de puntos de entrega

Asegurar que los puntos de entrega operen de manera continua, segura, eficiente y al menor costo. Este servicio comprende los siguientes aspectos:

- Garantizar la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de las instalaciones y equipos.
- Reducir el riesgo de accidentes ambientales, así como su impacto.
- Administrar y reportar la información de mantenimiento para facilitar la toma de decisiones.
- Mantener calibración y certificación de equipos bajo responsabilidad del contratista.

- Contempla los servicios y materiales para mantener los puntos de entrega en las BS Miquetla-I y BS Miquetla-II

II.2.5.2.7 Mantenimiento de Separadores

Contempla el servicio de mantenimiento de funcionamiento e integridad mecánica de separadores fijos en BS Miquetla-I y BS Miquetla-II. El propósito principal es garantizar la separación de la mezcla gas/liquido proveniente de los pozos en los separadores bifásicos horizontales denominados Separador de Producción General No. 1 (SPG-1), y Separador de Medición No. 1 (SM-1) en ambas baterías.

Se contempla el mantenimiento preventivo donde se incluyen servicios que definen los requerimientos mínimos que debe cumplirse por diseño, materiales, inspección y condiciones de operación de los separadores y accesorios para el control de nivel y presión de gas que garantiza el adecuado desplazamiento de líquidos a los tanques sin arrastre de gas y el set de presión requerido para mantener el suministro adecuado de gas a los compresores sin arrastre de líquidos y la instrumentación asociada:

- Válvula controladora de nivel (LCV)
- Válvula controladora de presión
- Válvula PSV
- Sistemas de flotadores para control de nivel
- Manómetros
- Registradores de flujo
- Carreras de medición

II.2.5.2.8 Mantenimiento de sistemas de quemadores

El servicio de mantenimiento, tiene como objetivo garantizar la disponibilidad y capacidad de quema y/o desalojo de gas proveniente de los separadores. Para este servicio se procura cumplir con la confiabilidad y exigencia de seguridad y requisitos ambientales, soportando el aprovechamiento máximo de gas. La

disponibilidad de este sistema es de importancia vital durante las fallas eventuales de procesamiento (compresión) y disposición del gas de manera segura y con el menor impacto al ambiente.

Se contempla el mantenimiento preventivo donde se incluyen servicios que definen los requerimientos mínimos que debe cumplirse por diseño, materiales, inspección y condiciones de operación de los quemadores elevados y su equipo asociado:

- Boquilla del Quemador
- Sistema de recuperación de condensados
- Pilotos
- Sistema de ignición manual
- Tubería
- Instrumentación
- Estructura soporte

II.2.5.2.9 Inyección de químicos

Con el objetivo de minimizar la concentración de H_2S en el hidrocarburo se tiene instalado un equipo de inyección de químico secuestrante de ácido sulfhídrico, el cual mediante el accionamiento de una bomba neumática inyecta producto en la entrada de separador portátil.

II.2.5.2.10 Mantenimiento de caminos de acceso

El mantenimiento de los caminos, cunetas y obras complementarias existentes de acceso a los pozos y estaciones, manual y/o con máquina retroexcavadora, motoniveladora, camión regador para aplicar agua para maximizar la durabilidad del mismo y en algunos casos acondicionar, compactar y rehabilitar por completo el camino para mantener la operación

El mantenimiento programado del trayecto del camino comprende las siguientes subactividades:

1. Deshierbe (retiro manual de pasto o maleza),
2. Limpieza de cunetas (retiro de material terrígeno, basura, troncos, piedras).
3. Nivelación de camino,
4. Mantenimiento de las obras complementarias (alcantarillas, vados)

En dado caso que el camino de acceso se encuentre deteriorado se realiza el tendido, compactado, nivelado y afinado de material de revestimiento en los puntos deteriorados mediante el suministrando de materiales pétreos (utilizando banco de materiales autorizados).

Derivado a que las cunetas forman parte de la infraestructura de los caminos para canalizar las aguas pluviales, y en ocasiones es afectada por el deslave de tierra, piedras, troncos, hierba u otros que reducen y obstruyen la sección de la cuneta impidiendo el libre escurrimiento del agua, de ser necesario, se requieren ejecutar de las actividades de rehabilitación tales como:

1. Remoción de material terrígeno o del mismo material pétreo del camino, y en algunos casos se presentan maleza o algún tipo de pasto proveniente de las áreas aledañas y se requiere realizar su corte (se realizará el corte de la vegetación de manera manual y el mismo será esparcido en el perímetro de los caminos para facilitar su incorporación al medio, la mayor parte de la zona presenta zonas de cultivo lo que favorecerá como nutriente una vez reincorporado).
2. Si la cuneta presenta deterioro se requerirá su reparación mediante afinado manual.

Las obras complementarias como alcantarillas, guardaganado o vados, existentes en algunos caminos de acceso a los pozos existentes del activo que pudieran requerir de rehabilitación debido al deterioro, por condiciones adversas como fenómenos naturales, robo u otros, esta consistirá en:

1. Reparación o sustitución de tramos dañados.
2. Trazo, nivelación, excavación y colocación de cama de material suave (arena)
3. Obra civil asociada a la reparación (cimbra, armado y colado de la obra).

4. Relleno de la zanja con material producto de la excavación.

II.2.5.3 Ductos

II.2.5.3.1 Transporte de hidrocarburo

El transporte de hidrocarburos se realiza por medio de los ductos desde los pozos a las baterías de separación, o interconexión con otra instalación, ducto o colector.

II.2.5.3.2 Celaje de ductos

Contempla el servicio de celaje de ductos y primera delimitación del respectivo derecho de vía, en los cuales se alojan los equipos, accesorios, instalaciones, tuberías enterradas y superficiales para el transporte de fluidos; para detectar anomalías oportunamente, y condiciones inseguras que pongan en riesgo la integridad o el funcionamiento adecuado de dicha infraestructura. Esta actividad tendrá como referencia la norma NRF-030-PEMEX-2009 Diseño, construcción, Inspección y mantenimiento de ductos terrestres para transporte y recolección de hidrocarburos, como parte del programa de administración de la integridad de los ductos en el ACM.

Los celajes permiten inspeccionar: tubería superficial, pasos aéreos, cruzamientos aéreos, cruzamientos con vías de comunicación, estructuras, obras complementarias, deslave del terreno, estado físico de los señalamientos, invasiones al derecho de vía, cruce con líneas de transmisión eléctrica y cruce con obras de drenaje y agua potable, en otros aspectos.

II.2.5.3.3 Inyección de químicos

Con el objetivo de minimizar la concentración de H_2S en el hidrocarburo se realiza la inyección de químico secuestrante de ácido sulfhídrico.

II.2.5.3.4 Mantenimiento a instalaciones con unidades de aceite caliente

La actividad de mantenimiento preventivo y en algunos casos correctivos con la unidad de aceite caliente se realiza a nivel de líneas superficiales de transporte de hidrocarburos (líneas de descarga, Oleogasoducto).

Líneas superficiales: a nivel de superficie, se realizan actividades de limpieza de líneas de descarga, oleogasoducto inyectando aceite caliente o agua, adicionando producto químico de limpieza para eliminar cualquier obstrucción parcial o total dentro de las líneas superficiales

II.2.5.3.5 Mantenimiento a derecho de vía

El mantenimiento del derecho de vía se realizara con equipo manual para la limpieza, desmalezado y retiro de materiales. Se realiza la inspección visual general en tramos superficiales para el mantenimiento de letreros, señalización, postes catódicos principalmente la rehabilitación y pintura.

II.2.5.3.6 Mantenimiento al ducto

- •Inspección por PNDs y análisis de integridad mecánica.

- Mantenimiento a válvulas: verificación de uniones bridadas, botonetes, espárragos, grasera, soportes, placa de datos, engrase y pruebas de funcionalidad

Para el mantenimiento de los ductos se toma como referencia la norma NOM-009-ASEA-2017, Administración de la integridad de ductos de recolección, transporte y distribución de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos.

II.2.5.4 Personal requerido

Para la etapa de operación y mantenimiento, intervienen 12 empleados. En la Tabla II.2.5.4-1, se desglosa el personal requerido para la ejecución del Proyecto.

Tabla II.2.5.4-1.- Personal requerido.

Cantidad	Puesto	Cantidad	Puesto
1	Operador	2	Ayudante
1	Recorredor de pozo	1	Supervisor de mantenimiento de campo
1	Instrumentista	1	Mecánico
1	Ing. de Producción	2	Personal de tareas generales
1	Ing. de mantenimiento	1	Supervisor de producción de campo

II.2.6 Desmantelamiento y abandono de instalaciones

El abandono corresponde las actividades de cierre, retiro y desmantelamiento de los materiales, incluyendo el taponamiento definitivo y/o abandono de Pozos, el desmontaje y retiro de todas las estaciones, instalaciones y equipos utilizados en la realización de las Actividades Petroleras. Esta etapa se considera tanto para la infraestructura nueva como la existente dentro del Área Contractual Miquetla.

Independientemente a las actividades descritas se considerarán las disposiciones administrativas vigentes de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente para las etapas de Cierre, Desmantelamiento y/o Abandono de Instalaciones del Sector Hidrocarburos (ASEA), para las obras nuevas y existentes.

II.2.6.1 Pozo

La acción prevista para el abandono considera el taponamiento de pozos, de acuerdo con la normatividad, mejores prácticas y resoluciones vigentes al momento de ejecución de los trabajos.

El abandono temporal o definitivo de pozos (nuevos o existentes), aplica conceptualmente a las actividades mediante las cuales un pozo quedará aislado como una solución transitoria o permanente por temas sociales, de rentabilidad y/o mecánicos, donde se presenta una situación que no puede ser resuelta económicamente o por requerimientos contractuales.

Independientemente a las actividades descritas se considerarán las disposiciones administrativas vigentes de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente para las etapas de Cierre, Desmantelamiento y/o Abandono de Instalaciones del Sector Hidrocarburos (ASEA), para las obras nuevas y existentes.

II.2.6.1.1 Abandono temporal

El programa de aislamiento temporal del sitio está en función de la operación del pozo de producción, se procederá según corresponda mediante alguna de las siguientes alternativas:

Si el pozo es productivo y resulta rentable la extracción de producto, se conectará a una línea existente cumpliendo para ello con lo que establece la NOM-117-SEMARNAT-2006. Una vez terminada la etapa de operación se comenzaría con el programa de aislamiento temporal.

Si el pozo deja de ser productivo y rentable en su intervalo inicial de producción, se procederá a su aislamiento temporal con la intención de ir a un nuevo intervalo de mayor producción.

El programa de aislamiento temporal que se muestra en la Tabla III.1.4.2-1 es tentativo y solo se deberá tener en cuenta para los fines descritos. La secuencia es solo una referencia, ya que dicho procedimiento, podrá variar dependiendo las condiciones mecánicas de cada pozo.

Tabla II.2.6.1-1.- Programa de aislamiento temporal.

Actividad	
Paso No.	**Con equipo**
1	Con personal de DWF y Cias. de servicios encargadas de las actividades, efectuar junta de seguridad asignando responsabilidades.
2	Verificar presiones por todos los espacios. Reportar los resultados de este paso al personal de DWF responsable de la actividad, dejando además evidencias de este paso.
3	Instalar equipo de reparación al 100%, revisar presiones, desfogar mismas hacia la presa.
4	Retirar conexiones superficiales, medio árbol de producción o equipo de bombeo artificial según sea el caso.
5	Instalar conjunto de preventores, probar mismos y recuperar aparejo de producción hasta superficie.
6	Realizar viaje de calibración con molino y escariador asegurando pase libre hasta donde se asentará el tapón de aislamiento. Circular y recuperar sarta de calibración a superficie.
7	Con tubería bajar tapón mecánico hasta la profundidad seleccionada aislamiento (intervalo actual), posteriormente probar hermeticidad del tapón corroborando su correcto asentamiento.
8	Bajar aparejo de producción seleccionado e intervenir la nueva zona.
9	Desmantelar equipo de reparación al 100%.

II.2.6.1.2 Abandono Definitivo

En esta actividad se considera la desincorporación de los equipos e infraestructura de superficie (nueva y existente) con el objeto de restaurar las condiciones del ambiente en aquellas áreas que fueron utilizadas durante la extracción de hidrocarburos.

En la ejecución de las actividades de cierre, desmantelamiento y abandono se aplicarán los procedimientos y las normas de seguridad operativa y protección al medio ambiente, aplicables y se contratarán empresas de servicios que cuenten con la experiencia, personal y equipos para realizar actividades.

Independientemente a estas prácticas se considerarán las disposiciones administrativas vigentes de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y

protección al medio ambiente para las etapas de Cierre, Desmantelamiento y/o Abandono de Instalaciones del Sector Hidrocarburos (ASEA).

II.2.6.1.2.1 Cierre

Con unidad de cementaciones

1 Con personal de Operadora de Campos DWF, S.A. DE C.V. y Cía. de servicios encargada de las actividades, efectuar junta de seguridad asignando responsabilidades.

2 Verificar presiones en todos los espacios, reportar los resultados al personal de Operadora de Campos DWF, S.A. DE C.V. responsable de la actividad y documentar las evidencias de este paso.

3 Efectuar posicionamiento de los equipos de cementaciones y armado de las líneas de bombeo sobre el medio árbol de producción.

Efectuar las pruebas de las líneas de bombeo de acuerdo con los estándares de la Cía. de servicios.

Nota: Documentar evidencia física de las pruebas de líneas de bombeo.

4 Efectuar prueba de admisión en el intervalo abierto a producción a diferentes gastos (1/4 bpm, 1/2 bpm, 3/4 bpm, 1 bpm, 1.5 bpm, 2 bpm, 2.5 bpm, 3 bpm) según sea las recomendaciones de la Cía. de servicios con el objeto de definir parámetros para la cementación forzada.

Nota: Asegurarse de tener “cerrado” espacio anular de 5 1/2” x 2 7/8” y en constante observación de presiones, asegurando el control completo del pozo.

5 Efectuar cementación forzada con 3.5 bls de cemento de 1.90 gr/cc de acuerdo a los parámetros obtenidos en el paso No. 4.

Desplazar el volumen de cemento utilizado con 21 bls de agua limpia.

Cerrar el pozo y esperar tiempo de fraguado.

Desvestir equipos y líneas de cementaciones.

Con unidad de registros eléctricos

6 Instalar Unidad de Registros Eléctricos (URE) sobre medio árbol de producción.

Probar unidad de acuerdo a los estándares de la Cía de servicios encargada de la actividad.

Nota: Documentar evidencia física de la prueba del equipo de presión.

7 Con herramienta CCl de 1 11/16” y calibrador de 2 1/4”, calibrar aparejo de producción hasta 950 m.
Nota: El aparejo de producción es de 2 7/8”, N-80 6.5 lbs/pie.

8 Con cargas atenuadas de 1-11/16” efectuar puncher en la TP de 2 7/8” a 900 m.
Desarmar Unidad de Registros Eléctricos (URE) y dejar espacio libre alrededor del pozo.
Nota: La profundidad final del puncher dependerá de los resultados del paso No. 7, considerando además no efectuar el puncher frente a un cuello de tubería.

Con unidad de cementaciones

9 Armar líneas de bombeo sobre el medio árbol de producción del pozo, probar las mismas de acuerdo con los estándares de la Cía. de servicios encargada de la actividad.
Nota: Documentar evidencia física de las pruebas de líneas de bombeo.

10 Con espacio anular de 5 1/2” x 2 7/8” “abierto” efectuar prueba de circulación bombeando por tubería de 2 7/8” 18 bls de agua limpia.
Asegurarse de medir físicamente el retorno de los espacios anulares.

11 Efectuar cementación por circulación con 20 bls de cemento de 1.90 gr/cc.
Desplazar el volumen de cemento utilizado con 18 bls de agua limpia.
Cerrar el pozo por espacios de 2 7/8” y 5 1/2” x 2 7/8” y esperar tiempo de fraguado.
Desvestir equipos y líneas de cementaciones.
Notas: a. El desplazamiento está calculado para dejar el tope de cemento a 538 m dentro de la TP de 2 7/8”.
b. El tope teórico del cemento tanto por el anular de 5 1/2” x 2 7/8” está calculado a 538 m.
c. El volumen final de cemento a bombear pudiera variar de acuerdo a la prueba de circulación efectuada en el paso No. 10.

Con unidad de registros eléctricos

12 Instalar Unidad de Registros Eléctricos (URE) sobre medio árbol de producción.
Probar unidad de acuerdo a los estándares de la Cía de servicios encargada de la actividad.
Nota: Documentar evidencia física de la prueba del equipo de presión.

13 Con pistolas de 2 1/8", 20 cpm 60 °F efectuar puncher a 450 m.
Desarmar Unidad de Registros Eléctricos (URE) y retirarse del área
Con unidad de cementaciones

14 Armar líneas de bombeo sobre el medio árbol de producción del pozo y probar las mismas de acuerdo con los estándares de la Cía. de servicios encargada de la actividad.
Nota: Documentar evidencia física de las pruebas de líneas de bombeo.

15 Con espacios anulares de 5 1/2" x 2 7/8" y 7 5/8" x 5 1/2" "Abiertos" efectuar prueba de circulación bombeando por tubería de 2 7/8" 20 bls de agua limpia.
Asegurarse de medir físicamente el retorno de los espacios anulares.

16 Efectuar cementación por circulación con 15 bls de cemento de 1.90 gr/cc.
Desplazar el volumen de cemento utilizado con 7.5 bls de agua limpia.
Cerrar el pozo por espacios de 2 7/8", 5 1/2" x 2 7/8" y 7 5/8" x 5 1/2" y esperar tiempo de fraguado.
Desvestir equipos y líneas de cementaciones.
Notas: a. El volumen final de cemento a bombear pudiera variar de acuerdo a la prueba de circulación efectuada en el paso No. 15.
b. El desplazamiento está calculado para dejar el tope de cemento a 350 m dentro de la TP de 2 7/8".

Con unidad de registros eléctricos

17 Vestir Unidad de Registros Eléctricos (URE) sobre medio árbol de producción y probar unidad de acuerdo a los estándares de la Cía de servicios encargada de la actividad.
Nota: Documentar evidencia física de la prueba del equipo de presión.

18 Con pistolas de 2 1/8", 20 cpm 60 °F efectuar puncher a 150 m.
Desarmar Unidad de Registros Eléctricos (URE) y retirarse del área.
Con unidad de cementaciones

19 Armar líneas de bombeo sobre el medio árbol de producción del pozo y probar las mismas de acuerdo con los estándares de la Cía. de servicios encargada de la actividad.
Nota: Documentar evidencia física de las pruebas de líneas de bombeo.

20 Con espacios anulares de 5 1/2" x 2 7/8" y 7 5/8" x 5 1/2" "Abiertos" efectuar prueba de circulación bombeando por tubería de 2 7/8" 20 bls de agua limpia.
Asegurarse de medir físicamente el retorno de los espacios anulares.

21 Efectuar cementación por circulación con 16.5 bls de cemento de 1.90 gr/cc.
Desplazar el volumen de cemento utilizado con 0.5 bls de agua limpia.
Cerrar el pozo por espacios de 2 7/8", 5 1/2" x 2 7/8" y 7 5/8" x 5 1/2" y esperar tiempo de fraguado.
Desvestir equipos y líneas de cementaciones.
Dejar la localización limpia y retirarse del área.
Notas: a. El volumen final de cemento a bombear pudiera variar de acuerdo a la prueba de circulación efectuada en el paso No. 20.

II.2.6.1.2.2 Desmantelamiento

Al concluir las actividades de cierre, se procederá a retirar medio árbol de producción y cabezal del pozo, se rellenará el contrapozo con material de banco y a colocar placa de cemento, se instalará el monumento, placa descriptiva y barandal reducido alrededor del monumento para su protección, se iniciarán acciones para la regeneración del sitio retirando el cercado perimetral, portón de acceso, guardaganado y todo equipo, maquinaria, material ajeno, residuos, material de revestimiento.

II.2.6.1.2.3 Abandono

Se realizará la reforestación de los predios en común de acuerdo con los propietarios del área, utilizando especies vegetales nativas de la región, de acuerdo al programa de reforestación que se presenta en el **Anexo "G"**.

II.2.6.2 Baterías de separación

Independientemente a las actividades descritas se considerarán las disposiciones administrativas vigentes de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente para las etapas de Cierre, Desmantelamiento y/o Abandono de Instalaciones del Sector Hidrocarburos (ASEA), para las obras nuevas y existentes.

Las acciones previstas dentro del abandono de las baterías de separación (múltiples de producción, equipos, tuberías de proceso e infraestructura civil) consideran lo siguiente:

II.2.6.2.1 Cierre

Consiste en el aislamiento, desenergizado, inertización, monitoreo de explosividad, manejo de materiales y manejo integral de residuos, limpieza mediante el drenado o desplazamiento del hidrocarburo o cualquier otro material contenido en las tuberías, tanques, separadores, depósitos de combustible, recipientes a presión mediante llenado de agua para el desplazamiento de hidrocarburo remanente, después se purga para desplazar los líquidos inyectados.

II.2.6.2.2 Desmantelamiento

Se llevarán a cabo las actividades de desmantelamiento de estructuras, circuitos de tubería de proceso, sistemas instrumentados (múltiples de producción, equipos, tubería de proceso e infraestructura civil), se llevaran a cabo actividades de demolición de concreto en diques, mochetas, barda perimetral, casetas operativas y área de acomodo/asentamiento de equipos.

II.2.6.2.3 Abandono

La restauración del predio será en común acuerdo con el propietario, realizando un programa de reforestación utilizando vegetación nativa de la zona.

II.2.6.3 Ductos

Independientemente a las actividades descritas se considerarán las disposiciones administrativas vigentes de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente para las etapas de Cierre, Desmantelamiento y/o Abandono de Instalaciones del Sector Hidrocarburos (ASEA), para las obras nuevas y existentes.

II.2.6.3.1 Cierre

Despresurizado

Se realiza el cierre de válvulas de los pozos, lo cual debe ser realizado de manera controlada, una vez que se haya realizado el movimiento anterior se deberá hacer el despresurizado del ducto hasta que la presión sea cero en la salida del pozo y en la llegada de la batería o interconexión, verificará con manómetro los 0 psi.

Vaciado y limpieza

Consiste en el drenado o desplazamiento del hidrocarburo o cualquier otro material contenido en el ducto mediante llenado de agua o desplazamiento de poly pig (diablo) para el desplazamiento de hidrocarburo remanente, después se inyecta nitrógeno para inertizar el o ducto a abandonar.

Aislamiento de instalaciones

Con objeto de evitar cualquier liberación o intercambio no deseados de energía y/o materia, se corta los extremos de los ductos y se solda una placa metálica o se coloca un tapón de bentonita.

II.2.6.3.2 Desmantelamiento

Al concluir las actividades de cierre se procederá a manipular los espárragos para desembridar las válvulas, bajada del ducto y el retiro de la tubería, la recuperación del líquido remanente del ducto será en contenedores apropiados. De ser necesario se colocará plástico negro o lona plástica en la superficie del terreno durante la recuperación del líquido.

II.2.6.3.3 Abandono

Al concluir las actividades anteriores se realiza la limpieza del derecho de vía retirando las obras complementarias como señalamientos y postes catódicos, para permitir la sucesión natural de la vegetación.

II.2.6.4 Personal requerido

Para la etapa de desmantelamiento y abandono, intervienen 21 empleados. En la Tabla II.2.6.4-1, se desglosa el personal requerido para la ejecución del Proyecto.

Tabla II.2.6.4-1.- Personal requerido.

Cantidad	Puesto	Cantidad	Puesto
1	Gerente de operación	1	Operador de retroexcavadora
1	Ingeniero senior de diseño de pozos	4	Personal de transporte de materiales
1	Ingeniero de intervenciones sin equipo	2	Mecánicos
1	Coordinador de SSMA	2	Eléctricos
2	Inspector técnico de SSMA	1	Personal suministro de agua potable
2	Supervisor de SSMA	1	Personal limpieza de fosas sépticas
1	Operador de montacargas	1	Personal suministro de agua industrial

II.2.7 Residuos

II.2.7.1 Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

En los sitios de trabajo, los residuos sólidos urbanos generados, serán recolectados periódicamente, al realizar la limpieza de áreas o al final de la jornada de trabajo, lo cual dependerá de la cantidad generada en este periodo de tiempo.

Se generarán residuos del tipo orgánico provenientes tales como restos de comida, material diverso tal como papel, cartón, plástico, restos de metal, vidrio y restos de los materiales de embalaje y empaque; serán depositados en recipientes con tapa identificados por tipo de residuos localizados en los principales sitios de generación, para posteriormente ser registrados en bitácora y trasladados al área de resguardo temporal, a un contenedor rotulado, con tapa y sellado con la leyenda “Residuos Sólidos Urbanos” para evitar la generación de malos olores y la atracción de fauna indeseable. El contenedor deberá tener la capacidad suficiente para que los residuos no se desborden y sobrepasen su capacidad. Se realizara su recolección y transporte al sitio de disposición final, a través de un prestador de servicios que cuente con los permisos y autorizaciones para ello.

II.2.7.2 Residuos de Manejo Especial (RME)

Dentro de las actividades de construcción del pozo INFILL-16, se generarán residuos de manejo especial tales como recortes de perforación base agua (estos se mantendrán en contenedores metálicos de 20 m^3), lodos base agua, filtros de aire, sacos de productos químicos, residuos provenientes del uso de la tecnología (baterías, lámparas), los cuales se colocaran en góndolas o presas metálicas para su transporte, tratamiento, reciclaje y, en su caso, disposición final.

En el caso de los recortes de perforación base agua, estos se mantendrán en presas (contenedores metálicos de 20 m^3) dispuestas especialmente para su contención, a su vez serán registrados en bitácora, recolectados

y enviados a disposición final, a través de una empresa especializada que preste ese servicio y que cuente con las autorizaciones correspondientes, tanto para su recolección y destino final, como para su transporte mediante el uso de góndolas.

Cuando se utilice lodo base agua, se debe contar con un plan de contingencia, teniendo en consideración lo siguiente:

- Uso de barreras de contención del derrame.
- Superficie inmediata de la localización de equipo.
- Membrana, ficha técnica, distribución y dimensiones de las geomembranas.
- Disponer equipo de contención para derrames (ejemplo: bombas, material absorbente o kit antiderrames).
- Recolectar y disponer el goteo del piso de trabajo y/o dirigir lo derramado al contrapozo de concreto para su posterior recolección a presa de recorte.

El Regulado, Operadora de Campos DWF, S.A. de C.V. se encuentra registrado como Generador de Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos para el ACM, amparada en el Contrato para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos bajo la modalidad de Licencia en Zonas Terrestres Convencionales y No Convencionales No. CNH-M5-MIQUETLA/2018, la cual se le asignó el No. de Registro 30-ASEA-GRME-1642-2019 (**Anexo "H" Registro GRME**).

Para el caso de las actividades de operación y mantenimiento del ACM el almacenamiento de los RME, deberá de ser adecuado al tipo de residuos (se encuentran descritos en la autorización de la Operadora de Campo DWF), serán depositados en recipientes con tapa identificados por tipo de residuos localizados en los principales sitios de generación, para posteriormente ser registrados en bitácora y trasladados al área de resguardo temporal, a un contenedor rotulado, con tapa y sellado con la leyenda "Residuos de Manejo Especial", evitando la cercanía o contacto con áreas donde se consuman alimentos o donde se genere un riesgo adicional. El contenedor deberá tener la capacidad suficiente para que los residuos no se desborden

y sobrepasen su capacidad. Se realizara su recolección y transporte al sitio de disposición final, a través de un prestador de servicios que cuente con los permisos y autorizaciones para ello.

II.2.7.3 Residuos peligrosos (RP)

Para el manejo interno de los RP, se dispondrá de recipientes rotulados, colocados en los sitios donde se pudieran llegar a generar residuos peligrosos (como aceites usados, grasas, filtros de aceite, textiles impregnados con aceite, restos de pintura, solventes, etc.).

Al concluir la actividad generadora o al final de la jornada laboral, dichos recipientes serán trasladados al área de residuos peligrosos, donde serán registrados en bitácora, para ser trasvasados y/o trasladados al contenedor que les corresponda según su tipo. Dicho contenedor deberá estar etiquetado, deberá permanecer cerrado y en buenas condiciones físicas y de integridad, vigilando que los residuos no rebasen su capacidad y alejado de otros contenedores de residuos incompatibles, todo ello en cumplimiento a los requisitos que establece la LGPGIR y su reglamento.
En el caso de los recortes de perforación base aceite, estos se mantendrán en presas (contenedores metálicos de 20 m^3) dispuestas especialmente para su contención, a su vez serán registrados en bitácora, recolectados y enviados a disposición final, a través de una empresa especializada que preste ese servicio y que cuente con las autorizaciones correspondientes, tanto para su recolección y destino final, como para su transporte mediante el uso de góndolas.

Aquellos residuos que se generen y que no se tenga la certeza de su peligrosidad, serán evaluados de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005, para determinar su peligrosidad.

En la Tabla II.2.7.3-1, se indica la cantidad por tipo de residuo que se prevé se generarán.

Tabla II.2.7.3-1.- Residuos Peligrosos aproximados a generar por mes.

Etapa	Residuos peligrosos		Residuos sólidos urbanos
	solidos	líquidos	
	Cantidad/Volumen		
Construcción (infraestructura nueva)	560 kg	410 l	690 kg
Operación y mantenimiento (ACM)	320 kg	50 l	425 kg

Este estimado mensual variará en función de las actividades y la frecuencia con que se programen y se requieran, lo cual puede incrementar o causar un decremento sobre este estimado.

El Regulado, Operadora de Campos DWF, S.A. de C.V. se encuentra registrado como Generador de Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos para el Área Contractual Miquetla, amparada en el Contrato para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos bajo la modalidad de Licencia en Zonas Terrestres Convencionales y No Convencionales No. CNH-M5-MIQUETLA/2018, la cual se le asignó el No. de Registro 30-ASEA-GRP-9456-2019 (**Anexo "H" Registro GRP**).

Cabe aclararse que los residuos se manejarán conforme a lo dispuesto en la normatividad ambiental aplicable, documentando su trazabilidad hasta el tratamiento, reutilización o disposición final.

II.2.7.4 Aguas residuales

Dentro de las actividades de construcción del pozo INFILL-16, se estima la generación de aguas residuales de los sanitarios portátiles en la etapa de construcción se considera colocar 1 por cada 20 trabajadores y por género, el consumo es de 25 litros al día de cada sanitario, considerando 3 sanitarios y un promedio de 60 trabajadores por día para cada turno.

Respecto de la construcción del gasoducto se considera colocar 1 sanitario por 20 trabajadores en un solo turno, considerando el gasto promedio de 25 litros por día.

En la operación del proyecto, las aguas residuales que sean generadas serán conducidas a una planta de tratamiento de aguas residuales con la finalidad de dar cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1996.

Tabla II.2.7.4-1.- Generación de aguas durante el desarrollo del proyecto.

Etapa	Nombre del residuo	Estado	Vol. aprox.	Almacenamiento temporal	Transporte	Destino
Construcción (infraestructura nueva)	Aguas residuales	Líquidos	7,500.00 L/mes	Tanque de almacenamiento del sanitario portátil y/o fosa séptica	Auto tanque	Planta de tratamiento de aguas residuales autorizada
Operación y mantenimiento (ACM)			17,000.00 L/mes	Fosas sépticas		

II.2.8 Generación de gases efecto invernadero

El origen de las emisiones a la atmósfera por las operaciones de DWF en el ACM está relacionado con la eficiencia en el uso de la energía, el tipo y cantidad de combustibles, las tecnologías de los procesos, y las prácticas de operación y mantenimiento, entre otros, como:

- Generación, uso y aprovechamiento de energía en equipos de combustión en instalaciones de proceso.
- Operación de quemadores.
- Venteo de emisiones asociadas a los procesos.
- Emisiones fugitivas en equipos, accesorios (bridas, sellos, válvulas, etc.) y en tanques de almacenamiento.

Estas operaciones llegan a generar emisiones contaminantes a la atmósfera, tales como: material particulado, gases y otros compuestos.

El ACM se encuentra en el proceso de la elaboración de la Licencia Ambiental Única (LAU), que ampare el funcionamiento y la operación de sus fuentes fijas en el establecimiento, y en la que serán reportados los equipos que generan contaminantes, los puntos donde se generan olores, gases y/o partículas sólidas o líquidas y así como los contaminantes por cada punto de emisión, como lo son los criterio, bióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO) y partículas, y los óxidos de nitrógeno (NO_X) como gases de efecto invernadero, adicionalmente, de acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones, se reportarán las emisiones de bióxido de carbono (CO_2) –gas de efecto invernadero-, metano (CH_4) -contaminante climático de vida corta- y los compuestos orgánicos volátiles (COV) -precursores del ozono-. Posteriormente, de manera anual presentará la información sobre sus emisiones y transferencia de contaminantes al aire, proporcionándola a través de la Cédula de Operación Anual (COA).

A continuación se presenta el estimado de las emisiones a la atmósfera, de los equipos y maquinaria.

II.2.8.1 Estimación de emisiones provenientes de fuentes móviles

Durante las actividades en las etapas del proyecto es requerido del uso de transportes vehiculares y maquinaria de construcción para el traslado de personal, suministro de equipo, abastecimiento de materiales y el desarrollo de la secuencia de operaciones. La base del funcionamiento de las unidades son los combustibles fósiles, por lo que generan emisiones a la atmósfera, entre otros, como bióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_X) y la suspensión de partículas con un diámetro igual o menor a 10 (PM10) y 2.5 micras (PM2.5).

Por lo que, se desarrollaron cálculos para la estimación de emisiones directas provenientes de automotores y vehículos autopropulsados de acuerdo a las actividades del proyecto por etapa y conforme a lo establecido en los artículos 3 y 4 del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones. Se aplicaron las directrices de los factores de emisión establecidos por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en Ingles) utilizando como

insumos la cantidad de vehículos y maquinaria de construcción para el desarrollo de las actividades y el tipo y volumen de consumo aproximado de combustible a utilizar (diésel y gasolina).

II.2.8.1.1 Preparación del sitio y Construcción

A continuación, se presentan las emisiones que se prevé se generen por las actividades de las obras de infraestructura nueva, expresado en una duración semanal.

Tabla II.2.8.1-1- Estimación de emisiones provenientes de fuentes móviles.

Obra	Estimado Semanal					
	Preparación de Sitio			Construcción		
	Emisiones		Total tCO_2e	Emisiones		Total tCO_2e
Perforación del pozo INFILL-16	CO_2	1.53	1.67	CO_2	9.80	10.52*
	CH_4	0.01		CH_4	0.06	
	N_2O	0.13		N_2O	0.65	
Construcción del gasoducto	CO_2	1.53	1.67	CO_2	2.55	2.79
	CH_4	0.01		CH_4	0.01	
	N_2O	0.13		N_2O	0.24	

*: Incluye las actividades de perforación del pozo.
Nota: Las memorias de cálculo se presentan en el **Anexo "I"**.

El camino de acceso del pozo INFILL-16 no será construido ya que será utilizado el existente que corresponde a la plataforma de los pozos Miquetla 23A y Miquetla 805.

II.2.8.1.2 Operación y mantenimiento

A continuación, se presentan las emisiones que se prevé se generen durante la etapa de operación y mantenimiento del ACM, en la que se considera la infraestructura nueva como la existente.

El cálculo de emisiones se realizó con el método de IPCC, anteriormente descrito, usando la información de la cantidad de camionetas ligeras y tipo de combustible, derivado de las actividades operativas en vehículos propiedad de DWF.

Tabla II.2.8.1-2.- Estimación de emisiones directas provenientes de fuentes móviles en tCO_2e que se estimó fueron generadas en la etapa de operación y mantenimiento de la infraestructura existente.

Vehículo		Combustible		Emisiones a la atmósfera			
Tipo	Cantidad	Tipo	Consumo anual (Barriles)	CO_2	CH_4	N_2O	tCO_2e
Camioneta de pasajeros (vehículo de cuatro llantas y dos ejes cuya función primaria es el transporte de carga, pero son usados primariamente para transporte de pasajeros).	17	Gasolina	322.42	119.87	1.21	3.67	124.75
	5	Diésel	74.51	33.33	0.05	0.46	33.84
	Total						158.59

Nota: Las memorias de cálculo se presentan en el **Anexo "I"**.
Datos de referencia obtenidos del periodo de operación del año 2019.

Cabe hacer la aclaración que las emisiones anuales que se estima sean arrojadas a la atmósfera durante el periodo operativo y de mantenimiento, dependerá de la cantidad de obras que se encuentren activas y del número de vehículos que sean utilizados.

II.2.8.1.3 Abandono

A continuación, se presentan las emisiones que se prevé se generen durante la etapa de abandono de la obra de infraestructura nueva y existente. El cálculo de emisiones se realizó utilizando el método de IPCC.

Tabla II.2.8.1-1- Estimación de emisiones provenientes de fuentes móviles.

Obra	Estimado Semanal		
	Abandono definitivo		
	Emisiones		Total tCO_2e
Pozo	CO_2	6.14	6.73
	CH_4	0.02	
	N_2O	0.57	
Ducto	CO_2	4.42	4.83
	CH_4	0.01	
	N_2O	0.40	

Nota: Las memorias de cálculo se presentan en el **Anexo "I"**.

II.2.8.2 Estimación de emisiones de equipos de combustión

II.2.8.2.1 Construcción

II.2.7.8.1.1 Pruebas de producción del pozo INFILL-16 (infraestructura nueva)

El periodo de evaluación (pruebas de producción) es el conjunto de actividades realizadas posterior a la terminación del pozo a fin de evaluar una zona de interés considerando el flujo de hidrocarburos en superficie y determinar la capacidad productiva, presión inicial de la formación, permeabilidad o extensión de un yacimiento.

Durante la prueba del pozo INFILL-16, se contará con un quemador cuya función principal será la seguridad de la operación y del equipo de separación, si el pozo fluye se inducirá a que el fluido del pozo pase a través de diferentes estranguladores u orificios hasta lograr la estabilidad del caudal y la presión; por lo cual, se realizará la quema para eliminar posibles gases de escape de una forma segura a través de la combustión en una llama abierta. El tiempo que se prevé realizar la prueba de producción está programado en 3 curvas de gasto variable de 24 horas cada una.

El quemador que se contempla utilizar es un equipo fabricado sobre tráiler remolcable con sistema mecánico con carrucha manual de izaje del cañón y capacidad de quema de gas de 1 a 15 millones de pies cúbicos diarios (mmpcd), con piloto usando gas L.P., entrada de 3" de diámetro del cañón, sistema de ignición electrónica, sistema automático de arranque a mínimo 10 metros, panel solar y batería recargable. Cuenta con un sistema de trampa de líquidos con una capacidad de 0.5 barriles (bbls) en la base del quemador, como seguridad para evitar arrastre de líquidos hacia el cañón con descargas automáticas a cachador de líquidos adicional con capacidad de 100 litros, con 10 metros de altura para servicio de H_2S y CO_2 al 5%, para una presión de trabajo de acuerdo con la especificación ANSI-600.

Derivado de la prueba se generarán emisiones a la atmósfera, sobretodo de dióxido de carbono (CO_2), en función de la combustión de los gases a través del quemador. Adicionalmente, también serán generados

monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_X), entre otros. En la siguiente Tabla se indica el volumen total de gas natural que se estima quemar:

Tabla II.2.8.2.1-1.- Periodo de actividad y volumen de quema de gas natural en el pozo a perforar.

No.	Pozo	Prueba de producción	Volumen de quema estimado
		Días	mmpc*
1	INFILL-16	3	0.80

*: millones de pies cúbicos.

Los cálculos para cuantificar las emisiones a la atmósfera que se prevén se generen por la prueba de producción del pozo, se efectuaron aplicando la metodología del AP-42-2000: Compilación de Factores de Emisión de Contaminantes al Aire, de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) empleando el volumen de quema señalado en la Tabla II.2.8.2.1-1, y el poder calorífico del gas natural. La cuantificación de emisiones a la atmósfera en toneladas por año resultantes en el periodo de actividad se presenta a continuación:

Tabla II.2.8.2.1-2.- Toneladas al año de los contaminantes emitidos por la quema de gas natural en el pozo.

No.	Equipo de combustión	Bióxido de azufre (SO_2)	Óxidos de nitrógeno (NO_X)	Monóxido de carbono (CO)	Bióxido de carbono (CO_2)	Compuestos Orgánicos Totales (COT)	Partículas Suspendidas Totales menores a 10 micrómetros (PM10)	Metano (CH_4)
		Toneladas / Año						
1	Quemador pozo INFILL-16	0.71369	0.02428	0.13212	45.07587	0.04999	0.00285	0.02750

Nota: Las memorias de cálculo se presentan en el **Anexo "I"**.

II.2.8.2.2 Operación y mantenimiento

II.2.8.2.2.1 Unidades de bombeo en pozos

En promedio, diariamente el consumo de gas asociado de los 80 equipos UBM/UBH ubicados en pozos productores es de 0.648 mmpcg (millones de pies cúbicos de gas). Al ser el combustible fósil la base de su funcionamiento, se generarán emisiones a la atmósfera, por lo que se realizó una estimación de los contaminantes que son producidos anualmente.

Este cálculo se efectuó con las características de los motores, compatibles con los Factores de Emisión de Contaminantes al Aire de acuerdo con la metodología del AP-42-2000 de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y utilizando como insumos el volumen de combustible consumido y el poder calorífico del gas. En la Tabla siguiente se muestran las emisiones al aire resultado de la operación de los motores de las UBM/UBH.

Tabla II.2.8.2.2-1.- Toneladas anuales de los contaminantes emitidos por la operación de UBM/UBH en pozos.

No.	Equipo de combustión	Bióxido de azufre (SO_2)	Óxidos de nitrógeno (NO_X)	Monóxido de carbono (CO)	Bióxido de carbono (CO_2)	Compuestos Orgánicos Totales (COT)	Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	Partículas Suspendidas Totales menores a 10 micrómetros (PM10)	Metano (CH_4)
		Toneladas / Año							
80	Unidades de bombeo	0.0621	126.6895	39.0626	11,613.21	155.1946	1.2458	0.0081	131.9682

Nota: Las memorias de cálculo se presentan en el **Anexo "I"**.

Como parte de las actividades operativas, estos pozos que tienen sistemas artificiales de producción cuentan de acciones de mantenimiento a bombas y a los motores de combustión interna, que influyen, de manera determinante, en los resultados de los contaminantes emitidos, como el CO y los NO_X. La importancia de su realización, que incluye la evaluación técnica de los especialistas, contribuye al rendimiento adecuado del

motor, en el ahorro de consumo de combustible y en el cuidado del medio ambiente, ya que las revisiones adecuadas ayudan en la reducción de las emisiones a la atmósfera.

Cabe hacer la aclaración que las emisiones se estima sean arrojadas a la atmósfera durante el periodo operativo y de mantenimiento, dependerá de la cantidad de pozos que requieran de las unidades de bombeo.

III Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables

En este capítulo se realiza la vinculación y la congruencia de las características del proyecto con los instrumentos jurídicos de planeación, ordenación y regulación ambiental de que se disponen, a fin de sujetarse a las reglamentaciones legales que apliquen.

III.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Partiendo del entendimiento jerárquico de las disposiciones jurídicas aplicables e inicialmente de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que establece en su artículo 4 *el derecho de todo mexicano a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar,* que en relación con el proyecto señala lo siguiente:

El artículo 25 establece *que corresponde al estado la rectoría del desarrollo nacional y así mismo se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores sociales y privado de la economía, bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.*

Y el artículo 27 señala *que le corresponde a la Nación el dominio directo de los recursos naturales incluyendo el petróleo e hidrocarburos sólidos, líquidos o gaseosos que se encuentren en el subsuelo, ante los cuales la propiedad de la Nación es inalienable e imprescriptible* y no se otorgarán concesiones. Con el propósito de obtener ingresos para el Estado que contribuyan al desarrollo de largo plazo de la Nación, ésta llevará a cabo las actividades de exploración y extracción del petróleo y demás hidrocarburos mediante asignaciones a empresas productivas del Estado o a través de contratos con éstas o con particulares, en los términos de la Ley Reglamentaria. Para cumplir con el objeto de dichas asignaciones o contratos las empresas productivas del Estado podrán contratar con particulares. En cualquier caso, los hidrocarburos en el subsuelo son propiedad de la Nación y así deberá afirmarse en las asignaciones o contratos.

Los textos antes aludidos, suponen principios de distribución equitativa de la riqueza de los recursos naturales de la nación, así como de la conservación de los mismos mediante el establecimiento de las medidas necesarias para, entre otras cosas, evitar la destrucción y uso irracional de los recursos con el fin de que la explotación de los mismos redunde en beneficio del interés colectivo.

La producción de hidrocarburos durante décadas ha sido un importante factor para la Nación, impulsar el aprovechamiento de hidrocarburos abre una ventana de posibilidades económicas que requiere el desarrollo del país.

Que el artículo 73 constitucional en su fracción XXIX-G *establece las bases para la creación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente,* misma que fue publicada en 1988 junto con su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental.

El artículo 28 de esta Ley determina para las fracciones II y VII definiendo a *la evaluación del impacto ambiental como el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.*

Por consiguiente, el proyecto cumple con lo establecido en su artículo 30, *que contiene la descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente asimismo incluye el estudio de riesgo correspondiente.*

III.2 Convenios o tratados internacionales

La jerarquía de estos instrumentos legales se encuentra fundamentada en el artículo 133 constitucional donde se señala *que la Constitución, las Leyes Federales, y los Tratados Internacionales celebrados con aprobación del Senado, serán la "Ley suprema de toda la Unión".*

En la Tabla siguiente se asocian a aquellos convenios y tratados internacionales de los cuáles se disponen en el marco del proyecto.

Tabla III-1.- Relación del proyecto con tratados y convenios internacionales.

Convenio o tratado		Vinculación
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)	Es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos, que tiene como misión asegurar que el comercio internacional de especies de fauna y flora silvestres no amenace su supervivencia, sino que se realice de manera sustentable promoviendo la conservación de las poblaciones. La CITES regula la exportación, reexportación e importación de especies, así como la introducción procedente del mar de especímenes de animales y plantas enlistadas en alguno de sus tres Apéndices.	En cualquiera de las etapas y actividades de las obras se prohíbe la colecta, extracción, consumo, comercialización y daño físico de la vegetación y fauna silvestre. Se elaborará e implementará un programa de pláticas y difusiones orientadas a la concientización en materia de seguridad y medio ambiente al personal de DWF que intervengan en cada una de las etapas del proyecto y se solicitará a las contratistas el cumplimiento del mismo. En la etapa de construcción previa a la perforación se deberá instalar una barrera delimitadora provisional en el contrapozo para evitar que la fauna quede atrapada. En la etapa de operación establecer una medida permanente, que cumpla la misma función tanto para contrapozo y plataforma. Cuando se realice la actividad de excavación de zanjas se deberá establecer una barrera delimitadora temporal que garantice que la fauna no quede atrapada. En las diferentes etapas del desarrollo de la obra y en todas las actividades proyectadas, en caso de detectar fauna atrapada en las diferentes estructuras de las obras (Contrapozo, canaletas, guardaganado, alcantarillas, registros del sistema eléctrico, etc.) y equipos utilizados, se aplicará un programa de Dispersión, Protección y Reubicación de la Fauna Silvestre. Se colocarán señalamientos de presencia de fauna en sitios estratégicos sobre los caminos de acceso y dentro de las áreas de trabajo para concientizar y divulgar el cuidado de la fauna silvestre y minimizar la posibilidad de atropellamiento. Queda estrictamente prohibido utilizar productos químicos y la aplicación de quemas para la eliminación de la cobertura vegetal durante la operación y mantenimiento de las obras. Con el objetivo de evitar la contaminación de suelos y acuíferos, prevenir incendios y muerte de la fauna silvestre en el área del proyecto.

Continuación Tabla III-1

Convenio o tratado		Vinculación
Convenio sobre Diversidad Biológica	Es el instrumento global más importante para promover la conservación y el uso sustentable del capital natural. Fue firmado en 1992 pero entró en vigor el 29 de diciembre de 1993, fecha en la que México se adhirió de manera formal. Cuenta con 196 países miembros. Jurídicamente es vinculante con los siguientes objetivos principales: - La conservación de la diversidad biológica. - La utilización sostenible de los componentes de la diversidad biológica. - La participación justa y equitativa de los beneficios que se derivan de la utilización de los recursos genéticos. El artículo 7 en su inciso a) determina que cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, identificará los componentes de la diversidad biológica que sean importantes para su conservación y utilización sostenible, el cual se refiere a la identificación y seguimiento de ecosistemas y hábitats.	El Promovente deberá apegarse en todo momento a las leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas, federales, estatales y municipales, y disposiciones administrativas de carácter general en materia ambiental aplicables al proyecto, preservando el suelo, el agua, la flora, la fauna y el aire. A raíz de la firma de este convenio, México estableció normatividad para la regulación de estos factores, siendo la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Convención relativa a los humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas	Es un tratado intergubernamental aprobado el 2 de febrero de 1971 en la localidad iraní de Ramsar, situada a orillas del Mar Caspio. Ha pasado a conocerse comúnmente como "la Convención de Ramsar" y es el primero de los tratados modernos de carácter intergubernamental sobre conservación y uso sostenible de los recursos naturales, pero en comparación con los más recientes, sus disposiciones son relativamente sencillas y generales. El tratado, refleja el énfasis puesto inicialmente en la conservación y el uso racional de los humedales sobre todo como hábitat de tales aves.	El área de influencia no tiene incidencia con humedales (Sitios Ramsar), por lo que no se considera una posible afectación a los mismos.

Continuación Tabla III-1

Convenio o tratado		Vinculación
Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural	Es un acuerdo internacional vinculante que fue adoptado en 1972 por la Conferencia General de la Organización para la Educación, la Ciencia, y la Cultura de la Organización de las Naciones Unidas (UNESCO por sus siglas en inglés). México firmó la convención en 1984. En su artículo 4 señala *que cada uno de los Estados Partes en la presente Convención reconoce que la obligación de identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural situado en su territorio, le incumbe primordialmente. Procurará actuar con ese objeto por su propio esfuerzo y hasta el máximo de los recursos de que disponga, y llegado el caso, mediante la asistencia y la cooperación internacionales de que se pueda beneficiar, sobre todo en los aspectos financiero, artístico, científico y técnico.* Además de esto, el artículo 5 menciona *que con el objeto de garantizar una protección y conservación eficaz cada uno de los Estados Partes, procurará adoptar políticas que vayan encaminadas a la protección de los patrimonios.*	El área de influencia no se ubica en zonas o sitios considerados patrimonio mundial.
Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes	De acuerdo con el decreto de fecha 25 de septiembre de 1990, sustentado en la fracción primera del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, será de plena observancia el Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, de la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo, convocada en Ginebra por el Consejo de Administración de la Oficina Internacional del Trabajo y congregada en dicha ciudad el 7 de junio de 1989.	En el área de influencia existen comunidades de población indígena, para un mayor contexto, en el apartado de medio socioeconómico se describe la interacción.

Continuación Tabla III-1

Convenio o tratado		Vinculación
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	Reconociendo que el cambio climático y sus efectos adversos son una preocupación común de toda la humanidad, se requiere la cooperación más amplia posible de todos los países y su participación en una respuesta internacional efectiva y apropiada, por esta razón se firmó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Fue firmada por el Gobierno de México en 1992 y ratificada ante la Organización de las Naciones Unidas en 1993. El artículo 2 señala que el objetivo fundamental es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera 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 sostenible. Y el artículo 3 se establece que, para lograrlo, las Partes se guiarán, entre otros, por los siguientes puntos: - … proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. - … tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos.	El Promovente deberá apegarse en todo momento a las leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas, federales, estatales y municipales, y disposiciones administrativas de carácter general en materia ambiental aplicables al proyecto, preservando el suelo, el agua, la flora, la fauna y el aire. Se elaborará e implementará un programa de pláticas y difusiones orientadas a la concientización en materia de seguridad y medio ambiente al personal de DWF que intervengan en cada una de las etapas del proyecto y se solicitará a las contratistas el cumplimiento del mismo. Para el proyecto se requerirá de transportes vehiculares y maquinaria de construcción, a tal manera, que cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de emisión de gases contaminantes producidos por vehículos automotores deberán apegarse al programa de verificación vehicular estatal que regulen los Estados y asimismo a un programa de mantenimiento que garantice las óptimas condiciones de las unidades con el fin de disminuir las emisiones de gases a la atmosfera y la suspensión de partículas. El uso de agua requerida para las operaciones el desarrollo del proyecto deberá ser estrictamente de aquellos que cuenten con autorización vigente (Título de concesión) para explotar, usar o aprovechar cauces, vasos, zona federal o bienes nacionales a cargo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para uso industrial y/o lo que determine. En todas las etapas y actividades de las obras, se instalarán sanitarios portátiles o fosas sépticas en cantidad suficiente de acuerdo con la cantidad de trabajadores. Se deberá realizar el manejo adecuado de las aguas residuales sanitarias generadas en las áreas de trabajo y deberán ser depositadas en sanitarios o fosas sépticas portátiles de acuerdo con la legislación (contar con evidencia de las autorizaciones vigentes para la recolección, transporte y disposición final). Realizar el manejo adecuado de aguas residuales producto de las pruebas hidrostáticas, realizando el análisis de calidad del agua de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-1996. Cuando los resultados se encuentren dentro de
Acuerdo de París	El 12 de diciembre de 2015 se aprobó el Acuerdo de París dentro de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21), que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del Calentamiento Global, su aplicabilidad sería para el año 2020, cuando finaliza la vigencia del Protocolo de Kioto. México ratificó ante el Senado de la República dicho Acuerdo el 14 de septiembre de 2016. El artículo 2 párrafo uno cita que el presente Acuerdo […] tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello: a) mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático; b) aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático	

Convenio o tratado		Vinculación
	y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos; y c) situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.	LMP se utilizarán en actividades operativas, de riego de caminos, inyectar a la corriente productiva o realizar la disposición final de acuerdo a la normatividad. En caso de fugas o derrames de hidrocarburos con volumen superior a un metro cúbico se realizaran las acciones de urgente aplicación, se notificara a la autoridad competente y se dará cumplimiento a la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los residuos, su reglamento y la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012; se realizara la remediación en caso de rebasar los límites máximos permisibles. En caso de derrame, infiltración, descarga o vertido con volumen inferior a un metro cúbico, se deberá aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y se anotará en bitácora apegados al programa de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales. Durante las actividades de perforación, terminación de pozos y evaluación de la producción, como medida de seguridad operativa en caso de alguna contingencia se utilizarán quemadores con los que se procurará que la combustión por desfogues y gases residuales se haga de manera limpia y eficiente.
Objetivos de Desarrollo Sostenible (PNUD)	El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de Objetivos Mundiales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la paz y la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada uno de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años, éstos se pusieron en marcha en enero de 2016 a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). De entre ellos: Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Objetivo 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.	

III.3 Análisis de los planes de desarrollo

III.3.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) constituye el instrumento base de la planeación del Ejecutivo Federal con horizonte de seis años y presenta los principios de este Gobierno.

La Constitución ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas y "organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación". Para este propósito, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer "los procedimientos de participación y consulta popular en el Sistema Nacional de Planeación Democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo". El Plan Nacional de Desarrollo es, en esta perspectiva, un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal.

El Estado Mexicano toma la responsabilidad de construir una propuesta y de convertirla en un modelo viable de desarrollo económico, ordenamiento político y convivencia entre los sectores sociales para lograr la modernidad con un desarrollo incluyente y sin autoritarismo hacia el rumbo nacional. Tales son los lineamientos en los que se enmarca el Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024[1] y estos son los principios rectores de su propuesta:

Honradez y honestidad

No al gobierno rico con pueblo pobre

Al margen de la ley, nada; por encima de la ley, nadie

Economía para el bienestar

El mercado no sustituye al Estado

[1] DOF. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Por el bien de todos, primero los pobres

No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera

No puede haber paz sin justicia

El respeto al derecho ajeno es la paz

No más migración por hambre o por violencia

Democracia significa el poder del pueblo

Ética, libertad, confianza

El PND 2019 - 2024 establece cuatro apartados, siendo los siguientes:

I. Política y Gobierno
II. Política Social
III. Economía
IV. Epílogo: Visión de 2024

En cada uno de estos apartados se presenta información relevante de la situación del país en el aspecto correspondiente, así como los objetivos, las prioridades y programas nacionales que habrán de regir la presente Administración.

Erradicar la corrupción en los sectores públicos y eliminar su fuero, castigar delitos, tal como el robo de combustible y la evasión fiscal son los principales objetivos de Política y Gobierno. Así mismo el respeto a los derechos humanos es esencial en este apartado, por lo que, se garantizan el empleo, la eduación, la salud y el bienestar de todos en el país.

En el apartado de Política Social el gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume valores éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que

conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.

Se reconoce la correlación entre los derechos y la biodiversidad, manifestando la necesidad de articular las acciones de protección al ambiente que permitan un desarrollo en términos sostenibles, aceptando la biodiversidad como un valioso patrimonio que debe manejarse responsablemente en beneficio de la población. Por lo anterior, se prevé evitar y/o reducir el deterioro ambiental aplicando medidas preventivas y de mitigación de impactos que pudieran realizarse.

En el tercer apartado, se señala que se mantendrán las finanzas sanas del país, no se gastará más dinero del que se ingrese a la hacienda pública. Así mismo de igual importancia se denota el rescate del sector energético en el que la presente administración pretende que PEMEX y la CFE retornen a operar como las palancas del desarrollo nacional, por lo que ambas empresas recibirán recursos extraordinarios para la modernización de sus respectivas infraestructuras

Como una de las tareas centrales es impulsar la reactivación económica, fortalecer el mercado interno y la creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados en el país para lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables.

De este documento se extrae que el crecimiento económico de México […] ha crecido en forma dispareja por regiones y por sectores sociales: mientras que las entidades del Norte exhiben tasas de crecimiento moderadas pero aceptables [...]. Por lo que el sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, regionales y obras de infraestructura, y el gobierno federal impulsará las modalidades de comercio justo y economía social y solidaria.

Finalmente, entre otros, parte de los resultados que ofrece este Plan sexenal será alcanzar autosuficiencia alimentaria, garantizar la preservación integral de la flora y la fauna, haber logrado reforestar una buena parte del territorio nacional, habrá cesado la emigración de mexicanos al exterior por causas de necesidad laboral, inseguridad y falta de perspectivas, la población crecerá de manera mejor distribuida en el territorio nacional y millones de mexicanas y mexicanos encontrarán bienestar, trabajo y horizontes de realización personal en sus sitios de origen, desarrollando su vida al lado de sus familias, arraigados en sus entornos culturales y ambientales.

El proyecto contempla las expectativas planteadas en este Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024 para beneficiar de manera sustentable al país y contempla efectos de inversión que impulsen la reactivación económica en la zona y empleos que detonen el crecimiento mediante la creación de fuentes de empleo.

III.3.2 Plan Veracruzano de Desarrollo 2019 - 2024

El objetivo principal del Plan Veracruzano de Desarrollo 2019 - 2024 (PVD) es el bienestar de lo público, lo privado y lo social; aspectos que serán atendidos a través de los programas específicos de las distintas secretarías, pertenecientes a la Administración Pública del gobierno. Al presente se encuentran integrados los Objetivos de Desarrollo Sostenible del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), conocidos como Agenda 2030 (A2030) en la cual se plantean 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de atención integral a los niveles económico, social y ambiental. Veracruz atiende 9 ODS de la A2030 que se aterrizaron en los programas sectoriales, prioritarios y especiales que se desprenden del PVD. Éstos son: a) 1 Fin de la pobreza, b) 2 Hambre cero, c) 3 Salud y bienestar, d) 4 Educación de calidad, e) 5 Igualdad de género, f) 8 Trabajo decente y crecimiento económico, g) 9 Industria, innovación e infraestructura, h) 11 Ciudades y comunidades sostenibles e i) 17 Alianzas para lograr los objetivos.

El PVD contiene las estrategias y acciones específicas del gobierno, las cuales están a razón de garantizar el respeto a los derechos humanos, la justicia social, la austeridad republicana, la transparencia y rendición de cuentas, la erradicación de la corrupción, trabajar con miras al desarrollo sostenible, la seguridad y el bienestar. Se sustenta sobre los siguientes ejes generales definidos:

- Derechos Humanos
- Desarrollo Económico
- Bienestar Social

De los anteriores se derivan los Bloques temáticos, los cuales consisten en organizar y priorizar las acciones de gobierno con base en las necesidades regionales y que garanticen su correspondiente programación y asignación presupuestal:

I. Política y Gobierno
II. Política Económica
III. Educación
IV. Bienestar social

Los ejes trasversales que se propusieron en este PVD son Cultura de Paz y Derechos Humanos, y el segundo la Honestidad y Austeridad. A través de ellos se ha establecido la visión integral a partir de la cual se promueva la ejecución de los programas con una proyección social y con un sentido humanista que oriente el proceder en la planeación, coordinación, implementación, seguimiento y evaluación de las políticas públicas (Figura III-1).

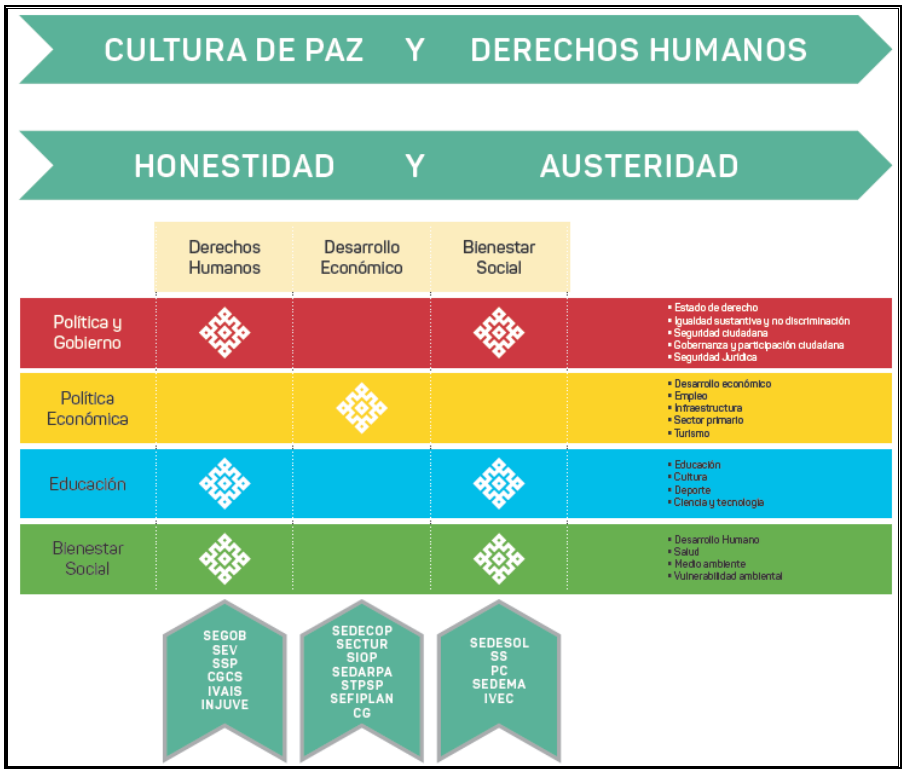


Figura III-1.- Integración del PVD 2019 - 2024.

En el eje de Política Económica, en 2017 Veracruz se destacó aportando 4.6% al Producto Interno Bruto (PIB) y se posicionó como la quinta economía a nivel nacional con un PIB per cápita de 115 mil 167 pesos, en algunos casos por encima de los promedios nacionales.

Desde 2014 los precios del petróleo y de su producción presentan una desaceleración, quedando en 1.3% para Veracruz. Aún, del personal en las Unidades Económicas (UE) dedicadas a las actividades de Extracción de petróleo y gas, y Derivados del petróleo y el carbón, se ocupan a 251 o más, generando 64% del ingreso.

Se advierte de una ausencia en la conformación de programas y acciones que atiendan las necesidades de desarrollo que requieren los sectores primario, secundario y terciario y que resultan indispensables para su

fortalecimiento: desde la implementación de nuevas tecnologías y habilidades (actividades del campo y del sector industrial vinculadas a la industria del gas y del petróleo).

Hacia finales del 2017 se proyectó la creación de un puerto de servicios dedicado a la industria de gas y petróleo ubicado en el municipio de Alvarado. Si bien ya se cuenta con los estudios ambientales y de factibilidad de dicho proyecto, se debe confirmar el interés que manifestaron las empresas estatales, nacionales e internacionales para formar parte de dicho proyecto, el cual se considera dentro del Plan de Desarrollo del Istmo de Tehuantepec (Proyecto Transístmico) y de la Zona Económica Especial, en la cual se incluye al puerto de Coatzacoalcos, el primero contemplado en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024 y la segunda con declaratoria emitida por el Ejecutivo Federal.

Respecto de este eje, en la Tabla de a continuación se señalan los objetivos con las líneas de acción que se vinculan con el proyecto:

Tabla III-2.- Relación que guardan las líneas de acción del eje Económico del PVD 2019 -2024 con el proyecto.

Política Económica			Vinculación
Objetivo	3	Definir los Programas y Políticas Públicas Estatales dirigidos a la mejora del crecimiento económico sostenible e inclusivo a través de la innovación, el emprendimiento, la participación de la sociedad en su conjunto y de las administraciones estatal y municipal, garantizando la transparencia de las Finanzas Públicas.	
Estrategia	3.1	Promover las inversiones en la entidad a nivel nacional e internacional, propiciando su desarrollo sostenible, la generación de empleos formales, así como el apoyo al sector microempresario y emprendedor mediante la gestión de recursos públicos y privados, con perspectiva de género que reduzca las brechas de desigualdad.	
Línea de acción	3.1.1	Promover la competitividad estatal a partir de una política de desarrollo regional y sostenible, con la participación de los diferentes actores económicos y sociales.	La extracción de hidrocarburos en México es la actividad más importante, además de su derrama económica, satisface la demanda de energéticos y de petroquímicos básicos, contribuye al desarrollo industrial y es generadora de empleos en la zona que es llevada a cabo.
Objetivo	4	Impulsar fuentes de empleo, garantizar trabajo digno y fortalecer la justicia laboral.	
Estrategia	4.1	Facilitar el acceso de la población a oportunidades de empleos en empresas reguladas bajo las normas jurídicas de trabajo establecidas, garantizando el respeto a los Derechos Humanos, con enfoque de igualdad sustantiva y no discriminación.	
Línea de acción	4.1.3	Procurar las condiciones laborales de los trabajadores y centros de trabajo con apego a Ley, […].	Se deberá a bien llevar el bienestar social y de seguridad de los empleados que laborarán en el proyecto con estricto apego a la Ley.
Línea de acción	4.1.5	Promover la capacitación laboral diferenciada conforme a las necesidades detectadas en cada región, con base en la vocación productiva […].	El proyecto integrará a sus fuerzas laborales a todo aquél que esté capacitado para ser parte de la empresa, de ser necesario se proporcionará la capacitación a los trabajadores que así lo requieran.

Del eje Bienestar Social se reconocen las problemáticas específicas en materia de desarrollo social, salud, medio ambiente y seguridad que aquejan a la entidad, por lo que es necesario articular un conjunto de políticas públicas de impacto directo en sus soluciones.

El cambio en el uso de suelo, la explotación forestal, la extracción de especies, la deforestación, los incendios forestales, la urbanización, la contaminación, la introducción de especies invasoras, la densidad poblacional y el cambio climático han impactado negativamente la biodiversidad de Veracruz.

En Veracruz, 67 municipios de los 212 que lo integran se encuentran dentro de un programa de ordenamiento ecológico, existiendo cuatro y que cubren sólo el 18.21% de la superficie total del estado, mediante los cuales se busca garantizar la ubicación y el desarrollo urbano, salvaguardando la seguridad y permanencia de los ecosistemas naturales.

Así mismo, el estado ocupa el tercer sitio en materia de generación de residuos sólidos urbanos. Ahora bien, la contaminación del aire es resultado de la mezcla de diversas fuentes, las cuales son del tipo químico, petrolero y petroquímico (Asbestos, pinturas, celulosas, acero, vidrio), generación de energías, tratamiento de aguas y emisiones automotrices.

Los municipios que concentran mayores emisiones son: Tuxpan (11%), Veracruz (7%), Coatzacoalcos (5%), Xalapa (5%), Ixtaczoquitlán (4%), Minatitlán y Poza Rica (3%). Aunque se cuenta con 245 unidades para operar el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria, no hay evidencia de su efecto en prevenir la contaminación del aire. La carencia de tecnología para la reducción de emisiones y las malas prácticas de verificación impiden un compromiso real para contribuir a mitigar los efectos del cambio climático.

De manera similar, el Programa de Gestión Industrial que regula la emisión de contaminantes a la atmósfera solo ha tenido un alcance parcial al llevar un seguimiento de apenas 523 de las mil 500 empresas de competencia estatal registradas.

Cabe destacar de este eje su objetivo 12 con las líneas de acción siguientes que guardan relación con el proyecto, y que se enfocan al tema de protección ambiental:

Tabla III-3.- Relación que guardan las líneas de acción del eje Bienestar del PVD 2019 -2024 con el proyecto.

Bienestar Social			Vinculación
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.	
Estrategia	12.1	Definir la política ambiental estatal que considere la protección del patrimonio natural, así como la mitigación y adaptación a los efectos del Cambio Climático.	
Línea de acción	12.1.1	Establecer las normas preventivas para contrarrestar la contaminación del suelo, aire y agua.	Como parte de las medidas preventivas, de mitigación y compensación propuestas, el proyecto se apegará en todo momento a las leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas, federales, estatales y municipales, y disposiciones administrativas de carácter general en materia ambiental aplicables al proyecto, preservando el suelo, el agua, la flora, la fauna y el aire.
Línea de acción	12.1.4	Ordenar los programas de preservación de la cubierta vegetal.	Para proteger los ecosistemas como parte del proyecto se implementarán medidas preventivas y de mitigación a los impactos ambientales que pudieran ocurrir en su desarrollo: No se realizarán actividades distintas a las descritas en el Capítulo II, ni fuera de las áreas autorizadas. En caso de requerir alguna modificación al proyecto se realizará la solicitud de la autorización correspondiente. En cualquiera de las actividades y etapas de las obras se prohíbe la colecta, extracción, consumo, comercialización y daño físico de la vegetación y fauna silvestre. Se procurará conservar la cobertura vegetal producto del crecimiento sucesional de la vegetación en el talud y terraplén de las plataformas, contribuyendo a la estabilización del suelo.

III.3.3 Plan Estatal de Desarrollo Puebla de Zaragoza 2019 - 2024

El Gobierno de Puebla presenta el Plan Estatal de Desarrollo 2019 – 2024 (PED) como el instrumento rector de la planeación, que tiene como finalidad reflejar la realidad del estado, y visualizar el rumbo de su dirección y como se ha de llegar a la consolidación de las metas planteadas en beneficio de sus habitantes. El PED está integrado por 4 ejes de Gobierno:

1. Seguridad Pública, Justicia y Estado de Derecho
2. Recuperación del Campo Poblano
3. Desarrollo Económico para Todas y Todos

4. Disminución de las Desigualdades

Finalmente, cuenta de un eje especial denominado “Gobierno Democrático, Innovador y Transparente”; además de, Enfoques Transversales: Infraestructura; Pueblos Originarios; Igualdad Sustantiva; y, Cuidado Ambiental y Atención al Cambio Climático; cuya finalidad es articular acciones que contribuyan a disminuir las problemáticas y alcanzar los objetivos establecidos desde una visión integral, bajo un esquema de corresponsabilidad entre las instituciones de la Administración Pública Estatal (Figura III-2).

Figura III-2.- Ejes y enfoques transversales del PED 2019 - 2024.

Además, la integración del PED consideró como uno de sus elementos la contribución al cumplimiento de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 (A2030). Así, a través de la estructura del PED se planteó un esquema de atención innovador, el cual se enfocó en establecer los objetivos y

estrategias que dieran respuesta a las principales necesidades y retos que enfrenta la entidad, y en consecuencia permitirá que las acciones realizadas por el Gobierno contribuyan al cumplimiento de los ODS de una manera integral y transversal.

El enfoque transversal *Cuidado ambiental y atención al cambio climático* busca asegurar que el desarrollo del Estado recaiga en un ambiente sostenible en donde se encuentre un equilibrio en la interacción entre la sociedad y el medio natural, propiciando la conservación de espacios y resiliencia del estado.

El diagnóstico de este PED incluyó un análisis sobre la situación del estado en diversos rubros, entre ellos, el medio ambiente. Así para la *Planeación urbana, ordenamiento territorial y medio ambiente* se denotó al *Medio ambiente y desarrollo sostenible* como el enfoque de desarrollo sostenible que debe satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las capacidades futuras, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social. Este desarrollo implica el agua, residuos sólidos urbanos y de manejo especial, calidad del aire, cambio climático, energía y ciudades inteligentes.

El estado de Puebla, al igual que otras regiones del país presentan problemas y desequilibrios ambientales, al brindar poco valor y depredar los servicios ecosistémicos, los cuales mitigan los efectos del clima, brindan ambientes sanos, tal es el caso del aire, pero su calidad se ve afectada debido a la concentración de contaminantes atmosféricos emitidos por los vehículos automotores, comercios e industrias. El estado cuenta con 5 estaciones de monitoreo de la calidad del aire, de la cuales 4 conforman la red de monitoreo de la ciudad de Puebla; las mediciones muestran que la tendencia de contaminación en la zona conurbada del estado es ligeramente a la baja, pero ha tenido repuntes importantes a lo largo de los últimos años. A pesar de que los años del 2000 al 2003 fueron los de mayor contaminación, se aprecia que a partir de la segunda mitad de la presente década hubo un repunte en los días donde se superaron los niveles de contaminación aceptados por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM); el contaminante con más presencia en el aire es el ozono, pues se registraron niveles altos de O^3 en todas las estaciones.

Respecto a los recursos hídricos es importante coordinar de manera transversal las mejores prácticas en materia de agua potable, saneamiento y restauración de las cuencas hidrológicas con los 3 niveles de gobierno. De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del estado de Puebla, se cuenta con 19 cuencas hidrográficas con una superficie de 93 mil 405 kilómetros cuadrados, así como 15 acuíferos con una superficie de 68 mil 557 kilómetros cuadrados. Con información de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), las principales presas son: Manuel Ávila Camacho, cuya capacidad es 303.7 hectómetros cúbicos; es decir, que es equivalente a un millón de metros cúbicos; la Soledad con 9; Necaxa con 29.1; Tenango 26.8 y Nexapa 12.5 hectómetros cúbicos, respectivamente. Por otro lado, la mayoría de los acuíferos del estado de Puebla se encuentran en un estrés hídrico, ya que su balance no genera la recarga suficiente para el abastecimiento de la población en general; es importante destacar que el acuífero de Tecamachalco actualmente se encuentra en déficit; una de las causas que contribuyen al déficit es que, de los 217 municipios, sólo 25 cuentan con organismo operador de agua lo que implica, que la mayoría de los municipios operan su gestión hídrica sin la especialización de un organismo operador.

Referente a los recursos naturales, y que de acuerdo con el Inventario Estatal Forestal de las 3.4 millones de hectáreas que conserva el estado de Puebla, un millón 674 mil 763 hectáreas son de superficie forestal, sin embargo, el 56.2%, es decir 941 mil 216.8, han sufrido algún tipo de perturbación, ya que su estructura vegetal se encuentra con algún tipo de vegetación secundaria, ya sea herbácea, arbustiva y arbórea. Así mismo, se tienen registradas 6 mil 26 especies de flora, fauna, hongos, protozoarios y bacterias, contribuyendo al 15% de la biodiversidad en el país (Biodiversidad de Puebla, 2011). Lamentablemente, muchos de ellos se encuentran perturbados o fuertemente degradados, lo que significa una pérdida para el estado y el país, a causa del deterioro, la desaparición de la biodiversidad continúa a un ritmo sin precedentes, los hábitats del estado deben ser restaurados, manejados adecuadamente y conservados apropiadamente en beneficio de generaciones futuras.

A continuación, se presentan los ejes de este PED y sus líneas de acción, las cuales se asocian con el proyecto.

Tabla III-4.- Ejes y líneas de acción del PED de Puebla que se vinculan al proyecto.

Eje	Nombre	Eje transversal Cuidado ambiental y atención al cambio climático	Vinculación
1	Seguridad pública, justicia y estado de derecho	Línea de acción 2. Promover la participación social respecto al cuidado y preservación del medio ambiente.	Se elaborará e implementará un programa de pláticas y difusiones orientadas a la concientización en materia de seguridad y medio ambiente al personal de DWF que intervengan en cada una de las etapas del proyecto y se solicitará a las contratistas el cumplimiento del mismo.
2	Recuperación del campo poblano	Línea de acción 1. Promover buenas prácticas de prevención para atender los efectos causados por el cambio climático. Línea de acción 6. Promover el manejo sostenible del suelo y agua con identidad.	Para el proyecto se requerirá de transportes vehiculares y maquinaria de construcción, a tal manera, que cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de emisión de gases contaminantes producidos por vehículos automotores deberán apegarse al programa de verificación vehicular estatal que regulen los Estados y asimismo a un programa de mantenimiento que garantice las óptimas condiciones de las unidades con el fin de disminuir las emisiones de gases a la atmosfera y la suspensión de partículas. El uso de agua requerida para las operaciones el desarrollo del proyecto deberá ser estrictamente de aquellos que cuenten con autorización vigente (Título de concesión) para explotar, usar o aprovechar cauces, vasos, zona federal o bienes nacionales a cargo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para uso industrial y/o lo que determine. En todas las etapas y actividades de las obras, se instalarán sanitarios portátiles o fosas sépticas en cantidad suficiente de acuerdo con la cantidad de trabajadores. Se deberá realizar el manejo adecuado de las aguas residuales sanitarias generadas en las áreas de trabajo y deberán ser depositadas en sanitarios o fosas sépticas portátiles de acuerdo con la legislación (contar con evidencia de las autorizaciones vigentes para la recolección, transporte y disposición final). Realizar el manejo adecuado de aguas residuales producto de las pruebas hidrostáticas, realizando el análisis de calidad del agua de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-1996. Cuando los resultados se encuentren dentro de LMP se utilizarán en actividades operativas, de riego de caminos, inyectar a la corriente productiva o realizar la disposición final de acuerdo a la normatividad. En caso de fugas o derrames de hidrocarburos con volumen superior a un metro cúbico se realizarán las acciones de urgente aplicación, se notificara a la autoridad competente y se dará cumplimiento a la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los residuos, su reglamento y la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012; se realizara la remediación en caso de rebasar los límites máximos permisibles. En caso de derrame, infiltración, descarga o vertido con volumen inferior a un metro cúbico, se deberá aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y se anotará en bitácora apegados al programa de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales. Durante las actividades de perforación, terminación de pozos y evaluación de la producción, como medida de seguridad operativa en caso de alguna contingencia se utilizarán quemadores con los que se procurará que la combustión por desfogues y gases residuales se haga de manera limpia y eficiente.

Continuación Tabla III-4

Eje	Nombre	Eje transversal Cuidado ambiental y atención al cambio climático	Vinculación
3	Desarrollo económico para todas y todos	Línea de acción 1. Promover el uso de estándares y normas oficiales mexicanas para el aprovechamiento sostenible y la seguridad hídrica.	Como parte de las medidas preventivas, de mitigación y compensación propuestas, el Promovente deberá apegarse en todo momento a las leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas, federales, estatales y municipales, y disposiciones administrativas de carácter general en materia ambiental aplicables al proyecto, preservando el suelo, el agua, la flora, la fauna y el aire.
		Línea de acción 2. Establecer criterios de control, prevención y mejores prácticas en los procesos para reducir los contaminantes al medio ambiente.	El almacenamiento, manejo, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos se realizará con base en la LGPGIR y su reglamento. El almacenamiento, manejo, transporte y disposición final de los residuos de manejo especial deberán apegarse a lo establecido en la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento asimismo a lo establecido en la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y las DACG que establecen los lineamientos para la gestión integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y la NOM-001-ASEA-2019. El almacenamiento, manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos deberán apegarse a lo establecido en la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento asimismo a lo establecido en la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y las DACG.
4	Disminución de las desigualda-des	Línea de acción 4. Promover una cultura del cuidado del medio ambiente en todas las regiones del estado.	Se elaborará e implementará un programa de pláticas y difusiones orientadas a la concientización en materia de seguridad y medio ambiente al personal de DWF que intervengan en cada una de las etapas del proyecto y se solicitará a las contratistas el cumplimiento del mismo.

III.4 Información del Sector Hidrocarburos

La Reforma Energética (publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de diciembre de 2013), es el primer paso para contar con un sector energético acorde al siglo XXI, competitivo y eficiente, que acelere el desarrollo del país. Provee de mejores instrumentos al sector energético para que éste apoye el crecimiento y desarrollo económico y social del país, promoviendo la participación social de la población a los beneficios que derivan del crecimiento del sector, uso de la energía, la sustentabilidad a largo plazo y la mitigación de los impactos negativos que la producción y el consumo de energéticos puedan tener sobre la salud y el medio ambiente, incluyendo obligaciones para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la transición hacia energías renovables.

Mediante esta Reforma se diagnosticó que el futuro del petróleo provendrá de los recursos que se encuentran en cuencas de lutitas y en aguas profundas. El principal obstáculo para materializar este potencial era el marco constitucional, ya que se establecía que Pemex era la única empresa que podía extraer los hidrocarburos del subsuelo. Antes de la Reforma, la Constitución obligaba a Pemex a llevar a cabo, por sí solo, todas las actividades de la industria petrolera, sin importar las limitaciones financieras, operativas o tecnológicas a las que estuviera sujeto.

De entre los objetivos fundamentales de la Reforma en materia de hidrocarburos se encuentran:

- Mantener la propiedad de la Nación sobre los hidrocarburos que se encuentran en el subsuelo.
- Modernizar y fortalecer, sin privatizar, a PEMEX y a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) como empresas productivas del Estado 100% mexicanas.
- Reducir los riesgos financieros, geológicos y ambientales en las actividades de exploración y extracción, así como de transformación industrial del petróleo y gas.
- Atraer inversión al sector energético mexicano para impulsar el desarrollo del país.
- Contar con un mayor abasto de energéticos a mejores precios.
- Impulsar el desarrollo, con responsabilidad social y protegiendo al medio ambiente.

Estos objetivos de la reforma, por sí mismos, permiten garantizar el flujo de recursos energéticos y económicos hacia todo el país, además de que impulsan el desarrollo de empresas nacionales. Sin embargo, existe un mayor alcance como resultado de estas modificaciones y que es uno de los puntos más relevantes de la Reforma, el beneficio social que de ella se deriva.

Para lo anterior, la Reforma a los artículos 25, 27 y 28 de la Constitución otorga al Estado los elementos para poder desarrollar y aprovechar los recursos energéticos con los que el país cuenta, permitiéndole contar con nuevas tecnologías e inversiones, fortalecer las empresas del sector, impulsar una mejor calidad de vida de los ciudadanos, y generar un ambiente de libre competencia que detone nuevas fuentes de trabajo y el crecimiento de oportunidades de desarrollo de energías limpias, baratas y eficientes, enfocar los esfuerzos para incrementar la eficiencia energética, reducir el costo de la energía eléctrica y consolidar

nuestra independencia energética.

En base a lo anterior, el proyecto manifiesta sobre el sector Exploración y Producción de hidrocarburos que:

- Los contratos promoverán la producción en yacimientos de hidrocarburos que en la actualidad se encuentran desaprovechados por insuficiencia en la inversión, capacidad de ejecución y tecnología, aumentando la producción de petróleo y gas natural.
- Se fortalece a la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) como órgano regulador para asegurar la correcta administración de los contratos. La CNH será un órgano regulador coordinado, con personalidad jurídica propia, autonomía técnica y de gestión, así como autosuficiencia presupuestaria.
- La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Ambiente del Sector Hidrocarburos velará por la adecuada operación e integridad de las instalaciones para minimizar los impactos al medio ambiente por las operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos.

El presente proyecto permitirá obtener información para evaluar el éxito potencial comercial para continuar su exploración o desarrollo con la ampliación de obras en su infraestructura nueva, en función de su capacidad técnica, financiera y de ejecución.

III.4.1 Programa Sectorial de Energía 2020 - 2024

El Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024 planteó el "rescate del sector energético", y que a partir del impulso que se brindara desde el Gobierno Federal a Petróleos Mexicanos (PEMEX) y a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), éstos fueren la palanca del desarrollo nacional, de manera tal que estimulen la competitividad, el fomento del crecimiento económico y del empleo. Conforme a este fundamento, el Programa Sectorial Energía 2020 - 2024 (PROSENER) 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, quien será la encargada de coordinar, ejecutar y dar seguimiento a los siguientes objetivos prioritarios:

1.- Alcanzar y mantener la autosuficiencia energética sostenible para satisfacer la demanda energética de la población con producción nacional.

El nuevo modelo de desarrollo energético debe dar respuesta a la problemática energética, es decir, el logro de la autosuficiencia sostenible. Para ello es necesario aumentar las actividades de exploración de hidrocarburos, incrementar la infraestructura de hidrocarburos y petrolíferos y de capacidad de procesamiento en las refinerías, con la finalidad de disminuir la dependencia de importaciones y satisfacer la demanda de la economía mexicana con producción nacional, para reforzar la seguridad energética del país; así como para aumentar la generación de energía eléctrica, en particular con energías limpias, incorporándolas de forma ordenada a la matriz energética nacional y cumplir con los compromisos y metas establecidas en la Ley General de Cambio Climático, así como con la Ley de Transición Energética en materia de cambio climático y reducción de emisiones.

2.- Fortalecer a las empresas productivas del Estado mexicano como garantes de la seguridad y soberanía energética, y palanca del desarrollo nacional para detonar un efecto multiplicador en el sector privado.

La energía es el insumo necesario y estratégico de la industria, servicios y del campo mexicano. La relevancia del sector energético se refleja de manera importante en dos indicadores: las actividades de producción de petróleo crudo y gas natural, así como la generación, distribución y transmisión eléctrica […].

El Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024 en el numeral III. Economía, planteó como un propósito prioritario el “Rescate del sector energético”, para promover políticas que impulsen el desarrollo de las Empresas Productivas del Estado. En cuanto a energías renovables es necesario llevar a cabo acciones de modernización de todas aquellas instalaciones generadoras de electricidad, propiedad del Estado, que se encuentran trabajando con equipos obsoletos, particularmente las hidroeléctricas. Asimismo, las energías renovables son fundamentales para dotar electricidad a las pequeñas comunidades aisladas que aún carecen de ella y que suman alrededor de dos millones de habitantes.

3.- Organizar las capacidades científicas, tecnológicas e industriales que sean necesarias para la transición

energética de México a lo largo del siglo XXI.

Respecto a las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos y conforme a lo proyectado por la SENER, con opinión de la Secretaría de Economía, la estimación de Contenido Nacional para el 2019 se consideró que sería de un mínimo de 26.4% para aguas someras y zonas terrestres, así como 3.5% para aguas profundas, el cual se incrementará gradualmente hasta llegar por lo menos a 35% para el año 2025, a excepción de aguas profundas, que tiene como meta mínimo 8%.

Los recursos humanos destinados a ciencia y tecnología en el sector energético fueron 6,843 personas en 2011 y a partir de entonces se observa una reducción significativa. Los datos más recientes indican que para 2017 México contó con 4,210 personas dedicadas a esta actividad. Considerando lo anterior, el país debe impulsar la vinculación entre academia, industria y el desarrollo de especialistas de alto nivel.

Debido a esta condición, el desarrollo de México se ha deteriorado por la falta de capacidades y rezagos para generar, asimilar y transferir conocimiento, obligando así a la economía nacional a vincularse estrechamente con la dependencia en tecnologías extranjeras.

El objetivo prioritario “Desarrollo científico, tecnología e industria nacional”, implementa los mecanismos para la integración, jerarquización y análisis de la estrategia tecnológica en toda la cadena de valor del sector energético, alineado con el principio rector del Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024 “Economía para el bienestar” al aportar el diagnóstico de los requerimientos de tecnología específicos para resolver sus problemáticas tecnológicas, con la finalidad de asegurar la continuidad y sustentabilidad de las operaciones, para reposicionar las capacidades de las Empresas Productivas del Estado.

Se requiere invertir en la innovación y desarrollo de tecnologías y su implementación factor crítico para potencializar los recursos de México, y alcanzar la soberanía energética.

4.- Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las energías en el territorio nacional.

Derivado de los compromisos internacionales en relación con el cambio climático y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la Ley de Transición Energética publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 2015, en su artículo tercero transitorio establece que la SENER fijará como meta una participación mínima de energías limpias en la generación de energía eléctrica del 25% para 2018, del 30% para 2021 y del 35% para 2024. Durante los últimos años se hicieron esfuerzos para incorporar al sector privado en el impulso a las energías renovables. Sin embargo, se necesita una participación importante de las Empresas Productivas del Estado en la transición energética, para garantizar el acceso universal a las energías. Asimismo, se requiere impulsar la ciencia, tecnología e ingeniería para la reindustrialización del país, mediante el desarrollo de cadenas productivas de insumos para la fabricación de equipos críticos para la generación de energía mediante el aprovechamiento de los recursos renovables disponibles. Esto contribuirá a la creación de nuevos empleos y tecnologías nacionales, además de propiciar la formación de especialistas, técnicos e investigadores en el área de energías renovables. Con la finalidad de cumplir con las metas de transición energética, la presente administración establece como objetivo prioritario “Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en el uso de las energías”, con un enfoque que contribuya a la mitigación de los efectos del cambio climático y garantice los derechos de los pueblos indígenas y otros grupos sociales asentados en las áreas en donde se llevan a cabo los proyectos energéticos, generando espacios para la consulta y participación en los proyectos de generación de energía bajo el principio rector del Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024 “No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera”.

5.- Asegurar el acceso universal a las energías, para que toda la sociedad mexicana disponga de las mismas para su desarrollo.

La relación de la SENER con el sector privado se caracterizó, en administraciones pasadas, por un enfoque de mercado, con lo que las entidades gubernamentales se limitaron a tomar en cuenta sus recomendaciones y solicitudes para incluirlas en las políticas públicas y los marcos regulatorios nacionales respectivos. Asimismo, en la relación con el sector social los proyectos emprendidos presentaron reglas de operación genéricas que impidieron su correcta implementación en tiempo y con la adecuada gestión presupuestaria.

Con la finalidad de conformar un sector energético incluyente y justo, la presente administración establece como objetivo prioritario “Asegurar el acceso universal a las energías, para que toda la sociedad mexicana disponga de las mismas para su desarrollo”, con un enfoque equitativo que garantice los derechos de los pueblos indígenas y otros grupos sociales más desprotegidos a fin de “No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera”.

6.- Fortalecer al sector energético nacional para que constituya la base que impulse el desarrollo del país como potencia capaz de satisfacer sus necesidades básicas con sus recursos, a través de las empresas productivas del Estado, las sociales y privadas.

Entre 2004 y 2018, la producción nacional de petróleo crudo se redujo prácticamente a la mitad, al pasar de 3.38 MMbd21 a 1.81 MMbd, y la producción nacional de gas natural disminuyó 44%22, al pasar de 6,917 MMpcd en 2008 a 3,860 MMpcd en 2018. La consecuencia más importante es la disminución en la disponibilidad de insumos para el SNR y los Complejos Procesadores de Gas (CPG) y CP.

De los 103 contratos vigentes adjudicados en las rondas de licitación, 35 de ellos reportaron producción durante 2019, que al mes de diciembre de dicho año ascendió a 16.7 mil barriles diarios, lo que solamente representa un 1.0% del total nacional. Con objeto de revisar la política energética y evaluar los resultados y avances de los Contratos de Exploración y Extracción vigentes, la SENER solicitó a la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) la cancelación de la licitación CNH-R03-L02/201824 para 37 áreas contractuales terrestres y la CNH-R03-L03/201825 para 9 áreas contractuales terrestres No Convencionales y Convencionales. Asimismo, derivado de la renuncia de Pemex a los derechos derivados de la licitación, la CNH determinó la cancelación del procedimiento de migración CNH-A6-7 Asociaciones/2018 de 7 áreas contractuales terrestres. Por otra parte, a solicitud de la SENER, los trabajos de perforación e infraestructura correspondiente a estas asignaciones se están desarrollando por parte de Pemex con recursos propios. Las reservas de hidrocarburos de la Nación disminuyeron como consecuencia de una administración enfocada en extracción y una marcada carencia en actividades exploratorias para restituir la producción por nuevos descubrimientos. Consecuencia de lo anterior, el tiempo de vida de las Reservas 1P disminuyó de 22.2 años en 2000 a 8.5 años al cierre de 2018.

Es responsabilidad del Estado garantizar que no ocurran interrupciones en el suministro de las energías que requiere el país, así como asegurar las reservas de recursos e infraestructura productiva requeridas por el crecimiento económico y demográfico de la Nación. Cualquier interrupción significativa de este suministro afecta la seguridad energética, el funcionamiento integral de la economía y la seguridad nacional, así como la productividad, por lo que garantizar la soberanía en materia energética es condición necesaria para impulsar el crecimiento y el desarrollo social y económico, lo que le permitirá a México participar de manera interdependiente en la economía mundial, sobre la base de una utilización racional y sustentable de todos sus recursos energéticos renovables y no renovables, desarrollados mediante capacidades propias en materia científica, tecnológica e industrial que dé sustento a una Transición Energética Soberana y ordenada.

Por lo anterior, como parte del cumplimiento a lo establecido en el Programa Sectorial de Energía 2020 - 2024, se plantea en el presente proyecto realizar la perforación de un pozo de desarrollo y la construcción de un gasoducto, y continuar la operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura existente.

III.4.2 Estrategia Nacional de Energía 2014 - 2028

La Estrategia Nacional de Energía 2014 - 2028 recoge e integra el impacto de estas nuevas condiciones durante el horizonte de tiempo que abarca su periodo de planeación, sobre la economía del país y la población en general. Asimismo, describe de forma esquemática el alcance, mecanismos y plazos para el reordenamiento de cada eslabón de la cadena de valor y de la agregación de estos, así como las nuevas responsabilidades de los actores del sector energético nacional.

Con la finalidad de establecer un nuevo estándar de competitividad del sector y garantizar el abasto de energía hacia el futuro, México requería de cambios estructurales de gran calado, que detonarán las acciones necesarias para lograr que el país se ubique entre las mejores economías del mundo y que garanticen un futuro próspero para las próximas generaciones.

La ENE 2014 - 2028 representa un esfuerzo que incorpora, año con año, las nuevas condiciones del sector

energético en el país. A través del análisis de los resultados obtenidos anualmente, se evalúan las líneas de acción y se establecen, en caso de ser necesario, nuevas acciones que permitirán alcanzar los objetivos planteados. Se estima que la Región Sur-Sureste (donde se ubica el proyecto), posee un amplio potencial de recursos energéticos.

III.5 Contrato para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos bajo la modalidad de licencia en zonas terrestres convencionales y no convencionales No. CNH-M5-MIQUETLA/2018

Este Contrato se celebró el 21 de noviembre de 2018, entre, por una parte, a través del Ejecutivo Federal por conducto de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), y por las otras partes, PEMEX EXPLORACION Y PRODUCCION (PEP), empresa productiva del Estado subsidiaria de Petróleos Mexicanos (PEMEX) y OPERADORA DE CAMPOS DWF, S.A. DE C.V. (DWF).

Como antecedentes, en 2013 DWF a través de la Licitación Pública Internacional Abierta No. 18575008-550-12 se dio por ganador, obteniendo así el Contrato para la Producción de Hidrocarburos en el Área Contractual Miquetla No. 424103813, bajo el esquema de contrato integral de exploración y producción (CIEP).

El 13 de septiembre de 2017 PEP y DWF, solicitaron conjuntamente a la Secretaría de Energía (SENER) la migración de la Asignación AE-0388-M-Miquetla asociada al CIEP.

Que el 20 de julio de 2018, la SENER modificó el título de asignación AE-0388-M-Miquetla otorgado a PEMEX para quedar como el título de asignación AE-0388-2M-Miquetla para realizar actividades de Exploración y Extracción. En septiembre de 2018, la SENER remitió a la CNH la suscripción del Contrato, con lo cual se concluyó la migración.

Bajo Contrato, las Partes, PEP y DWF acordaron, entre otras, las siguientes cláusulas:

Cláusula 1. Definiciones e interpretación.

Para los efectos del Contrato, los siguientes términos, entre otros, tendrán los significados mencionados a continuación:

"Abandono" significa todas las actividades de retiro y desmantelamiento de los materiales, incluyendo sin limitación, el taponamiento definitivo y cierre técnico de pozos, el desmontaje y retiro de todas las plantas, plataformas, instalaciones, maquinaria y equipo suministrado o utilizado por el Contratista en la realización de las actividades petroleras, así como la restauración de los daños ambientales en el Área Contractual afectada por el Contratista en la realización de las actividades petroleras, de conformidad con los términos de este Contrato, las mejores prácticas de la industria, la normatividad aplicable y el sistema de administración.

"Actividades Petroleras" significa el reconocimiento y exploración superficial, así como las actividades de exploración, evaluación, extracción y abandono que realice el Contratista en el Área Contractual conforme a este Contrato.

"Agencia" significa la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

"Área Contractual" significa la superficie descrita en el […], incluyendo las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical de dicha superficie, en la cual el Contratista está autorizado y obligado en virtud del presente Contrato a llevar a cabo las actividades petroleras, en el entendido que: (i) este Contrato no le concede al contratista ningún derecho real sobre el Área Contractual ni sobre los recursos naturales en el subsuelo, y (ii) el Área Contractual será reducida de conformidad con los términos de este Contrato.

"Autoridad Gubernamental" significa cualquier órgano gubernamental a nivel federal, estatal o municipal, del poder ejecutivo, legislativo o judicial, incluyendo los órganos constitucionales autónomos del Estado.

"Caso Fortuito o Fuerza Mayor" significa cualquier acto o hecho que impida a la parte afectada cumplir con sus obligaciones de conformidad con el presente Contrato si dicho acto o hecho va más allá de su control y no es resultado del dolo o culpa de la parte afectada, siempre que dicha parte no pudiera evitar dicho acto o hecho tomando acciones diligentes.

"Contratista" significa en forma conjunta las empresas firmantes.

"Contrato" significa el presente Contrato para la exploración y extracción de hidrocarburos bajo la Modalidad de Licencia en Zonas Terrestres Convencionales y No Convencionales.

"Daño Ambiental" significa el daño que ocurre sobre los elementos bióticos o abióticos a consecuencia de un impacto ambiental producto de actividades humanas.

"Daños Preexistentes" significa los daños y pasivos ambientales presentes en el Área Contractual ocasionados por la actividad del sector hidrocarburos identificados y documentados en la Línea Base Ambiental por el Contratista […] y que hayan sido determinados como tales por la CNH y la Agencia […].

"Empresas Firmantes" significa cada uno de PEP y DWF y sus respectivos sucesores o cesionarios permitidos conforme al presente Contrato. Si en cualquier momento solo una entidad constituye al Contratista, cualquier referencia en este Contrato a "cada una de las Empresas Firmantes", "las Empresas Firmantes", o referencias similares, se entenderá que significan "el Contratista".

"Hidrocarburos" significa petróleo, gas natural, condensados e hidratos de metano.

"Línea Base Ambiental" significa las condiciones ambientales en las que se encuentran los hábitats, ecosistemas, elementos y recursos naturales, así como las relaciones de interacción y los servicios ambientales, existentes en el Área Contractual previo a la ejecución de las actividades previstas en el Contrato.

"Materiales" significa todas las maquinarias, herramientas, equipos, artículos, suministros, tuberías, plataformas de perforación o producción, artefactos navales, plantas, infraestructura y otras instalaciones adquiridas, suministradas, arrendadas o poseídas de cualquier otra forma para su utilización en las actividades petroleras, incluyendo las instalaciones de recolección.

"Mejores Prácticas de la Industria" significan los métodos, estándares y procedimientos generalmente aceptados y acatados por operadores expertos, prudentes y diligentes, con experiencia en materia de exploración, evaluación, desarrollo, extracción de hidrocarburos y abandono, los cuales, en el ejercicio de un criterio razonable y a la luz de los hechos conocidos al momento de tomar una decisión, se consideraría que obtendrían los resultados planeados e incrementarían los beneficios económicos de la extracción de los hidrocarburos dentro del Área Contractual.

"Normatividad Aplicable" significa todas las leyes, reglamentos, disposiciones administrativas de carácter general, decretos, órdenes administrativas y demás normas o decisiones de cualquier tipo expedidas por cualquier Autoridad Gubernamental y que se encuentren en vigor en el momento que se trate.

"Operador" significa DWF.

"Partes" significa el Estado (por conducto de la CNH) y cada una de las empresas firmantes.

"Período de Evaluación" significa la duración del Programa de Evaluación de hasta veinticuatro (24) meses, prorrogables por 12 meses adicionales, contados a partir de la aprobación de dicho programa.

"Plan de Desarrollo" significa un documento indicativo aprobado por la CNH, en el que el Contratista describe de manera secuencial, las actividades petroleras y programas asociados a éstas, a desarrollar durante el período de desarrollo de conformidad a la normatividad aplicable.

"Plan de Exploración" significa un documento indicativo aprobado por la CNH, en el que el Contratista describe de manera secuencial, las actividades petroleras y programas asociados a éstas a desarrollar durante el período de exploración de conformidad a la normatividad aplicable.

"Programa de Evaluación" significa el programa de actividades de evaluación respecto de un descubrimiento dentro del período de evaluación.

"Programa Provisional" significa el documento previamente aprobado por la CNH, de conformidad a la normatividad aplicable, que deberá: (i) incluir una propuesta de actividades que permitan dar continuidad operativa a las actividades de extracción a partir de la fecha efectiva y a más tardar durante los dos años siguientes a dicha fecha y (ii) definir los procedimientos de entrega y recepción de hidrocarburos en el Área Contractual […].

"Reconocimiento y Exploración Superficial" significa todos aquellos estudios de evaluación que se valen únicamente de actividades sobre la superficie del terreno o del mar para considerar la posible existencia de hidrocarburos en el Área Contractual, incluyendo los trabajos para la adquisición, así como el procesamiento, reprocesamiento o interpretación de información.

"Sistema de Administración" significa el conjunto integral de elementos interrelacionados y documentados cuyo propósito es la prevención, control y mejora del desempeño de una instalación o conjunto de ellas en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y de protección al medio ambiente en el sector hidrocarburos.

Cláusula 2. Objeto del contrato.

El objeto del presente Contrato es la realización de las actividades petroleras bajo la modalidad de contratación de licencia en virtud del cual se otorgó al Contratista el derecho de explotar y extraer a sus

exclusivo costo y riesgo los hidrocarburos propiedad del Estado en el Área Contractual, de conformidad con la normatividad aplicable, las mejores prácticas de la industria y los términos y condiciones del presente Contrato.

Cláusula 3. Plazo del contrato.

Sujeto a los demás términos y condicionantes del presente Contrato, la duración será de treinta años a partir de la fecha efectiva celebrada.

Cláusula 3.3 Etapa de transición de arranque.

A partir de la fecha efectiva, se llevó a cabo la entrega del Área Contractual al Contratista por parte de la CNH. Lo que se condujo conforme a la normatividad aplicable y a lo siguiente, entre otros:

(f) Línea Base Ambiental. El Contratista deberá iniciar los estudios que permitan establecer la Línea Base Ambiental de acuerdo con los requerimientos que defina la Agencia al Contratista previo al inicio de las actividades petroleras, con la finalidad de identificar los daños preexistentes.

(g) Daños Preexistentes. La CNH con asistencia técnica de la Agencia vigilará, en términos de la normatividad aplicable, que el contratista o asignatario que estuviera a cargo del Área Contractual con anterioridad a la fecha efectiva asuma la responsabilidad y los gastos relacionados con los daños preexistentes. Lo anterior, sin perjuicio de las acciones legales que el Contratista pudiera ejercitar contra el contratista o asignatario anterior por los daños ambientales ocasionados y no determinados como daños preexistentes, conforme a la normatividad aplicable.

Cláusula 14.1. Obligaciones adicionales del Contratista.

Además de las otras obligaciones establecidas en el Contrato, el Contratista deberá:

(d). Obtener oportunamente todos los permisos de cualquier Autoridad Gubernamental necesarios para la realización de las actividades petroleras.

(m). Taponar debidamente los pozos antes de abandonarlos a fin de evitar contaminación, daño al medio ambiente o posibles daños a los depósitos de hidrocarburos de conformidad con el sistema de administración y la normatividad aplicable.

(q). Adoptar y asegurarse que los subcontratistas apliquen medidas apropiadas para proteger la vida, descubrimientos arqueológicos y medio ambiente, de conformidad con el sistema de administración y la normatividad aplicable.

(r). Ejecutar los planes de respuesta a emergencias previstos en el sistema de administración en las situaciones de emergencia y de caso fortuito y/o fuerza mayor (incluyendo explosiones, rupturas, fugas u otros incidentes que causen o puedan causar daño al medio ambiente o presenten o puedan presentar una amenaza a la seguridad y salud de las personas) con el fin de mitigar sus efectos, así como reportar a la Agencia y la CNH con el detalle apropiado la situación de emergencia y las medidas tomadas al respecto.

(u). Tomar las medidas pertinentes para prevenir o reducir pérdidas, mitigar y remediar cualquier daño causado por las actividades petroleras.

(v). Observar las mejores prácticas de la industria y dar cumplimiento a la normatividad aplicable, en la conducción de las actividades petroleras de acuerdo con el Plan de Exploración, Programa de Evaluación y Plan de Desarrollo respecto a las actividades realizadas en el Área Contractual, incluyendo en su caso: el uso de recursos hídricos, fracturamiento hidráulico, sísmica inducida, emisiones de metano y de ruido, entre otras.

Cláusula 14.2. Aprobaciones de la CNH.

La CNH podrá negar la aprobación de planes en caso de que los mismos: (i) …, o (ii) no se ajusten a las mejores prácticas de la industria y a la normatividad aplicable.

Cláusula 14.3. Responsabilidad en Seguridad Industrial, Seguridad Operativa, Protección al Ambiente y Salud en el Trabajo.

El Contratista será responsable del cumplimiento de todas las obligaciones, compromisos y condiciones de seguridad industrial, seguridad operativa y protección ambiental y salud en el trabajo previstas en la Normatividad Aplicable y en las Mejores Prácticas de la Industria, además de obtener y cumplir con las autorizaciones, permisos, concesiones, licencias y registros ambientales obligatorios, así como responder por los daños ambientales que cause con la realización de las actividades petroleras.

El Contratista deberá cumplir con los controles y las medidas de prevención en materia de seguridad industrial, seguridad operativa, protección al ambiente y salud en el trabajo requeridos por la Agencia en el sistema de administración o por la normatividad aplicable.

Sin limitar la responsabilidad en seguridad industrial, seguridad operativa y de protección ambiental del Contratista y sus Subcontratistas prevista en esta Cláusula y en la normatividad aplicable, el Contratista y Subcontratistas deberán:

(a). Realizar las Actividades Petroleras de conformidad con las mejores prácticas de la industria en materia de seguridad industrial y seguridad operativa, respetando la sustentabilidad ambiental para preservar y/o conservar el medio ambiente, sin causar daño a la propiedad pública o privada y con apego al sistema de administración.

(b). Realizar todos los estudios ambientales y solicitar, obtener, mantener vigentes y renovar todos los permisos, autorizaciones, licencias, concesiones y registros ambientales de las Autoridades Gubernamentales competentes para la realización de las actividades petroleras, de conformidad con el sistema de administración y la normatividad aplicable.

(c). Cumplir con todos los términos, condicionantes y recomendaciones establecidos en los permisos, autorizaciones, licencias, concesiones y registros ambientales emitidos por las Autoridades Gubernamentales competentes y mantener el Área Contractual en las mejores condiciones que permitan un desarrollo sustentable.

(d). Emplear personal calificado, materiales, procedimientos operacionales y en general las tecnologías más actualizadas que cumplan con las mejores prácticas de la industria para la preservación de los recursos naturales, aplicando los principios de prevención, precaución y preservación de los recursos naturales, considerando la seguridad industrial, seguridad operativa, la salud de la población y de su personal.

(e). Ser responsables de cualquier afectación o daño ambiental durante la realización de las actividades petroleras de conformidad con lo establecido en el Contrato.

(f). Efectuar las labores de remediación, restauración, compensación y resarcimiento que correspondan. En caso de derrames al suelo, subsuelo y cuerpos de agua causados por las actividades petroleras, el Contratista y Subcontratistas deberán llevar a cabo de inmediato las acciones e implementar medidas de

seguridad y los trabajos para controlar los efectos contaminantes, incluyendo la limpieza, neutralización, remediación, recuperación, caracterización y restauración de las áreas afectadas en términos de lo dispuesto por la normatividad aplicable.

(g). Colaborar con la Agencia, Autoridades Gubernamentales y los organismos estatales encargados de la protección al medio ambiente y el desarrollo sustentable del Área Contractual, en el entendido que el Contratista: (i) dará acceso al personal de la Agencia y Autoridades Gubernamentales competentes a todas las instalaciones utilizadas en las actividades petroleras para su inspección; (ii) entregará a la Agencia oportunamente toda la información y documentación que le requiera en la materia de su competencia, de acuerdo a lo establecido en el sistema de administración, y (iii) comparecerá ante la Agencia cuando sea requerido conforme a la normatividad aplicable.

(h). Mantener actualizado el sistema de administración y apegarse a lo establecido en el mismo para la realización de las actividades petroleras, en el entendido que esta obligación también le será aplicable a todos los Subcontratistas.

(i). Como parte de las actividades de abandono, realizar la actualización del estudio de Línea Base Ambiental responsabilizándose de los daños ambientales en el Área Contractual y cumplir con todas las obligaciones ambientales que pudieran existir como resultado de las actividades petroleras de conformidad con la normatividad aplicable.

Cláusula 14.4. Daños preexistentes.

El Contratista deberá presentar a la CNH y a la Agencia un informe detallado de la Línea Base Ambiental, el cual incluya la identificación de cualquier daño preexistente.

Cláusula 18. Abandono y entrega del Área Contractual.

Cláusula 18.1. Requerimientos del programa.

El Contratista, estará obligado a llevar a cabo todas las operaciones relacionadas con el abandono del Área Contractual. El Plan de Desarrollo presentado para la aprobación de la CNH, así como los programas de trabajo y presupuestos indicativos deberán contener una sección relacionada con el abandono, de conformidad con la normatividad aplicable. Dichas actividades deberán realizarse conforme al Plan de Exploración o Plan de Desarrollo aprobados por la CNH, al sistema de administración y demás actividades aprobadas por la Agencia, a las mejores prácticas de la industria y a la normatividad aplicable.

Cláusula 18.2 Notificación de abandono.

Antes de taponar algún pozo o desinstalar cualquier material, el Contratista deberá notificarlo a la Agencia y a la CNH, con cuando menos sesenta (60) días de anticipación.

III.6 Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Cabe destacar que el área de influencia no incide con Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter Federal y Estatal, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), Sitios Ramsar, Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Regiones Marinas Prioritarias (RMP) y Sitios Prioritarios Terrestres (SPT) decretados a la fecha en México, en la Tabla y Figuras siguientes se presentan las distancias más cercanas desde esta área señalada. A excepción de los Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales (SPEC) que adelante se hace su mención.

Tabla III-5.- Distancias más cercanas a las áreas naturales de interés en México.

Categoría	Nombre	Ubicación (Estado)	Distancia más cercana del área de influencia (Km)
Áreas Naturales Protegidas (ANP)	ANP Federal Z.P.F.V. la Cuenca Hidrográfica del Rio Necaxa	Hidalgo y Puebla	59+309.43 al Suroeste
	ANP Estatal Sierra de Otontepec	Veracruz	39+873.31 al Noroeste
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)	AICA Huayacocotla	Veracruz e Hidalgo	61+601.61 al Oeste
Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas	Sitio Ramsar 1602 Manglares y humedales de Tuxpan	Veracruz	29+970.71 al Noreste
Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)	RTP No. 102 Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental	Hidalgo, Puebla y Veracruz	46+785.78 al Este y Suroeste
Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)	RHP No. 75 Confluencia de las Huastecas	Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz	29+844.32 al Oeste
Regiones Marinas Prioritarias (RMP)	RMP No. 47 Pueblo Viejo-Tamiahua	Tamaulipas y Veracruz	45+574.85 al Noreste
Sitios Prioritarios Terrestres (SPT)	Clave de identificación 5584 categoría prioridad media	Veracruz	3+511.64 al Norte

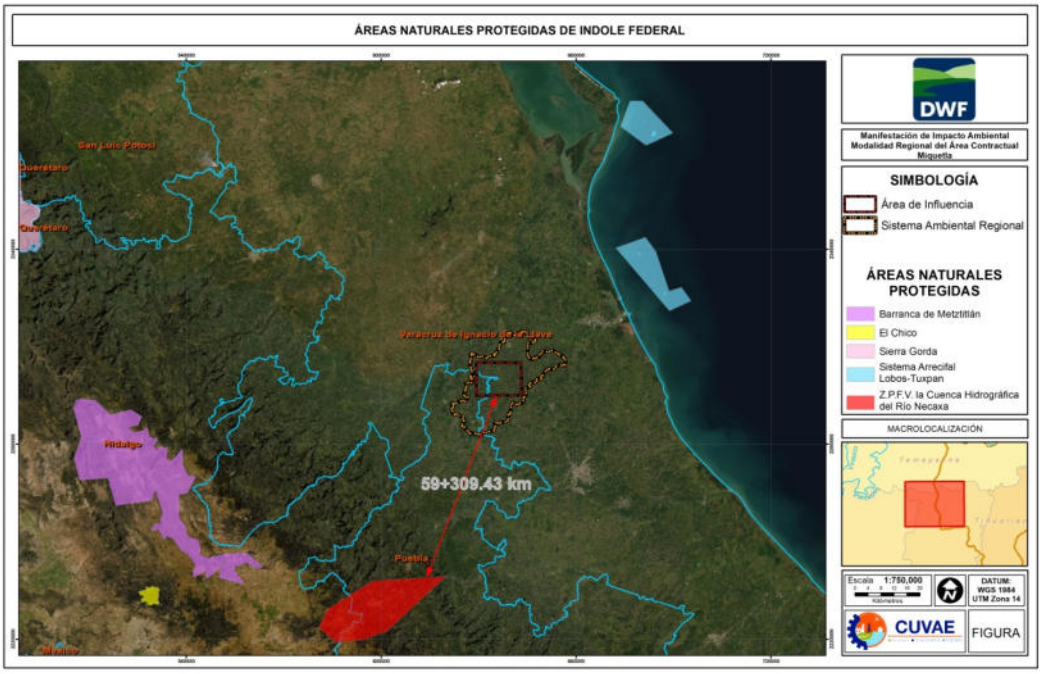


Figura III-3.- Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal.

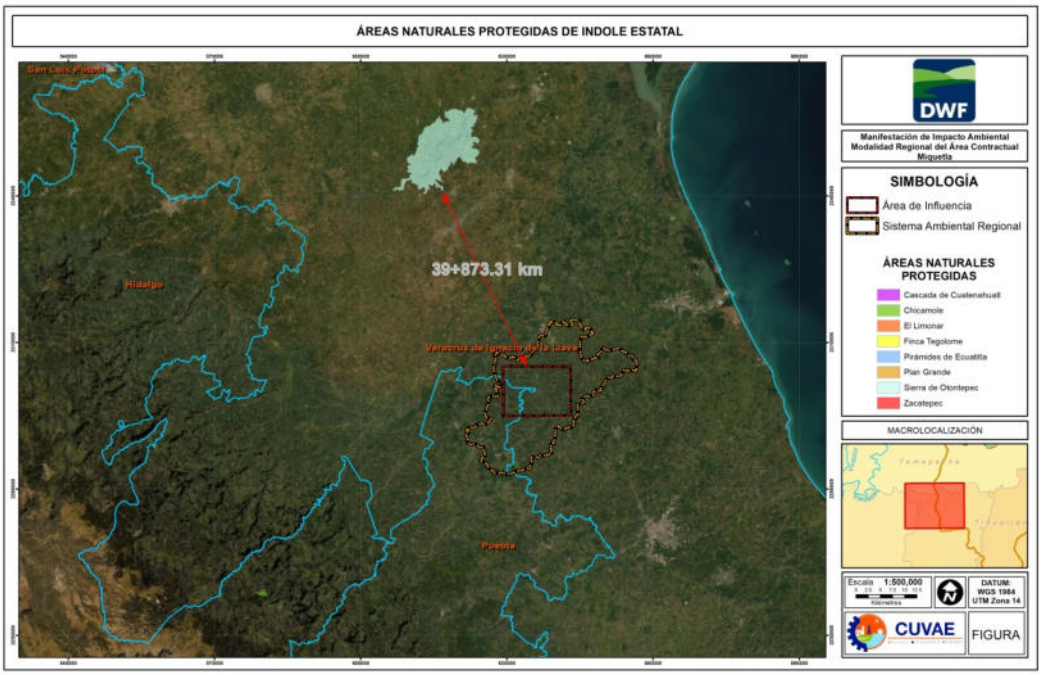


Figura III-4.- Áreas Naturales Protegidas de competencia Estatal.

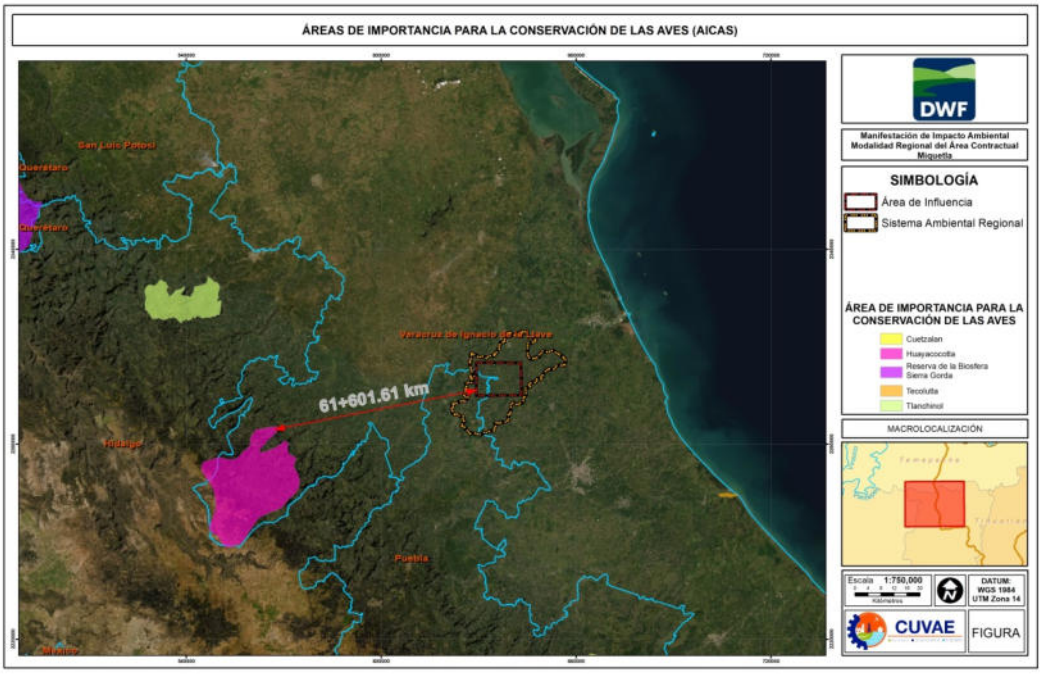


Figura III-5.- Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

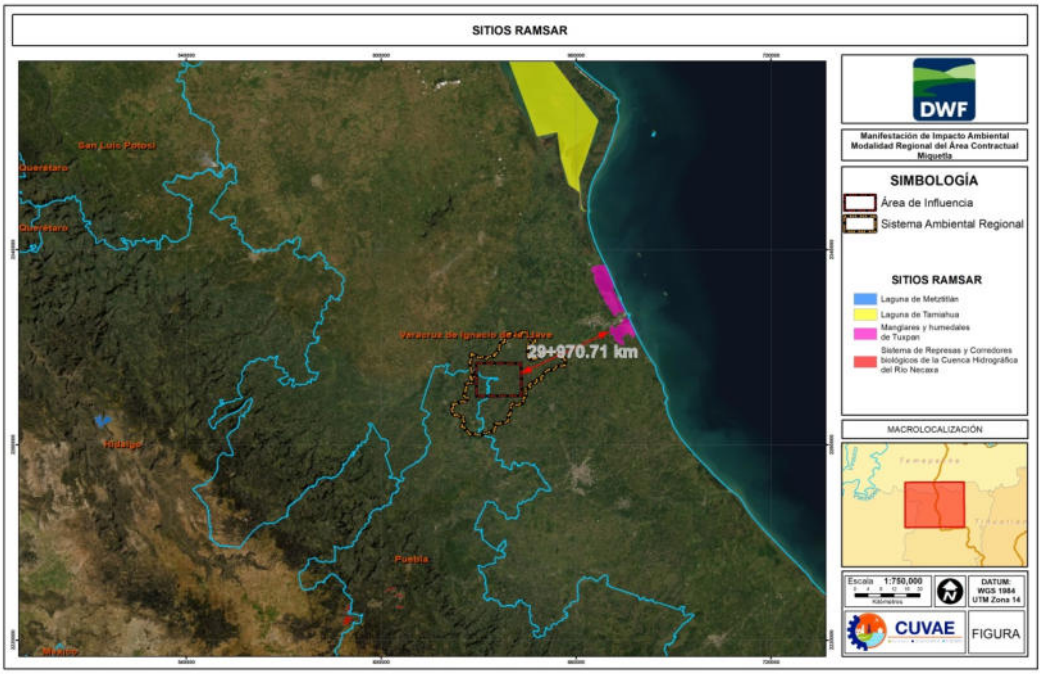


Figura III-6.- Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.

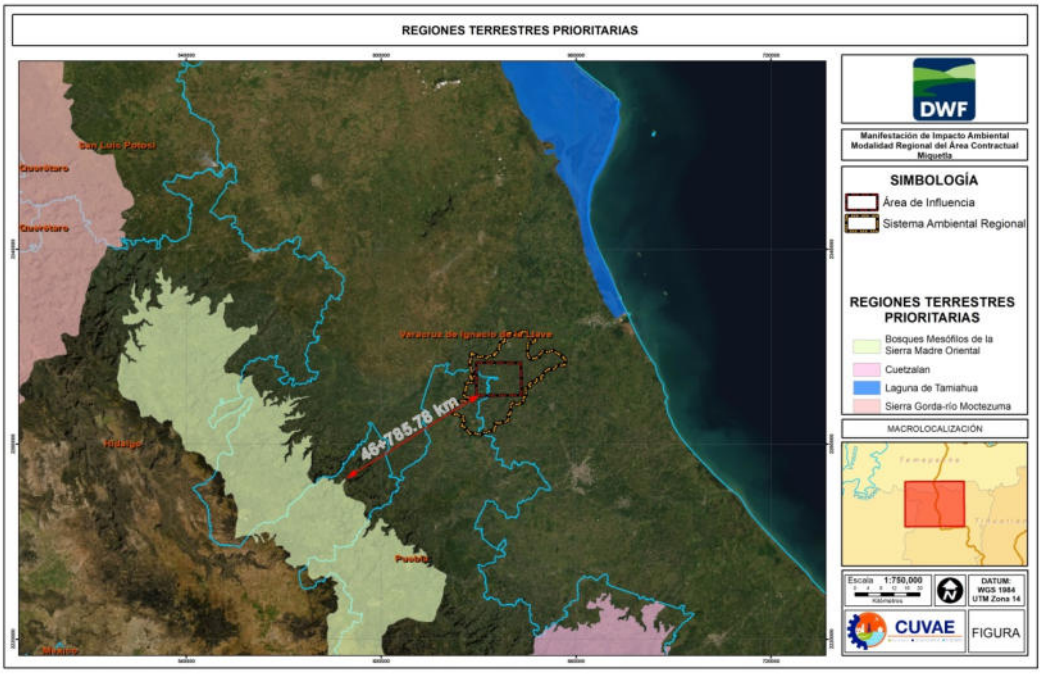


Figura III-7.- Regiones Terrestres Prioritarias.

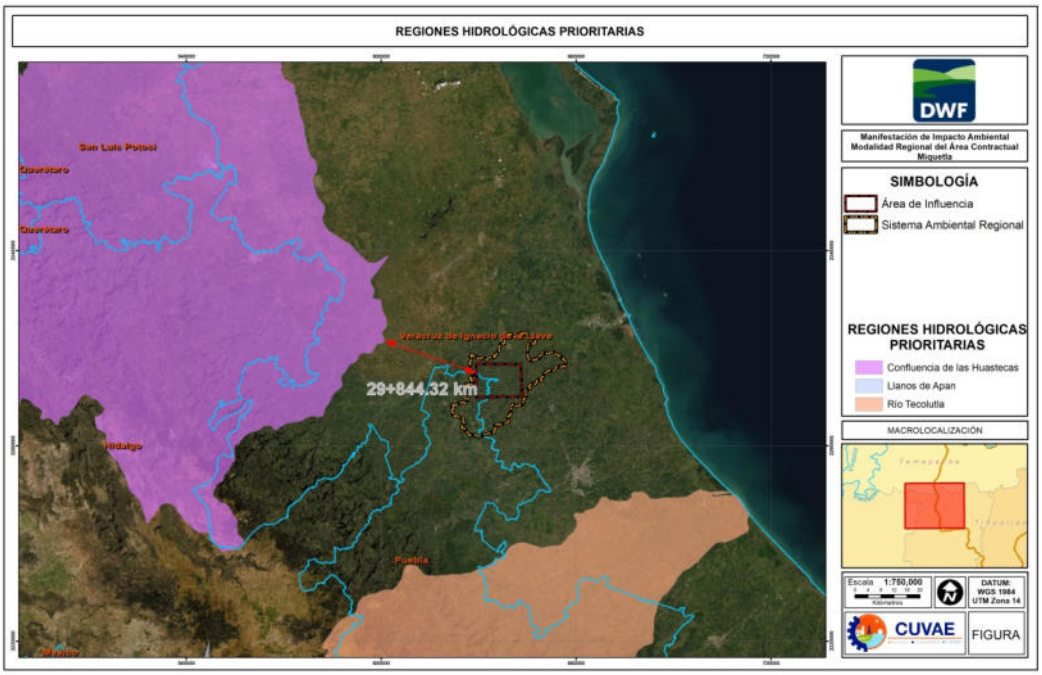


Figura III-8.- Regiones Hidrológicas Prioritarias.

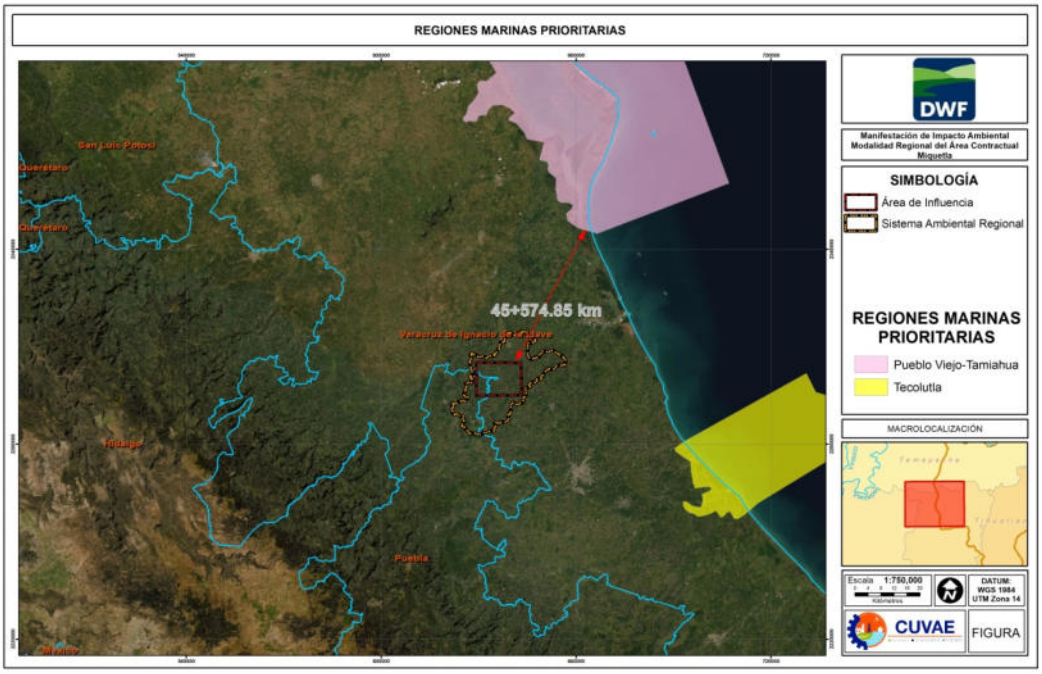


Figura III-9.- Regiones Marinas Prioritarias.

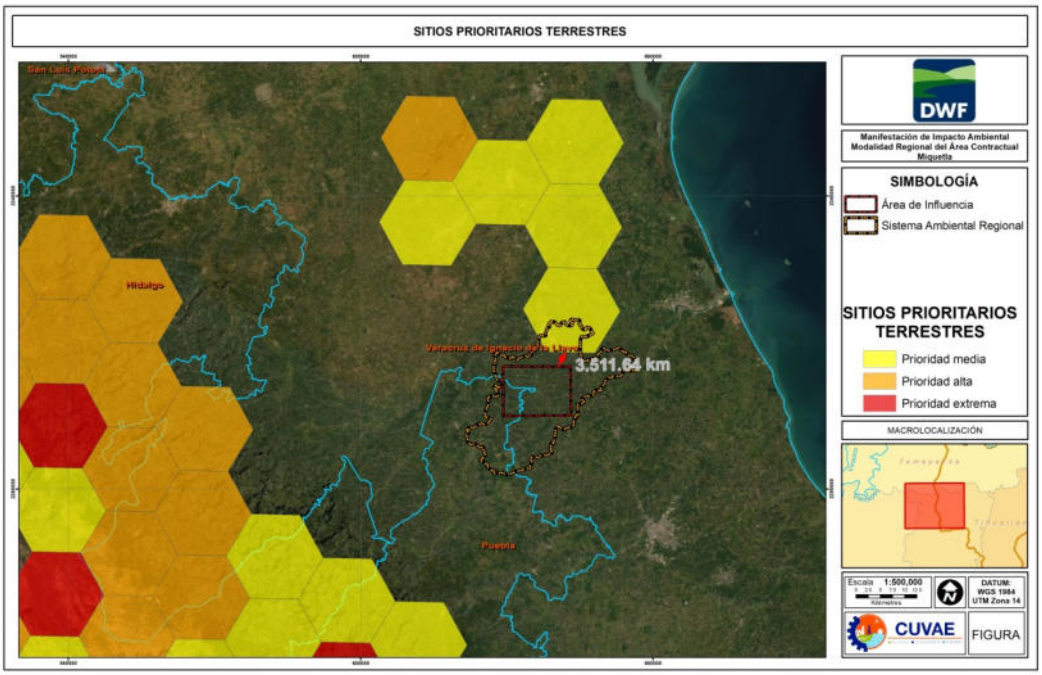


Figura III-10.- Sitios Prioritarios Terrestres.

III.6.1 Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales (SPEC)

La ubicación geográfica y la accidentada topografía del país, entre otros factores, favorecieron el desarrollo de una gran variedad de ecosistemas, entre ellos los acuáticos, con una biota diversa que destaca por estar compuesta de numerosas especies endémicas. Los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales forman parte del resultado del análisis de vacíos y omisiones en conservación, coordinados por la CONABIO y la CONANP (CONABIO et al. 2007 y 2010).

Su identificación se hizo en siete grandes regiones hidrográficas: Altiplano, Centro, Golfo de México, Noroeste, Pacífico tropical, Península de Yucatán y Península de Baja California, para asignar valores a las diferencias ecológicas pronunciadas entre las regiones semiáridas y húmedas de México, así como para poder reconocer las particularidades de los impactos humanos que representan las mayores amenazas a la biodiversidad. La jerarquización de los sitios se designó en tres niveles de prioridad: extrema (SE), alta (SA) y media (SM).

Los servicios que proveen los ecosistemas acuáticos funcionales son múltiples, incluyendo el control de inundaciones, almacenamiento de agua, control de plagas, retención del suelo, control y estabilización de microclimas, provisión de alimentos, purificación de desechos, provisión de servicios estéticos y recreativos, entre muchos otros.

No obstante, son también los primeros en recibir los desechos e impactos de las diferentes actividades antropogénicas, entre los factores que contribuyen a la destrucción y modificación de estos sistemas se puede mencionar el cambio de uso del suelo, la sobreexplotación del recurso hídrico, la contaminación de cuerpos de agua, la alteración de los flujos de agua por presas, bordos y canales, y la introducción accidental o deliberada de especies exóticas que causan severos impactos a los ecosistemas y desplazan a las especies nativas. La pérdida de la biodiversidad acuática epicontinental y de los recursos hídricos tiene como consecuencia la pérdida de servicios ambientales de suma importancia para el bienestar humano.

Al revisar los SPEC, se identificó que el área de influencia, la cual cuenta con infraestructura existente y con la proyección de infraestructura nueva, incide en los sitios con clave 56469, 56470, 56729, 56730, 56861 y 56990 de prioridad media y en los sitios de prioridad alta 56599 y 56860, asimismo, además de los ya mencionados, también inciden en el SAR los SPEC categoría extrema: 55947 y 56209, categoría alta: 56078, 56338, 56341 y 57253 y en categoría media: 56210, 56339, 56598, 56601, 56731, 56859, 57120 y 57121 , en la Figura III-11 se visualiza lo indicado.

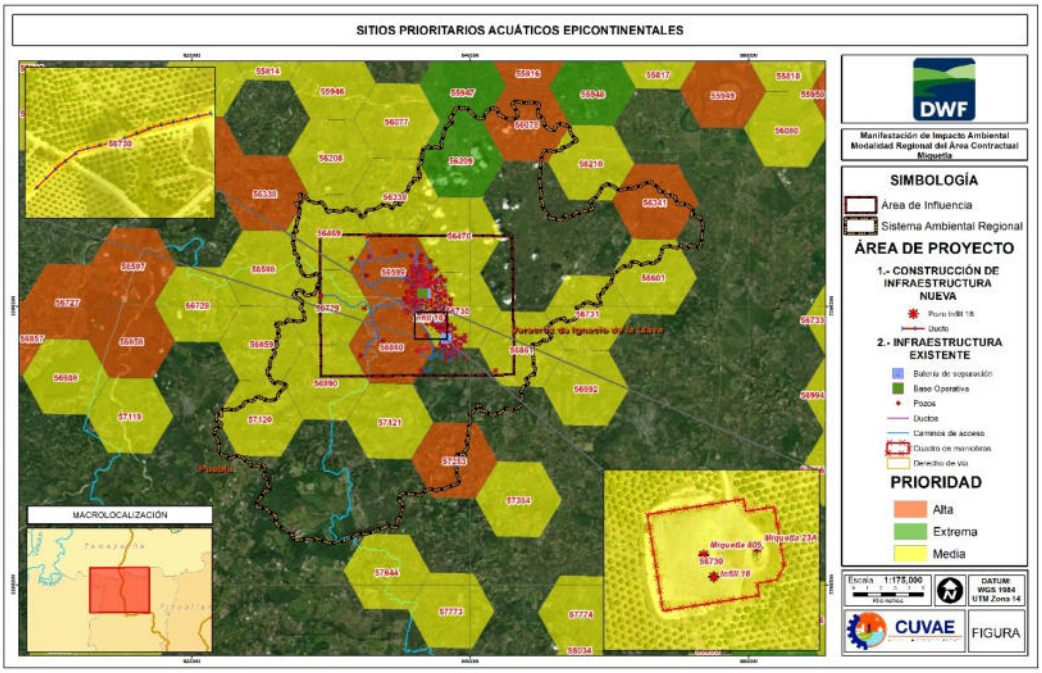


Figura III-11.- Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales.

No se localizó en información de la CONABIO y la CONANP algún lineamiento a seguir o alguna restricción para la ejecución de las obras en el proyecto con respecto a esta zonificación de sitios prioritarios terrestres y sitios prioritarios acuáticos epicontinentales.

En este sentido, para poder reconocer las particularidades de los impactos humanos que representan las mayores amenazas a la biodiversidad se examinó el apartado de hidrología superficial de este mismo

documento, detectando que, en lo referente a la problemática por contaminación industrial, la cual pudiera ser en consecuencia por las actividades del sector hidrocarburos a que pertenece el proyecto, se revisó el monitoreo de la calidad del agua superficial llevado a cabo en el SAR. De dicha información, se extrajeron los resultados de laboratorio obtenidos de los análisis realizados a las tres corrientes de agua superficial, concluyendo que, el rio Miquetla, el rio Las Cañas y el rio Pantepec presentan los mismos problemas de contaminación por coliformes fecales, solidos disueltos totales (SDT) y sustancias activas al azul de metileno (SAAM), todos relacionados con actividades domésticas (lavar ropa, aseo personal, letrinas) que se llevan a cabo en la región. Las descargas de agua residual a las corrientes de agua y la ausencia de alcantarillado en la zona se pueden considerar como un factor para obtener estos resultados.

En las muestras tomadas, tampoco existe presencia de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en sus fracciones ligera, media y pesada, e hidrocarburos poliaromáticos (HPA). Del índice de calidad del agua (ICA) se determina que existe contaminación bacteriológica por coliformes fecales en las tres corrientes de agua, en demanda bioquímica orgánica (DBO) y de sólidos suspendidos totales (SST) no existe contaminación. En DQO, los valores en algunos sitios presentan indicadores de contaminación, en lo que cabe recordar que las tres corrientes presentan materia orgánica de vegetación circundante, descargas de agua residual y los arrastres de suelo y fertilizantes de la zona agrícola que predomina en el área.

Bajo esta perspectiva, las actividades del sector hidrocarburos del presente proyecto no han contribuido en las problemáticas detectadas en las corrientes de agua superficial del SAR.

III.7 Unidades de Manejo Ambiental (UMA)

Las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre pueden ser definidas como unidades de producción o exhibición en un área delimitada claramente bajo cualquier régimen de propiedad (Privada, ejidal, comunal, federal, etc.), donde se permite el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos de los recursos de la vida silvestre y que requieren un manejo para su operación. La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) establece que sólo a través de las UMA se permite el aprovechamiento de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre.

El artículo 3 fracción XLVII de la LGVS les define como los predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de las poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen.

Se distinguen dos tipos de aprovechamiento:

1. Extractivos (Actividad cinegética, mascotas, ornato, artesanales, colecta científica e insumos para la industria farmacéutica, alimentaria y del vestido, entre otras).
2. No extractivos (Investigación, exhibición, ecoturismo y educación ambiental).

Tienen el propósito de contribuir y reforzar la conservación de la biodiversidad con las necesidades de producción y desarrollo socioeconómico de México, en el sector rural, en 1997 se estableció el Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA).

Las UMA buscan promover esquemas alternativos de producción compatibles con el cuidado del ambiente, a través del uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales renovables en ellas contenidos, frenando o revirtiendo los procesos de deterioro ambiental.

El área de influencia no incide en o con alguna(s) UMA, como se muestra en la Figura III-12, la más cercana es la denominada Agua Bendita, a 61+548.45 km al Suroeste.

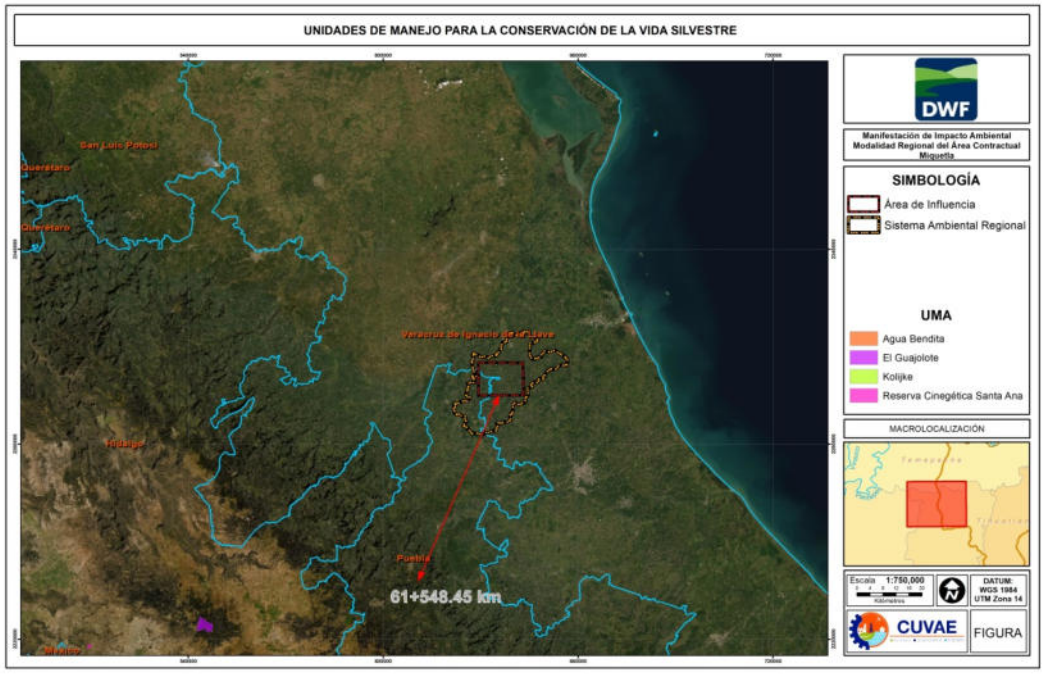


Figura III-12.- Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre.

III.8 Ordenamientos Ecológicos

El ordenamiento ecológico se concibe como un proceso de planeación cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región.

A través del proceso de ordenamiento ecológico se generan, instrumentan, evalúan y, en su caso, modifican las políticas ambientales con las que se busca:

- Identificar las zonas para conservar, proteger y restaurar los recursos naturales y la biodiversidad.
- Inducir la realización de actividades productivas en las zonas de mayor aptitud y menor impacto ambiental.
- Lograr el equilibrio entre las actividades productivas y protección a la naturaleza.

Así mismo, se convierte en un instrumento normativo básico de primer piso, sobre el cual debe apoyarse la aplicación de otras herramientas de planeación como:

- La evaluación del impacto ambiental.
- La regulación ecológica de los asentamientos humanos.
- Los programas sociales de desarrollo urbano.
- Los programas de desarrollo rural sustentable y de desarrollo para la conservación en áreas naturales protegidas.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico, reformado y publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 31 de octubre de 2014 se emitieron nuevas disposiciones en la materia, señalando en el artículo 40 que *para la formulación de los programas de ordenamiento ecológico regional en los que participe el Gobierno Federal, la Secretaría promoverá la realización de las siguientes acciones:*

"Los programas de ordenamiento ecológico regional, referidos en este artículo, no podrán considerar o regular las actividades que permiten el desarrollo de la industria de hidrocarburos, ni las actividades a que se refiere el artículo 3, fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, en acatamiento a lo previsto en el artículo 95 de la Ley de Hidrocarburos que a su vez éste indica 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".

Partiendo del precepto anterior, el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que regula y Reglamenta el Desarrollo de la Región denominada Cuenca del Río Tuxpan no tiene injerencia en la regulación de las actividades del Sector Hidrocarburos, no obstante se hace mención en este estudio con la finalidad de conocer de manera estratégica, como se encuentran reguladas estas actividades y que de

manera indirecta sirvan como recomendaciones de prevención y mitigación en todas las actividades de desarrollo de la cadena de valor del Sector Hidrocarburos.

III.8.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

La formulación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) se realizó en 2008 y consistió en cuatro etapas metodológicas: éstas fueron la etapa de caracterización, el diagnóstico, el pronóstico y la propuesta. La caracterización y el diagnóstico permitieron conocer y evaluar las condiciones ambientales actuales que guardaba el país, así como las variables que determinaron los espacios territoriales y su aptitud para el desarrollo de cada sector, así como su incompatibilidad con otros sectores.

Su objetivo es que los sectores del Gobierno Federal incorporen acciones ambientales en diferentes actividades relacionadas con el uso y ocupación del territorio, con la finalidad de que se protejan las zonas críticas para la conservación de la biodiversidad y los bienes y servicios ambientales.

Finalmente fue publicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 7 de septiembre de 2012 bajo el sustento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico. En su artículo 2 acuerda que *será de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales.*

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB).

Se establecieron 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado, el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

El área de influencia y SAR se ubican en la Región Ecológica 18.18 que se compone de la Unidad Ambiental Biofísica 118 Lomeríos de la Costa Golfo Norte (Figura III-13 y Tabla III-6).

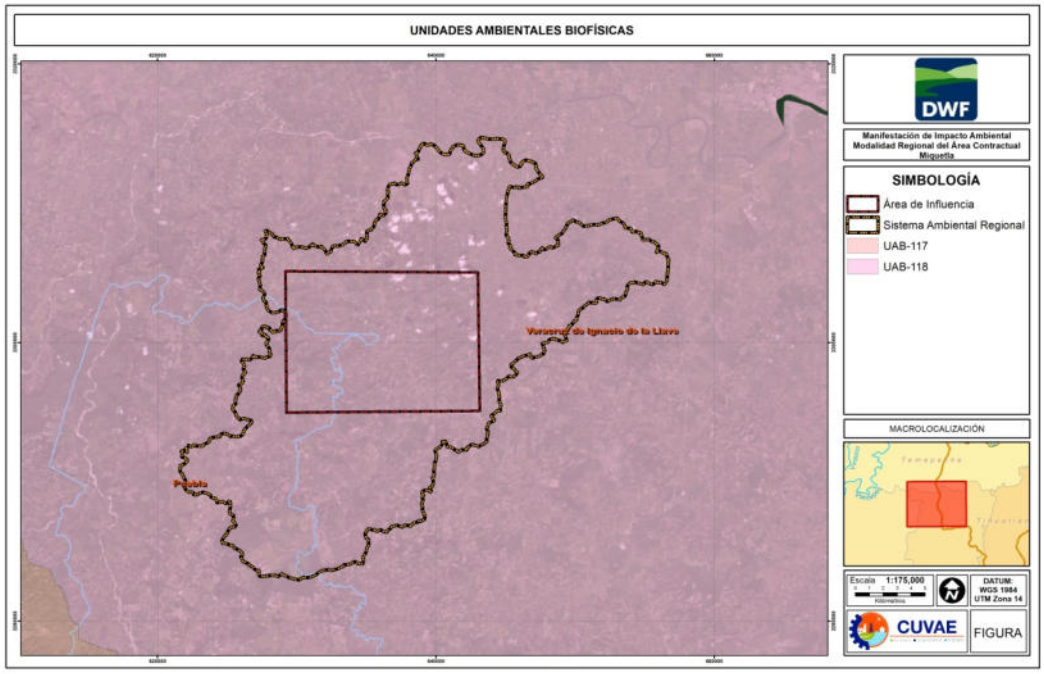


Figura III-13.- Unidad Ambiental Biofísica del POEGT sobre la que inciden el área de influencia.

Tabla III-6.- Ficha técnica de la UAB 118.

Clave Región	UAB	Nombre UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política Ambiental	Nivel de atención prioritaria	Estrategias sectoriales
18.18	118	Lomeríos de la Costa Golfo Norte	Forestal Industria	Agricultura Ganadería	Desarrollo social	Minería Turismo	Restaura-ción y Aprovecha-miento sustentable	Muy alta	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 21, 22, 23, 28, 29, 31, 32, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44.

La Región Ecológica 18.18 compuesta por la UAB 118 tiene una superficie de 11,730.53 km^2, presenta una población total de 1,368,486 habitantes, con presencia de población indígena Huasteca.

De acuerdo con el POEGT, el estado del medio ambiente en el 2008 fue Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Muy alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es media. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Media. El uso de suelo es Agrícola y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 3.9. Alta marginación social. Medio índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de transición. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

El escenario hacia el año 2033 es Crítico, su Política Ambiental es de Restauración y Aprovechamiento Sustentable, con prioridad de atención muy alta.

Las estrategias que desarrollan estas UAB se presentan en la siguiente Tabla, se observan estrategias dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, al mejoramiento del sistema social e

infraestructura urbana y al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. Con la finalidad de aplicar los criterios establecidos en el presente POEGT se vincularon con actividades a ejecutar en el proyecto y con medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales propuestas en este documento.

Tabla III-7.- Estrategias de la UAB 118 del POEGT.

Estrategias		Vinculación con el proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto no prevé aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El proyecto no prevé aprovechamiento de suelo agrícola y pecuario ni la aplicación de infraestructura en las superficies donde se realicen estas actividades primarias; solamente se pretenden obras de infraestructura con el objetivo de extraer hidrocarburos de formaciones geológicas.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Tomando en cuenta que la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el artículo 7 fracción XLVII define a los recursos forestales como la vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los terrenos forestales y preferentemente forestales. La infraestructura existente y la nueva en el área de proyecto se encuentran y proponen respectivamente en superficies ya impactadas que no poseen vegetación forestal, sin embargo, en ninguna de las actividades de las etapas se prevé el aprovechamiento ni utilización de ningún tipo de recursos forestales.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Dado que la infraestructura existente y nueva en el área de proyecto se encuentran en superficies ya impactadas no suponen una alteración hacia el funcionamiento del ecosistema ambiental, pero en el presente documento se integraron medidas preventivas y de mitigación necesarias para evitar efectos significativos.

Continuación Tabla III-7

Estrategias		Vinculación con el proyecto
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Para proteger los ecosistemas como parte del proyecto se implementarán medidas preventivas, de mitigación y compensación a los impactos ambientales que pudieran ocurrir en su desarrollo. 1.- No se realizarán actividades distintas a las descritas en el Capítulo II, ni fuera de las áreas autorizadas. En caso de requerir alguna modificación al proyecto se realizará la solicitud de la autorización correspondiente. 2.- Se elaborará e implementará un programa de pláticas y difusiones orientadas a la concientización en materia de seguridad y medio ambiente al personal de DWF que intervengan en cada una de las etapas del proyecto y se solicitará a las contratistas el cumplimiento del mismo. 3.- Las áreas de almacenamiento de combustibles y manejo de aceites contarán con algunas de las siguientes medidas de contención como pueden ser; trincheras, fosas colectoras de derrames, bandejas, geomembranas o cualquier otro dispositivo que evite la contaminación del suelo y deberán estar debidamente señalizados e identificados. 4.- En cualquiera de las actividades y etapas de la obra se prohibirá la colecta, extracción, consumo, comercialización y daño físico de la vegetación y fauna silvestre. 5.- Queda estrictamente prohibido utilizar productos químicos y la aplicación de quemas para la eliminación de la cobertura vegetal durante la operación y mantenimiento de las obras. Con el objetivo de evitar la contaminación de suelos y acuíferos, prevenir incendios y muerte de la fauna silvestre en el área del proyecto. 6.- Se procurará conservar la cobertura vegetal producto del crecimiento sucesional de la vegetación en el talud y terraplén de las plataformas, contribuyendo a la estabilización del suelo.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No se hará uso de químicos, agroquímicos ni biofertilizantes en el desarrollo del proyecto. Queda estrictamente prohibido utilizar productos químicos y la aplicación de quemas para la eliminación de la cobertura vegetal durante la operación y mantenimiento de las obras. Con el objetivo de evitar la contaminación de suelos y acuíferos, prevenir incendios y muerte de la fauna silvestre en el área del proyecto.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No compete a las actividades del proyecto.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	No se hace uso de los productos del Servicio Geológico Mexicano para la elaboración de este documento. La aplicación de productos como mapas digitales de geología fueron tomados de INEGI para su uso como parte de la descripción física y ubicación del área de influencia y SAR.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El proyecto no pertenece al sector minero.

Continuación Tabla III-7

Estrategias		Vinculación con el proyecto
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	No es competencia del proyecto promover la reconversión de industrias básicas y manufactureras. El proyecto pretende obras de infraestructura con el objetivo de extraer hidrocarburos. Las inversiones asociadas al desarrollo de las tecnologías en materia de hidrocarburos permitirán detonar polos de desarrollo económico y completar cadenas productivas, que serán motor del crecimiento económico y de generación de empleos como lo es este proyecto.
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	Fomentar el turismo, su desarrollo y demanda, no compete a las actividades del proyecto.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos de turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.		
C) Agua y saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	La obra requerirá los servicios de manejo y disposición de aguas residuales sanitarias; por lo que esta necesidad será cubierta por empresas especializadas mediante la instalación de fosas sépticas o sanitarios portátiles para el control de los desechos fisiológicos. La recolección, transportación y disposición del agua residual sanitaria será de acuerdo con lo indicado en la normatividad ambiental y estará a cargo de una empresa autorizada. Realizar el manejo adecuado de aguas residuales producto de las pruebas hidrostáticas, realizando el análisis de calidad del agua de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-1996. Cuando los resultados se encuentren dentro de LMP se utilizarán en actividades operativas, de riego de caminos, inyectar a la corriente productiva o realizar la disposición final de acuerdo a la normatividad. No se realizarán descargas directas de ningún tipo a cuerpos de agua y escorrentías naturales en ninguna de las etapas de desarrollo del proyecto.
	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.	El área de influencia, no se localiza en zonas urbanizadas por lo que no se prevén directamente acciones de tipo urbano o metropolitano, dado lo anterior los servicios requeridos (letrinas portátiles, energía eléctrica y agua potable) y necesarios durante el desarrollo del proyecto, serán proporcionados por las empresas contratistas que desarrollen los trabajos.
	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.	Las acciones de expansión urbana no son competencia del proyecto.

Continuación Tabla III-7

Estrategias		Vinculación con el proyecto
E) Desarrollo Social	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.	Promover y llevar a cabo políticas alimentarias no son competencia del proyecto.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	La extracción de hidrocarburos en México es la actividad más importante, además de su derrama económica, satisface la demanda de energéticos y de petroquímicos básicos, contribuye al desarrollo industrial y es generadora de empleos en la zona que es llevada a cabo. El proyecto pertenece a una empresa que no discrimina el género ni el origen étnico de sus empleados por lo que integra a sus fuerzas laborales a todo aquél que esté capacitado para ser parte de la empresa.
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No es competencia del proyecto realizar campañas relacionadas al desarrollo social de adultos mayores.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No es competencia del proyecto realizar actividades de protección social.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.		
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Dentro del proyecto se realizan contratos de ocupación superficial con lo que se acredita el interés jurídico de DWF y por individual con los propietarios que les atañe, por lo que se respeta la propiedad rural y ejidal. Además, está prohibido realizar trabajos fuera de la superficie autorizada, por lo que no se invaden terrenos privados o ajenos al proyecto.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No es competencia del proyecto el catastro rural, impulsar proyectos productivos, ordenamientos territoriales de cualquier nivel, etc., pero este último si se le consideró en este capítulo, exponiendo su vinculación con las actividades a ejecutar y con las medidas preventivas y de mitigación propuestas en este documento. Además, por medio del presente documento se contribuye a brindar información sobre las áreas de la región y la caracterización del proyecto.
	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.	

III.8.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que Reglamenta el Desarrollo de la Región denominada Cuenca el Rio Tuxpan

El Decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que regula y Reglamenta el Desarrollo de la Región denominada Cuenca del Río Tuxpan fue publicado en la Gaceta Oficial del Estado de Veracruz el 24 de marzo de 2009. Dentro de las acciones instauradas, en marzo de 2012 se puso a disposición de la ciudadanía la convocatoria de consulta pública para su modificación y el 20 de julio de 2012 se publica nuevamente en esta Gaceta en mención el Decreto que actualiza el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que Reglamenta el Desarrollo de la Región denominada Cuenca el Río Tuxpan.

El artículo 1 del presente instrumento presenta la ubicación geográfica del mismo además de citar la obligatoriedad de su observancia y el artículo 3 señala el objeto de éste, el cual es 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 Cuenca.

Al sobreponer las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del Programa en mención a las poligonales superficiales del área de influencia, área de proyecto y SAR, se constató que se inciden en las UGA 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 (Figura III-14).

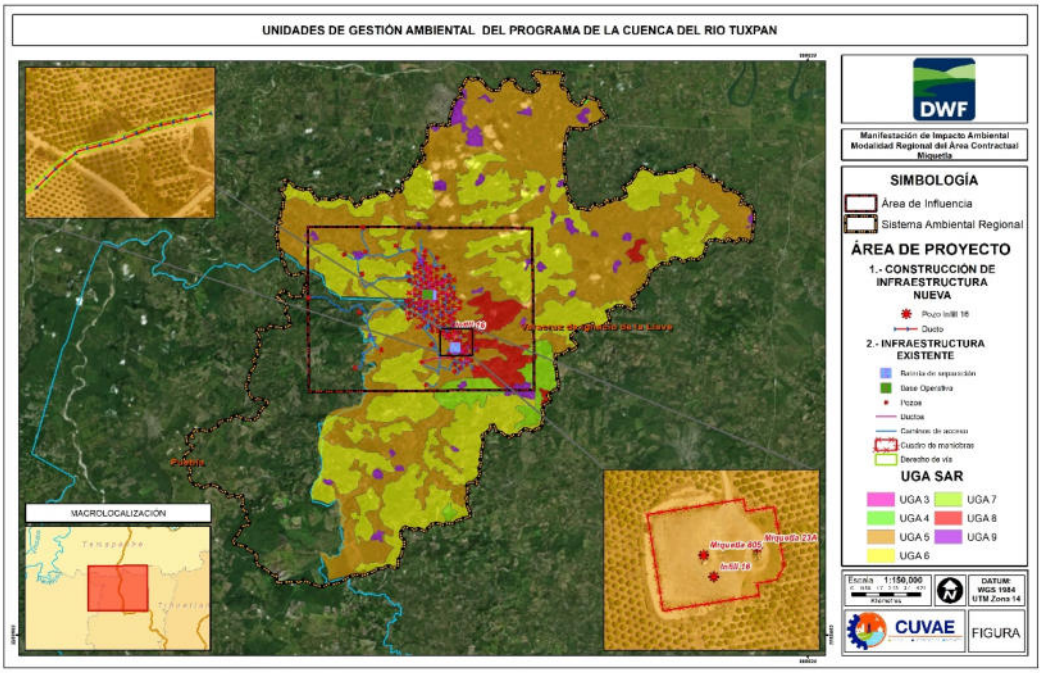


Figura III-14.- UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Cuenca del Rio Tuxpan en el área de influencia, área de proyecto y Sistema Ambiental Regional.

En la Tabla III-8 se sintetizan estas UGA, se señalan las políticas, los usos y los criterios ecológicos que les corresponden, sean: flora y fauna (Ff), manejo de ecosistemas (Mae), forestal (F), agricultura (Ag), acuacultura (Ac), pecuario (P), pesca (Pe), turismo (Tu), asentamientos humanos (Ah), construcción (C), equipamiento (Eq), infraestructura (If), industria (In), minería (Mi), actividades portuarias (Pu) y manejo integrado de cuenca (Mic).

Tabla III-8.- Unidades de Gestión Ambiental que inciden en el área de influencia y SAR.

UGA	Política	Uso Predominante	Usos Compatibles	Usos Condicionados	Usos Incompatibles	Criterios Ecológicos
UGA-3	Restauración	Flora y Fauna	Turismo	Equipamiento Infraestructura Asentamientos humanos Minería Acuacultura	Forestal Agrícola Pecuario Industria	Ff: 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28.
						Tu: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26.
						Eq: 1, 2, 4, 7, 8, 11, 13, 15.
						If: 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11,

UGA	Política	Uso Predominante	Usos Compatibles	Usos Condicionados	Usos Incompatibles	Criterios Ecológicos
						13, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 34, 36, 38.
						Ah: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49.
						Mi: 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.
						C: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 47.
						Mae: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 22, 24, 25, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 45.
						Mic: 1, 2.
UGA-4	Conservación	Flora y Fauna	Forestal Turismo Pesca	Equipamiento Infraestructura Minería Acuacultura	Agrícola Pecuario Asentamientos Humanos Industria	Ff: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27.
						F: 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28.
						Tu: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25.
						Pe: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21.
						Eq: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15.
						If: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 31, 32, 34, 38.
						Mi: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.

Continuación Tabla III-8

UGA	Política	Uso Predominante	Usos Compatibles	Usos Condicionados	Usos Incompatibles	Criterios Ecológicos
						Ac: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.
						C: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 37, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47.
						Mae: 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 44, 45.
						Pu: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16.
						Mic: 1, 2.
						Pu: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.
UGA-5	Aprovechamiento	Agrícola	Pecuario Flora y fauna Turismo	Equipamiento Infraestructura Industria Minería Asentamientos humanos Forestal Acuacultura	Pesca	Ag: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33.
						P: 1, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22.
						Ff: 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28.
						Tu: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26.
						Eq: 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.
						If: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38.
						In: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32.
						Mi: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.
						Ah: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49.

Continuación Tabla III-8

UGA	Política	Uso Predominante	Usos Compatibles	Usos Condicionados	Usos Incompatibles	Criterios Ecológicos
						F: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 26, 28.
						Ac: 1, 2, 3, 5, 6, 7.
						Mae: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 25, 26, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 43, 44, 45.
						C: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47.
						Mic: 1, 2.
UGA-6	Aprovechamiento	Agrícola restringido	Turismo Flora y fauna	Agrícola Pecuario Equipamiento Infraestructura Minería Asentamientos humanos Industria Acuacultura	Forestal	Ag: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33.
						Tu: 1, 2, 4, 5, 7, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25.
						Ff: 1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 26, 27, 28.
						P: 1, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 22.
						Eq: 1, 2, 4, 7, 8, 11, 13, 15.
						If: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 34, 38.
						Mi: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.
						Ah: 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50.
						In: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32.
						Ac: 1, 2, 3, 5, 6, 7.
						Mae: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 25, 26, 28, 32, 33, 34, 36, 38, 40, 43, 44, 45.

Continuación Tabla III-8

UGA	Política	Uso Predominante	Usos Compatibles	Usos Condicionados	Usos Incompatibles	Criterios Ecológicos
						C: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33,. 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47.
						Mic: 1, 2.
UGA-7	Aprovechamiento	Pecuario	Agricultura Turismo Asentamientos humanos Flora y fauna	Equipamiento Infraestructura Industria Minería Forestal Acuacultura		P: 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22.
						Ag: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33.
						Tu: 1, 2, 4, 5, 7, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26.
						Ah: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50.
						Ff: 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 31, 34, 36, 38.
						Eq: 1, 2, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15.
						If: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 34, 36, 38.
						In: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32.
						Mi: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.
						F: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28.
						Ac: 1, 2, 3, 5, 6, 7.
						Mae: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 25, 26, 28, 32, 33, 34, 36, 38, 40, 43, 44, 45.

Continuación Tabla III-8

UGA	Política	Uso Predominante	Usos Compatibles	Usos Condicionados	Usos Incompatibles	Criterios Ecológicos
						C: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47.
						Mic: 1, 2.
UGA-8	Aprovechamiento	Pecuario restringido	Turismo Flora y fauna	Agrícola Pecuario Equipamiento Infraestructura Minería Asentamientos humanos Industria Acuacultura	Forestal	Tu: 1, 2, 4, 5, 7, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25.
						Ff: 1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 19, 21, 22, 23, 26, 27, 28.
						Ag: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32,
						P: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 22, 23.
						Eq: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 22, 23.
						If: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 34, 38.
						Mi: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.
						Ah:1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50.
						In: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32.
						Ac: 1, 2, 3, 5, 6, 7.
						Mae: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 25, 26, 28, 32, 33, 34, 36, 38, 40, 43, 44, 45.
						C: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47.
						Mic: 1, 2.

Continuación Tabla III-8

UGA	Política	Uso Predominante	Usos Compatibles	Usos Condicionados	Usos Incompatibles	Criterios Ecológicos
UGA-9	Aprovechamiento	Asentamientos humanos	Equipamiento Infraestructura	Industria Acuacultura	Minería Forestal Agrícola Pecuario	Ah: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50.
						Eq: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.
						If: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38.
						In: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32.
						Ac: 3, 5, 6, 7.
						Mae: 5, 28, 32, 33, 36, 37, 40, 43, 44, 45.
						C: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47.
						Mic: 1, 2.
						Pu: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.

El área de proyecto con infraestructura existente y con la proyección de infraestructura nueva se registró en las UGA 5, 6, 7, 8 y 9 que pertenecen a la política Aprovechamiento y que como usos condicionados pueden desarrollarse actividades de construcción (C), equipamiento (Eq), infraestructura (If) e industria (In), que coinciden con las actividades a realizar. En las Tablas del **Anexo "J"** se presentan los Criterios Ecológicos determinados para estas UGA y que, en base al análisis de expertos, fueron vinculados con las actividades que competen al proyecto y con las medidas preventivas y de mitigación que aplicaran. Lo anterior con el objetivo de aminorar los efectos y proteger el ambiente en la ejecución de las obras.

III.9 Análisis de los instrumentos normativos

Con base en lo señalado en la Constitución, en México existe un amplio marco jurídico que establece las bases fundamentales para proteger los recursos naturales, y que serán de plena observancia para el desarrollo de las actividades en el proyecto, y que en la Tabla siguiente se vinculan con el desarrollo del proyecto.

Tabla III-9.- Marco jurídico que será de observancia y aplicable durante el desarrollo del proyecto.

Ley	Reglamento	Vinculación con el proyecto
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica; VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o 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, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.	**Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental** Artículo 5º.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental: C) Oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos. D) Actividades del sector hidrocarburos. Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental. Artículo 17.- … cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo. Artículo 18.- El estudio de riesgo a que se refiere el artículo anterior, consistirá en incorporar a la manifestación de impacto ambiental la siguiente información: I. Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto; II. Descripción de las zonas de	Se cumple al presentar esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional y el Estudio de Riesgo, para el Área Contractual Miquetla.

Ley	Reglamento	Vinculación con el proyecto
Artículo 113-. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. Artículo 121.- No podrán descargarse o infiltrarse en cualqui cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, agu residuales queue contengan contaminantes, sin previo tratamien y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de autoridad local en los casos de descargas en aguas jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado los centros de población. Artículo 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, […]. Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. Artículo 152 bis.- Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.	protección en torno a las instalaciones, en su caso, y III. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.	
	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera Artículo 16.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina. Y respecto al artículo 21 […] que los responsables de fuentes fijas de jurisdicción federal que cuenten con licencia otorgada [...] deberán presentar una Cédula de Operación Anual dentro del periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 30 de junio de cada año.	El Área Contractual Miquetla se encuentra en el proceso de la elaboración de la Licencia Ambiental Única (LAU), que ampare el funcionamiento y la operación de sus fuentes fijas en el establecimiento, con fundamento en la LGEEPA en su artículo 111 BIS, en la que se considera fuente fija de jurisdicción federal la industria del petróleo.
	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes Las actividades planteadas en el proyecto, se consideran sujetas al reporte de emisiones y transferencia de contaminantes generados como lo estipula el artículo 9. El artículo 10 establece que los establecimientos sujetos a reporte deberán presentar la información sobre sus emisiones y	Cuando el Área Contractual Miquetla cuente con la Licencia Ambiental Única otorgada, DWF estimará las emisiones y transferencia de contaminantes y sustancias en su Cédula de Operación Anual (COA) la cual deberá presentarse dentro del periodo comprendido entre el 1 de marzo al 30 de junio de cada año reportando el periodo de operaciones realizadas por el establecimiento del 1 de enero al 31 de diciembre del año inmediato anterior, como se estipula en el artículo 11 de este

Ley	Reglamento	Vinculación con el proyecto
	transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos proporcionándola a través de la Cédula de Operación Anual así como a conservar durante un periodo de cinco años, a partir de la presentación de cada Cédula, las memorias de cálculo y las mediciones, como establece el artículo 21.	Reglamento.
	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico De conformidad con el artículo 35 párrafo segundo de la LGEEPA así como lo dispuesto en la fracción III del artículo 13 del reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, las Manifestaciones de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional que sean sometidas a evaluación de la autoridad a efecto de obtener la autorización correspondiente, deberán contener una vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables, que son emitidos por la Federación, las entidades o los municipios, dichos instrumentos buscan orientar el uso de suelo en el territorio en materia ambiental.	Para el desarrollo del presente proyecto se detectó la presencia del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que regula y Reglamenta el Desarrollo de la Región denominada Cuenca el Río Tuxpan, es por ello que las actividades, medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales propuestas fueron vinculadas a los Criterios Ecológicos que aplican, asignados en las Unidades de Gestión Ambiental que inciden en el área de proyecto.
Ley General de Cambio Climático Entre los objetos de la Ley General del Cambio Climático de acuerdo al artículo 2 están: I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano […] 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; II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera […]; III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático.	**Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de registro de emisiones** Del artículo 6, el umbral a partir del cual los establecimientos sujetos a reporte deben presentar la información de sus Emisiones Directas e Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 toneladas de Bióxido de carbono equivalente (CO_2e). Esta suma refiere al cálculo de las emisiones de cada una de las fuentes fijas y móviles identificadas en dichos establecimientos sujetos a reporte.	En caso de aplicar, DWF reportará anualmente la estimación de sus Emisiones Directas e Indirectas a través de la Cédula de Operación Anual (COA) en la sección VI, en la que se cuantificarán las toneladas de Bióxido de carbono equivalentes anuales (tCO_2e) que se emitan a la atmósfera.

Ley	Reglamento	Vinculación con el proyecto
Ley de Aguas Nacionales Esta Ley tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. El artículo 20 estipula que de conformidad con el carácter público del recurso hídrico la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de la Comisión Nacional del Agua (CNA) por medio de los organismos de cuenca, o directamente por esta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley, sus reglamentos, el título y las prórrogas que al efecto se emitan.	**Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales** Para el desarrollo del proyecto se deberán presentar las concesiones o asignaciones a lo que disponen los artículos: Artículo 29.- Las solicitudes de concesiones o asignaciones podrán ser presentadas tanto por personas físicas como por personas morales, debiendo acreditar estas últimas su existencia legal, así como la personalidad jurídica del promovente. Artículo 30.- Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión".	Durante el desarrollo de operación del proyecto, el uso de agua requerida deberá ser estrictamente de aquellos que cuenten con autorización vigente (Título de concesión) para explotar, usar o aprovechar cauces, vasos, zona federal o bienes nacionales a cargo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para uso industrial y/o lo que determine.
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable Esta Ley 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; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, [..]. El artículo 7 fracción LXXI, menciona que, un terreno forestal, es el que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales […].	**Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable** El actual Reglamento establece que los terrenos forestales seguirán considerándose como tales, aunque pierdan su cubierta forestal por acciones ilícitas, plagas, enfermedades, incendios, deslaves, huracanes o cualquier otra causa. El artículo 2 fracción XL define a la vegetación forestal de zonas áridas como aquella que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros. Así mismo del cambio de uso de suelo en terrenos forestales,	El área de proyecto para la infraestructura nueva se construirá sobre una plataforma y un derecho de vía existentes, por lo que no se realizará desmonte y despalme en el área requeridas.

Ley	Reglamento	Vinculación con el proyecto
	el Título Cuarto (De las Medidas de Conservación Forestal) en su Capítulo Primero (Disposiciones Generales) y Capítulo Segundo (Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales), de los artículos 119 a 127 se plantea el procedimiento, requisitos y tiempos establecidos para la autorización de esta actividad.	
Ley General de Vida Silvestre El objeto de esta ley es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a 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. El artículo 4 declara el deber de todos los habitantes del país para conservar la vida silvestre; quedando prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación. Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.	**Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre** El término de vida silvestre considera a todos los organismos que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como los federales, especies domésticas que al quedar fuera de control del hombre, se establecen en el hábitat natural.	En el desarrollo del proyecto no se contempla el desmonte y despalme adicionales a las áreas de proyecto existentes y previamente impactadas para la construcción de la infraestructura nueva, que implique la perturbación de la biodiversidad. Además, se elaborará e implementará un programa de pláticas y difusiones orientadas a la concientización en materia de seguridad y medio ambiente al personal de DWF que intervengan en cada una de las etapas del proyecto y se solicitará a las contratistas el cumplimiento del mismo, con la finalidad de dar a conocer la normatividad aplicable y asegurar el cumplimiento de la prohibición de colectar, extraer, consumir, comercializar y dañar físicamente a la flora y fauna silvestres. En la etapa de construcción previa a la perforación se deberá instalar una barrera delimitadora provisional en el contrapozo para evitar que la fauna quede atrapada. En la etapa de operación establecer una medida permanente, que cumpla la misma función tanto para contrapozo y plataforma. En las diferentes etapas del desarrollo de la obra y en todas las actividades proyectadas, en caso de detectar fauna atrapada en las diferentes estructuras de las obras (Contrapozo, canaletas, guardaganado, alcantarillas, registros del sistema eléctrico, etc.) y equipos utilizados, se aplicará un programa de Dispersión, Protección y Reubicación de la Fauna Silvestre. Se colocarán señalamientos de presencia de fauna en sitios estratégicos sobre los caminos de acceso y dentro de las áreas de trabajo para concientizar y divulgar el cuidado de la fauna silvestre y minimizar la posibilidad de atropellamiento.

Ley	Reglamento	Vinculación con el proyecto
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por: Caracterización de sitios contaminados: Es la determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación. Generación: Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo. Proceso productivo: Conjunto de actividades relacionadas con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios. Remediación: Conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos, de conformidad con lo que se establece en esta Ley. Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley. Residuos Sólidos Urbanos: Los	**Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos** Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente: I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley; II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados. Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables. Artículo 84.- Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	El almacenamiento, manejo, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos se realizará con base en la LGPGIR y su reglamento. El almacenamiento, manejo, transporte y disposición final de los residuos de manejo especial deberán apegarse a lo establecido en la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento asimismo a lo establecido en la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y las DACG que establecen los lineamientos para la gestión integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y la NOM-001-ASEA-2019. El almacenamiento, manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos deberán apegarse a lo establecido en la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento asimismo a lo establecido en la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y las DACG.

Ley	Reglamento	Vinculación con el proyecto
generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole. Sitio Contaminado: Lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha sido contaminado con materiales o residuos que, por sus cantidades y características, pueden representar un riesgo para la salud humana, a los organismos vivos y el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas; Tratamiento: Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad. Artículo 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. La Secretaría determinará, conjuntamente con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación. Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley. Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias	Artículo 91.- La disposición final de residuos peligrosos puede realizarse en: I. Confinamiento controlado, y II. Confinamiento en formaciones geológicamente estables. Artículo 132.- […] se considera pasivo ambiental a aquellos sitios contaminados por la liberación de materiales o residuos peligrosos, que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de contaminantes, pero que implican una obligación de remediación. En esta definición se incluye la contaminación generada por una emergencia que tenga efectos sobre el medio ambiente.	

Ley	Reglamento	Vinculación con el proyecto
para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Artículo 43.- Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales […]. Artículo 44.- Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores. Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones […]. Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes. Artículo 69.- Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.		

Ley	Reglamento	Vinculación con el proyecto
Artículo 95.- La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.		
Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas El proyecto se apegará a los artículos 30 y 43 de esta Ley, informando al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), en caso de detectarse nuevos monumentos, zonas arqueológicas o piezas de valor histórico.	**Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas** Se ajustará a lo señalado en el artículo 44 del presente reglamento, si dentro o durante la ejecución de las actividades del proyecto se detecta la presencia de zonas arqueológicas, sitios históricos o monumentos se dará aviso a INAH.	En el área de proyecto no se detectó la presencia de monumentos y zonas arqueológicas, artísticas e históricas.
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental Artículo 2.- Para los efectos de esta Ley se estará a las siguientes definiciones, así como aquellas previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las Leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte. Se entiende por: I. Actividades consideradas como altamente riesgosas: Las actividades que implican la generación o manejo de sustancias con características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas en términos de lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; III. Daño al ambiente: Pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables de los hábitat, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Para esta definición se estará a lo dispuesto por el artículo 6o. de esta Ley; IV. Daño indirecto: Es aquel daño que en una cadena causal no constituye un efecto inmediato del acto u omisión que es imputado a una persona en términos de esta Ley; V. Se entiende por cadena causal la secuencia de influencias de causa y efecto de un fenómeno que se representa por eslabones relacionados; VIII. Estado base: Condición en la que se habrían hallado los hábitat, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, las relaciones de interacción y los servicios ambientales, en el momento previo inmediato al daño y de no haber sido éste producido; Artículo 6.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la		El proyecto se apegará a las disposiciones enmarcadas en esta Ley, por lo cual contempla una serie de medidas de prevención, mitigación y/o compensación establecidas en el presente documento. Además, serán de plena observancia los términos y condiciones que la autoridad fije en el resolutivo que emita. Así mismo, dado que las actividades del presente proyecto son consideradas como altamente riesgosas, en caso de que como resultado de ellas se llegara a ocasionar un daño al ambiente, DWF cuenta con una póliza registrada ante la dirección correspondiente de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente que contiene las coberturas de responsabilidad civil y responsabilidad por daño ambiental para las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos que desarrolla con base en el Contrato No. CNH-M5-MIQUETLA/2018.

Ley	Reglamento	Vinculación con el proyecto
Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes Ambientales o las normas oficiales mexicanas. Artículo 7.- A efecto de otorgar certidumbre e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de los daños ocasionados al ambiente, la Secretaría deberá emitir paulatinamente normas oficiales mexicanas, que tengan por objeto establecer caso por caso y atendiendo la Ley de la materia, las cantidades mínimas de deterioro, pérdida, cambio, menoscabo, afectación, modificación y contaminación, necesarias para considerarlos como adversos y dañosos. Para ello, se garantizará que dichas cantidades sean significativas y se consideren, entre otros criterios, el de la capacidad de regeneración de los elementos naturales. Artículo 10.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente. Artículo 12.- Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de: I. Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos […].		
Ley de Hidrocarburos Artículo 2.- Esta Ley tiene por objeto regular las siguientes actividades en territorio nacional: I. El Reconocimiento y Exploración Superficial, y la Exploración y Extracción de Hidrocarburos; II. El Tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, Transporte y Almacenamiento del Petróleo; III. El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el Transporte, Almacenamiento, Distribución, comercialización y Expendio al Público de Gas Natural; IV. El Transporte, Almacenamiento, Distribución, comercialización y Expendio al Público de Petrolíferos, y V. El Transporte por ducto y el Almacenamiento que se encuentre vinculado a ductos, de Petroquímicos. Artículo 4.- Para los efectos de esta Ley se entenderá, en singular o plural, por: III. Área Contractual: La superficie y profundidad determinadas por la Secretaría de Energía, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical en dicha superficie para dicha profundidad, en las que se realiza la Exploración y Extracción de Hidrocarburos a través de la celebración de Contratos para la Exploración y Extracción; IV. Área de Asignación: La superficie y profundidad determinadas por la Secretaría de Energía, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical en dicha superficie para dicha profundidad, en las que se realiza la Exploración y Extracción de Hidrocarburos a través de una Asignación. Artículo 41.- El Ejecutivo Federal, a propuesta de la Secretaría de Energía, establecerá Zonas de Salvaguarda en las áreas de reserva en las que el Estado determine prohibir las actividades de Exploración y Extracción de Hidrocarburos. La incorporación de áreas específicas a las Zonas de Salvaguarda y su desincorporación de las mismas será hecha por decreto presidencial,		Para efecto de la presente solicitud, el proyecto se realizará en apego a lo dispuesto en la presente Ley, y así como en su artículo 130 que a la letra dice, los Asignatarios, Contratistas, Autorizados y Permisionarios ejecutarán las acciones de prevención y de reparación de daños al medio ambiente o al equilibrio ecológico que ocasionen con sus actividades y estarán obligados a sufragar los costos inherentes a dicha reparación, cuando sean declarados responsables por resolución de la autoridad competente, en términos de las disposiciones aplicables.

Ley	Reglamento	Vinculación con el proyecto
fundado en los dictámenes técnicos respectivos. En las Áreas Naturales Protegidas no se otorgarán Asignaciones ni Contratos para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos. Artículo 129.- Corresponde a la Agencia 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, a fin de promover, aprovechar y desarrollar de manera sustentable las actividades de la industria de Hidrocarburos. Artículo 130.- Los Asignatarios, Contratistas, Autorizados y Permisionarios ejecutarán las acciones de prevención y de reparación de daños al medio ambiente o al equilibrio ecológico que ocasionen con sus actividades y estarán obligados a sufragar los costos inherentes a dicha reparación, cuando sean declarados responsables por resolución de la autoridad competente, en términos de las disposiciones aplicables. Artículo 131.- La aplicación y la interpretación para efectos administrativos de esta Ley corresponde, en el ámbito de sus atribuciones, a las Secretarías de Energía, de Hacienda y Crédito Público y de Economía, a la Comisión Nacional de Hidrocarburos, a la Comisión Reguladora de Energía y a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.		
Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos Artículo 1o.- 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: I. La Seguridad Industrial y Seguridad Operativa; II. Las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, y III. El control integral de los residuos y emisiones contaminantes. Artículo 3o.- Además de las definiciones contempladas en la Ley de Hidrocarburos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para los efectos de esta Ley se entenderá […]. VII. Instalación: El conjunto de estructuras, plantas industriales, equipos, circuitos de tuberías de proceso y servicios auxiliares, así como sistemas instrumentados, dispuestos para un proceso productivo o comercial específicos, incluyendo, entre otros, pozos para la exploración y extracción de hidrocarburos, plataformas, plantas de almacenamiento, refinación y procesamiento de hidrocarburos en tierra y en mar, plantas de compresión y descompresión de hidrocarburos, sistemas de transporte y distribución en cualquier modalidad, así como estaciones de expendio al público; […]. XI. Sector Hidrocarburos o Sector: Las actividades siguientes: a. El reconocimiento y exploración superficial, y la exploración y extracción de hidrocarburos; b. El tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo; c. El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas natural; d. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo; e. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de petrolíferos, y f. El transporte por ducto y el almacenamiento, que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos producto del procesamiento del gas natural y de la refinación del petróleo.		La presente Ley será de absoluta observancia para el desarrollo del proyecto en materia de protección al medio ambiente, así como seguridad industrial y seguridad operativa.

Ley	Reglamento	Vinculación con el proyecto
Artículo 5º fracción XVIII.- La Agencia tendrá como atribuciones expedir, suspender, revocar o negar las licencias, autorizaciones, permisos y registros en materia ambiental, a que se refiere el artículo 7 de esta Ley, en los términos de las disposiciones normativas aplicables. Artículo 6o.- La regulación que emita la Agencia será publicada en el Diario Oficial de la Federación y deberá comprender, entre otros aspectos, los siguientes: I. En materia de Seguridad Industrial y Seguridad Operativa: a) La adopción y observancia obligatoria de estándares técnicos nacionales e internacionales; b) La prevención y contención de derrames y fugas de hidrocarburos en las instalaciones y actividades del Sector, así como los procesos de remediación de las afectaciones que en su caso resulten, en coordinación con las unidades administrativas de la Secretaría; II. En materia de protección al medio ambiente: a) Las condiciones de protección ambiental de los suelos, flora y fauna silvestres a que se sujetarán las actividades de exploración, extracción, transporte, almacenamiento y distribución de hidrocarburos para evitar o minimizar las alteraciones ambientales que generen esas actividades; b) La caracterización y clasificación de los residuos generados en las actividades del Sector y los criterios generales para la elaboración de los planes de manejo correspondientes, en los que se definan sus etapas, estructura de manejo, jerarquía y responsabilidad compartida de las partes involucradas. Artículo 7o.- Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5o. de esta Ley, serán los siguientes: IV. Autorización de las propuestas de remediación de sitios contaminados y la liberación de los mismos al término de la ejecución del programa de remediación correspondiente, en términos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y de su Reglamento.		
	DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al medio ambiente para realizar las actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos.	Para las actividades del presente proyecto, en cada una de sus etapas, se observarán los instrumentos, mecanismos, procedimientos regulatorios y acciones que indican estas disposiciones administrativas.
	DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los 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.	
	DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la Prevención y el Control Integral de las Emisiones de Metano del Sector Hidrocarburos.	
	DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.	
	DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al medio ambiente para las etapas de Cierre, Desmantelamiento y/o Abandono de Instalaciones del Sector Hidrocarburos.	
	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 que se indican (SASISOPA).	

III.10 Normas Oficiales Mexicanas

En este apartado se hace un análisis sobre la normatividad aplicable a las actividades del proyecto y que serán de plena observancia.

Tabla III-10.- Relación de normatividad que se observará durante el desarrollo del proyecto.

Categoría	Área	Norma	Regulación	Vinculación
Agua	Descargas residuales	NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	El manejo de las aguas residuales generadas, producto de las actividades del proyecto como lo son las pruebas hidrostáticas, deberá de realizarse conforme a esta NOM.
		NOM-003-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.	Las actividades en las obras requerirán los servicios de captación, manejo y disposición de aguas residuales sanitarias; por lo que esta necesidad será cubierta por empresas especializadas mediante la instalación de sanitarios portátiles o fosas sépticas para el control de los desechos fisiológicos. Se deberá realizar el manejo adecuado de las aguas residuales sanitarias generadas en las áreas de trabajo de acuerdo con la legislación (contar con evidencia de las autorizaciones vigentes para la recolección, transporte y disposición final).
	Agua congénita	NOM-143-SEMARNAT-2003	Que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos.	Actualmente el Área Contractual Miquetla no cuenta con pozos de inyección de agua congénita, de contar de estos se dará cumplimiento a lo dispuesto y en apego a esta NOM.
Aire	Emisiones a la atmosfera	NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	El uso de los vehículos deberá apegarse a lo establecido por las Normas Oficiales Mexicanas que corresponden a los vehículos que usan gasolina y diésel como combustible, principalmente mediante los programas de mantenimiento preventivo y a las verificaciones vehiculares que regulen los Estados, con el fin de disminuir la reducción de emisiones contaminantes.
		NOM-042-SEMARNAT-2017	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	

Categoría	Área	Norma	Regulación	Vinculación
		NOM-044-SEMARNAT-2017	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustibles y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3875 kg.	
		NOM-045-SEMARNAT-2006	Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	
		NOM-080-SEMARNAT-1994	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.	Serán de observancia siempre que sean utilizadas fuentes emisoras de ruido en el desarrollo del proyecto y las labores se ejecutarán en horarios que no afecten a la comunidad y la fauna.
		NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas.	
Recursos naturales	Recursos naturales flora y fauna	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.	En cualquiera de las etapas y actividades de las obras se prohíbe la colecta, extracción, consumo, comercialización y daño físico de la vegetación y fauna silvestre.
		NOM-115-SEMARNAT-2003	Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación y mantenimiento de pozos petroleros terrestres para exploración y producción en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de áreas	El equipo de fracturación hidráulica se instalará sobre una geomembrana impermeable con capacidad para contener algún derrame accidental de fluidos o materiales. La pera estará delimitada con protecciones perimetrales a base de malla ciclónica o alambrado de púas que impidan el libre acceso a personas ajenas y/o fauna local, además de estar impermeabilizada por medio de compactación a un 90% conforme a la prueba Proctor, con el fin de evitar que se infiltren contaminantes que

Categoría	Área	Norma	Regulación	Vinculación
			naturales protegidas o terrenos forestales.	pudieran impactar el suelo natural, también se colocaran señalamientos visibles con ubicaciones, además de que para atender las necesidades fisiológicas de los trabajadores, se utilizaran sanitarios portátiles. No se realizarán actividades fuera del área permitida, así como de la superficie autorizada para la construcción de las obras. La construcción del pozo utilizará recubrimiento especial que garantice la no infiltración al subsuelo. En cualquiera de las actividades se prohíbe la colecta o extracción de material vegetal y ejemplares, partes y derivados de animales. En el caso de que el pozo resulte improductivo o al término de la vida útil del pozo, se taponará conforme a las disposiciones técnicas que establece la normatividad vigente, procediendo al desmantelamiento y al retiro total del equipo de perforación y mantenimiento, de los campamentos que alojan al personal técnico y de los sanitarios portátiles, a que se refiere esta Norma Oficial Mexicana.
		NOM-117-SEMARNAT-2006	Que establece las especificaciones de protección ambiental durante la instalación, mantenimiento mayor y abandono, de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto, que se realicen en derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.	Las actividades se limitarán a la amplitud del derecho de vía autorizado y no se hará uso de fuego ni agroquímicos. Durante cualquiera de los trabajos de mantenimiento mayor e instalación de tuberías de conducción de hidrocarburos, quienes realicen captura, persecución, cacería, colecta y tráfico de la fauna existente en la zona serán sancionados conforme a lo dispuesto en la LGVS. Se tomarán las medidas necesarias para evitar la dispersión de polvos provenientes de la construcción y así mismo se instalarán los sanitarios portátiles en cantidad suficiente para todo el personal que labore y se contratará de una empresa especializada que brinde del mantenimiento. En caso de que se requieran instalar campamentos, almacenes, oficinas, etc., serán de manera temporal sobre zonas ya perturbadas. En ningún caso se permitirá hacer mantenimientos preventivos a los vehículos utilizados en las mismas áreas donde se lleven a cabo las actividades de instalación o mantenimiento mayor de ductos. En caso de generarse residuos que por sus características se consideren

Categoría	Área	Norma	Regulación	Vinculación
				como peligrosos estos se manejarán conforme a lo establecido en la LGEEPA y la LGPGIR. Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial se depositarán en contenedores con tapa colocados en sitios al alcance de los trabajadores y trasladados al sitio que indique la autoridad local competente para su disposición con la periodicidad necesaria. Durante el mantenimiento mayor, las descargas de aguas residuales, generadas en cualquier parte del sistema de conducción cumplirán con la normatividad ambiental aplicable. Así mismo no se hará uso del uso de agua potable para la realización de las obras o actividades en cualquiera de las etapas del proyecto. Al terminar la obra y antes de iniciar la operación o al terminar cualquier trabajo de mantenimiento, el derecho de vía quedará libre de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, y de material excedente producto de la excavación de las zanjas. Al término de la vida útil del sistema de conducción o parte de éste, el área afectada deberá ser restaurada a las condiciones similares a las existentes en las áreas adyacentes. Los ductos podrán dejarse en el sitio, para lo que se deberá desalojar el producto que contengan, aislarse de cualquier servicio o suministro, limpiarse, taponarse en sus extremos haciendo un sello efectivo e inertizarse en atención a esta Norma Oficial Mexicana.
		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.	En caso de fugas o derrames con volumen superior a un metro cubico, se llevará a cabo la caracterización del sitio de acuerdo con lo establecido en esta Norma.
Residuos	Residuos peligrosos y contaminación del suelo	NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Todos los residuos peligrosos resultantes de las actividades del proyecto serán manejados, recolectados, transportados, y dispuestos de acuerdo con lo indicado en la legislación, reglamentación y normatividad ambiental al respecto y mediante empresas que cuenten con las autorizaciones correspondientes en la materia.
		NOM-055-SEMARNAT-2005	Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.	Se supervisará que los residuos peligrosos sean confinados de manera controlada.

Categoría	Área	Norma	Regulación	Vinculación
		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.	Por la naturaleza del proyecto se generarán residuos peligrosos y de manejo especial del Sector Hidrocarburos, por lo que se cumplirá lo que cita dicha Norma.
Seguridad	Integridad de ductos	NOM-009-ASEA-2017	Administración de la integridad de ductos de recolección, transporte y distribución de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos.	Se llevará a cabo la recopilación, revisión y análisis de información sobre el ducto, de acuerdo con lo requerido en la presente Norma para el cumplimiento con el Análisis de Riesgo e integridad del ducto, segmento o sección. Y se cumplirán los requisitos marcados en la misma, durante las diferentes etapas y actividades del proyecto; con la finalidad de mantener la seguridad industrial, la seguridad operativa y la protección al medio ambiente.

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

IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto

Justificación

El SAR equivale a la unidad geográfica de referencia para la evaluación en materia de impacto ambiental. Los criterios para su delimitación geográfica en este proyecto, y de acuerdo con la *GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL* fueron la uniformidad y la continuidad de sus componentes (bióticos y abióticos) y de sus procesos ambientales significativos con los que el proyecto interactuara en espacio y tiempo.

Dentro de las metodologías más aceptadas para la delimitación del SAR, destaca el manejo integral de cuencas, subcuencas y microcuencas. Una microcuenca es un espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, dentro de una subcuenca y estas inmersas dentro una cuenca en donde se presentan ríos más grandes, a un lago o al mar. Se ha elegido la microcuenca por la importancia del agua como elemento vital y en función de la dimensión del proyecto, interrelacionado con todos los demás recursos (vegetación, suelo, fauna) ya que desde las partes altas hasta los puntos de salida que conforman las corrientes de agua perenes o ríos interacciona con todos los elementos bióticos y abióticos, la microcuenca son unidades

De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales en su artículo 3° fracción XVI, en una cuenca es un *"espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos constituye las unidades de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas.*

Además, en el inciso a) se describe que una cuenca hidrológica como *"la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por Estados y Municipios. Una o varias regiones hidrológicas integran una región hidrológico – administrativa.*

La selección del concepto de cuenca ha sido hasta el día de hoy como uno de los mejores criterios para la planeación ambiental o bien el manejo integral de los recursos naturales, tratándose de cualquier actividad productiva pública o privada. De lo anterior se desprende que, el manejo integral de cuencas es un mecanismo que permitirá ordenar y guiar los patrones de uso de suelo y uso de los recursos naturales de tal manera que la sociedad pueda satisfacer su demanda de recursos sin detrimento de la calidad ambiental, es decir; la interacción del proyecto y los diferentes componentes ambientales de que está conformada, tales como el suelo, la biodiversidad, la hidrología y los aspectos socioeconómicos en un gradiente entre las zonas altas y las zonas bajas considerando los efectos a distancia. (Cruz Bello, 2003). De manera puntual para el proyecto se utilizara las microcuencas considerando que están delimitadas por el mismo principio de las cuencas y subcuencas, pero con información inventariable y cartografiable más específica de las interacciones del proyecto.

La principal característica del manejo integral de cuencas es que su proceso es integrativo, adaptativo y participativo, lo cual quiere decir:

i) Es integrativo, ya que reconoce las interdependencias entre los diferentes elementos del ecosistema, es decir la hidrología, la biodiversidad, la población y las diferentes actividades que se realizan en la cuenca. Además, incorpora conocimiento de diferentes disciplinas ya sean técnicas, como hidrológicas y ecológicas con los conocimientos de la sociedad y emplea diferentes modelos para proponer las técnicas de manejo.

ii) Es adaptativo, ya que reconoce que la sociedad es dinámica y que los enfoques tanto de la sociedad como de las instancias gubernamentales (Estatal o Federal) están sujetas a modificarse. Por lo tanto, este modelo tiene que ir cambiando y adecuándose a esas condiciones. En otras palabras, considera las características de la población actual y trata de ir manejándolas en el futuro.

iii) Por último, se dice que es participativo ya que propone nuevas formas de colaboración entre los diferentes sectores sociales, pues considera los diversos puntos de vista de los grupos de usuarios de los recursos naturales. Es importante considerarlos desde el momento de la planeación, en el momento de la instrumentación y también en la evaluación.

Las obras que conforman el área del proyecto que se pretenden realizar en esta evaluación se encuentran restringidas al polígono o límite económico de actividades del sector hidrocarburos denominado **Área Contractual Miquetla (ACM)**, definida en el artículo 4, fracción III de la Ley de Hidrocarburos, establece que *"… Área Contractual: La superficie y profundidad determinadas por la Secretaría de Energía, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical en dicha superficie para dicha profundidad, en las que se realiza la Exploración y Extracción de Hidrocarburos a través de la celebración de Contratos para la Exploración y Extracción; …"*.

El proyecto se ajusta con dichos criterios técnicos y legales; lo que permite hacer un análisis y diagnóstico ambiental de la cuenca, subcuenca o microcuenca, así como; identificar las tendencias de cambio de la calidad ambiental sin proyecto y con proyecto y de esta forma demostrar la compatibilidad o bien si son otras actividades las que están ejerciendo presión sobre el sistema. De este modo, diagnóstico ambiental consiste caracterizar el estado actual de los componentes ambientales de las microcuencas y posteriormente proponer las etapas o fases del manejo integral, siempre teniendo como objetivo el proyecto. Bajo estos criterios técnicos legales, se podrá realizar un diagnóstico ambiental parcial de la microcuenca *hidrológica* donde está insertada el *proyecto* y de este modo observar las tendencias de cambio de la calidad ambiental actual la cual se considerará como el *estado cero* y de esta forma demostrar la compatibilidad o bien si son otras actividades las que están ejerciendo presión sobre el sistema de la microcuenca. El diagnóstico ambiental consiste básicamente el estado actual de los componentes ambientales de la microcuenca y

posteriormente ajustarse a la metodología del manejo integral, siempre teniendo como objetivo las actividades actuales y a futuro del ACM.

El ciclo de manejo integral de una cuenca en este caso aplicado a las microcuencas tipo consta de tres etapas, primero la fase de *caracterización,* esta consiste con el establecimiento de *metas y objetivos*, en este caso se trata de un proyecto que pretende regular instalaciones existentes y la construcción de dos obras nuevas en un periodo no mayor a treinta años dentro de un límite económico definido como ACM y su SAR establecido con microcuencas. Posteriormente se hará la *caracterización del sistema ambiental* de las microcuencas donde se pretende llevar a cabo el proyecto, y los resultados de la caracterización llevan al siguiente paso que es la determinación de problemas y oportunidades, es decir; si existe la factibilidad de llevarse a cabo el proyecto. De este derivan las estrategias o alternativas de manejo de la cuenca, conforme a las actividades proyectadas.

La siguiente etapa es la *fase de soluciones*, esta se refiere a la selección de estrategias de atención que permitan hacer compatible las actividades proyectadas con respecto de los componentes ambientales caracterizados, a través de la propuesta y ejecución de las medidas de prevención y mitigación. La *fase de resultados* se avoca a la verificación de la aplicación correcta de las medias propuestas o bien que estas no hayan sido las idóneas, a través de un programa de monitoreo y evaluación del éxito de las medidas diseñadas, las cuales se verán reflejadas en las metas establecidas.

IV.1.1 Delimitación del sistema ambiental regional (SAR)

La delimitación del SAR se realizará en base a la delimitación del área del proyecto y la delimitación de su área de influencia (AI), por lo que en este orden se presentará la información utilizada hasta tener como producto final la delimitación del SAR para el proyecto, tomando como base las microcuencas.

IV.1.1.1 Delimitación del área de proyecto (AP)

Los criterios que sustentan la delimitación del área de proyecto dependen en gran medida de la naturaleza del mismo, es decir; de las especificaciones técnicas descritas en el capítulo II de este documento. El proyecto se conforma por la construcción de dos obras nuevas que consisten en la perforación del pozo INFILL-16 dentro de una plataforma existente y la construcción de un gasoducto de dos pulgadas de diámetro de igual manera sobre el derecho de vía existente. Y la regularización para la etapa de operación, mantenimiento y/o abandono de la infraestructura existente dentro del ACM que consiste en 121 pozos de los cuales 98 fueron perforados en los años 1960, localizados en 108 plataformas o también llamados cuadro de maniobras que consiste en áreas delimitadas en donde se localizan los pozos de producción, así como sus obras asociadas, caminos de acceso y ductos o líneas de descarga y dos baterías de separación así como una base operativa.

Lo anterior es en el marco del Contrato para la Extracción de Hidrocarburos bajo la Modalidad de Licencia en Zonas Terrestres Convencionales y No Convencionales No. CNH-M5-MIQUETLA/2018 entre la COMISIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS (CNH), PEMEX EXPLORACIÓN y PRODUCCIÓN (PEP) y la OPERADORA DE CAMPOS DWF, S.A. DE C.V. (DWF), en dicho documento se aprecia en el anexo las coordenadas y especificaciones del área contractual. Una vez definido el SAR y AP bajo los criterios expuestos, se procedió a la caracterización del sistema ambiental.

En este sentido, en las Figura IV.1-1 se muestra el área del proyecto dividido en dos secciones: 1.- Construcción de infraestructura nueva y 2.- Infraestructura existente.

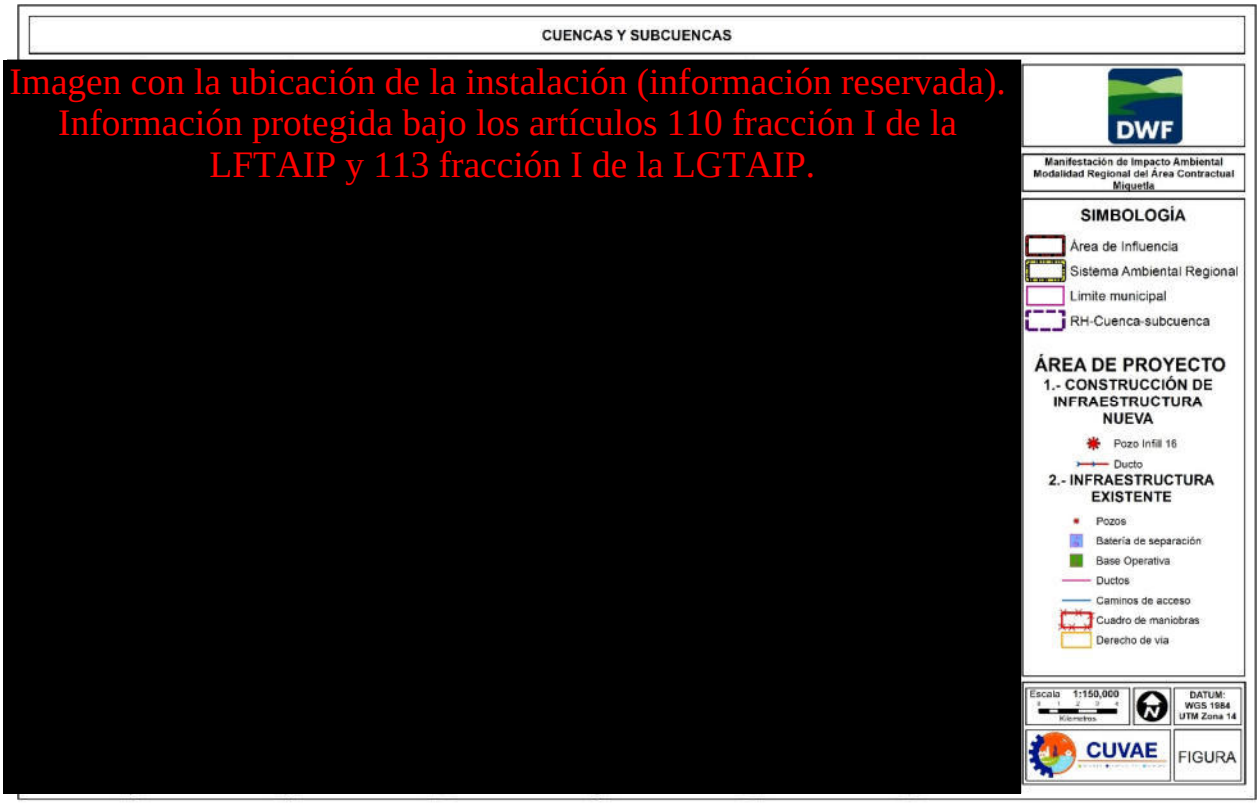


Figura IV.1-1.- Área del proyecto.

IV.1.1.2 Delimitación del área de influencia del proyecto (AI)

La delimitación del área de influencia del proyecto se determinó con la sobreposición de los límites administrativos de estados y municipios, las Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca el río Tuxpan (UGA), la dirección y velocidad de los vientos, y las corrientes de agua presentes, todo en conjunto acotado al límite económico administrativo del ACM, que está ubicada en dos estados de la República Mexicana, que son Veracruz y en una porción del estado de Puebla (Tabla IV.1-1 y Figura IV.1-2).

El día 21 de noviembre del 2018, se llevó a cabo el protocolo de firma del Contrato para la Extracción de Hidrocarburos bajo la Modalidad de Licencia en Zonas Terrestres Convencionales y No Convencionales No.

CNH-M5-MIQUETLA/2018 entre la COMISIÓN NACIONAL DE HIDROCARBUROS (CNH), PEMEX EXPLORACIÓN y PRODUCCIÓN (PEP) y la OPERADORA DE CAMPOS DWF, S.A. DE C.V.(DWF), siendo uno de los compromisos, cumplir con los requisitos de gestión ambiental, atendiendo para ello, sus obligaciones legales en esa materia, tanto en el ámbito federal, estatal y local. En ese contexto y a partir de esta fecha, DWF administra el ACM, con una vigencia de 30 años.

Tabla IV.1-1.- Municipios en los que incide el ACM.

Municipio	Estado	Incidencia de la superficie del ACM en los municipios	
		Superficie (Km²)	Porcentaje (%)
Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	74.892	53.62
Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	41.162	29.47
Francisco Z. Mena	Puebla de Zaragoza	23.614	16.91
Total		139.668	100.00

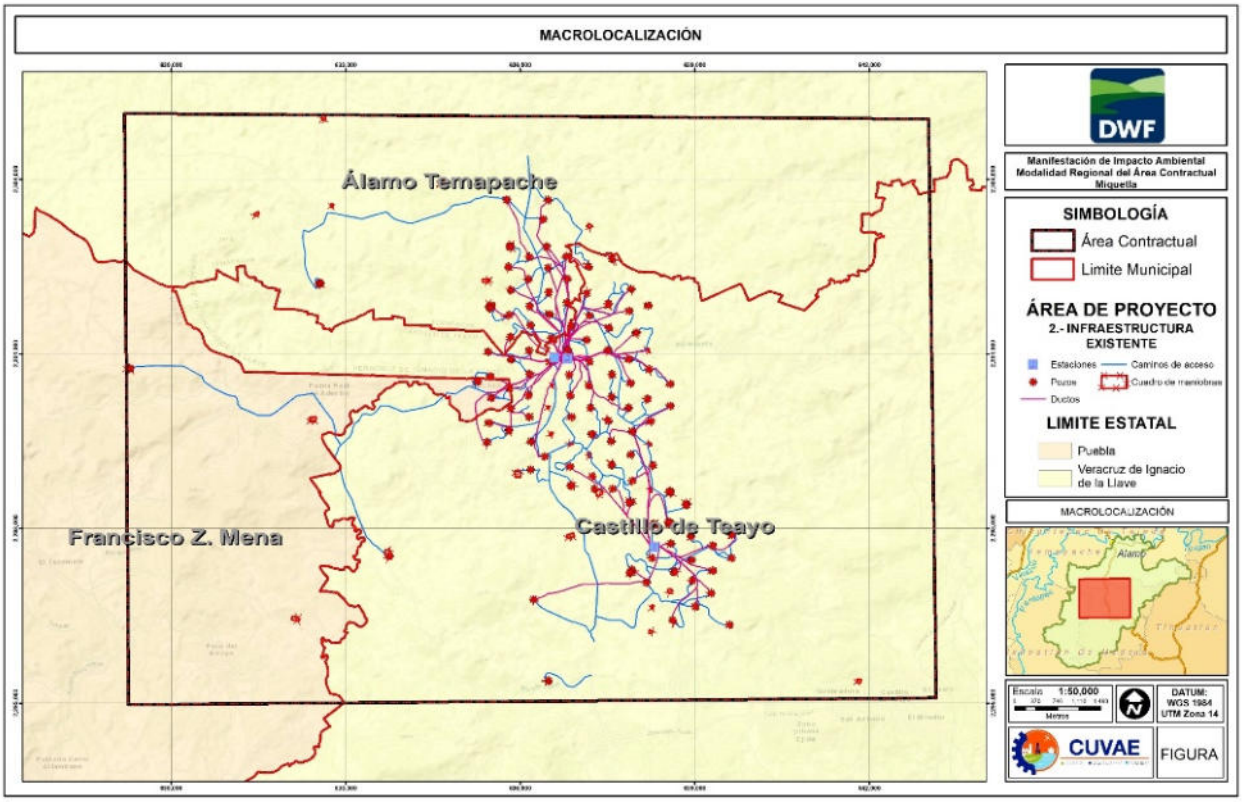


Figura IV.1-2.- Municipios que inciden dentro del área de influencia (ACM).

Otro criterio para la delimitación del área de influencia del proyecto corresponde a las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) y al sobreponer las UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que Reglamenta el Desarrollo de la Región denominada Cuenca el Río Tuxpan al ACM se constató que se inciden en las UGA 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 que pertenecen a la política Aprovechamiento y que como usos condicionados pueden desarrollarse actividades de construcción (C), equipamiento (Eq), infraestructura (If) e industria (In), que coinciden con las actividades a realizar, dentro de la porción que incide en el estado de puebla no existe un Programa de Ordenamiento Ecológico (Figura IV.1-3).

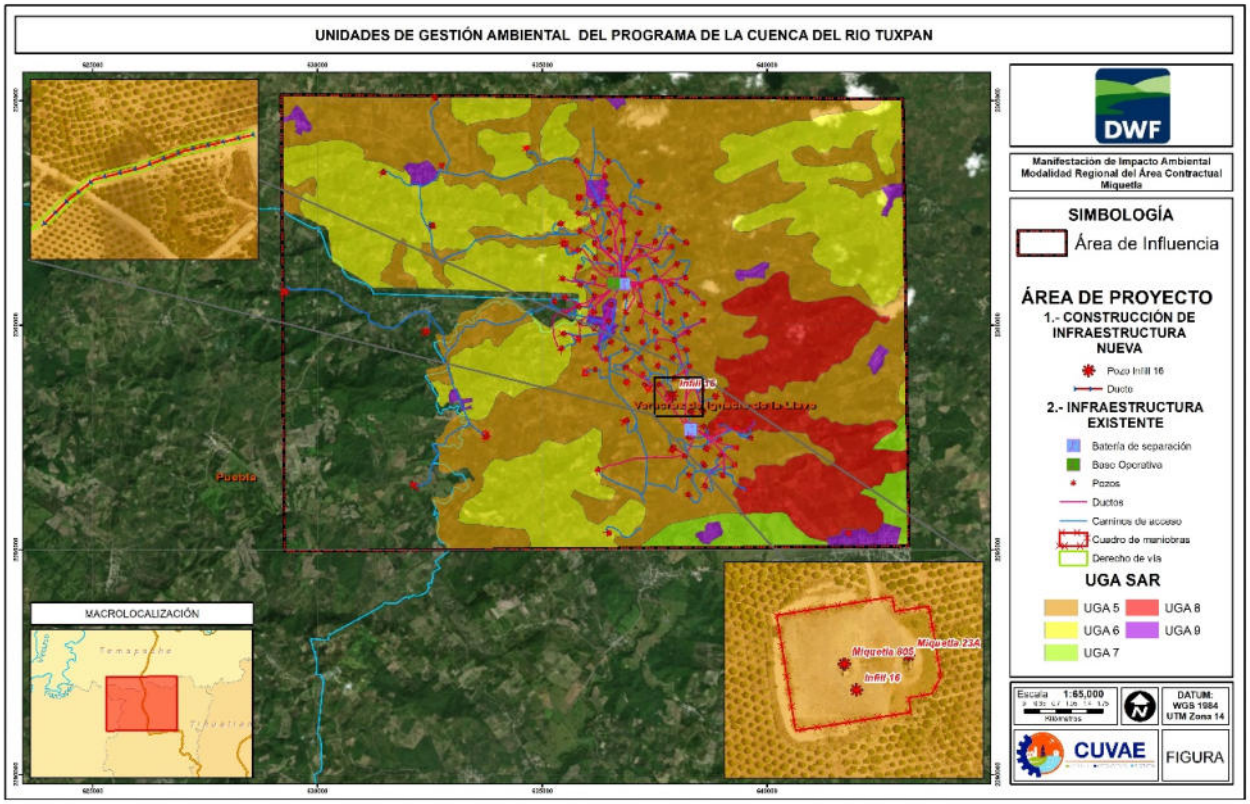


Figura IV.1-3.- Unidades de Gestión Ambiental que inciden en el área de influencia del proyecto y del SAR.

Por otra parte, de acuerdo con la información analizada de la dirección y velocidad del viento en el ACM, ahora área de influencia del proyecto, se determinó que la tendencia anual, los vientos indicaron dirección en cuatro rumbos, siendo al este, al norte, al sur y al noreste (E, N, S y NE) con velocidades entre los 2.45 y

los 20.58 m/s (Figura IV.1-4). Estos datos nos pueden indicar que las emisiones que se pudieran presentar son altamente reversibles con una gran movilidad por la velocidad del viento, desplazándose hacia el noroeste (NO), lo que significa que mientras mayor sea la velocidad, menor será la concentración de los contaminantes, facilitando su dispersión.

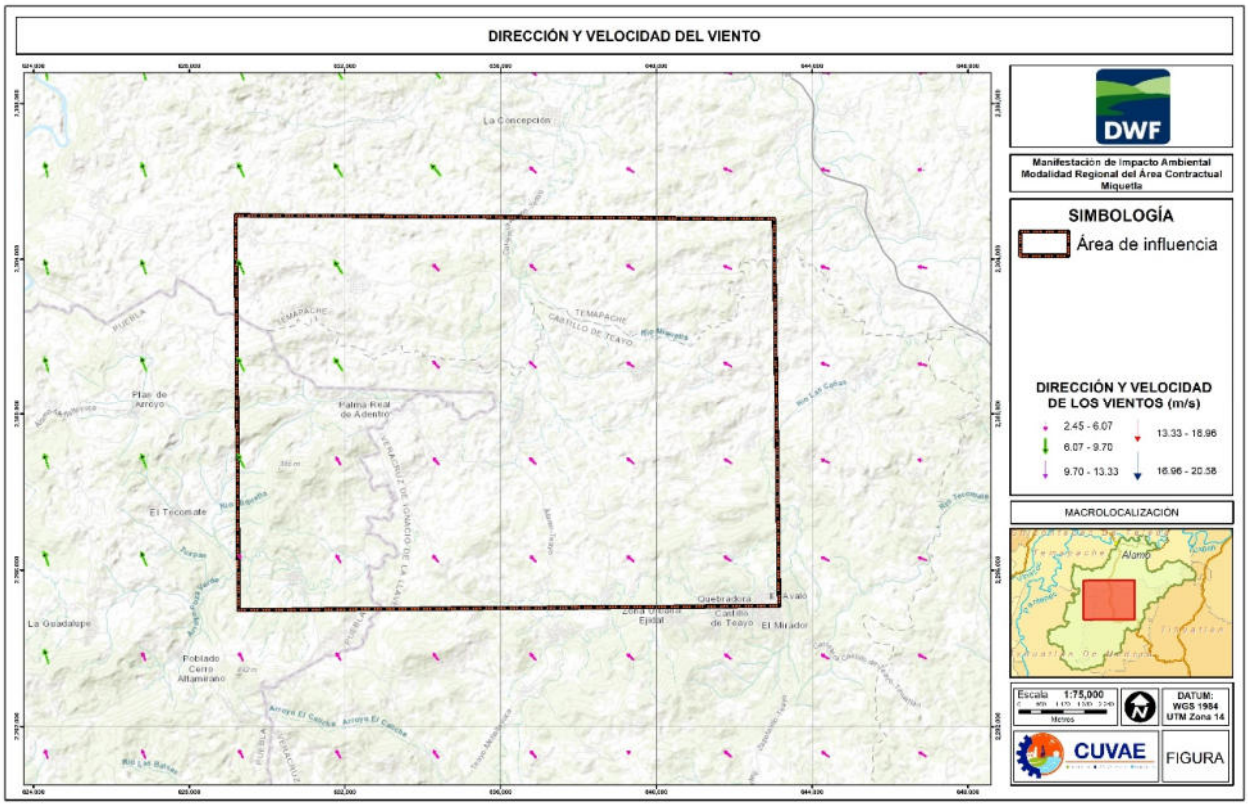


Figura IV.1-4.- Dirección y velocidad del viento anual analizada dentro del área de influencia del proyecto.

Como último elemento para delimitar el área de influencia del proyecto se realizó la identificación de las corrientes presentes en el área contractual, (Figura IV.1-5) donde se identificaron dos corrientes de agua perenne, el río Miquetla que inicia en la esquina suroeste y continúa su trayectoria de forma sinuosa al norte y el río las cañas que incide en la esquina sureste y continua al noreste, estas son corrientes de aguas muy someras en secciones laminares o formando pozas en su recorrido de 1 a 2 metros de profundidad y con un cauce muy angosto dentro del área de influencia, aguas abajo en el SAR previo a desembocar en el río

Pantepec incrementan su cauce y su caudal. Potencialmente la corriente de agua que pudiera verse afectada por algún evento con las obras a realizar como fugas o derrames y el arrastre de contaminantes, al ser corrientes someras y angostas el control de un evento no deseado son fáciles de contener con barreras físicas antes de salir del área de influencia.

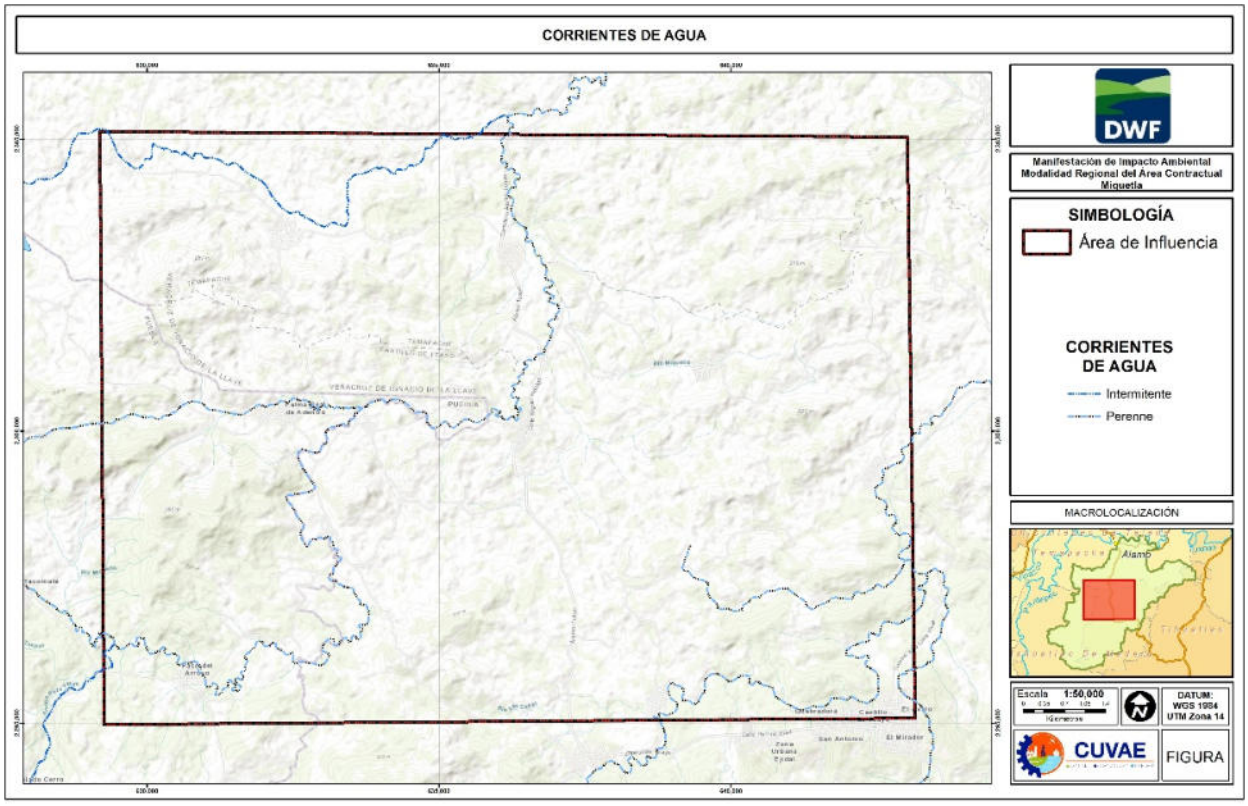


Figura IV.1-5.- Corrientes de agua perenne dentro del área de influencia.

IV.1.1.3 Delimitación del área del sistema ambiental regional (SAR)

Derivado de los puntos IV.1.1 y IV.1.2 y en base a la justificación, al área del proyecto y área de influencia del proyecto, se llevó a cabo la delimitación del SAR, con respecto de la regionalización hidrológica de México, a través de la técnica de sobre posición de planos, utilizando un sistema de información geográfica (SIG) ArcMap versión 10.5, el cual es una herramienta utilizada para analizar y manejar datos digitales

espacialmente referidos y obtener resultados confiables para la toma de decisiones, a través del análisis e interpretación de datos biofísicos, socio-económicos, estadísticos, espaciales y temporales necesarios para generar de una forma flexible.

Tomando como principio el factor hidrológico como unidad de clasificación para delimitar el SAR, se analizó a la unidad hidrológica más pequeña que corresponde a las microcuencas, se sobrepuso la capa de las microcuencas de FIRCO (Programa Nacional de Microcuencas 2007).

En esta capa de información se identificó que las microcuencas que inciden en el Área del proyecto corresponden a la microcuenca denominada Estero del Ídolo que cuenta con una superficie de 22,785.782 hectáreas, la microcuenca Castillo de Teayo con una superficie de 27,257.00 hectáreas en la Tabla IV.1-2 y Figura IV.1-6 se puede observar el total de la superficie de las microcuencas y la superficie que incide el área del proyecto en cada microcuenca.

Tabla IV.1-2.- Superficie de las microcuencas.

Microcuenca	Superficie total de microcuencas (ha)	Superficie del AP Miquetla (ha)
Castillo de Teayo	27,257.00	21.90
Estero del Ídolo	22,785.39	156.29
Total	50,042.00	178.20

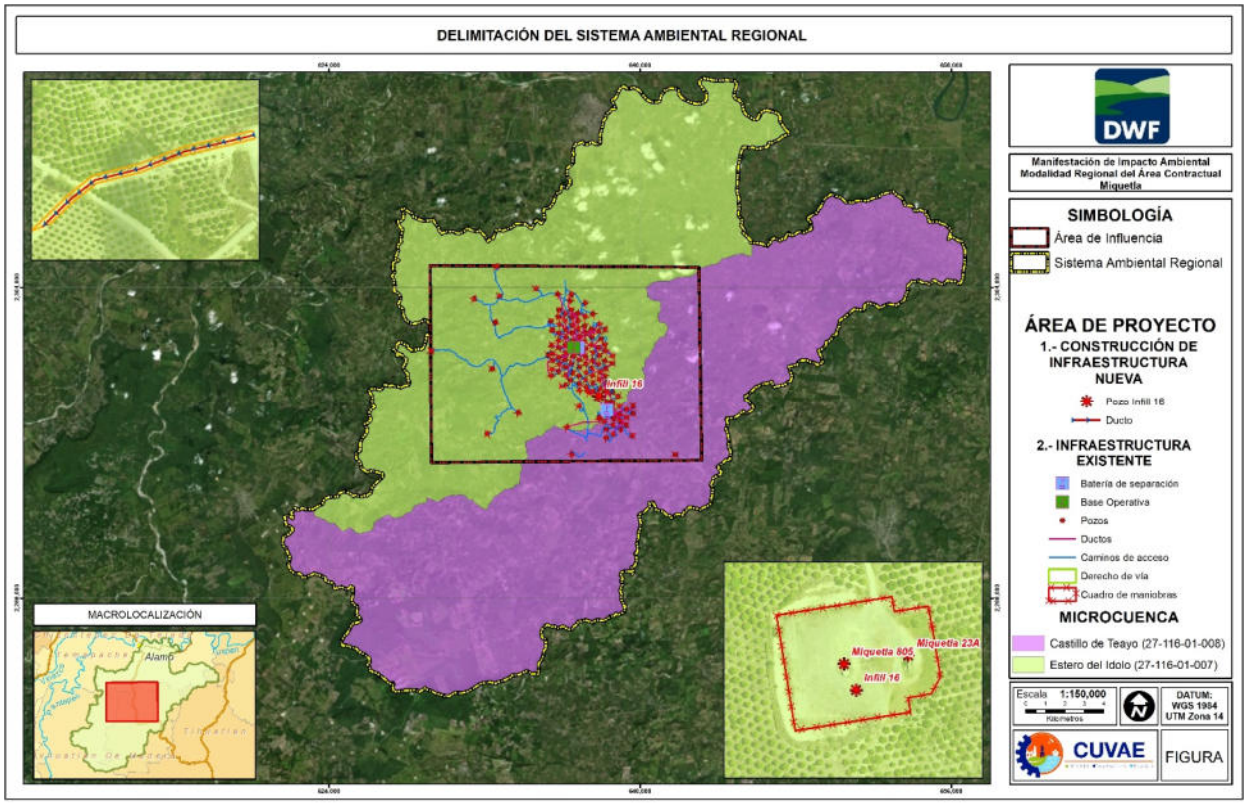


Figura IV.1-6.- Microcuencas que inciden dentro del área del proyecto.

Al agregar el área de influencia del proyecto y las microcuencas se identificó que las microcuencas que inciden, corresponden a la microcuenca denominada Estero del Ídolo, la microcuenca Castillo de Teayo y la microcuenca La Camelia (Figura IV.1-7) y considerando que en esta última microcuenca no se realizaran actividades del proyecto se decidió no utilizarla en el análisis de información acotando el SAR a dos microcuencas únicamente, la microcuenca Castillo de Teayo y Estero del Ídolo (Figura IV.1-8).

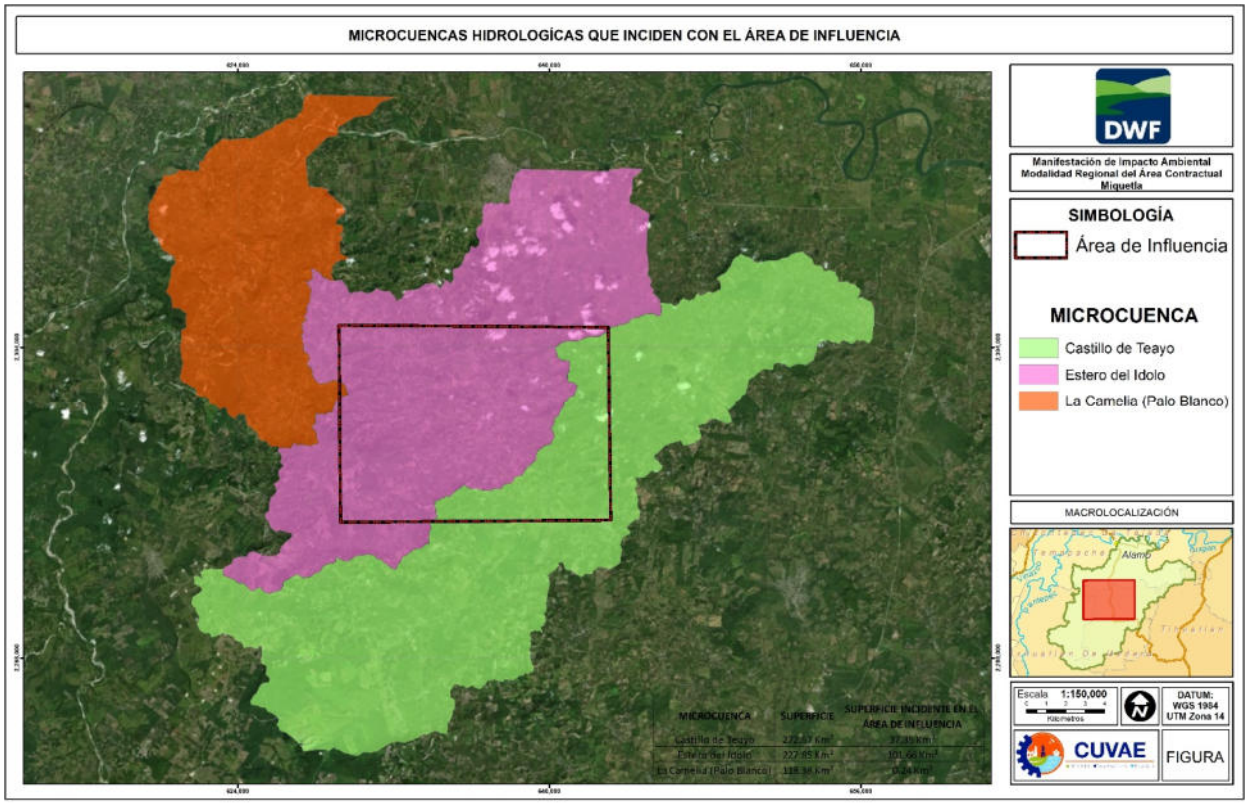


Figura IV.1-7.- Microcuencas que inciden en el área de influencia.

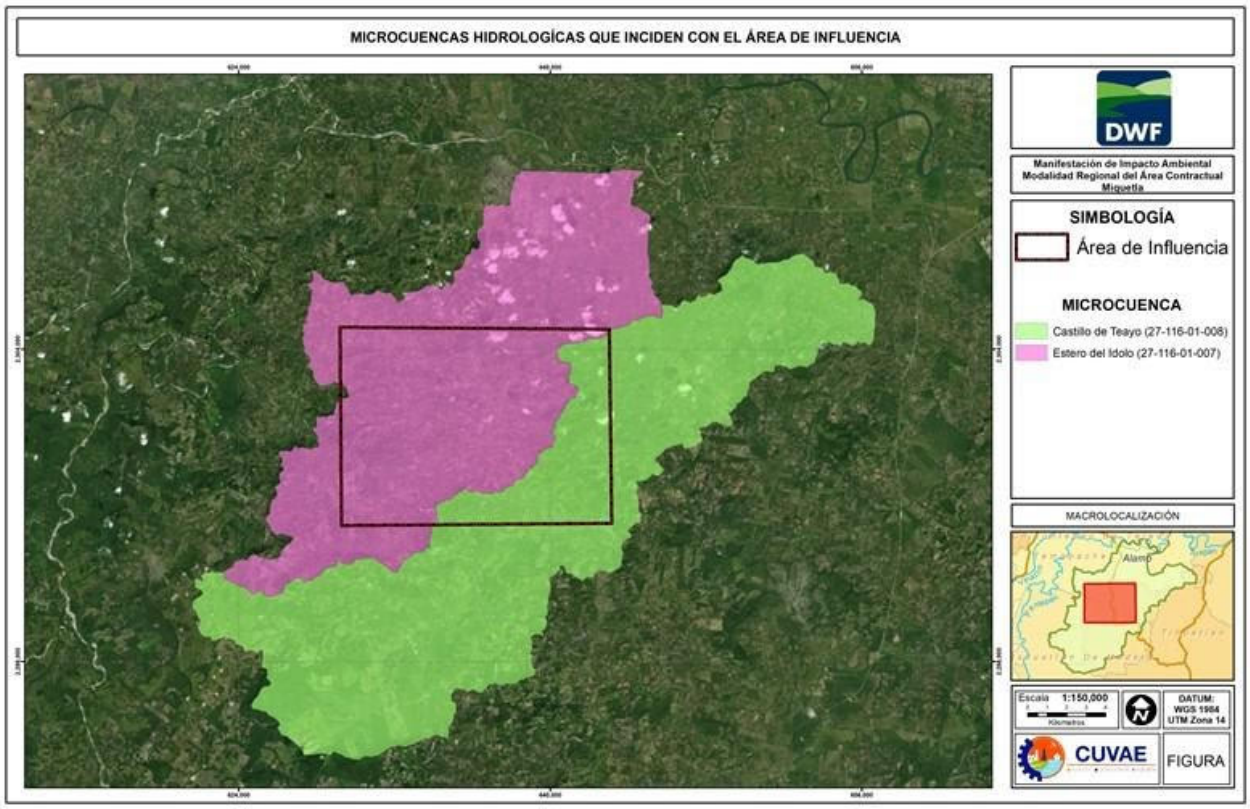


Figura IV.1-8.- Microcuencas que se utilizarán en el área de influencia.

Al visualizar y analizar la información de las microcuencas seleccionadas para la delimitación del SAR considerando el área del proyecto y el área de influencia de la Figura IV.1-8, se observó que al norte la microcuenca Estero del Ídolo quedaba muy próxima al límite del río Pantepec (Figura IV.1-9), por lo que se modificó, ampliando el límite norte de la microcuenca, envolviendo el río Pantepec para que formara parte del límite del SAR (Figura IV.1-10).

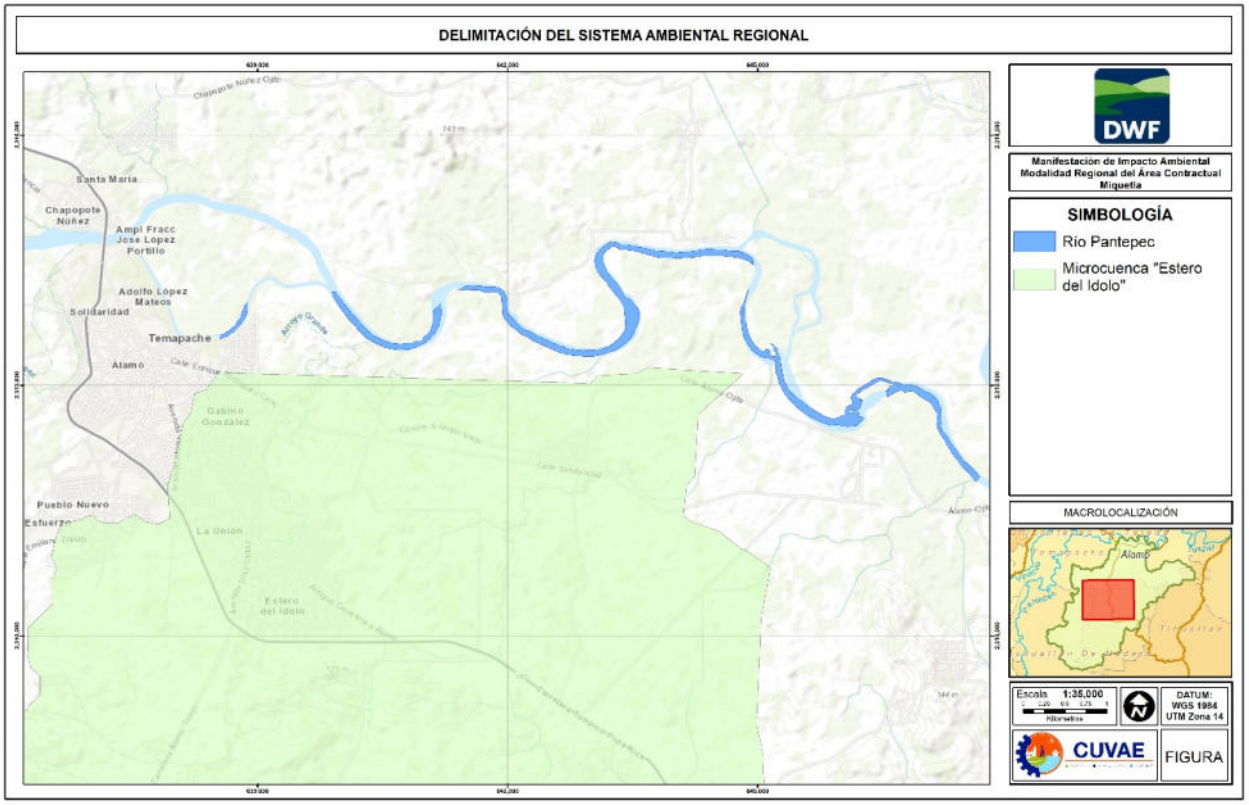


Figura IV.1-9.- Límite norte de la microcuenca Estero del Ídolo.

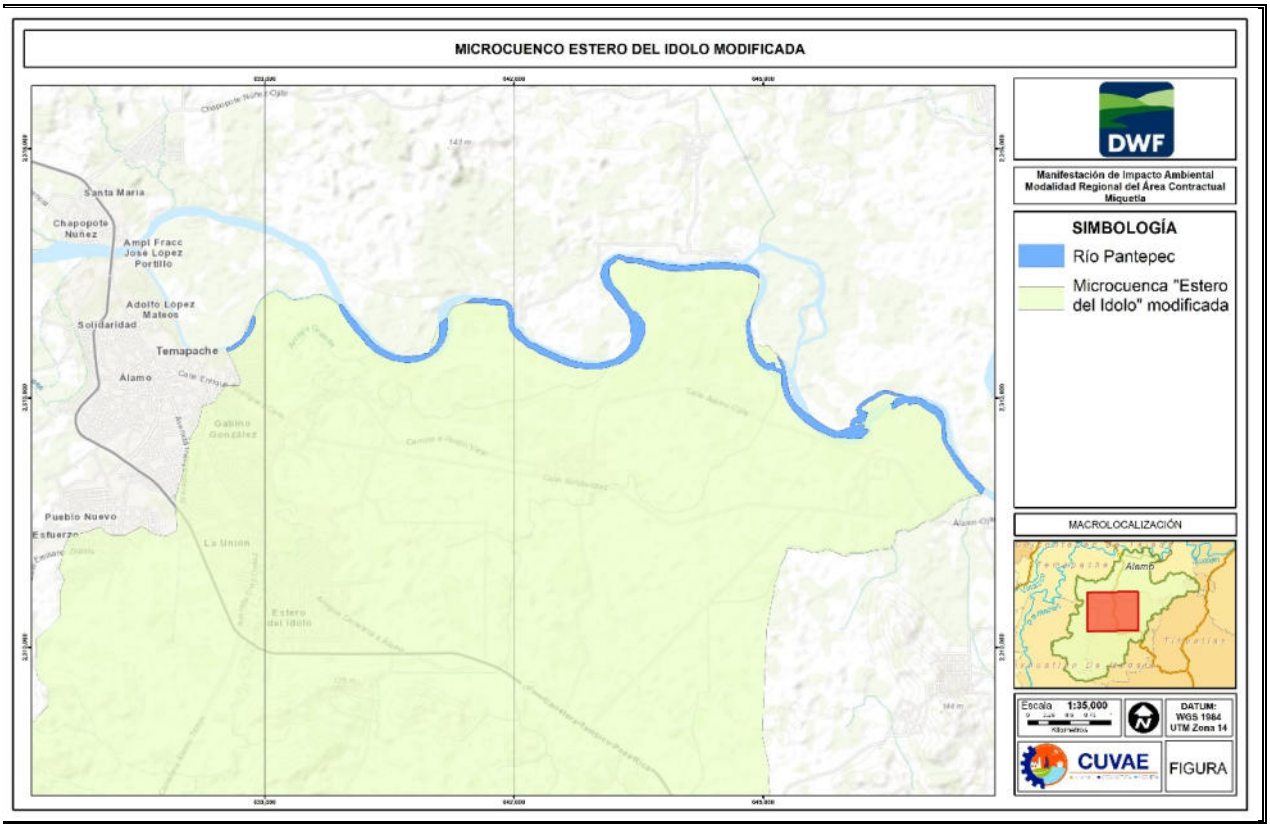


Figura IV.1-10.- Ampliación de la zona norte de la microcuenca hasta el río Pantepec.

Como resultado del análisis de las microcuencas descrito previamente, finalmente se delimitó el SAR para el área del proyecto, considerando el área de influencia que corresponde al límite económico administrativo del ACM y queda conformado por un polígono de 51,279.98 hectáreas, que abarca los municipios de Castillo de Teayo y Álamo en el estado de Veracruz y el municipio de Francisco Z. Mena del estado de Puebla (Figura IV.1-11).

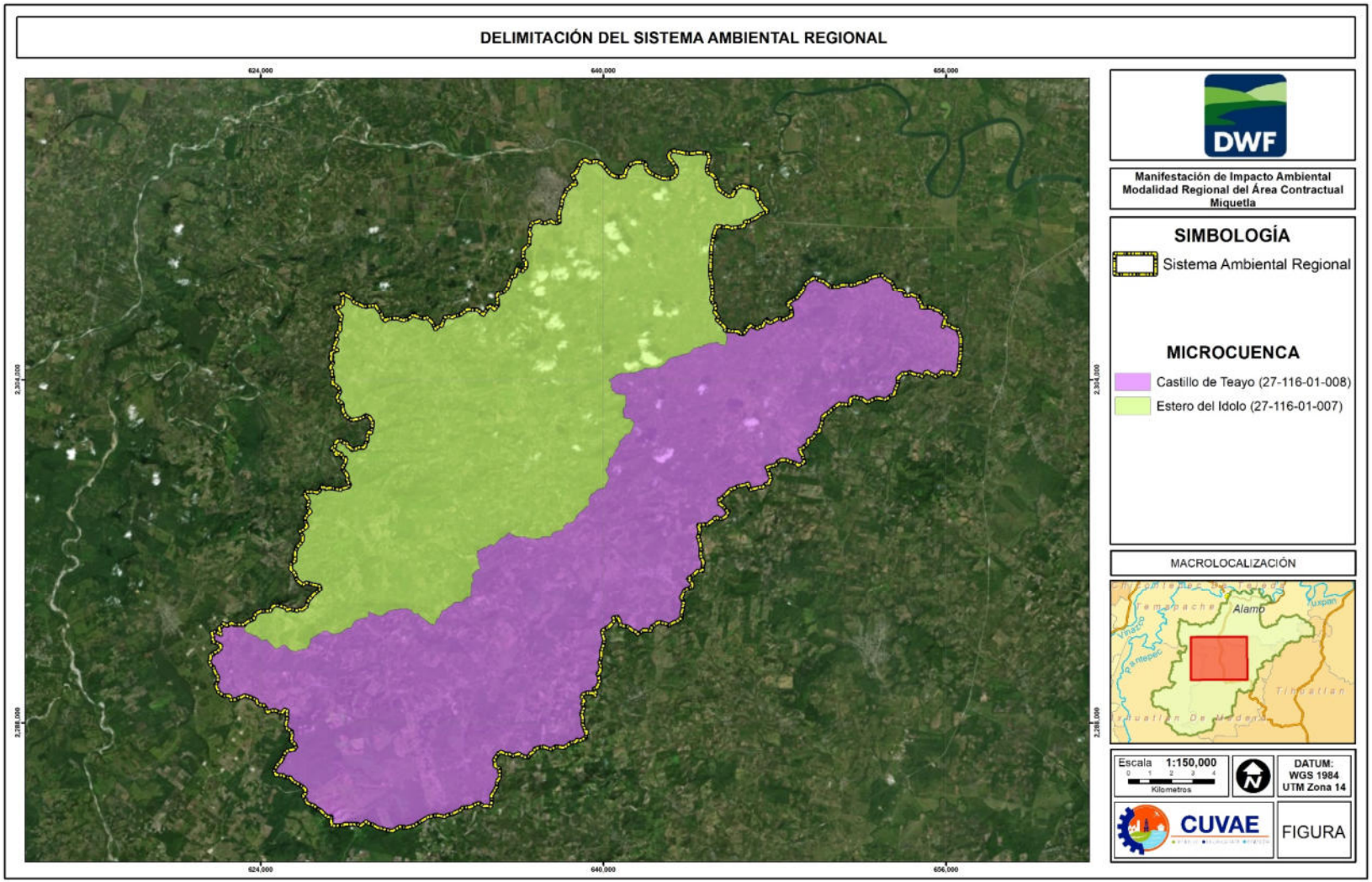


Figura IV.1-11.- Delimitación del SAR.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR)

Para el análisis del SAR se integraron los elementos del medio físico, biótico, social económico y cultural empleando además de un análisis bibliográfico, una interpretación ambiental basada en datos de campo en cada uno de los apartados que lo componen.

El trabajo de campo fue integrado mediante muestreos *"in situ"*, utilizando los parámetros de referencia en las NOM y otros instrumentos cuando fue aplicable, bajo una estricta selección de las variables indicadoras con el objetivo de obtener una caracterización de SAR puntual y objetiva, que ayude a identificar claramente los impactos ambientales generados por el proyecto.

IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR

Desde el punto de vista del impacto ambiental y como propiedad emergente la cobertura vegetal, es el indicador más relevante en el cambio de la calidad ambiental de los componentes ambientales involucrados en el SAR, donde se ubica el área contractual y donde se pretende desarrollar nuevas obras del sector hidrocarburos. Por lo anterior la perdida de la cobertura vegetal, a través del cambio de uso del suelo para el desarrollo de las actividades humanas; es una de las mejores formas de evaluar la calidad ambiental de los ecosistemas y sobre todo hacer una retrospectiva de la calidad ambiental a través de la cobertura vegetal. En ese sentido se puede decir que, como primer análisis, para hacer el análisis retrospectivo, se deberá tomar en cuenta la información presentada en la Tabla IV.2-1, donde se muestra el análisis de la relación vocación natural, cambio de uso del suelo y la identificación de los impactos primarios y secundarios.

Tabla IV.2-1.- Muestra el análisis de la relación vocación natural, cambio de uso del suelo y la identificación de los impactos primarios y secundarios.

Vocación natural	Cambio de uso del suelo	Impacto primario	Impactos secundarios
Concepto	**Concepto**	**Concepto**	**Concepto**
*Condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que produzcan desequilibrios ecológicos	*Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación	**Relación causa efecto: efecto que causa la acción y que ocurre al mismo tiempo y en el mismo lugar (fase de preparación y construcción)	**Son los cambios indirectos o inducidos en el ambiente, es decir; los efectos potenciales de los cambios adicionales que pudiesen ocurrir más adelante
Región ecológica	Proyecto	Componente ambiental biodiversidad (vegetación)	**Componente ambiental suelo**
Vegetación	Proyecto perforación de pozos en el área contractual	Eliminación de la cobertura vegetal parcial o total, fragmentación del hábitat	Erosión hídrica, eólica, cambios en las propiedades químicas, pendiente
			Componente ambiental biodiversidad (fauna y vegetación)
			Cambios en la distribución espacial, sitios de alimentación, refugio, reproducción.
			Cambios en la distribución y abundancia de las especies vegetales.
			Componente ambiental hidrología
			Cambios en la calidad del agua, modificación de cauces

Metodología

Con el objetivo de realizar una correcta caracterización y análisis de los cambios en el uso de suelo y vegetación a lo largo del periodo comprendido entre 1997 y 2017 se utilizó la información comprendida entre las series de uso de suelo y vegetación I, II, V y VI descargadas del portal de INEGI. Con esto, se llevaron a cabo dos tipos de análisis los cuales se describirán a continuación.

Usos del suelo

Se realizó un análisis que compara como ha sido el cambio del suelo de la serie I a la serie VI, cuáles son los usos que más han cambiado, cuáles han sido los que se han mantenido y además nos permite evaluar la magnitud y dirección que esos cambios tuvieron.

El análisis se realizó con ayuda de sistemas de información geográfica, todos los datos fueron tratados en el software ArcMap 10.8. El análisis de intensidad de cambio que se utilizó, es parte de un marco de cuantitativo jerárquico que permite conocer los cambios en cantidad y magnitud entre categorías dentro de un intervalo de tiempo (Aldwaik & Pontius, 2012). Su expresión parte del cálculo de una matriz de transición, en la que el número de filas es igual al número de columnas. Específicamente realizamos lo siguiente:

1. Se utilizan dos cartas de uso de suelo y vegetación continuo nacional, por ejemplo, serie II y serie VI. Para homologar ambas capas, verificamos que los tipos de uso de suelo coincidieran y los que no, los agrupamos en nuevas categorías (biotipos), con el objetivo de que los polígonos de una primera fecha coincidieran con la segunda fecha y reducir el mínimo de errores y clasificación. En total se agruparon cuatro biotipos para este análisis (Tabla IV.2-2).

Tabla IV.2-2.- Biotipos utilizados para la matriz de cambios.

Clave	Biotipo
AGR	Agricultura
PAS	Pastizales
VEG	Vegetación
OTR	Otros

2. Posteriormente, con ayuda del complemento Intersect del sistema de información geográfica ArcMap 10.8 se realiza un entrecruzamiento con ambas capas. Este procedimiento permite mantener la identidad de todos los polígonos que estén sobre puestos. Creando así una matriz de polígonos en los cuales se pueden visualizar las áreas que mantuvieron su tipo de uso, así como aquellas que cambiaron.

De esta manera podemos obtener la información no sólo de la magnitud del cambio, si no que permite identificar su dirección.

3. Por último, para poder interpretar los datos de manera correcta, se construye una matriz de transición cruzada (Tabla IV.2-3). En ella, la connotación del paso de un número a otro denota la proporción del área que experimento cambio de categoría (Pontius, Shusas, & McEachern, 2004). De esta manera, todos los valores que dentro de la diagonal representan persistencia, mientras que todos los valores fuera de esta, indican transición de la categoría uno a la categoría dos, respectivamente (Pontius et al., 2004). De esta manera podemos obtener las ganancias y pérdidas que cada categoría tuvo de manera general (Pontius et al., 2004; Santana & Salas, 2007).

Tabla IV.2-3- Ejemplo de la matriz de transición cruzada, cada número representa una intercalación de los datos de las dos capas, correspondiente a un cambio o a un espacio que permaneció sin cambios.

Matriz de cambio de uso de suelo			Serie I			
			Agricultura	Pastizales	Vegetación	Otros
			1	2	3	4
Serie VI	Agricultura	10	11	12	13	14
	Pastizales	20	21	22	23	24
	Vegetación	30	31	32	33	34
	Otros	40	41	42	43	44

Calidad Ambiental

A continuación, se presenta el modelo de semi cuantitativo, para calcular Índice de Calidad Ambiental (ICA) y con la finalidad de hacer una retrospectiva de la calidad ambiental, por el cambio de uso del suelo; en un periodo aproximado de 30 años.

Función de transformación

Al estar medidas las magnitudes en unidades heterogéneas, no se pueden cuantificar resultados globales, tales como el impacto total sobre un componente ambiental, y el impacto total que la actividad ejerce sobre el medio ambiente en su conjunto.

Lo anterior, obliga a buscar la forma de homogenizar las diferentes unidades de medición y transformarlas en unidades abstractas de valor ambiental. El proceso consiste en referir todas las magnitudes de los efectos a una unidad de medida común a la que se denominará unidad de impacto ambiental.

Esta transformación es una de las fases más complejas y que requiere un desarrollo, en la investigación de efectos, muy importante y acabaría en la definición de una función distinta para cada indicador de impactos que nos permitiera obtener el Índice de Calidad Ambiental (ICA) de un factor en función de la magnitud del impacto recibido (M).

$$\mathbf{ICA}_j = f\ (\ M_j\ )$$

La función de transformación expresa la relación para cada factor ambiental, entre su magnitud y la calidad ambiental que convencionalmente hacemos variar entre 0 y 1. Cuantitativamente, para obtener valores de calidad comparables se fija como el extremo óptimo de calidad ambiental asignándole el 1 y el más desfavorable el 0, quedando comprendido entre los extremos los valores intermedios para definir estados de calidad del factor ambiental.

En un gráfico se sitúa en la ordenada al origen los valores absolutos o sus variaciones de la calidad ambiental. Los valores de la magnitud se ubicarán en el eje de las x o las abscisas del gráfico que representa la función de transformación. La interpretación del gráfico se hace proyectando el valor de la magnitud en la línea haciendo intersección y llevarlo al eje de las ordenadas y obtener el valor de la calidad ambiental del factor.

La obtención de una función de transformación se hace a través de los siguientes criterios:

1.- Partir de la máxima información que relacione el factor considerado con la calidad ambiental, tanto científica, normativa y social.
2.- En el eje de las abscisas, crear una escala de tal manera que el menor valor posible coincida con el cero y el máximo con el extremo derecho de la gráfica.
3.- En el eje de las ordenadas ubicar el ICA, con valor inicial a 0 y un límite de 1, dividiendo el segmento en partes iguales.
4.- Mediante consulta de paneles de expertos y métodos de convergencia tipo Delphi, dibujar la función, expresando la relación entre los intervalos anteriores y la magnitud del efecto sobre el factor.
5.- Realizar nuevamente el ejercicio con otros expertos para mayor seguridad.

Información de la cubierta vegetal

Aunado a la información estadística descargada del portal de INEGI, también se tomaron en cuenta los resultados de los muestreos de campo levantados para vegetación del SAR, con los cuales se corroboró y se sustentó técnica o científicamente la descripción de las provincias florísticas, sus gradientes de vegetación, superficies que ocupa dentro del área evaluada y su estado de conservación.

Partiendo de este supuesto se procedió a aplicar la metodología basada en el interés y densidad de las especies presentes en un área determinada. El interés se refiere a la calidad o rareza de las especies presentes (K), y la densidad, al porcentaje de la superficie total considerada, cubierto por la proyección horizontal de la vegetación, conjunto, estratos o especies. En la siguiente Figura se presenta la fórmula para calcular el porcentaje de superficie cubierta y la función de transformación para calcular la calidad ambiental de la cubierta vegetal (Figura IV.2-1).

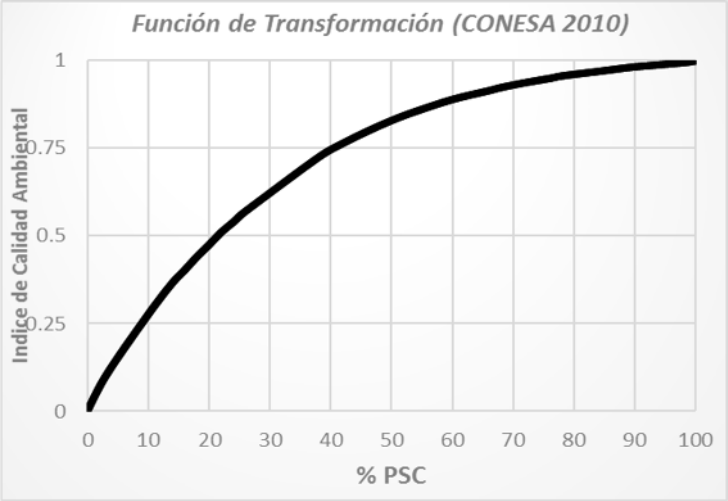


Figura IV.2-1.- Calidad ambiental en función del porcentaje de cubierta vegetal.

Indicador del impacto

PSC = 100/St [Σ S_i x K]

S_i = Superficie por tipo de vegetación

K = Calidad de las especies o vegetación

S_t = Superficie total

Calidad de las especies o cobertura vegetal

En la siguiente Tabla se muestran los criterios que sustentan los valores de K, los cuales se basaron en los resultados del análisis del uso del suelo y vegetación que se desarrollan en el SAR y área contractual, así como las especies que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla IV.2-4).

Tabla IV.2-4.- Criterios y valores K para obtener Calidad Ambiental.

Interés		
Especies	**Criterio**	**K**
En peligro de extinción	Aquellas especies cuyas áreas de distribución o de tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación entre otros.	1
Amenazada	Aquellas especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.	
Protección especial	Aquellas especies o poblaciones que podrían llegarse a encontrar amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.	0,8
Poco común	Aquellas especies que, aunque no se encuentran normadas, pero por su valor ecológico forman parte de la riqueza bióloga de la región.	0,6
Frecuente	Especies con algún uso local o regional, destacando las especies forrajeras, medicinal, maderable, construcción y fibra.	0,4
Común	Especies de la Familia Asteraceae (compuestas) y de la Familia Poaceae (pastos o zacates), Fabaceaea (leguminosas) son de amplia distribución, abundancia, eurioicas (malezas).	0,2
Muy común	Las especies introducidas o de cultivo (son especies o subespecies que se presentan fuera de su ámbito natural).	0,1

Resultados

A continuación, se presentan los resultados más relevantes de ambos apartados, tanto para el SAR como para el AP.

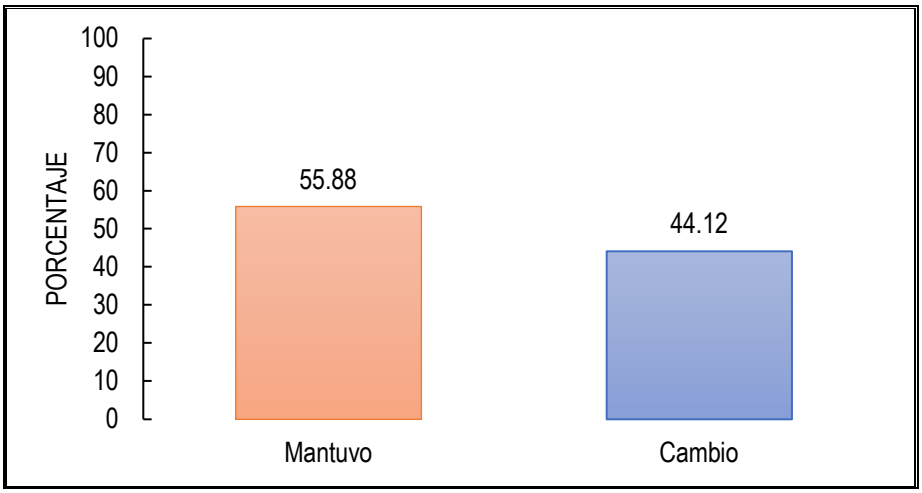
Usos del suelo

El uso de suelo que más presento cambio dentro del periodo analizado fue el biotipo de Vegetación, que representa un 11.57% del área total y fueron sustituidos por zonas destinadas a actividades agrícolas (Tabla IV.2-5). Mientras que, por su parte, las zonas que más se mantuvieron a lo largo del tiempo fueron las zonas agrícolas, siendo el 41.6% del área total del SAR.

Tabla IV.2-5.- Cambios en el uso de suelo del periodo 1997-2017 para el SAR.

Serie I - Serie VI			
N°	**Porcentaje total de área del SAR**	**Estado**	**Uso**
1	41.60	Mantuvo	AGR
2	25.82	Mantuvo	De PAS a AGR
3	11.57	Cambio	De VEG a AGR
4	0.36	Mantuvo	De AGR a PAS
5	6.81	Mantuvo	PAS
6	1.73	Cambio	De VEG a PAS
7	0.70	Cambio	De PAS a VEG
8	2.81	Cambio	De PAS a VEG
9	7.46	Mantuvo	VEG
10	0.96	Cambio	De AGR a OTR
11	0.16	Cambio	De PAS a OTR
12	0.02	Cambio	De VEG a OTR

De manera general podemos observar que, desde la información disponible de 1997 a la información del 2017, el 55:88% de las superficies de uso de suelo se mantuvieron sin cambio, mientras que un 44.12% cambio a otro uso (Gráfica IV.2-1)



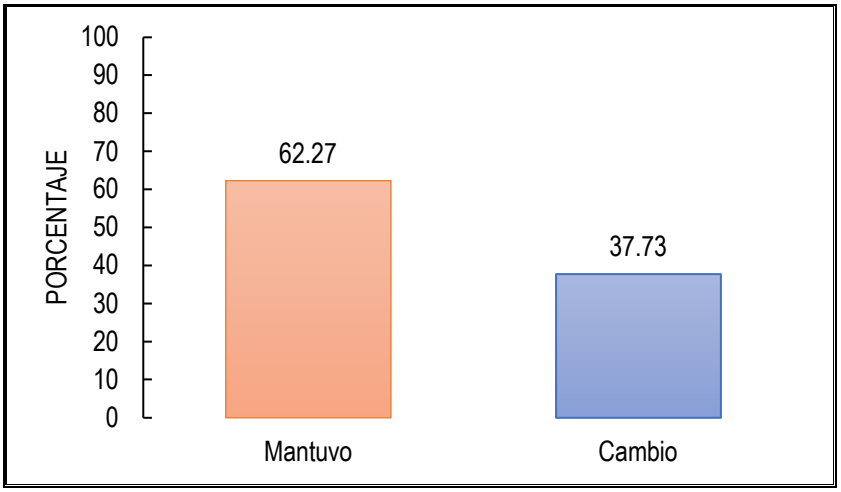
Gráfica IV.2-1.- Porcentaje de superficie que cambió o se mantuvo en el SAR.

En lo que respecta al AC, el mayor cambio se presentó en el biotipo Pastizales, el cual cambio a zonas de uso agrícola en una 29.25% respecto al área total. Mientras que, por su parte, las zonas agrícolas, al igual que en el SAR, fueron las que presentaron el mayor porcentaje de persistencia, con un 49.02% (Tabla IV.2-6).

Tabla IV.2-6.- Cambios en el uso de suelo del periodo 1997-2017 para el AC.

Serie I - Serie VI			
N°	**Porcentaje total de área del AC**	**Estado**	**Uso**
1	49.02	Mantuvo	AGR
2	29.25	Cambio	De PAS a AGR
3	4.32	Cambio	De VEG a AGR
4	0.25	Cambio	De AGR a PAS
5	4.22	Mantuvo	PAS
6	2.48	Cambio	De VEG a PAS
7	0.69	Cambio	De AGR a VEG
8	0.36	Cambio	De PAS a VEG
9	9.02	Mantuvo	VEG
10	0.37	Cambio	De PAS a OTR

Desde la información reportada en la serie I a la serie VI el 62.27% de la vegetación se mantuvo constante, mientras que por su parte un 37.73% sufrió algún cambio en el uso (Gráfica IV.2-2).



Gráfica IV.2-2.- Porcentaje de superficie que cambió o se mantuvo en el AC.

A continuación, se muestra una Figura en donde se representa los cambios en el uso de suelo y vegetación entre la serie I y la serie VI para el SAR y el AC (Figura IV.2-2).

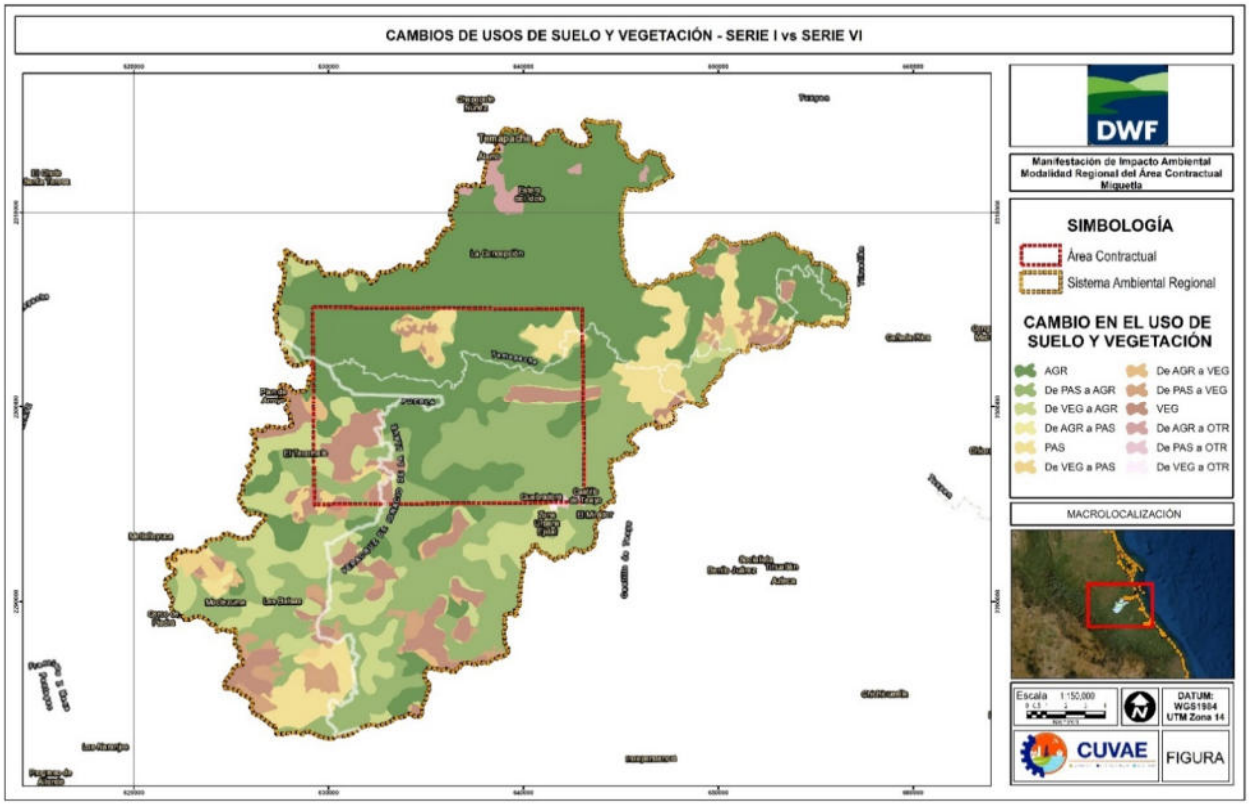


Figura IV.2-2.- Mapa de cambios del uso de suelo y vegetación periodo 1997-2017.

Calidad Ambiental

Escenario I

SAR

Los tipos de uso de suelo que estuvieron presentes en la información contenida en la serie I fueron la agricultura de humedal con 2.87%, la agricultura de temporal con un 40.75%, los pastizales cultivados permanentes con el 35.6%, la vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia con el 0.4% y la

vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia con 20.39%. Con estas categorías se realizó el cálculo del PSC, con sus debidas ponderaciones, teniendo un valor de 35.5 (Tabla IV.2-7).

Tabla IV.2-7.- Porcentaje de cobertura vegetal en el SAR, serie I.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) INEGI Serie I					
Subcuencas Hidrológicas	**Superficie (ha)**	**Tipos de vegetación**	**Área (ha) Si**	**K**	**(Si) (K)**
R. Tuxpan y A. Tecomate	51,279.0	Agricultura de Humedad	1,474.0	0.2	294.8
		Agricultura de Temporal	20,895.0	0.1	2,089.5
		Pastizal Cultivado Permanente	18,253.0	0.4	7,301.2
		Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Alta Perennifolia	203.0	0.8	162.4
		Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	10,454.0	0.8	8,363.2
PSC	**ST**	**-----**	**51,279.0**	**-----**	**18,211.1**
PSC =	100/ST		[∑(SI·K)]		
	0.0		**18,211.1**		
	35.5				

Con estos resultados se puede observar que el SAR ya se encontraba con cierta afectación, ya que para el año 1997 más del 70% de la superficie total se encontraba en una categoría de uso diferente a la vegetación.

AC

Las categorías que se reportan en la serie I para el AC son la agricultura de temporal con un 49.97%, el pastizal cultivado permanente con 34.2% y la vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia con el 15.83%. Después de su procesamiento se obtuvo un valor de PSC del 31.3 (Tabla IV.2-8).

Tabla IV.2-8.- Porcentaje de cobertura vegetal en el AC, serie I.

ÁREA CONTRACTUAL (AC) INEGI Serie I					
Subcuencas Hidrológicas	**Superficie (ha)**	**Tipos de vegetación**	**Área (ha) Si**	**K**	**(Si) (K)**
R. Tuxpan y A. Tecomate	13,925.0	Agricultura de Temporal	6,958.0	0.1	695.8
		Pastizal Cultivado Permanente	4,763.0	0.4	1,905.2
		Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	2,204.0	0.8	1,763.2
PSC	**ST**	**-----**	**13,925.0**	**-----**	**4,364.2**
PSC =	100/ST		[∑(SI·K)]		
	0.0		**4,364.2**		
	31.3				

A continuación, se muestra una Figura en donde se representa los usos de suelo representados en la serie I para el SAR y el AC (Figura IV.2-3).

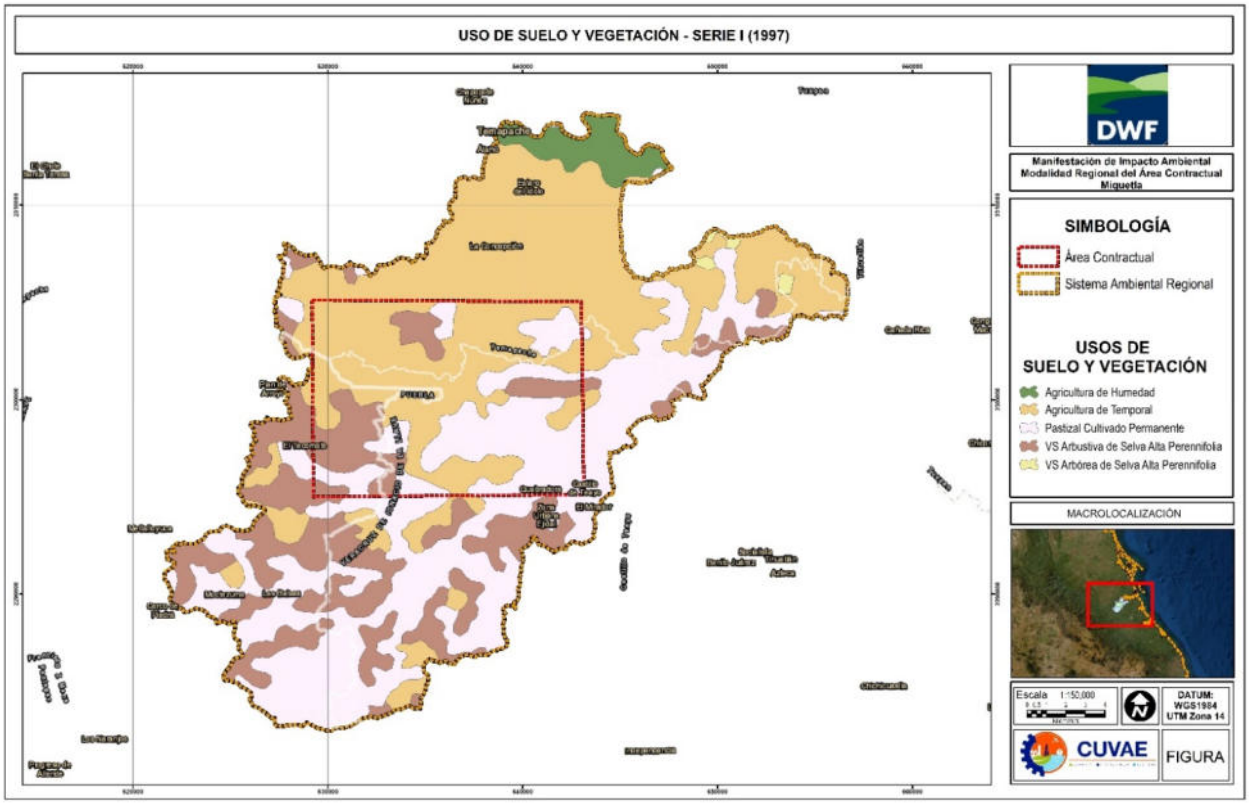


Figura IV.2-3.- Uso del suelo y vegetación serie I INEGI 1997 en el SAR y AC.

Escenario II

SAR

Para el año 2003, con la serie II, se aumentó el número de categorías consideradas. Por lo que en el SAR se encontraban reportadas la agricultura de humedad con el 2.74%, agricultura de temporal con el 59.58%, se adicionan las áreas urbanas con un 0.65%, el bosque de oyamel con 1.71% y cuerpos de agua presentes en el 0.15% de la superficie total. Los pastizales fueron divididos en pastizal cultivado representando el 28.11% y pastizales cultivados con presencia de agricultura temporal con 0.04%. Así mismo, la vegetación fue re catalogada en vegetación secundaria de selva alta perennifolia con un 3.19% y vegetación secundaria de selva alta perennifolia con presencia de agricultura de temporal con un 3.83%. Destacando que, a pesar

de cambiar de categorías, la vegetación paso de representar aproximadamente el 20% del área total a solo el 9% aproximadamente. Con estos datos el valor de PSC que obtuvo este escenario fue de 24.8 (Tabla IV.2-9).

Tabla IV.2-9.- Porcentaje de cobertura vegetal en el SAR, serie II.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) INEGI Serie II					
Subcuencas Hidrológicas	**Superficie (ha)**	**Tipos de vegetación**	**Área (ha)** **Si**	**K**	**(Si) (K)**
R. Tuxpan y A. Tecomate	51,280.0	Agricultura de Humedad	1,406.5	0.2	281.3
		Agricultura de Temporal	30,553.8	0.1	3,055.4
		Área urbana	330.8	0.1	33.1
		Bosque de Oyamel	878.4	0.8	702.7
		Cuerpo de Agua	76.6	0.1	7.7
		Pastizal Cultivado	14,412.9	0.4	5,765.2
		Pastizal Cultivado, Agricultura de Temporal	22.6	0.4	9.0
		Vegetación Secundaria de Selva Alta Perennifolia	1,634.8	0.8	1,307.8
		Vegetación Secundaria de Selva Alta Perennifolia, Agricultura de Temporal	1,963.5	0.8	1,570.8
PSC	**ST**	**-----**	**51,280.0**	**-----**	**12,733.0**
PSC =	100/ST		[∑(SI·K)]		
	0.0		**12,733.0**		
	24.8				

Con estos resultados, se puede observar que las actividades agropecuarias siguieron avanzando hasta representar un 90% aproximadamente del área total, dejando en evidencia las políticas ambientales del momento.

AC

Para el AC, las categorías incluidas en la serie II fueron la agricultura de temporal con un 80.86%, las áreas urbanas con 0.28%, el pastizal cultivado con un 14.63% y la vegetación secundaria de selva alta perennifolia con el 4.23% del área total. En este caso se puede constatar que las actividades agrícolas abarcan más del

90% del área, mientras que la vegetación paso de representar un 15% aproximadamente en la serie I a solamente el 4%. Con esta información, el valor de PSC obtenido fue de 17.3 (Tabla IV.2-10).

Tabla IV.2-10.- Porcentaje de cobertura vegetal en el AC, serie II.

ÁREA CONTRACTUAL (AC) INEGI Serie II					
Subcuencas Hidrológicas	**Superficie (ha)**	**Tipos de vegetación**	**Área (ha) Si**	**K**	**(Si) (K)**
R. Tuxpan y A. Tecomate	13,925.0	Agricultura de Temporal	11,260.0	0.1	1,126.0
		Área urbana	39.2	0.1	3.9
		Pastizal Cultivado	2,037.6	0.4	815.0
		Vegetación Secundaria de Selva Alta Perennifolia	588.8	0.8	471.1
PSC	**ST**	**-----**	**13,925.7**	**-----**	**2,416.0**
PSC =	100/ST		[∑(SI·K)]		
	0.0		**2416.0**		
	17.3				

A continuación, se muestra una Figura en donde se representa los usos de suelo representados en la serie II para el SAR y el AC (Figura IV.2-4).

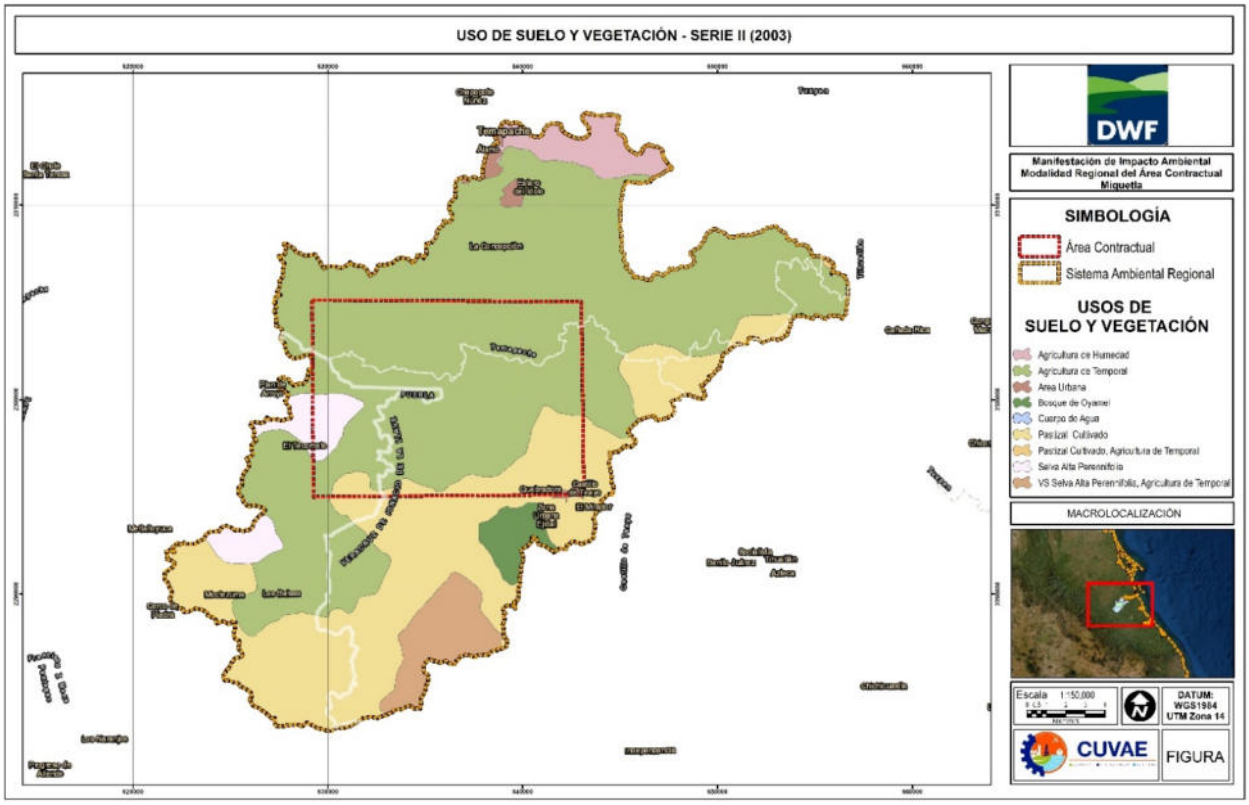


Figura IV.2-4.- Uso del suelo y vegetación Serie II INEGI 2003 en el SAR y AC.

Escenario III

SAR

En lo que respecta a la información contenida en la serie V para el año 2013, se volvió a realizar una recategorización diversificando las áreas agrícolas. Teniendo así a la agricultura de humedal anual y permanente con un 2.56%, la agricultura de temporal anual con 0.78%, la agricultura de temporal anual y permanente representando 42.64% del área, agricultura de temporal permanente con 30.18% y la agricultura de temporal semipermanente y permanente con 0.28%. Las áreas ocupadas por humanos se dividieron en asentamientos humanos en un 0.25% y zonas urbanas con 0.65%, además de los cuerpos de agua con 0.14%. Los pastizales quedaron con solo pastizales cultivados en un 8.95%, mientras que la vegetación se

vuelve a subdividir en vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia con 0.24%, vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia con un 7.96% y la vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia en un 5.37%. Para este escenario se calculó un valor de PSC de 22.5 (Tabla IV.2-11).

Tabla IV.2-11.- Porcentaje de cobertura vegetal en el SAR, serie V.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) INEGI Serie V					
Subcuencas Hidrológicas	**Superficie (ha)**	**Tipos de vegetación**	**Área (ha) Si**	**K**	**(Si) (K)**
R. Tuxpan y A. Tecomate	51,280.0	Agricultura de Humedad Anual y Permanente	1,314.0	0.2	262.8
		Agricultura de Temporal Anual	399.0	0.2	79.8
		Agricultura de Temporal Anual y Permanente	21,866.0	0.1	2,186.6
		Agricultura de Temporal Permanente	15,474.0	0.1	1,547.4
		Agricultura de Temporal Semipermanente y Permanente	146.0	0.1	14.6
		Asentamientos humanos	126.0	0.1	12.6
		Cuerpo de Agua	74.0	0.1	7.4
		Pastizal Cultivado	4,587.0	0.4	1,834.8
		Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Alta Perennifolia	124.0	0.8	99.2
		Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	4,084.0	0.8	3,267.2
		Vegetación Secundaria Herbácea de Selva Alta Perennifolia	2,754.0	0.8	2,203.2
		Zona urbana	332.0	0.1	33.2
PSC	**ST**	**-----**	**51,280.0**	**-----**	**11,548.8**
PSC =	100/ST		[∑(SI·K)]		
	0.0		**11,548.8**		
	22.5				

En esta serie podemos observar una disminución en las áreas de uso agropecuaria, pasando del 90% al 85% aproximadamente del área total, mientras que la vegetación aumento hasta llegar al representar un 13.58%. Este cambio puede ser debido tanto a cambios en la metodología para evaluar los usos de suelo, así como, el abandono de tierras previamente usadas, permitiendo a la vegetación secundaria establecerse en el sitio.

AC

Para el AC, se tienen las categorías de agricultura de temporal anual con 2.76%, agricultura de temporal anual y permanente con un 42.13%, la agricultura de temporal permanente con 37.69%, asentamientos humanos con un 0.09%, pastizal cultivado en un 7.08%, vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia con 9.95% y zonas urbanas con 0.28%. Podemos observar la misma tendencia, las áreas de uso agrícola pasaron de representar más del 95% al 89.67%, mientras que la vegetación llega a un 9.95% del área total. Con esta información obtuvimos un valor de PSC de 19.4 (Tabla IV.2-12).

Tabla IV.2-12.- Porcentaje de cobertura vegetal en el AC, serie V.

ÁREA CONTRACTUAL (AC) INEGI Serie V					
Subcuencas Hidrológicas	**Superficie (ha)**	**Tipos de vegetación**	**Área (ha)**	**K**	**(Si) (K)**
			Si		
R. Tuxpan y A. Tecomate	13,925.0	Agricultura de Temporal Anual	385.0	0.2	77.0
		Agricultura de Temporal Anual y Permanente	5,867.0	0.1	586.7
		Agricultura de Temporal Permanente	5,249.0	0.1	524.9
		Asentamientos humanos	13.0	0.1	1.3
		Pastizal Cultivado	986.0	0.4	394.4
		Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	1,386.0	0.8	1,108.8
		Zona urbana	39.0	0.1	3.9
PSC	**ST**	**-----**	**13,925.0**	**-----**	**2,697.0**
PSC =	100/ST		[∑(SI·K)]		
	0.0		**2,697.0**		
	19.4				

A continuación, se muestra una Figura en donde se representa los usos de suelo representados en la serie V para el SAR y el AC (Figura IV.2-5).

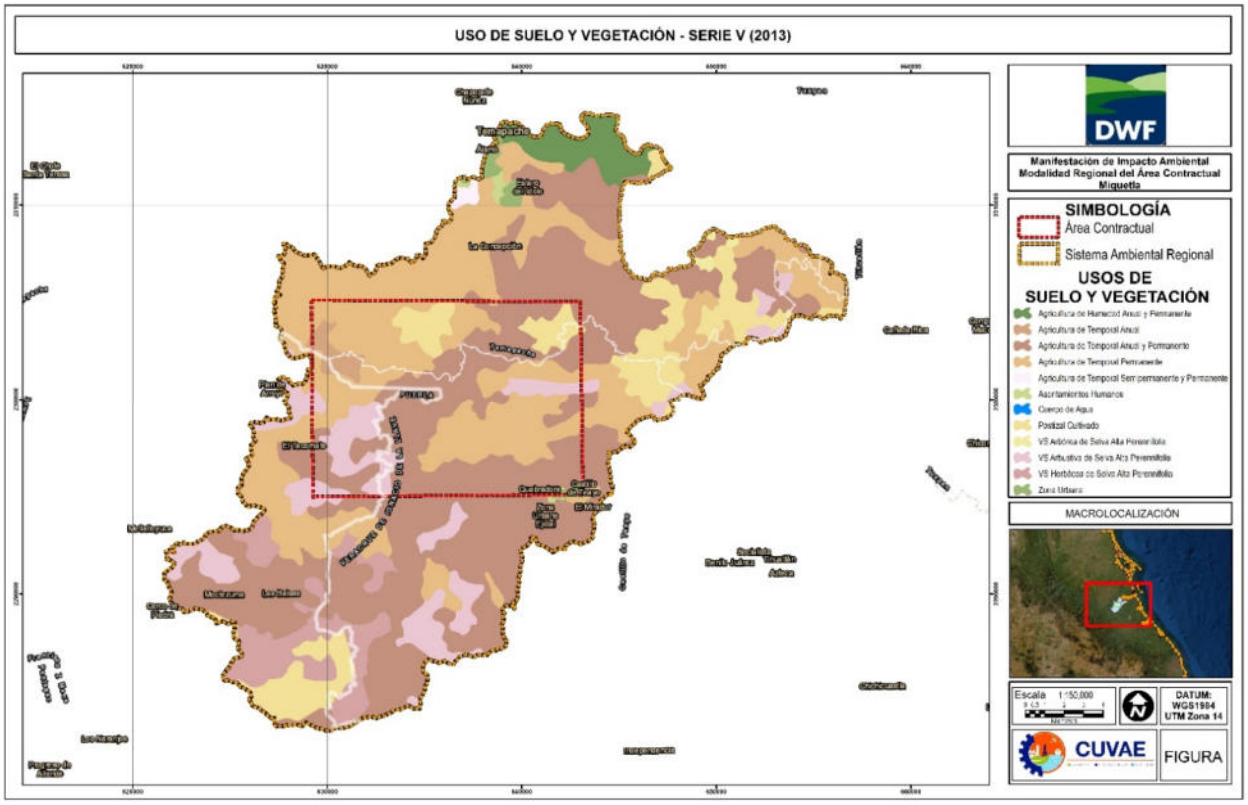


Figura IV.2-5.- Uso del suelo y vegetación serie V INEGI 2013 en el SAR y AC.

Escenario IV

SAR

Por último, la información contenida en la serie VI se tienen a las categorías de agricultura de humedad anual y permanente con 2.44%, agricultura de temporal anual con 0.98%, agricultura de temporal anual y permanente con 44.29%, agricultura de temporal permanente 30.99%, agricultura de temporal semipermanente y permanente con un 0.28%, asentamientos humanos con 1%, cuerpo de agua con 0.14%, pastizal cultivado con 8.89%, vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia con 0.24%, vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia con 10.09% y vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia con 0.64%. Con estas categorías se obtuvo un valor de PSC de 20.7 (Tabla IV.2-13).

Tabla IV.2-13.- Porcentaje de cobertura vegetal en el SAR, serie VI.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) INEGI Serie VI					
Subcuencas Hidrológicas	**Superficie (ha)**	**Tipos de vegetación**	**Área (ha)**	**K**	**(Si) (K)**
			Si		
R. Tuxpan y A. Tecomate	51,280.0	Agricultura de Humedad Anual y Permanente	1,250.0	0.2	250.0
		Agricultura de Temporal Anual	504.0	0.2	100.8
		Agricultura de Temporal Anual y Permanente	22,713.0	0.1	2,271.3
		Agricultura de Temporal Permanente	15,892.0	0.1	1,589.2
		Agricultura de Temporal Semipermanente y Permanente	146.0	0.1	14.6
		Asentamientos humanos	514.0	0.1	51.4
		Cuerpo de Agua	74.0	0.1	7.4
		Pastizal Cultivado	4,560.0	0.4	1,824.0
		Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Alta Perennifolia	124.0	0.8	99.2
		Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	5,174.0	0.8	4,139.2
		Vegetación Secundaria Herbácea de Selva Alta Perennifolia	327.0	0.8	261.6
PSC	**ST**	**-----**	**51,278.0**	**-----**	**10,608.7**
PSC =	100/ST		[∑(SI·K)]		
	0.0		**10,608.7**		
	20.7				

Podemos observar que para este tiempo los usos de suelo se han estabilizado ya que entre la serie V y la serie VI los usos de suelo agropecuarios se mantienen alrededor del 85-87%, mientras que la vegetación se mantiene entre los 10-13%. Lo que puede ser reflejo tanto de una estandarización en los métodos de evaluación, tanto como un mejoramiento en las practicas del uso de suelo en la región.

AC

En lo que respecta al AC se tienen las categorías de agricultura de temporal anual con 2.76%, agricultura de temporal anual y permanente con un 42.13%, agricultura de temporal permanente 37.69%, asentamientos humanos con 0.37%, pastizal cultivado con 6.95% y vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia con 10.08%. Siguiendo la misma tendencia, los usos de suelo parecen estabilizarse en el 90%

aproximadamente, mientras que la vegetación se mantiene aproximadamente en el 10%. Con estos datos se obtuvo un valor de PSC de 19.4 (Tabla IV.2-14).

Tabla IV.2-14.- Porcentaje de cobertura vegetal en el AC, serie VI.

ÁREA CONTRACTUAL (AC) INEGI Serie VI					
Subcuencas Hidrológicas	**Superficie (ha)**	**Tipos de vegetación**	**Área (ha) Si**	**K**	**Si · K**
R. Tuxpan y A. Tecomate	13,925.0	Agricultura de Temporal Anual	385.0	0.2	77.0
		Agricultura de Temporal Anual y Permanente	5,867.0	0.1	586.7
		Agricultura de Temporal Permanente	5,249.0	0.1	524.9
		Asentamientos humanos	52.0	0.1	5.2
		Pastizal Cultivado	968.0	0.4	387.2
		Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	1,404.0	0.8	1,123.2
PSC	**ST**	**-----**	**13,925.0**	**-----**	**2,704.2**
PSC =	100/ST		[∑(SI·K)]		
	0.0		**2,704.2**		
	19.4				

A continuación, se muestra una Figura en donde se representa los usos de suelo representados en la serie VI para el SAR y el AC (Figura IV.2-6).

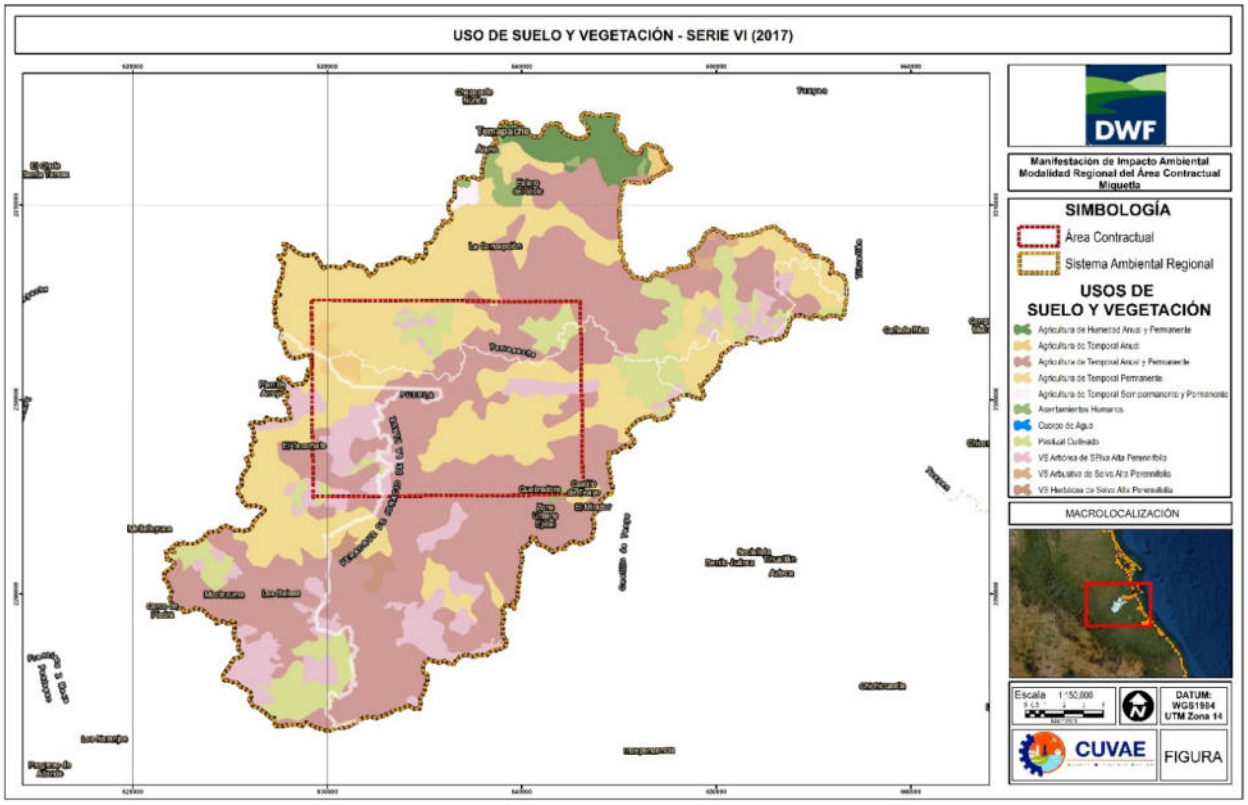
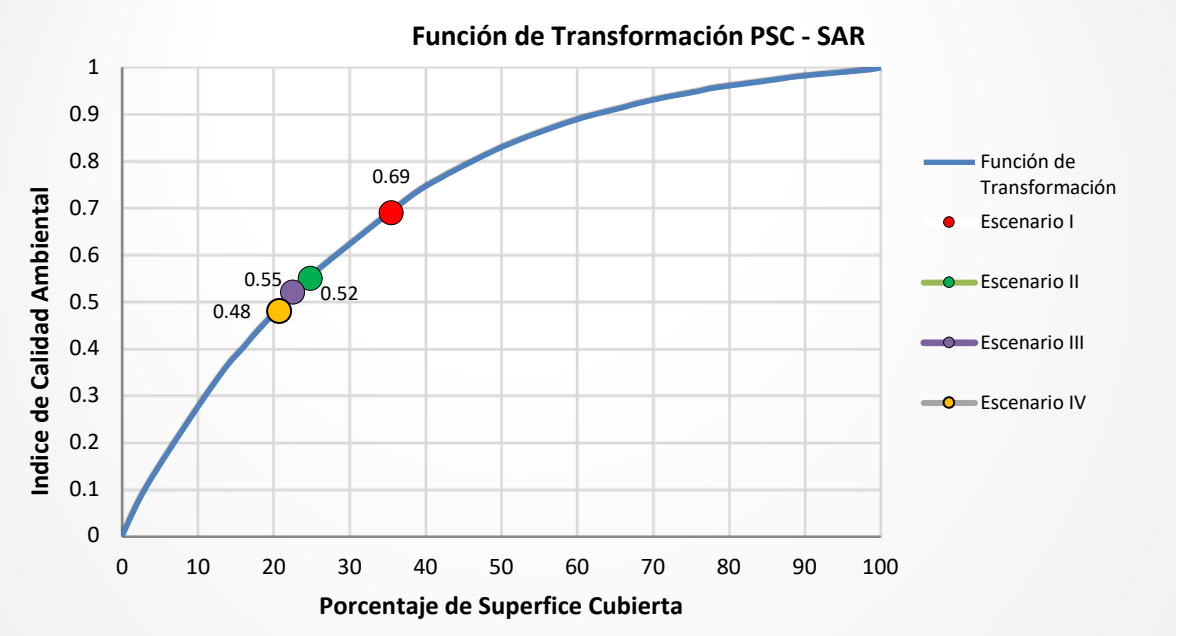
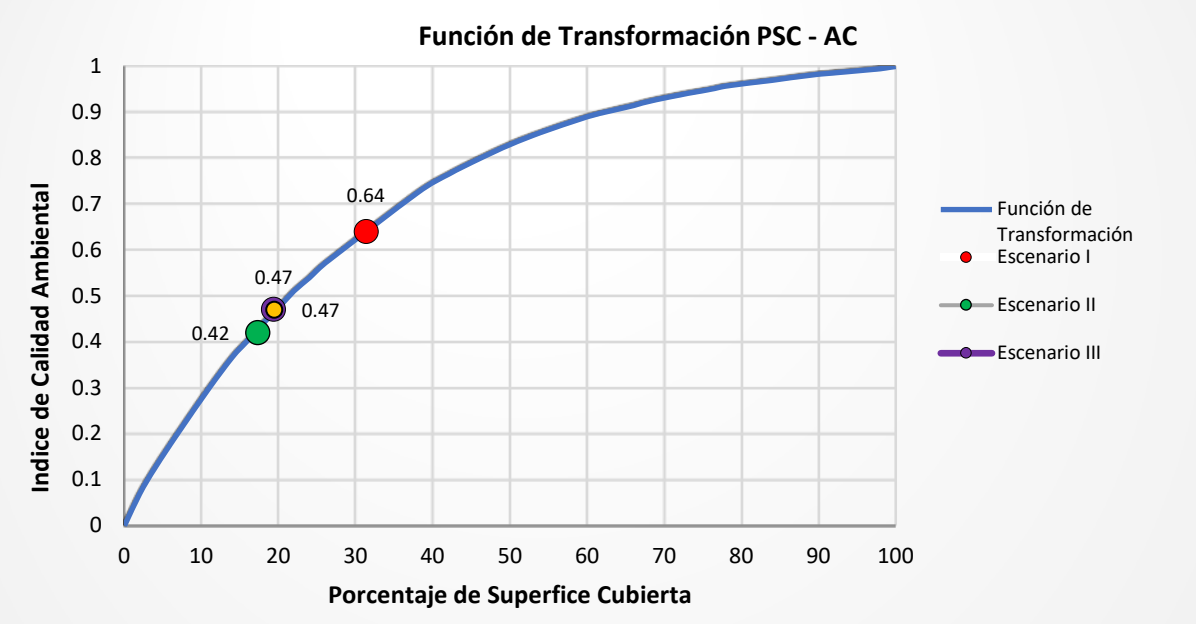


Figura IV.2-6.- Uso del suelo y vegetación serie VI INEGI 2017 en el SAR y AC.

La proyección de los valores obtenidos de PSC tanto para el SAR como el AC de los cuatro escenarios en la gráfica de la función de transformación permitió obtener los valores del ICA, los cuales se pueden observar en las Gráficas IV.2-3 y IV.2-4.



Gráfica IV.2-3.- Relación entre el PSC y el ICA en el SAR.



Gráfica IV.2-4.- Relación entre el PSC y el ICA en el AC.

Una vez recopilados los valores de ICA para cada escenario (Tabla IV.2-15), constatamos que los valores más altos de calidad ambiental se encuentran en el escenario I, mientras que conforme avanzamos en el tiempo esta se ve disminuida, llegando al punto de estabilizarse al menos para el AC entre los últimos dos escenarios.

Tabla IV.2-15.- Porcentaje de superficie cubierta e índice de calidad ambiental para el SAR y AC.

Escenarios del SAR	Series de INEGI	PSC (%)		ICA	
		Sistema Ambiental Regional (SAR)	Área Contractual (AC)	Sistema Ambiental Regional (SAR)	Área Contractual (AC)
Escenario I	I	35.50	31.34	0.69	0.64
Escenario II	II	24.80	17.30	0.55	0.41
Escenario III	V	22.50	19.40	0.52	0.47
Escenario IV	VI	20.70	19.40	0.48	0.47

Sin embargo, es necesario tener un punto de referencia para poder considerar si el valor de ICA obtenido entra en lo aceptable o no. Por lo tanto, los valores se compararon con los intervalos de calificación establecidos mediante la metodología de Conesa 2010 y el criterio de expertos que estén familiarizados con la zona (Tabla IV.2-16).

Tabla IV.2-16.- Intervalos de calificación de la calidad ambiental.

Calidad ambiental	Intervalo
Óptima	0,8 – 1,0
Buena	0,6 – 0,8
Aceptable	0,4 – 0,6
Baja	0,2 – 0,4
Inaceptable	0,0 – 0,2

Una vez comparado lo obtenido con los intervalos de calificación, para el SAR y el AC en todos los escenarios (Tabla IV.2-17), podemos determinar que de manera general la calidad ambiental en ambos es aceptable, teniendo una calidad buena en el primer escenario.

Tabla IV.2-17.- Calidad ambiental del SAR y AC.

ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL					
Escenarios	**Series de INEGI**	**Sistema Ambiental Regional (SAR)**		**Área Contractual (AC)**	
		ICA	**Nivel**	**ICA**	**Nivel**
Escenario I	I	0.69	Buena	0.64	Buena
Escenario II	II	0.55	Aceptable	0.41	Aceptable
Escenario III	V	0.52	Aceptable	0.47	Aceptable
Escenario IV	VI	0.48	Aceptable	0.47	Aceptable

Cabe destacar que, para el AC, la calidad ambiental en el escenario II cayó a un 0.41, aun así, permaneció dentro de lo que se puede considerar como una calidad aceptable. Mientras que para los siguientes escenarios aumento hasta un 0.47.

Conclusiones

Los cambios históricos sobre el uso de suelo y vegetación dentro del periodo 1997 a 2017 muestran que para el SAR hubo un 44.12% de área que sufrió algún tipo de cambio, teniendo el paso de vegetación a uso agrícola como los tipos de más cambio con un 11.57%. Así mismo, el tipo de uso que más se mantuvo fueron las zonas agrícolas con 41.6%. En lo que respecta al AC, un 37.73% de las áreas sufrieron algún tipo de cambio, teniendo el paso de pastizales a uso agrícola como los tipos de mayor cambio con un 29.25%. Igualmente, las zonas de uso agrícola fueron las que mayormente se mantuvieron durante el periodo con un 49.02%.

La calidad ambiental en el SAR y AC es considerada como aceptable, sin embargo, esto debe manejarse con cuidado, ya que los valores llegaron a estar en el límite inferior de lo considerado como aceptable. Por lo que es importante tener a consideración acciones que no sólo mitiguen los efectos de afectación, además acciones que promuevan la recuperación de los sistemas ambientales. Teniendo como objetivo aportar a la calidad ambiental del sistema para conseguir una calificación buena, asegurando la persistencia de los ecosistemas y los numerosos beneficios que estos proveen.

IV.2.1.1 Medio Abiótico

IV.2.1.1.1 Clima y meteorología

La climatología es una herramienta importante de las investigaciones en ecología y recursos naturales, está relacionado en su totalidad con la meteorología que estudian el clima y estado del tiempo respectivamente, además que a partir del clima se distribuyen los organismos, comunidades, ecosistemas y los biomas. En las características climáticas de una región, se encuentran intrínsecas las posibilidades de desarrollo de las interacciones entre organismos. Estas interacciones se pueden entender a partir de los dos principales elementos del tiempo y el clima: la temperatura del aire y la precipitación pluvial. Lo anterior motiva y hace necesario incluir en los estudios mencionados, a la climatología (Bautista et. Al. 2004).

El clima es la síntesis de las condiciones meteorológicas correspondientes a un área dada, caracterizada por las estadísticas basadas en un período largo de las variables referentes al estado de la atmósfera en dicha área (OMM, 1990).

En base a la definición anterior el clima, es el estado medio del tiempo en donde los elementos son el resultado de la interacción de factores climáticos (latitud, altitud, orografía, circulación general de la atmósfera, distribución de continentes y océanos, así como las corrientes marinas). De esta manera las variables climáticas y los elementos nos permiten definir, así como caracterizar el clima de un área determinado, además, de ser considerados como benéficos o limitantes en las obras que se pretenden realizar en el proyecto.

Por lo anterior el clima es un componente ambiental importante que puede ser determinante en las actividades que se desarrollarán, por lo que es fundamental conocer los elementos y distribución de las condiciones que prevalecen en el Sistema Ambiental Regional del Área de Proyecto, prevenir riesgos por precipitación, temperatura, y velocidad de vientos entre otros la variabilidad espacial, temporal e interrelacionada de cada uno.

IV.2.1.1.1.1 Metodología

Las fuentes de información para la caracterización climática del Sistema Ambiental Regional son: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) de Estaciones Álamo (30006), Sombrerete (30361) del Estado de Veracruz y Metlaltoyuca (21212) del Estado de Puebla, de los cuales se obtuvieron las variables normales de temperatura máxima y mínima, precipitación, evaporación, tormentas eléctricas, granizo y niebla.

La nubosidad del ERIC III; Para determinar el tipo de clima del Sistema Ambiental Regional se utilizó la carta de climas del Instituto Nacional de Geografía Informática y Estadística (INEGI), 2008 escala 1: 1,000 000, de acuerdo con Köppen modificado por E. García (1983).

Los datos de dirección, velocidad de viento y humedad relativa fueron obtenidos de la Red de Estaciones Agrometeorológicas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuarias (INIFAP), Álamo, Temapache (36147).

En cuanto a la trayectoria y frecuencias de huracanes se utilizó la base de datos del Centro Nacional de Huracanes, Miami, Florida del periodo 1950- 2017; la vulnerabilidad ante el cambio climático del Sistema Ambiental Regional del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2016).

En la Tabla IV.2.1.1.1-1 y Figura IV.2.1.1.1-1, se presentan los datos de localización geográfica de las Estaciones Climatológicas y Agroclimatológicas utilizados como referencia para el Sistema Ambiental Regional.

Tabla IV.2.1.1.1-1.- Localización geográfica de las Normales Climatológicas y Estaciones Agrometeorológicas, utilizadas para la caracterización climática.

	Estación	Número	Coordenadas		Altitud msnm
			X	Y	
Climatológicas	Álamo	30006	637317	2314904	19
	Sombrerete	30361	623802	2310309	48
	Metlaltoyuca	21212	618162	2294710	131
Agrometeorológicas	Álamo, Temapache	36147	637226	12315411	32

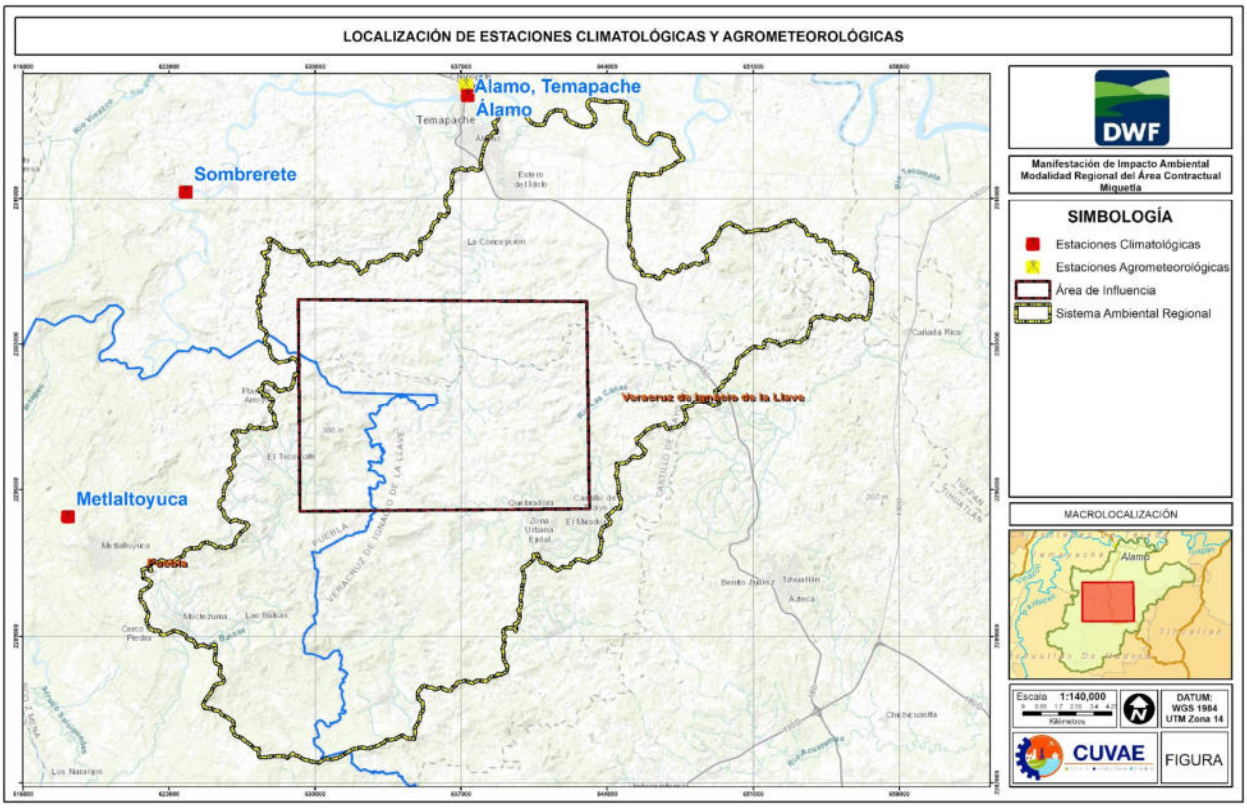


Figura IV.2.1.1.1-1.- Localización de Estaciones Climatológicas y Agrometeorológicas.

IV.2.1.1.1.2 Tipos de clima

El tipo de clima característico del Sistema Ambiental Regional de acuerdo INEGI, 2008 y Köppen modificado por E. García (1983), se encuentra definido por dos subtipos, cálido subhúmedo Aw2 con el 98.26 % y el Cálido húmedo Am(f) con 1.74 % (Figura IV.2.1.1.1-2).

IV.2.1.1.1.2.1 Subtipos

Aw2 cálido subhúmedo, de los más húmedos con lluvias en verano con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2, precipitación del mes más seco menos de 60mm y una temperatura media anual mayor a 22°C.

Am(f) cálido húmedo con abundante lluvia en verano, con porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2, precipitación del mes más seco menos de 60mm y una temperatura media anual mayor a 22°C.

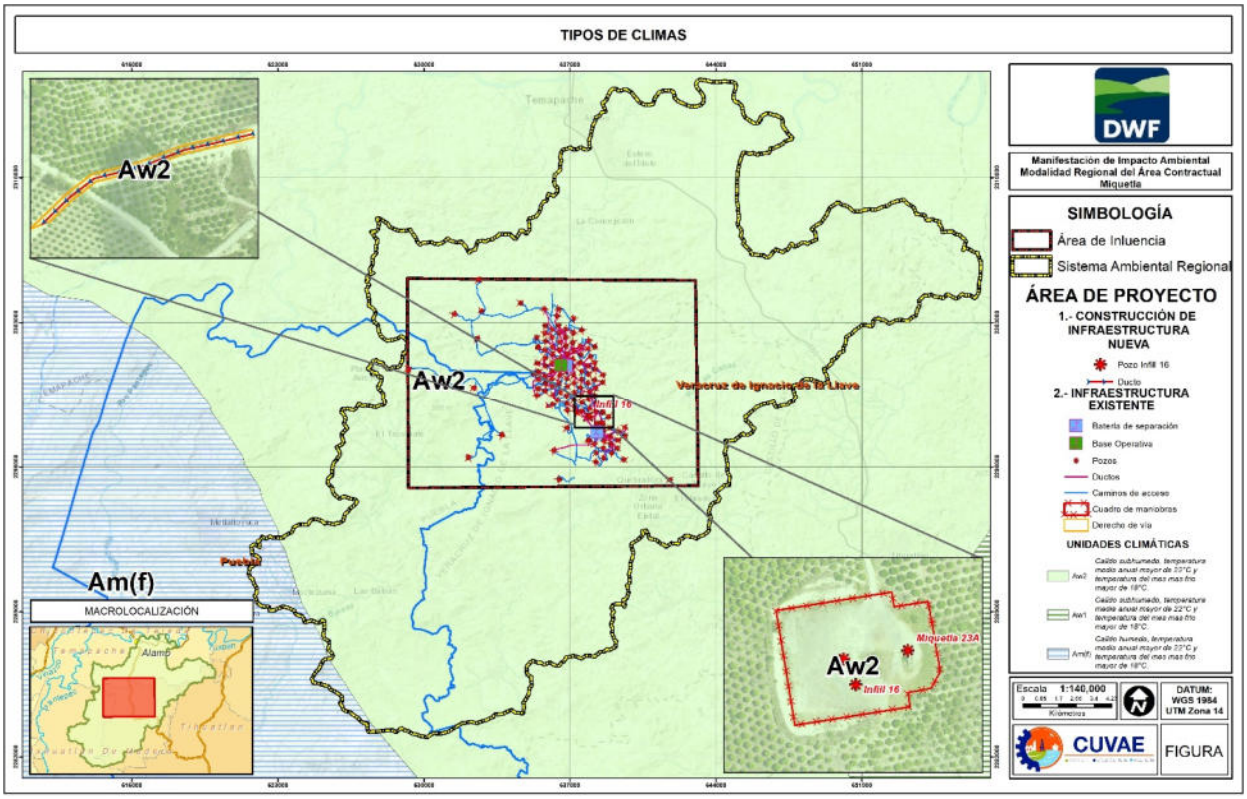


Figura IV.2.1.1.1-2.- Tipos de clima del Sistema Ambiental Regional y Área de Proyecto.

De acuerdo con la figura anterior se puede apreciar que el tipo de clima predominante en el Área de Proyecto corresponde el 100% a Aw2 es decir, cálido subhúmedo con una superficie de.

IV.2.1.1.1.3 Temperatura media mensual y anual

La temperatura máxima promedio anual en el Sistema Ambiental Regional es de 30,03°C; la temperatura promedio mínima anual es de 18,80ºC, y promedio con 24.40°C en la Tabla IV.2.1.1.1-2, se muestran los valores normales de temperatura máxima, mínima y promedio.

Tabla IV.2.1.1.1-2.- Temperaturas normales mensuales y anuales de las Estaciones Climatológicas utilizadas para el diagnóstico de temperatura.

ESTACIÓN	TEMPERATURA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Álamo	Máxima	26.20	27.20	29.60	32.30	34.30	34.20	33.10	33.40	32.30	30.90	29.00	26.60	30.80
	Mínima	15.30	16.10	17.90	20.00	21.70	22.50	22.10	22.00	21.70	20.00	18.00	16.20	19.50
	Promedio	20.80	21.70	23.80	26.20	28.00	28.30	27.60	27.70	27.00	25.50	23.50	21.40	25.10
Sombrerete	Máxima	24.70	26.70	29.60	32.30	34.80	34.70	33.30	33.70	32.20	30.70	27.90	25.20	30.50
	Mínima	13.90	14.90	17.00	19.20	21.50	22.10	21.70	21.70	21.30	19.40	17.00	14.70	18.70
	Promedio	19.30	20.80	23.30	25.80	28.10	28.40	27.50	27.70	26.70	25.10	22.50	19.90	24.60
Metlaltoyuca	Máxima	22.30	24.50	27.40	30.60	32.90	33.20	31.70	32.00	30.90	29.30	26.80	24.00	28.80
	Mínima	12.30	13.80	16.30	18.90	21.40	22.00	21.50	21.40	21.10	19.40	16.50	14.00	18.20
	Promedio	17.30	19.20	21.80	24.80	27.10	27.60	26.60	26.70	26.00	24.40	21.70	19.00	23.50

Fuente: Base de datos Normales Climatológicas CONAGUA (2010).

Las temperaturas máximas y mínimas extremas registradas en las Estaciones Climatológicas correspondientes al Sistema Ambiental Regional (Tabla IV.2.1.1.1-3), reflejan un ambiente extremo con oscilaciones promedio de 46.10°C alcanzando máximos de 48.8°c y mínimo de 42.5°C en tanto que la mínima extrema promedio es de -0.26°C alcanzando valores de -1.5°C y 0.7°C. Que pueden limitar las actividades por riesgos de golpes de calor principalmente.

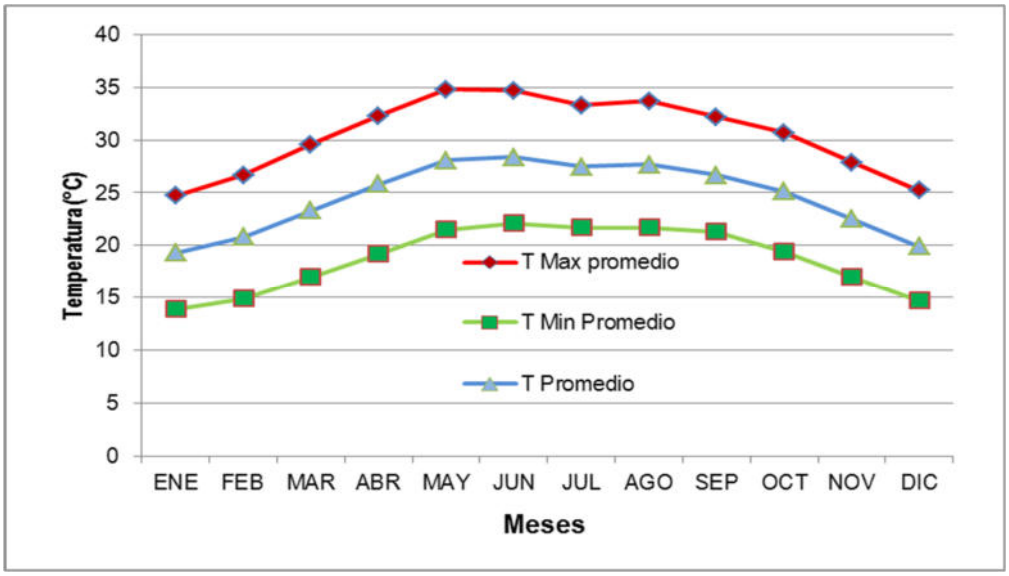
Tabla IV.2.1.1.1-3.- Temperaturas máximas extremas de las Estaciones Climatológicas utilizadas para el diagnóstico de temperatura.

Estaciones	Temperatura Máxima Extrema en ºC		Temperatura Mínima Extrema en ºC	
Álamo	48.8	18 de junio del 2005	0.0	25 de diciembre del 1983
Sombrerete	47.0	16 de abril del 1998	0.7	17 de enero del 2007
Metlaltoyuca	42.5	30 de abril del 2005	-1.5	25 de diciembre del 1983

Fuente: Base de datos Normales Climatológicas CONAGUA (2010).

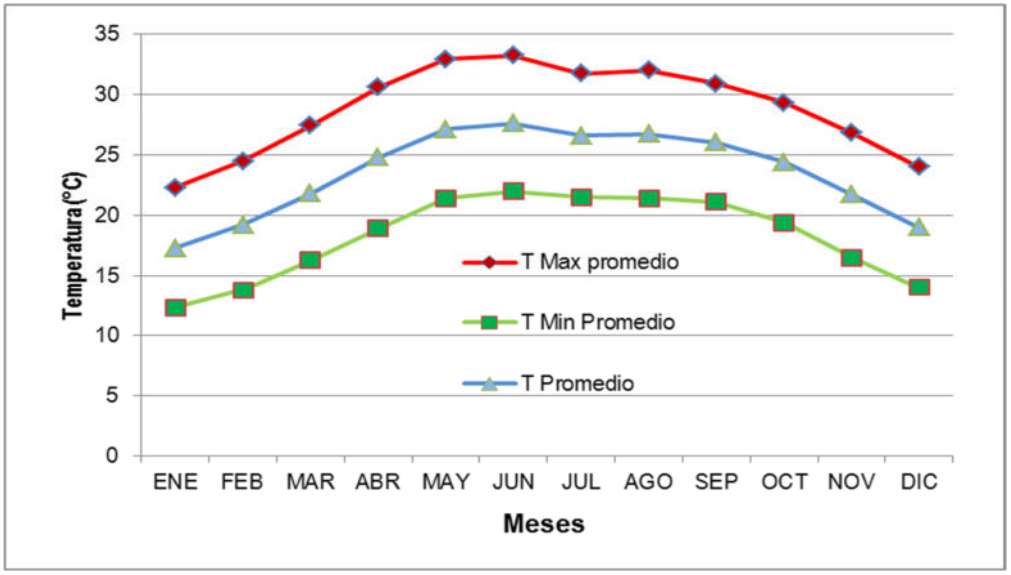
En la Gráfica IV.2.1.1.1-1 se muestra el comportamiento de la marcha anual de las temperaturas promedio mensuales y anual de la Estación Sombrerete, en donde se observa que el promedio de las mínimas ocurre en el mes de enero con 18.70°; en tanto que las temperaturas más elevadas se registran en los meses de

mayo, junio, julio, agosto y septiembre agudizado en mayo con 34,80°C. Así mismo puede observarse un descenso en el mes de julio, relacionado con el periodo de lluvias principalmente.

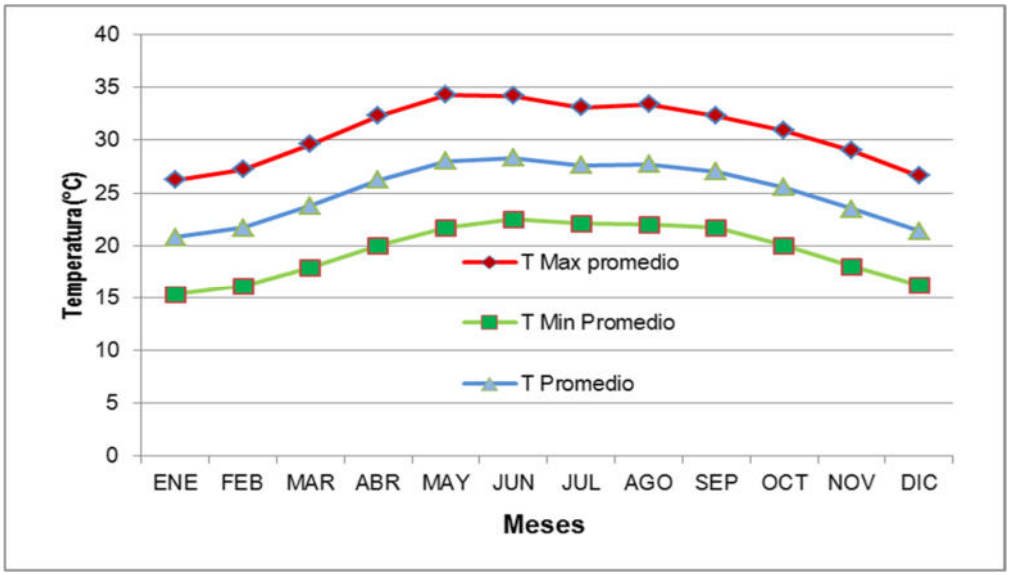


Gráfica IV.2.1.1.1-1.- Temperaturas promedio máxima, mínima y media mensuales de la Estación Climatológica Sombrerete para el período 1981 – 2010.

En las Gráficas IV.2.1.1.1-2 y IV.2.1.1.1-3, se muestra el comportamiento de la marcha anual de las temperaturas promedio mensuales y anual de las Estaciones Metlaltoyuca y Álamo, con un comportamiento similar en donde se observa que el promedio de las mínimas ocurre en el mes de enero con 12.30°C y 15.30°C respectivamente; en tanto que las temperaturas más elevadas se registran en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre agudizado en junio con 33,20°C en la Estación Metlaltoyuca y 34,10°C en Álamo en mayo. Así mismo puede observarse un descenso marcado en ambas estaciones en el mes de julio, relacionado con el periodo de lluvias principalmente.



Gráfica IV.2.1.1.1-2.- Temperaturas promedio, máxima y mínima mensuales de la Estación Climatológica Metlaltoyuca, para el período 1981 - 2010.



Gráfica IV.2.1.1.1-3.- Temperaturas promedio máxima, mínima y media mensuales de la Estación Climatológica Álamo para el período 1981 – 2010.

IV.2.1.1.1.4 Precipitación media mensual y anual

La precipitación promedio anual en el Sistema Ambiental Regional es de 1 302.60 mm, en donde las mínimas ocurren en el periodo de diciembre a marzo considerando las tres estaciones, la precipitación mínima ocurre en marzo con promedio con 31.00 mm; las máximas ocurren en el periodo de junio a octubre agudizado el mes de septiembre para la estación Álamo y Sombrerete en tanto que la Estación Metlaltoyuca en Julio dando en promedio de 268.13 mm, lo que determina en gran medida la presencia de comunidades vegetales que en ella se desarrollan. Las precipitaciones máximas históricas han ocurrido en el mes de septiembre, caracterizado por la mayor incidencia de huracanes provenientes del atlántico y Golfo de México, en la Tabla IV.2.1.1.1-4 se muestran los valores de precipitación de cada una de las estaciones.

Tabla IV.2.1.1.1-4.- Precipitación media mensual y anual de las Estaciones Climatológicas del Sistema Ambiental Regional.

PRECIPITACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Álamo	32.00	36.60	23.10	42.90	56.60	122.10	153.10	148.60	228.40	116.70	46.20	26.00	1032.30
Sombrerete	34.20	39.30	32.70	53.80	80.30	124.80	189.00	144.60	260.10	139.30	67.60	39.20	1204.90
Metlaltoyuca	69.20	59.50	47.60	75.80	67.50	167.00	315.90	223.20	296.60	189.10	97.80	61.40	1670.60

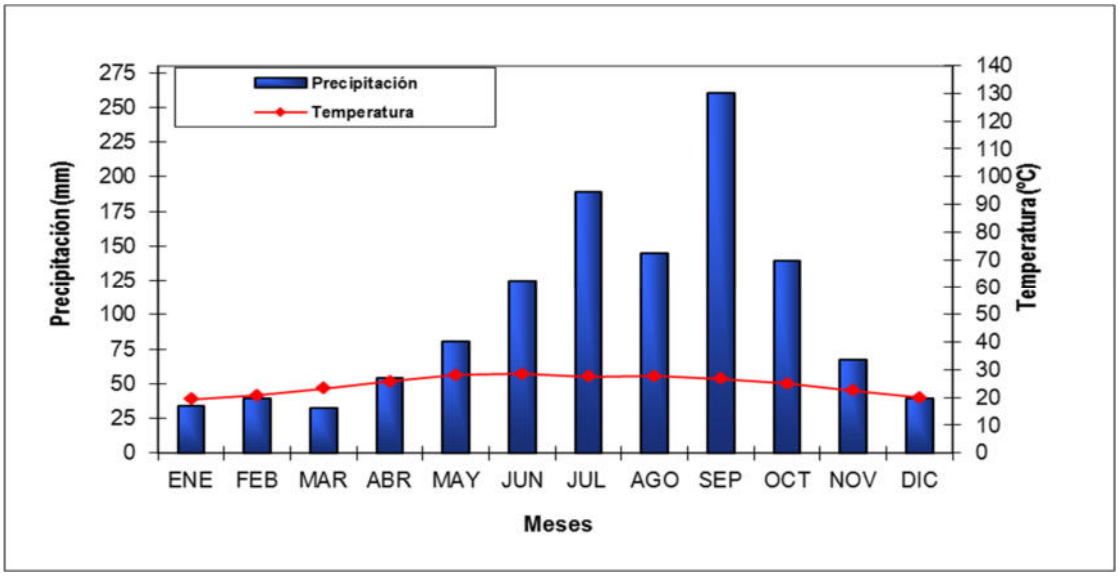
Fuente: Base de datos Normales Climatológicas CONAGUA (2010).

Las precipitaciones máximas históricas diarias ayudan en gran medida en la planeación de proyectos, por lo que se considera primordial tomar en cuenta los valores máximos y considerar en el desarrollo del proyecto.

Los registros indican que existe alto riesgo por precipitaciones extraordinarias que pudieran interferir con las actividades del proyecto, los meses con mayor precipitación son, de junio a septiembre.

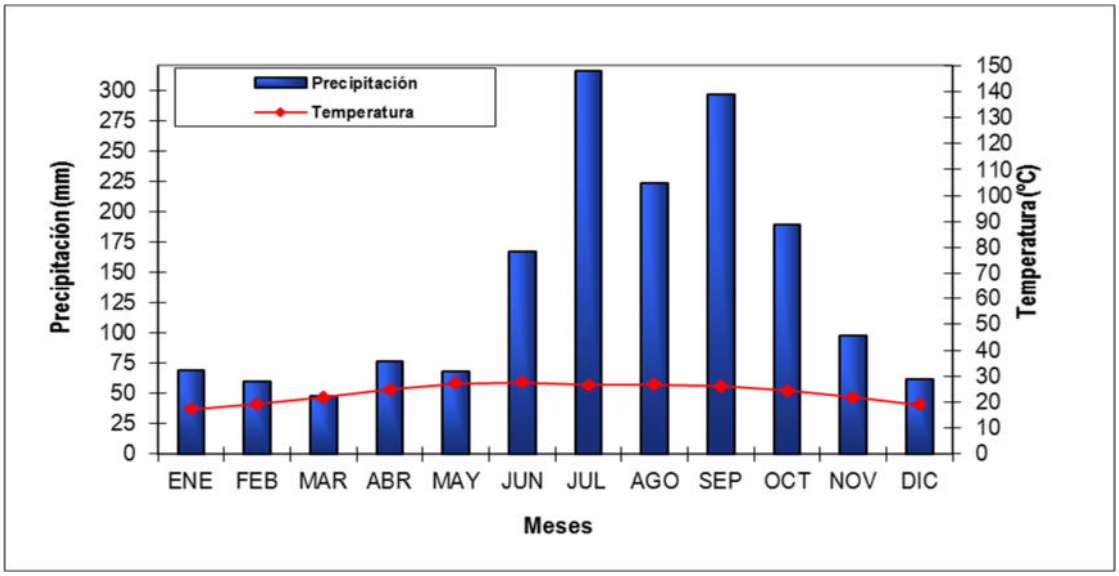
En la Gráfica IV.2.1.1.1-4, muestran el climograma de la Sombrerete, en donde se aprecia un comportamiento bimodal, los meses con menor precipitación son en la época invernal en tanto que la época de lluvias ocurre de mayo a septiembre agudizado en septiembre para la Estación Benito Juárez con 220,10mm, presenta siete meses con recarga de agua al suelo; para la Estación Sombrerete la época de

lluvia es de mayo a octubre agudizado en septiembre con 260.10mm y presenta siete meses con recarga, así mismo es importante mencionar que existe sequía de medio verano, siendo un periodo seco dentro de la temporada de lluvias, propiciando la canícula.

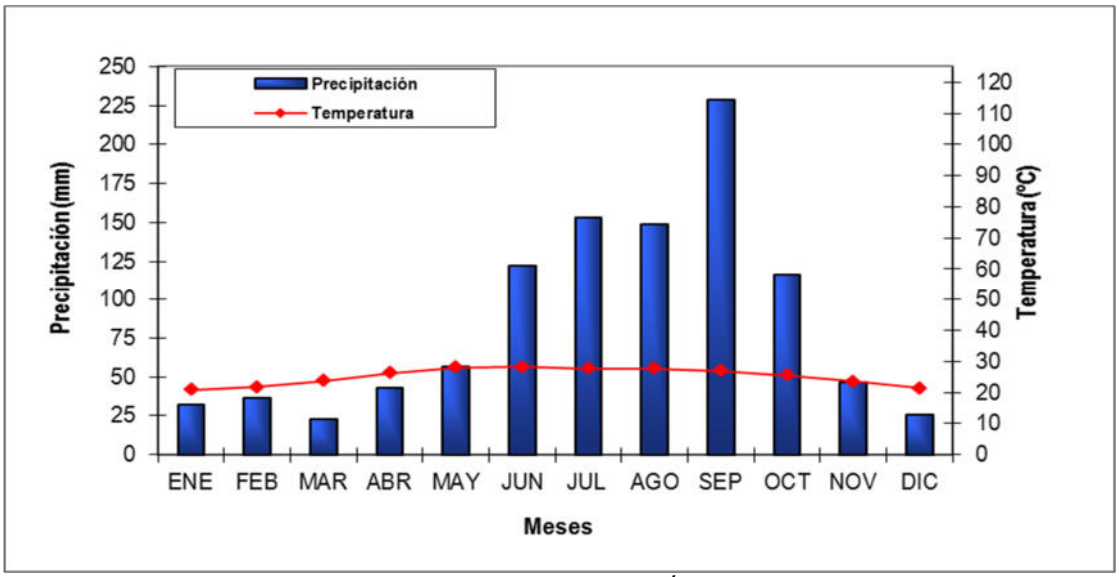


Gráfica IV.2.1.1.1-4.- Climograma de la Estación climatológica Sombrerete, para el período 1980 – 2010.

En las Gráficas IV.2.1.1.1-5 y IV.2.1.1.1-6, muestran el climograma de las Estaciones Metlaltoyuca y Álamo, en donde se aprecia un comportamiento bimodal para la estación de Metlaltoyuca, los meses con menor precipitación son en la época invernal en tanto que la época de lluvias ocurre de junio a octubre agudizado en julio con 315.90 mm, presenta nueve meses con recarga de agua al suelo; para la Estación Álamo presenta un comportamiento normal, la época de lluvia es de junio a octubre agudizado en septiembre con 228.40 mm y presenta cinco meses con recarga, así mismo es importante mencionar que existe sequía de medio verano para ambas estaciones siendo un periodo seco dentro de la temporada de lluvias, propiciando la canícula.



Gráfica IV.2.1.1.1-5.- Climograma de la Estación Climatológica Metlaltoyuca, para el período 1981 -2010.



Gráfica IV.2.1.1.1-6.- Climograma e la Estación climatológica Álamo, para el período 1980 – 2010.

IV.2.1.1.1.5 Evaporación media anual

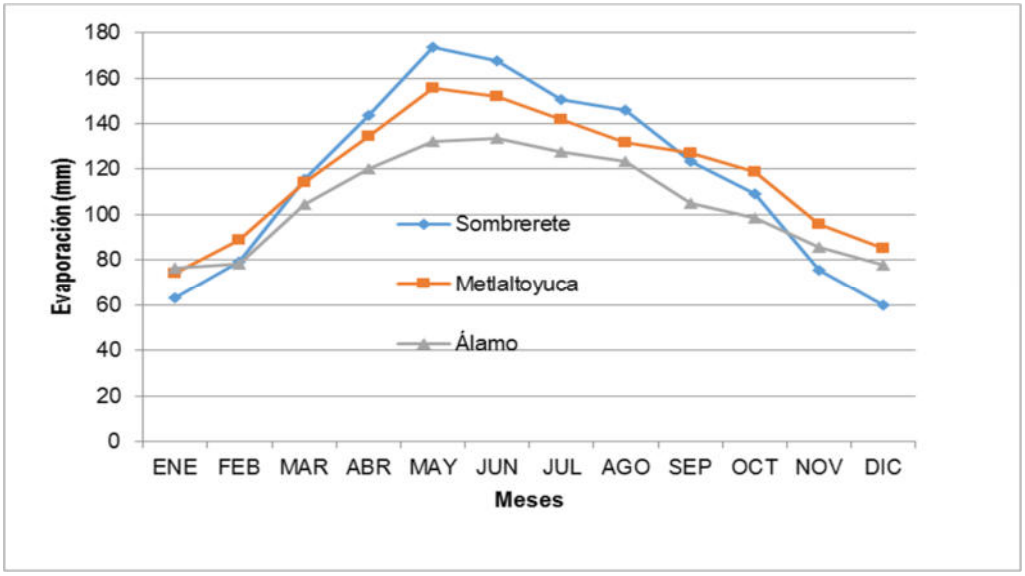
En la Tabla IV.2.1.1.1-5, se muestran los valores de evaporación de las Estaciones del Sistema Ambiental Regional, en donde se obtiene que la evaporación anual promedio es de 1 362.87 mm. Así mismo, la mayor evaporación ocurre en los meses de mayo 153.60 mm y junio con promedio de 150.90 mm y mínimas en diciembre y enero con promedio de 74.23mm. y 71.23 mm respectivamente.

Tabla IV.2.1.1.1-5.- Evaporación media mensual y anual de las Estaciones Climatológicas en el Sistema Ambiental Regional.

EVAPORA-CIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Álamo	76.30	78.30	104.60	120.20	132.00	133.40	127.70	123.30	105.20	98.60	85.80	77.70	1263.10
Sombrerete	63.10	79.20	115.60	143.60	173.40	167.40	150.50	146.10	123.20	109.20	75.50	60.00	1406.80
Metlaltoyuca	74.30	88.70	114.00	134.40	155.40	151.90	141.90	131.50	127.00	118.70	95.90	85.00	1418.70

Fuente: Base de datos Normales Climatológicas CONAGUA (2010).

En la Gráfica IV.2.1.1.1-7, se puede apreciar la evaporación promedio mensual de las Estaciones del Sistema Ambiental Regional, donde las mínimas ocurren en invierno y las máximas se presentan en el mes de mayo y junio.



Gráfica IV.2.1.1.1-7.- Evaporación promedio mensual de las Estaciones Climatológicas del Sistema Ambiental Regional para el período 1981–2010.

IV.2.1.1.1.6 Humedad relativa

La humedad relativa de la Estación agrometeorológica que comprende el Sistema Ambiental Regional se muestra en la Tabla IV.2.1.1.1-6, el área comprendida del Sistema Ambiental Regional cuenta con una humedad relativa promedio de saturación 80,58%.

Tabla IV.2.1.1.1-6.- Humedad relativa de la Estación Agrometeorológica Álamo.

ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Álamo	93.82	84.04	77.67	69.81	72.90	76.79	83.83	82.83	80.77	78.37	82.19	83.90	80.58

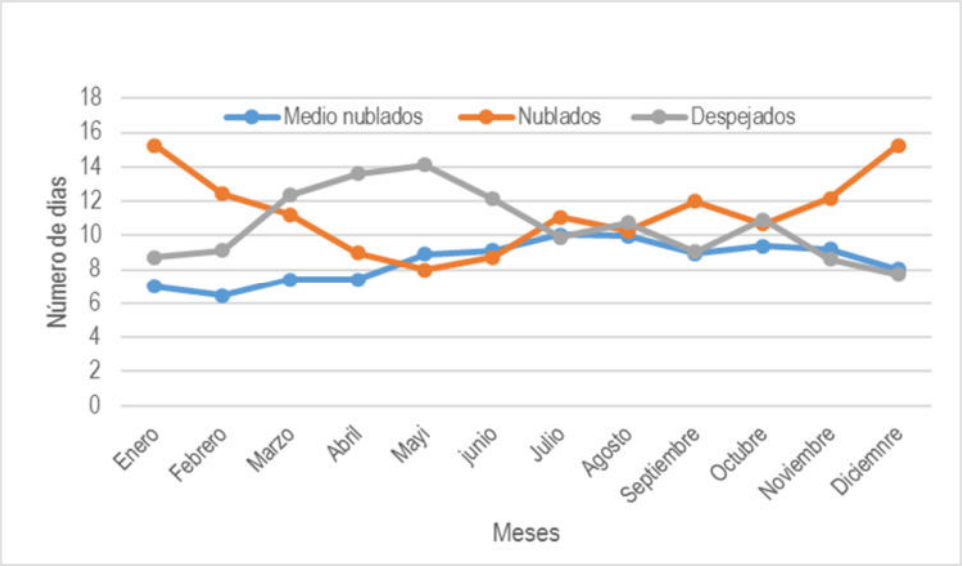
IV.2.1.1.1.7 Nubosidad promedio anual

De acuerdo con los registros históricos promedio de las Estaciones (Tabla IV.2.1.1.1-7), con registro en los años 1982-2013, la condición del cielo predominante en el Sistema Ambiental Regional son los despejados con 136 días que corresponde al 37%, los días nublados con 126 días es decir el 35% y los medio nublados con 103 días lo que equivale al 28% (Gráfica IV.2.1.1.1-8).

Tabla IV.2.1.1.1-7.- Número de días despejados, medio nublados y nublados de las Estaciones del Sistema Ambiental Regional.

Estación	Número de días	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Álamo	Medio nublados	8	7	8	9	10	10	12	12	11	10	10	8	113
	Nublados	14	11	9	7	7	7	8	7	9	8	10	14	112
	Despejados	9	10	15	15	14	13	12	12	10	12	10	9	141
Sombrerete	Medio nublados	6	6	6	4	4	4	6	5	6	7	8	7	68
	Nublados	16	13	12	10	9	10	13	14	14	14	15	17	158
	Despejados	8	9	13	16	18	15	12	12	10	10	7	7	138
Metlaltoyuca	Medio nublados	7	7	9	10	13	14	13	14	10	11	10	9	125
	Nublados	16	13	12	10	8	8	12	10	12	10	11	15	138
	Despejados	9	8	10	10	9	8	6	8	7	10	9	8	102

Fuente: Elaboración propia con Base de datos Extractor Rápido de Información Climatológica ERIC, V.3.2, 2017.



Gráfica IV.2.1.1.1-8.- Condición de cielo considerando las tres Estaciones del Sistema Ambiental, para el período 1982 -2013.

IV.2.1.1.1.8 Eventos Meteorológicos

IV.2.1.1.1.8.1 Trayectorias y frecuencias de huracanes

El Golfo de México se caracteriza por ser una zona expuesta a los fenómenos meteorológicos en este caso, los huracanes tropicales ocasionados por las intensas depresiones atmosféricas que se generan en la zona intertropical de convergencia del Atlántico, que a su vez generan vientos en torbellino de gran magnitud, cabe mencionar que en el Sistema Ambiental Regional predominan la incidencia de Tormentas tropicales con diez registros, cinco con categoría uno, tres de categoría dos y cuatro depresiones tropicales por lo tanto se presentan velocidades de viento menores a 62 km/h y huracanes que alcanzan velocidades de hasta 177 km/h (Tabla IV.2.1.1.1-8 y Figura IV.2.1.1.1-3). De acuerdo con los registros estadísticos; indican que veinte fenómenos han tocado o acercado el Sistema Ambiental Regional 100 km, tomando como referencia el centro del Sistema Ambiental Regional en un período de 69 años, el mes con mayores registros es septiembre con doce, posterior agosto con cinco y junio con cinco, de acuerdo al Centro Nacional de Huracanes de Miami, Florida (Tabla IV.2.1.1.1-8).

Tabla IV.2.1.1.1-8.- Tormentas tropicales y Huracanes registrados en el Sistema Ambiental Regional, para los años 1950-2019.

Año	Mes	Nombre	Categoría
2017	Septiembre	Katya	H1
2017	Junio	Franklin	H1
2016	Junio	Danielle	DT
2013	Agosto	Fernand	DT
2011	Junio	Arlene	TT
2011	Septiembre	Nate	TT
2007	Agosto	Dean	H1
2007	Septiembre	Lorenzo	DT
2005	Junio	Bret	TT
1999	Septiembre	Gert	H1
1996	Agosto	Dolly	H1
1993	Septiembre	Gert	H2
1990	Agosto	Diana	H2
1988	Septiembre	Debby	H1
1978	Agosto	Bess	TT
1959	Junio	Beulah	TT
1956	Septiembre	Dora	TT
1955	Septiembre	Janet	TT
1955	Septiembre	Gladys	TT
1954	Septiembre	Florence	TT
1954	Septiembre	Gilda	DT
1951	Septiembre	George	TT

Fuente: Centro Nacional de Huracanes, Miami, Florida, USA. 2019.

Tabla IV.2.1.1.1-9.- Escala de Huracanes Saffir-Simpson, del Centro Nacional de Huracanes.

Clave	Nombre	Velocidad
DT	Depresión tropical	Menor de 62 km/h
TT	Tormenta Tropical	63-118 km/h
C1	Categoría 1	119-153 km/h
C2	Categoría 2	154-177 km/h
C3	Categoría 3	178-208 km/h
C4	Categoría 4	209-251 km/h
C5	Categoría 5	Más de 252 km/h

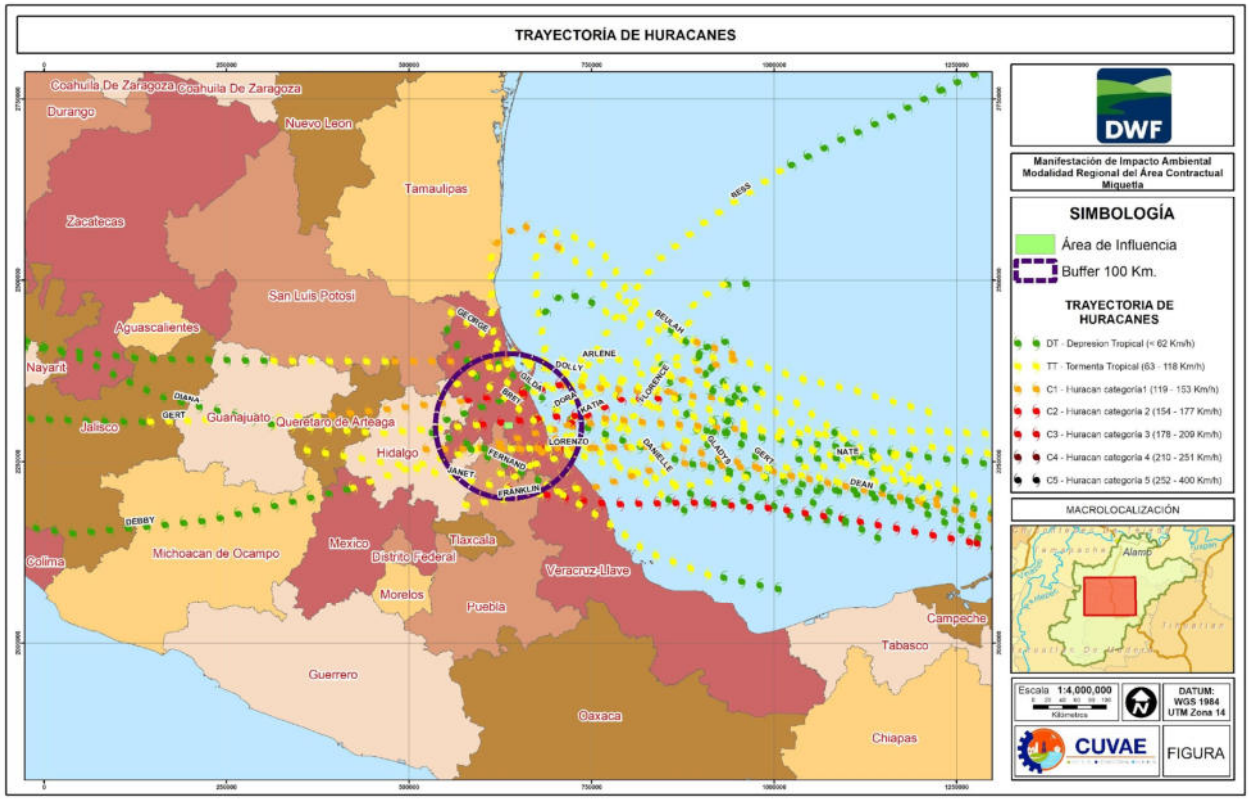


Figura IV.2.1.1.1-3.- Ubicación del Sistema Ambiental Regional con respecto a la trayectoria de Ciclones que tocan o se acercan a menos de 100 km.

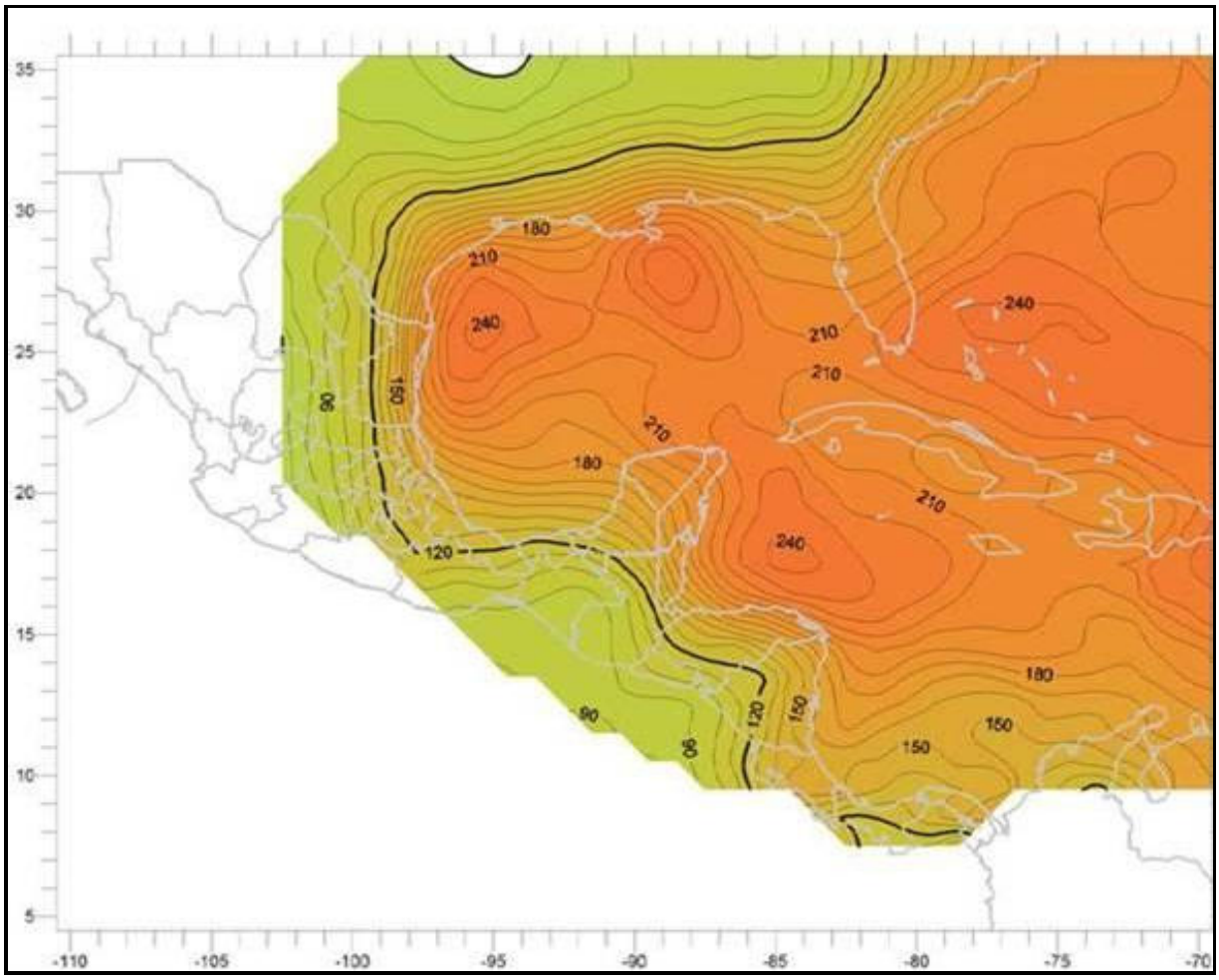


Figura IV.2.1.1.1-4.-Velocidad de vientos máximos sostenidos en km/h de ciclones tropicales que se han presentado en el Atlántico en el periodo de 1851 a 2000 (Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, 2002).

Por lo anterior, la probabilidad de riesgo por incidencia de altas velocidades de viento en el Sistema Ambiental Regional es alto, es decir, se esperan depresiones y tormentas tropicales, así como huracanes de categorías dos alcanzando velocidades de 177km/h, que ratifica la Figura IV.2.1.1.1-4. Y la incidencia del hidrometeoro correspondiente a veintidós es afianzada en la Figura IV.2.1.1.1-5 con el número de tormentas y huracanes en el Sistema Ambiental Regional que corresponde a menor a quince.

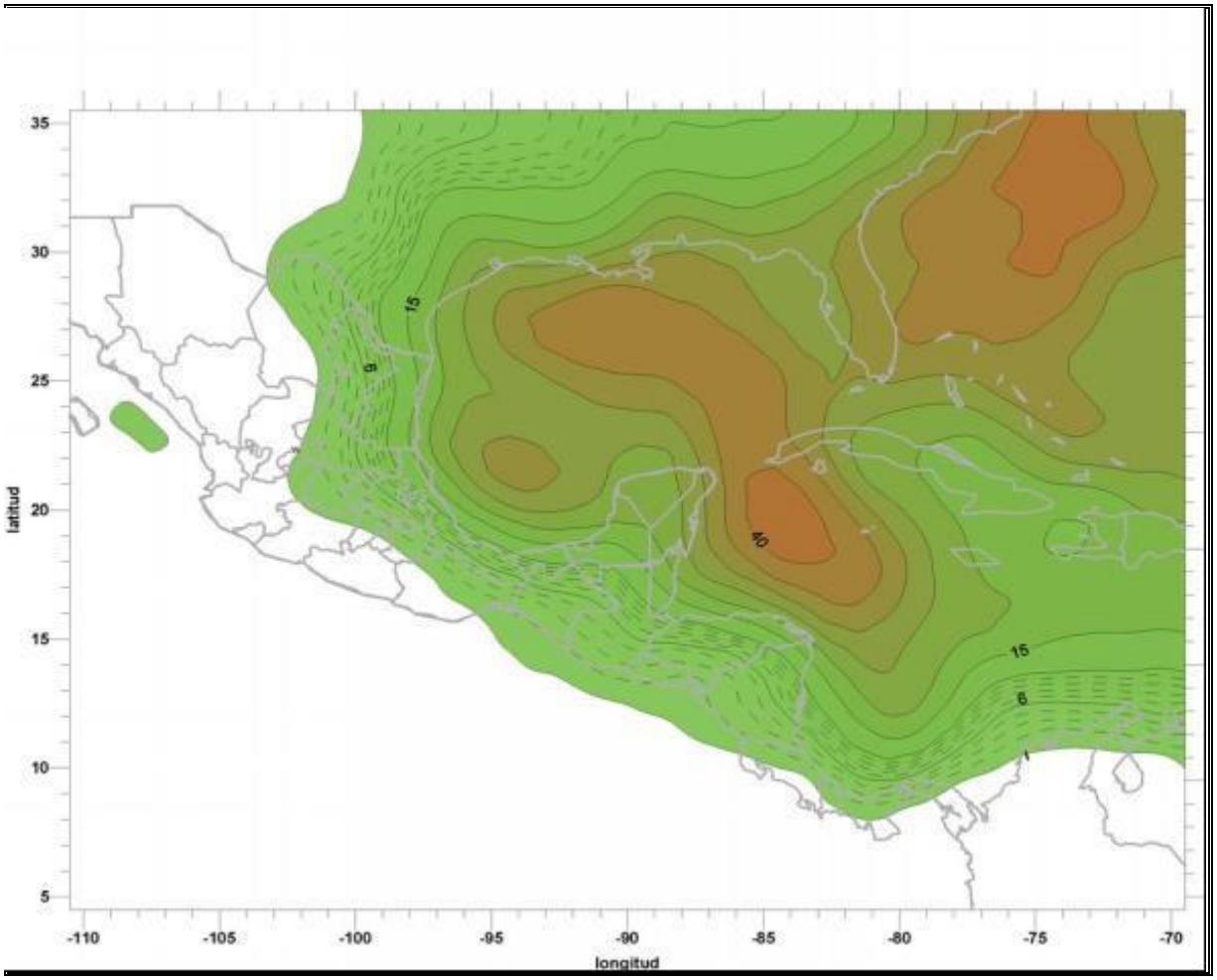


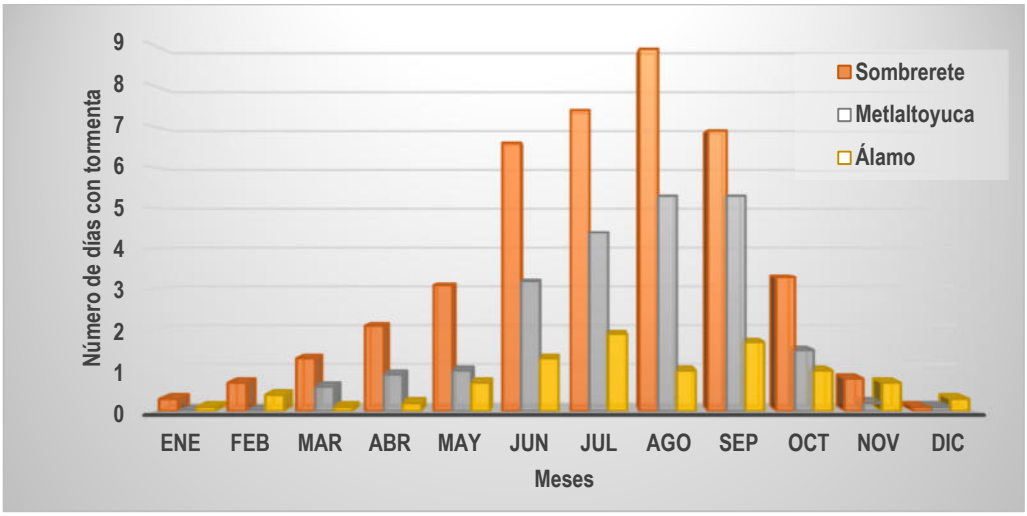
Figura IV.2.1.1.1-5.- Distribución del número de tormentas y huracanes para el Atlántico en el periodo de 1851 a 2000 (Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, 2002).

IV.2.1.1.1.8.2 Tormentas eléctricas

El número promedio total de días con tormentas eléctricas registradas en el Sistema Ambiental Regional Tabla IV.2.1.1.1-9 es de 24.47, sin embargo, podemos apreciar en la Gráfica IV.2.1.1.1-9 que la mínima se registra en la Estación Álamo con 9.4, Metlaltoyuca 22.50, Sombrerete 41.50.

Tabla IV.2.1.1.1-10.- Número de Tormentas eléctricas en del Sistema Ambiental Regional.

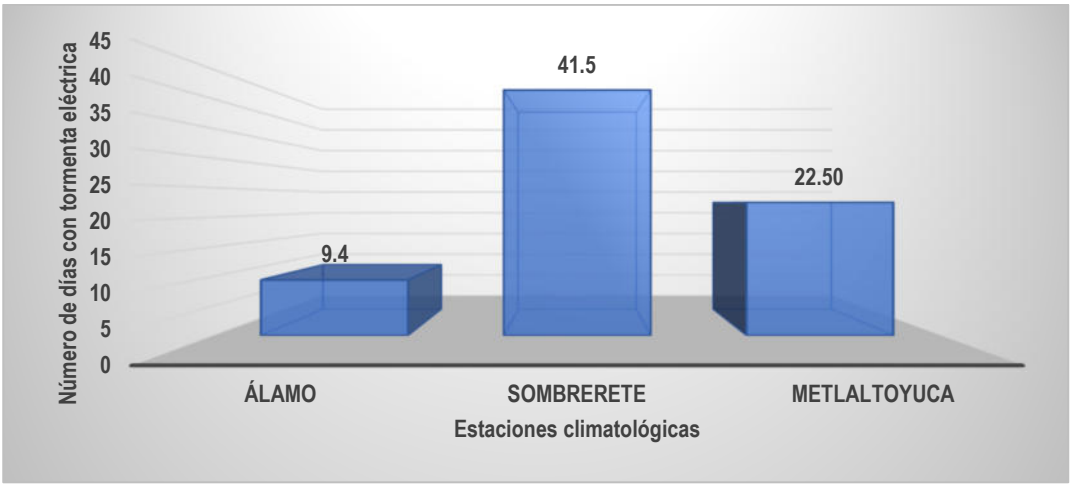
TORMENTA ELÉCTRICAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Álamo	0.10	0.40	0.10	0.20	0.70	1.30	1.90	1.00	1.70	1.00	0.70	0.30	9.40
Sombrerete	0.30	0.70	1.30	2.10	3.10	6.60	7.40	8.90	6.90	3.30	0.80	0.10	41.50
Metlaltoyuca	0.00	0.00	0.60	0.90	1.00	3.20	4.40	5.30	5.30	1.50	0.20	0.10	22.50



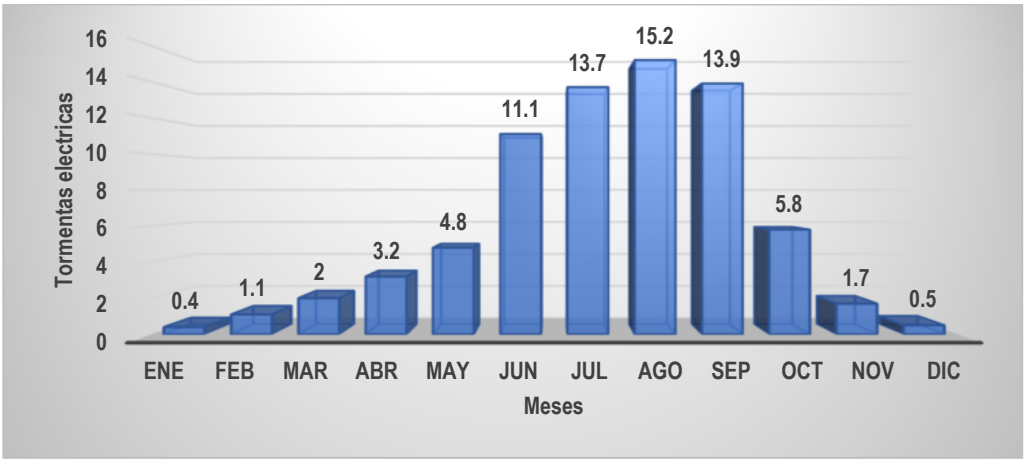
Gráfica IV.2.1.1.1-9.- Número de días con tormentas eléctricas en el Sistema Ambiental Regional.

IV.2.1.1.1.8.3 Niebla

El número total promedio de días con niebla en el área de influencia del Sistema Ambiental Regional es de 24,47 (Gráfica IV.2.1.1.1-10) y la distribución anual (Gráfica IV.2.1.1.1-11), se aprecia que la mayor presencia de este fenómeno ocurre en los meses con menor temperatura y de manera contraria en los meses con mayor temperatura la niebla disminuye.



Gráfica IV.2.1.1.1-10.- Distribución anual del número de días con niebla en el Sistema Ambiental Regional.

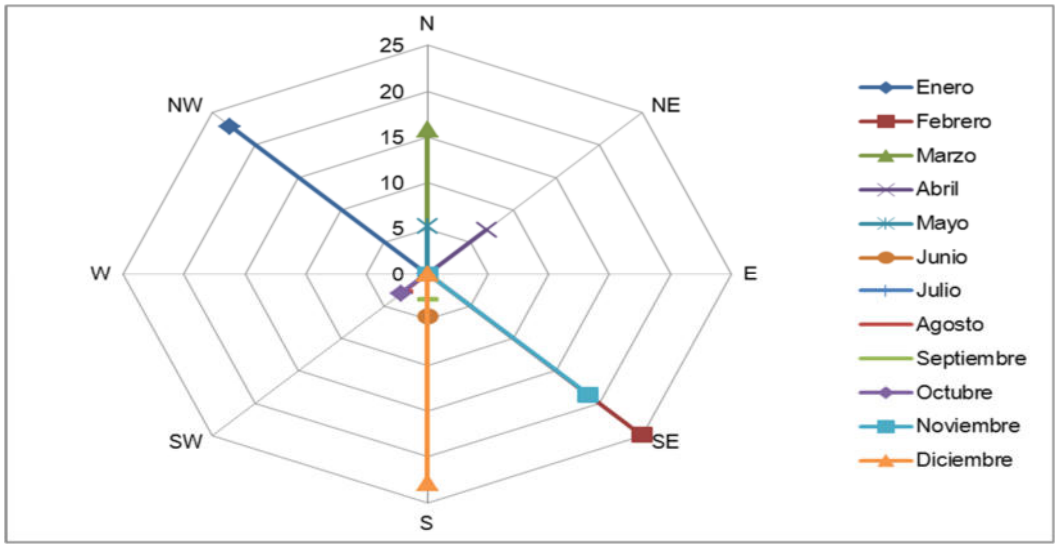


Gráfica IV.2.1.1.1-11.- Distribución anual del número de días con niebla en el Sistema Ambiental Regional.

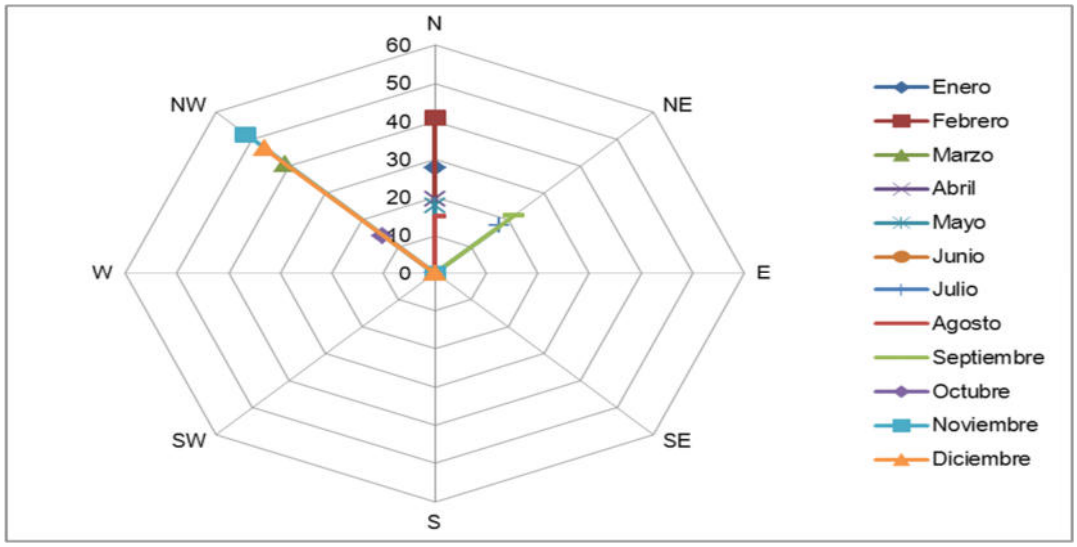
IV.2.1.1.1.9 Dirección, velocidad de viento y vientos dominantes

En la Tabla IV.2.1.1.1-11, se reportan las velocidades máximas, promedio mensual y dirección del viento que predomina en el Sistema Ambiental Regional del Área de Proyecto en la Estación Agrometeorológica de Álamo Temapache correspondiente al año 2011, el área de influencia de la Estación Álamo; en donde la

velocidad máxima es de 51,70km/h-NO, la mínima de 14,20km/h-NO y un promedio máxima de 28.45km/h-SO; la velocidad promedio máxima es de 24.93km/h-SE, mínima de 2,81km/h-SO con un promedio anual de 11.30km/h-S. En las Gráficas IV.2.1.1.1-12 y IV.2.1.1.1-13 muestran la dirección y velocidad promedio



Gráfica IV.2.1.1.1-12.- Rosa de los vientos y velocidad promedio de la Estación Agrometeorológica Álamo, Veracruz.



Gráfica IV.2.1.1.1-13.- Rosa de los vientos y velocidad máxima de la Estación Agrometeorológica Álamo, Veracruz.

Tabla IV.2.1.1.1-11.- Velocidades máximas, promedio mensual en km/h, de la Estación Agrometeorológicas Álamo.

Estación	Álamo, Veracruz (2011)			
Mes	V máxima	DV máxima	VV Promedio	DV Promedio
Enero	27.80	354.8(N)	22.90	328.25(NO)
Febrero	41.00	351.9(N)	24.93	141.33(SE)
Marzo	40.80	312.6(NO)	15.80	342.08(N)
Abril	19.70	15.6(N)	6.94	63.95(NE)
Mayo	18.00	355.3(N)	5.31	22.3(N)
Junio	26.80	247.8(O)	4.65	174.03(S)
Julio	17.80	40.4(NE)	4.74	259.99(O)
Agosto	15.20	2.6(N)	2.81	234.01(SO)
Septiembre	21.70	42(NE)	2.82	171.29(S)
Octubre	14.20	316.3(NO)	3.05	242.1(SO)
Noviembre	51.70	321.5(NO)	18.70	146.95(SE)
Diciembre	46.70	322.5(NO)	22.92	165.07(S)
Promedio	28.45	223.6 (SO)	11.30	197.1 (S)
Maxima	51.70		24.93	
Mínima	14.20		2.81	

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias 2017.

IV.2.1.1.1.10 Vulnerabilidad al cambio climático

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) la vulnerabilidad está definida como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación (Figura IV.2.1.1.1-6). Es decir, es la propensión o predisposición a verse afectado negativamente ante la presencia de fenómenos meteorológicos o climáticos (Figura IV.2.1.1.1-7). El análisis de la vulnerabilidad actual y futura, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio

Climático (INECC) usó la metodología propuesta por el IPCC (2007), en donde se considera que la vulnerabilidad está en función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa.

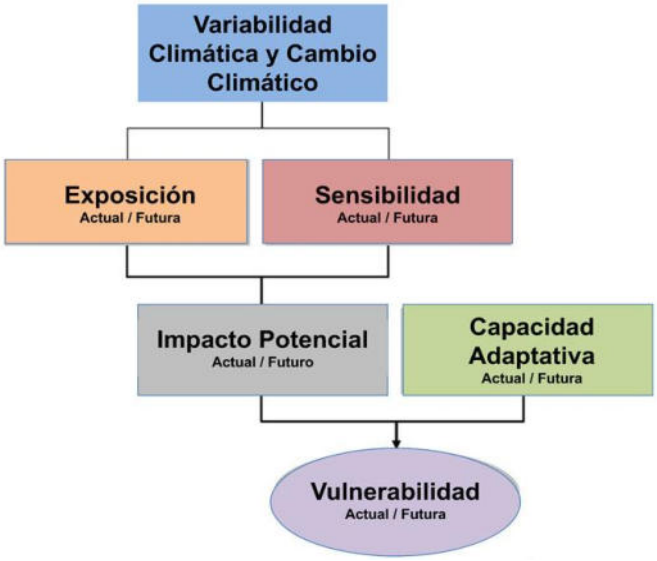


Figura IV.2.1.1.1-6.- Componentes de vulnerabilidad actual y futura de acuerdo con el concepto del IPCC (2007). Consultado de INECC, 2017.

Exposición

Se refiere al tipo y grado, o naturaleza, a la que un sistema está expuesto a variaciones climáticas significativas. El análisis de cambio climático observado se relaciona con cambios del comportamiento de la precipitación, temperatura, y de eventos extremos. Ese análisis se debe basar en:

Clima observado

Control de calidad de datos observados, homogeneización de la base de datos, climatología actual y variabilidad climática y el análisis de tendencia para temperatura, precipitación y eventos extremos.

Escenarios de cambio climático

Los escenarios de cambio climático son una representación plausible y a menudo simplificada del clima futuro, basados en un conjunto internamente coherente de relaciones climatológicas, que se construyen para ser utilizados de forma explícita en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, y que sirven a menudo de insumo para las simulaciones de los impactos. Estos escenarios no son pronósticos climáticos, ya que cada escenario es una alternativa de cómo se puede comportar el clima futuro.

Sensibilidad

Hace referencia al grado en que un sistema resulta afectado, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climático. Los efectos pueden ser directos (por ejemplo, un cambio en el rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media, de los intervalos de temperaturas o de la variabilidad de la temperatura) o indirectos (por ejemplo, daños causados por una mayor frecuencia de inundaciones costeras por haber aumentado el nivel del mar).

Impacto potencial del cambio climático en regiones previamente determinadas y en sectores prioritarios en la zona de estudio La valoración de dichos impactos deberá realizarse con métodos rigurosos, robustos y replicables, los cuales deberán ser explicados claramente.

Capacidad adaptativa

Hace referencia a las capacidades, recursos e instituciones, en diferentes niveles de análisis, que permitan detonar procesos de adaptación, en acompañamiento del diseño e implementación de medidas de adaptación efectivas para la reducción de la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas.

En este sentido, algunos elementos, aunque no los únicos, que se derivan de la capacidad adaptativa son los referentes a la articulación de acciones, recursos financieros e instrumentos de planeación vinculados

con adaptación al cambio climático, que tengan una coherencia territorial en función de las problemáticas detectadas. Asimismo, se deben de considerar las estructuras administrativas, el marco legal y las redes de cooperación y coordinación entre diversos actores. Cabe señalar que el IPCC en el 2014 vincula la vulnerabilidad al cambio climático con conceptos de riesgo actual y futuro (Figura IV.2.1.1.1-7).

La incapacidad de afrontar los efectos negativos del cambio climático implica exponer a grupos poblacionales a riesgos y peligros de diferente índole. Por lo tanto, la gestión efectiva del riesgo a los efectos del cambio climático implica generalmente una cartera de acciones para reducir este y responder a los eventos y desastres, en lugar de un enfoque único en cualquier acción o un solo tipo de acción (confianza alta). Estos enfoques integrados son más eficaces cuando son informados e incorporados a las circunstancias locales.

México es especialmente vulnerable a los efectos del cambio climático y, en décadas recientes, se han presentado algunos efectos relacionados con este fenómeno, como: disminución en disponibilidad de agua, inundaciones, sequías y enfermedades como dengue o infecciones diarreicas agudas. De acuerdo a las características geográficas y a las condiciones socioambientales, económicas y de salud, el problema puede intensificarse. La evaluación de la vulnerabilidad y la implementación de medidas de adaptación deben realizarse a nivel local respondiendo a condiciones particulares.

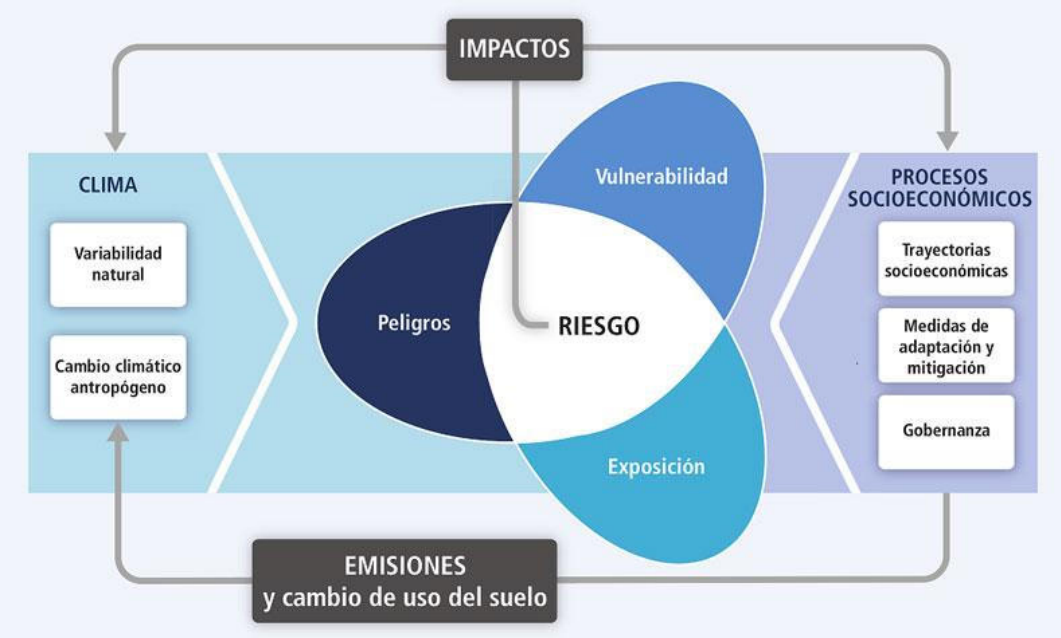


Figura IV.2.1.1.1-7.- Conceptos básicos de la contribución del Grupo de Trabajo II al Quinto Informe de Evaluación (9). Consultado de INECC, 2017.

En este sentido la vulnerabilidad al cambio climático México no está exento y en atención a los problemas globales y contemporáneos, existen tres estudios con las proyecciones y cálculo de vulnerabilidad tal es el caso de Monterroso, Gay y el más reciente del INECC realizó un estudio de Vulnerabilidad de los Municipios de México en donde podemos apreciar que el Sistema Ambiental Regional predomina la clase Media con el 62.92 que corresponde a los municipios de Castillo de Teayo, Tihuatlán y Francisco Z. Mena mientras en clase baja ocurre en los municipios de Álamo Temapache y Tuxpan con el 37.08 % como se muestra en la Figura IV.2.1.1.1-8.

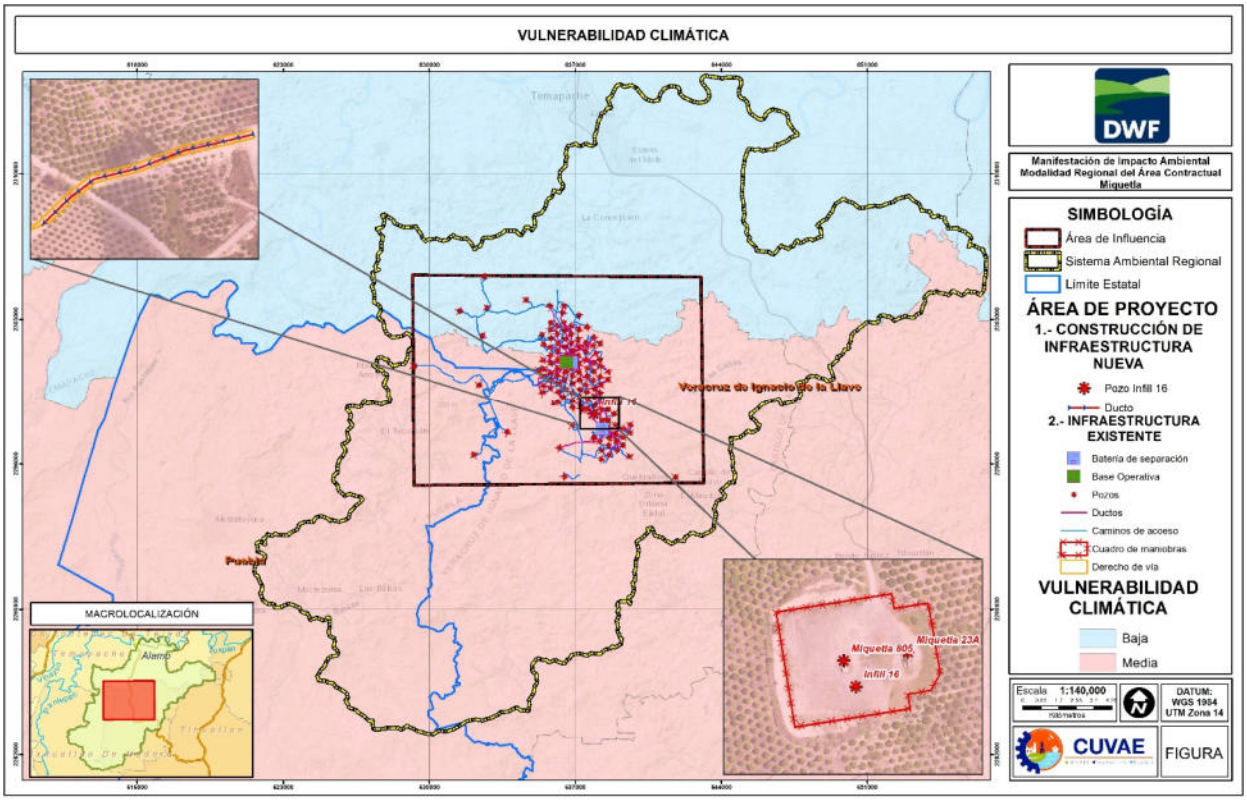


Figura IV.2.1.1.1-8.- Figura de Vulnerabilidad climática del Sistema Ambiental Regional y Área de Proyecto.

IV.2.1.1.2 Geomorfología

El relieve es la forma en que se presenta la superficie de la Tierra. En México, éste es extraordinariamente variado, podemos encontrar desde cadenas montañosas hasta grandes planicies costeras pasando por valles, cañones, altiplanicies y depresiones, entre otras formaciones.

El conocimiento fisiográfico de una región implica, además de la identificación de los principales rasgos del relieve, la explicación de los procesos que intervinieron en su modelado y que le han dado su aspecto actual. Las provincias fisiográficas son regiones en el que el relieve es el resultado de la acción de un mismo conjunto de agentes modeladores del terreno, así como de un mismo origen geológico, lo mismo que un mismo o muy semejante tipo de suelo y de vegetación que sustenta.

Las regiones fisiográficas en que se ha dividido nuestro país son: Península de Baja California, Llanura Sonorense, Sierra Madre Occidental, Sierras y Llanuras del Norte, Sierra Madre Oriental, Gran Llanura de Norteamérica, Llanura Costera del Pacífico, Llanura Costera del Golfo Norte, Mesa el centro, Sistema Volcánico Transversal, Península de Yucatán, Sierra Madre del Sur, Llanura Costera del Golfo Sur, Sierras de Chiapas y Guatemala, y Cordillera Centroamericana. La mayor parte de estas regiones fisiográficas están formadas por montañas y planicies que en ocasiones dan lugar a terrenos muy accidentados y en otras a paisajes con suaves pendientes.

Las llanuras costeras en nuestro país se han constituido como una continuación del declive de las Sierras Madres Occidental y Oriental, así como de las Sierras de Chiapas y Guatemala. Su formación se debe al depósito de sedimentos acarreados hacia el fondo del mar por los ríos durante millones de años, y a levantamientos tectónicos; es decir, a la elevación de bloques de superficie oceánica, debido a las fuerzas internas de la corteza terrestre.

La región del Sistema Ambiental Regional Miquetla se encuentra comprendida entre dos provincias fisiográficas: Llanura Costera del Golfo de México en su parte noreste y la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental en su porción suroeste (Figura IV.2.1.1.2-1).

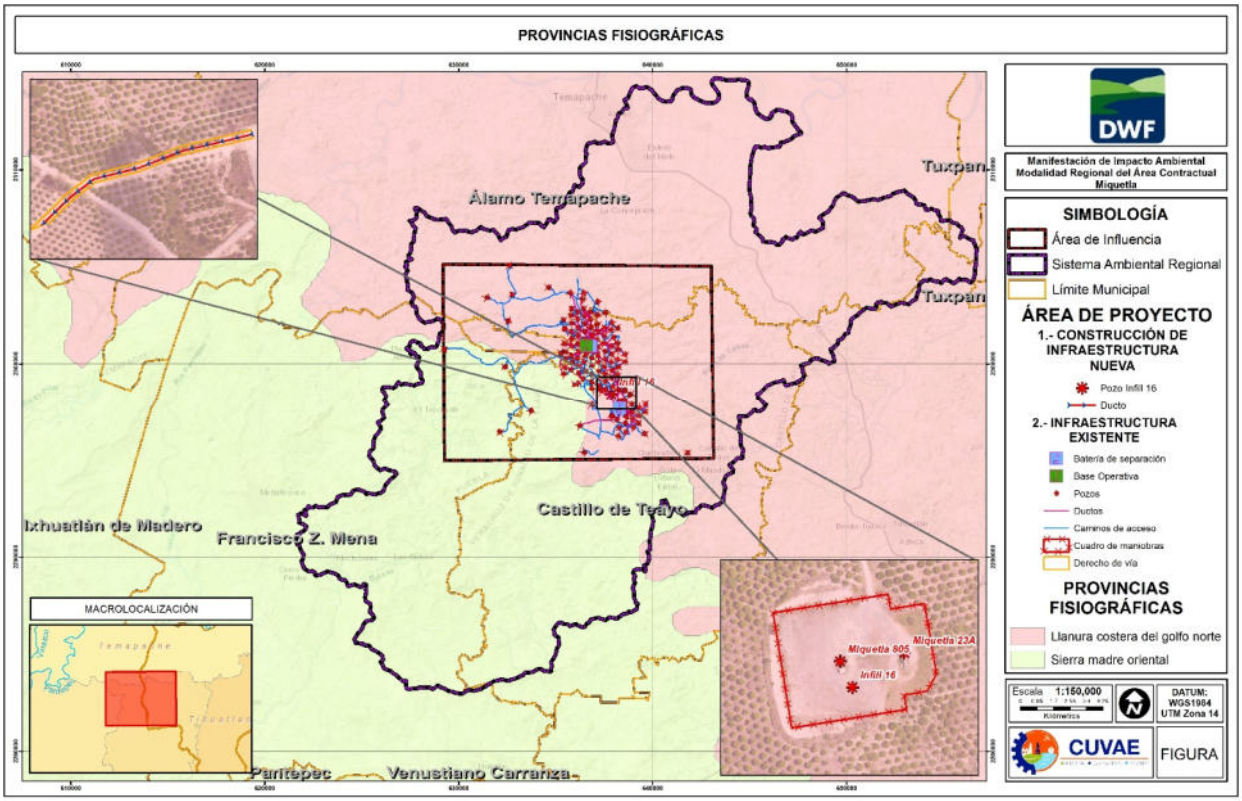


Figura IV.2.1.1.2-1.- Provincias fisiográficas que abarca el Sistema Ambiental Regional Miquetla.

La provincia fisiográfica denominada Planicie Costera del Golfo de México, la cual se extiende entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México y desde el Río Bravo hasta el Sistema Volcánico Transversal, tiene un declive que va desde los 200 m de altitud hasta el nivel del mar, alcanzando una anchura de 200 km. En esta llanura existen dos áreas bien diferenciadas; la parte norte, en Tamaulipas, es de tierras bajas, arenosas y pantanosas, con clima seco, mientras que el área sur pertenece a una región conocida como la Huasteca, que es la más angosta, y por ella bajan diversos ríos de la Sierra Madre Oriental, entre sierras que están asociados con grandes yacimientos de petróleo. La región de la Huasteca, de gran fertilidad agrícola, está formada por áreas de Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla (Reyes posadas *et al.,* 2003).

Por su parte, la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental está situada al este del país, tiene una dirección noroeste-sureste e inicia al sur del estado de Texas y justo al norte de la ciudad de Monterrey en el estado

de Nuevo León, tiene un giro hacia el oeste y después hacia el norte, continuando hacia el sur hacia Veracruz hasta su punto de contacto con el eje Neovolcánico. El tipo de roca más común en su superficie es la sedimentaria, principalmente de origen marino. Estas rocas fueron levantadas y plegadas siguiendo un eje con dirección aproximada sur-norte.

En el caso del Sistema Ambiental Regional Miquetla es posible observar la transición de la sierra baja perteneciente a la Sierra Madre oriental hacia la zona de lomeríos que conforman la Llanura Costera del Golfo. De esta manera se identifican tres sistemas de geoformas predominantes conformados, en la porción suroeste del SAR, por un sistema de sierras bajas, es decir, una serie de montañas con elevaciones poco considerables en el entorno geográfico mientras que, desde la porción centro hacia el noreste del sistema se observa un cambio de un lomerío típico hacia un valle con llanuras constituido por una depresión alargada e inclinada sin elevaciones o depresiones prominentes (Figura IV.2.1.1.2-2) (INEGI, 2001). Estas geoformas están modeladas principalmente por el sistema fluvial que corre desde la Sierra Madre Oriental hacia el Golfo de México (Fotografía IV.2.1.1.2-1).

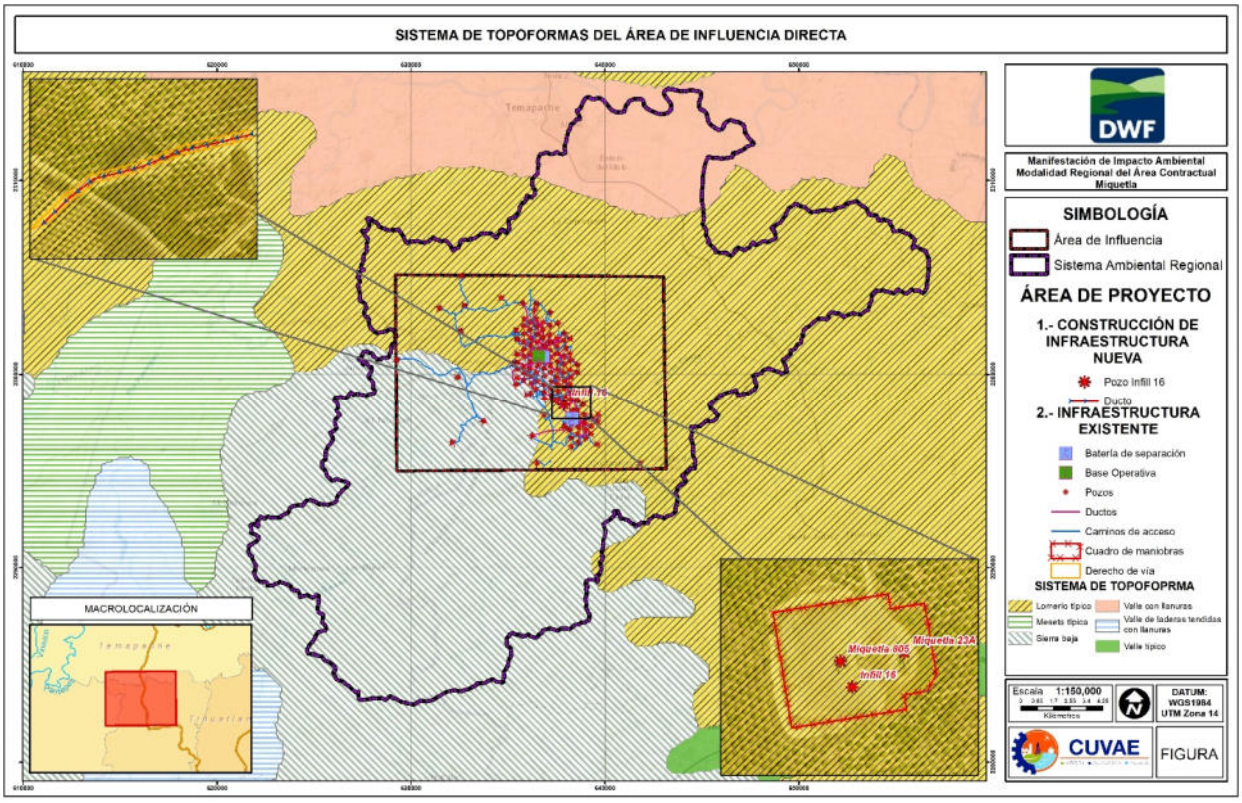


Figura IV.2.1.1.2-2.- Geoformas presentes en el Sistema Ambiental Regional Miquetla.

Fotografía IV.2.1.1.2-1.- Ejemplo de un lomerío típico cubierto de cítricos

Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Presencia de fallas y fracturas en el Sistema Ambiental Regional Miquetla

Geología estructural

Estructuralmente, la región se caracteriza por presentar pliegues anticlinales y sinclinales en las rocas terciarias, donde los ejes de las estructuras presentan una orientación norte-sur; se observan, además, estructuras simétricas, asimétricas, buzantes y recumbentes hacia el este, formando un monoclinal con echado muy suave cubierto parcialmente por rocas basálticas. Dicha secuencia se encuentra afectada por varios troncos de composición básica.

Estas estructuras se reflejan en los rasgos montañosos que caracterizan la región, así como su transición hacia bajos topográficos que conforman las llanuras.

a) Fracturas

Las características litológicas y estructurales de las rocas que afloran en el centro-este de México evidencian la existencia de diferentes eventos tectónicos pasados que, asociados al relleno de cuencas oceánicas y al vulcanismo, dieron el carácter estratigráfico-estructural que lo caracterizan; además de ser una de las zonas donde se puede apreciar mejor el complejo desarrollo geológico del territorio. En la Sierra Madre Oriental afloran las rocas más antiguas de México (Precámbrico) y una serie de unidades estratigráficas que abarca el Paleozoico Superior (Pérmico), el Mesozoico y el Cenozoico; unidades que por los agentes exógenos (intemperismo y erosión) formaron sedimentos terrígenos que rellenaron las cuencas Paleógenas del oriente de México, incluyendo la Cuenca de Chicontepec, donde actualmente se desarrollan múltiples campos petroleros, entre ellos el campo petrolero Miquetla. Por tal motivo la cuenca se relaciona con otros eventos geológicos más antiguos que afectaron la región.

De acuerdo con INEGI (2016), en el Sistema Ambiental Regional Miquetla se distingue un sistema de fracturas con dos rumbos predominantes; el primero se compone de un sistema de fracturas con un rumbo E-O situado en la porción centro-noreste del SAR mientras que el segundo se compone de un sistema de fracturas verticales en la parte sur-oeste del sistema (Figura IV.2.1.1.2-3). La presencia de fracturas en el sistema, en contraste con los sistemas de fallas ausentes, indica que no existe desplazamiento de los bloques a lo largo de la traza del plano de ruptura de la roca.

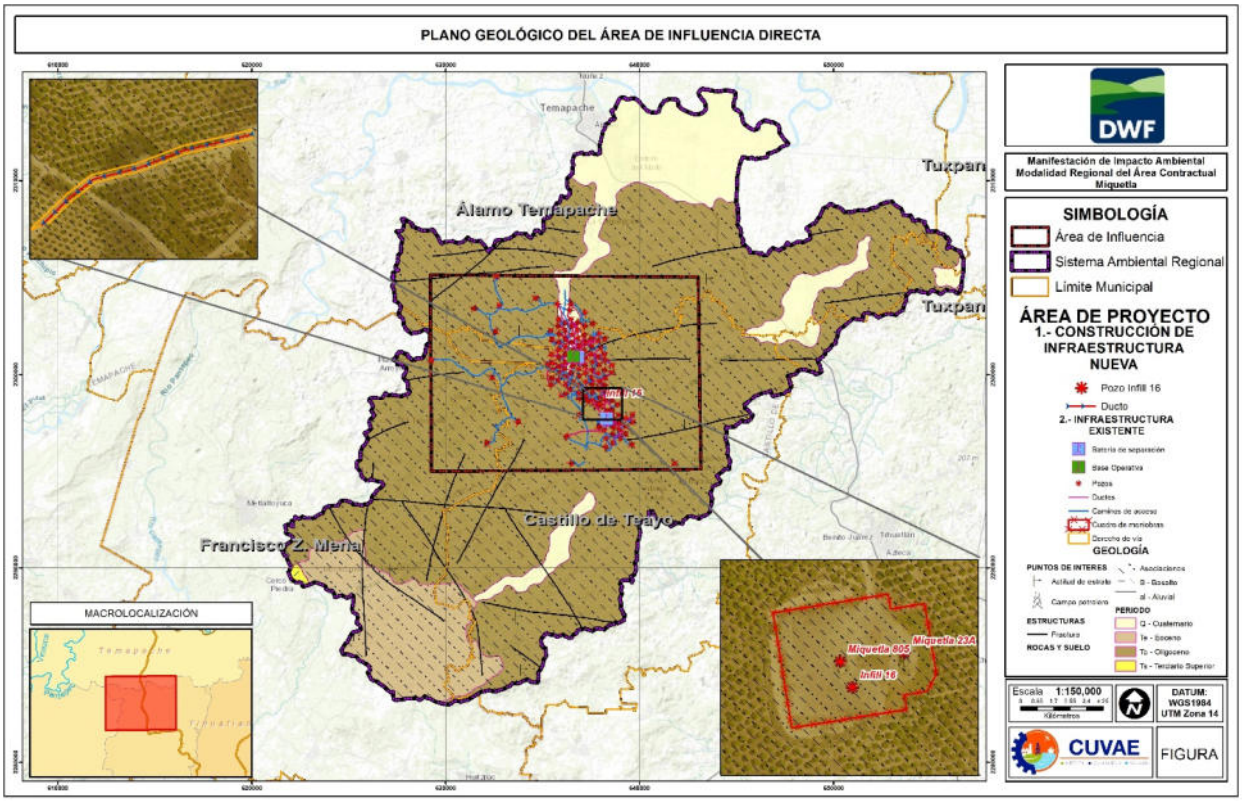


Figura IV.2.1.1.2-3.- Distribución de las principales fracturas dentro del Sistema Ambiental Regional Miquetla.

Estos sistemas de fracturas están asociados a tres tipos de deformación que corresponden con la deformación intraformacional (pliegues y fracturas), plegamiento laramídico y un sistema de fallas laterales con desarrollo de las fracturas verticales presente. Las estructuras geológicas secundarias, como son los pliegues, son importantes dentro del sistema petrolero ya que estos representan oportunidades exploratorias a nivel de la secuencia carbonatada del Cretácico.

La construcción del gasoducto y el pozo planeados para el proyecto se sitúan en una macropera ya existente construida a una distancia mínima de 2.3 km de estas fracturas, tal como se muestra en la Figura IV.2.1.1.2-4.

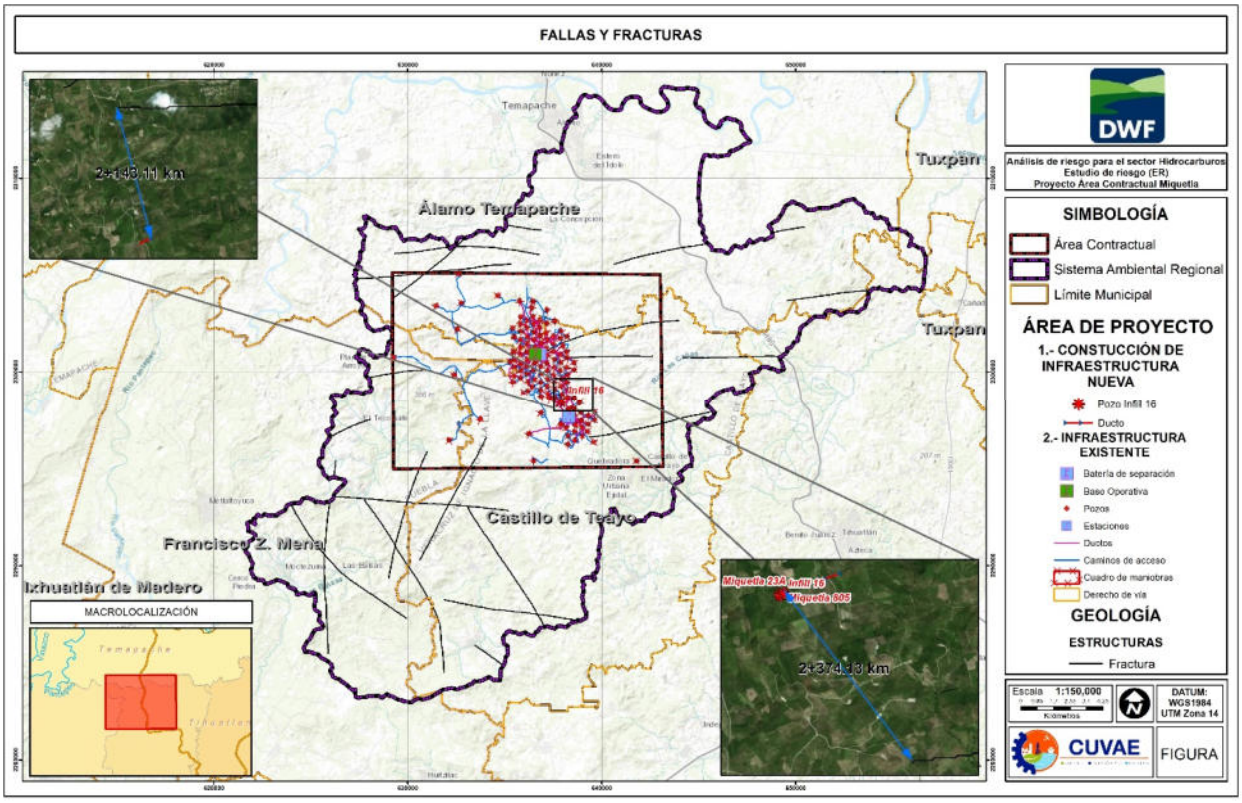


Figura IV.2.1.1.2-4.- Distancia de la ubicación de las obras nuevas a una de las fracturas ubicadas dentro del Área de Influencia.

De acuerdo con el programa de perforación INFILL-16 presentado por DWF no se identificaron fracturas a nivel del subsuelo en los planos estructurales y/o en la sección sísmica, por lo que se infiere que las fracturas registradas en superficie por INEGI no tienen una profundidad relevante para ser consideradas como un riesgo durante el proceso de perforación del pozo de desarrollo INFILL-16.

b) Fallas

Una falla es considerada como una interrupción o superficie laminar existente en una roca frágil a lo largo de la cual existe un desplazamiento observable. Dependiendo de la dirección relativa del desplazamiento entre las rocas, o bloques de falla, a ambos lados de la falla, su movimiento se describe como directo (o normal), inverso o de desplazamiento de rumbo. La presencia de una falla puede ser detectada mediante la observación de las características de las rocas, tales como los cambios producidos en la litología entre un

bloque de falla y otro, las interrupciones y desplazamientos entre estratos o eventos sísmicos, y los cambios producidos en la presión de formación en los pozos que penetran ambos lados de una falla. Algunas superficies de fallas contienen rocas fragmentadas relativamente gruesas que pueden actuar como conductos para el petróleo o el gas en proceso de migración, en tanto que las superficies de otras fallas se encuentran manchadas con arcillas impermeables o con granos fragmentados que pueden actuar como un sello.

Generalmente cuando se identifican sistemas de fallas en el subsuelo durante la perforación de un pozo petrolero, éstos deben ser perforados tratando en lo posible no atravesar ninguna de ellas ya que en algunos casos se presentan problemas operacionales como influjos de gas o hidrocarburos o pérdidas del lodo de perforación, en caso de que un pozo tenga que atravesar una o más fracturas, se deberán tomar medidas que mitiguen los posibles riesgos al momento de perforar.

Las fallas a nivel de superficie, de acuerdo con INEGI, no están presentes dentro del Sistema Ambiental Miquetla y de acuerdo con el programa de perforación INFILL-16 presentado por DWF éstas no se detectaron en subsuelo en los planos estructurales y/o en la sección sísmica

Susceptibilidad de la zona a sismicidad

La regionalización sísmica de la República mexicana se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de la frecuencia y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un evento sísmico. La regionalización sísmica se compone de cuatro partes:

- Zona A, no presenta registros históricos de sismos, ni se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

- Zona B, de media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Zona C, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Zona D, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sismos históricos, y la ocurrencia de sismos es muy frecuente, además que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

El Sistema Ambiental Regional Miquetla se considera dentro de la zona sísmica “B” (Figura IV.2.1.1.2-5) de acuerdo con el Plano de Regionalización Sísmica de la República Mexicana de la CFE (1993), donde se pueden esperar intensidades bajas ante la ocurrencia de un evento sísmico.

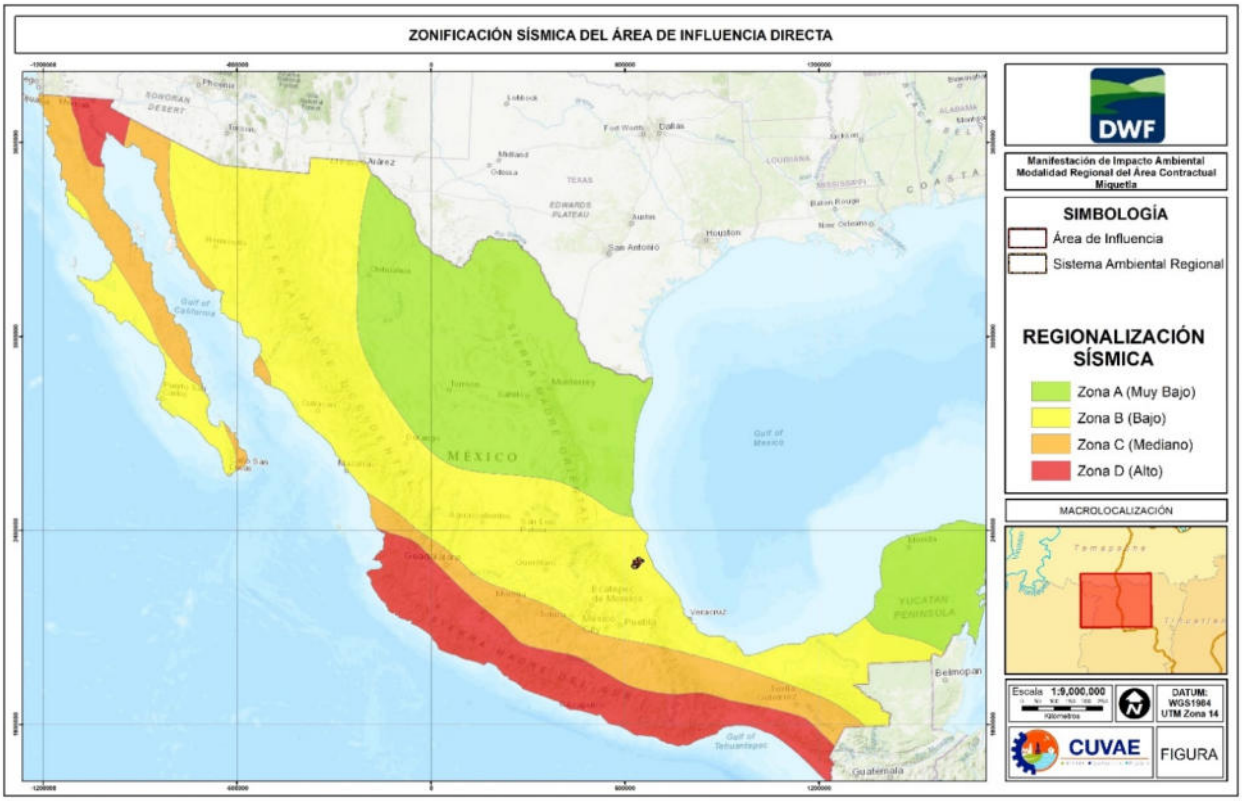


Figura IV.2.1.1.2-5.- Regionalización sísmica de la República Mexicana y ubicación del Sistema Ambiental Regional Miquetla.

Susceptibilidad del sistema a deslizamientos

Un deslizamiento o inestabilidad de una ladera es el movimiento, pendiente abajo, de una porción de los materiales (suelo o roca) que componen la superficie inclinada de una montaña, de una depresión, del flanco de una barranca, de la margen de un río, etc. y ocurre principalmente sobre una superficie de ruptura o de falla, movilizada por factores naturales o antropogénicos. Dado que el agua es uno de los factores principales que detonan deslizamientos, éstos ocurren con mayor frecuencia a zonas con clima cálido húmedo y semihúmedo, aunque también pueden ser desencadenados por actividades humanas como excavaciones, sobrecargas, riego de jardines y huertas, así como por fugas en sistemas de agua potable y drenaje.

México es un país cuyo territorio está conformado en dos terceras partes por sistemas montañosos donde se conjugan factores geológicos, geomorfológicos, estructurales y climáticos que definen zonas geológicamente inestables. Existen sobre ellos desarrollos urbanos y rurales, así como infraestructura civil. Esto coloca a un gran número de habitantes y bienes expuestos en una situación de riesgo potencial ante la generación de deslizamientos y derrumbes de roca, flujos de lodos y detritos, así como otros procesos destructivos asociados a zonas montañosas.

La cantidad de lluvia que reciben las diferentes regiones de la República Mexicana dependen fundamentalmente de los aspectos físicos, topográficos y geográficos del territorio; mismos que influyen en las variaciones del clima. Aunque en México existen diversas regiones climáticas, el periodo de lluvias en la mayor parte del territorio es de mayo a noviembre, aunque no es extraño que se presenten lluvias torrenciales en invierno, especialmente en los estados del norte de México y los pertenecientes a la vertiente del Golfo (Domínguez-Morales, 2016).

De acuerdo con el mapa de regiones susceptibles a deslizamientos de laderas, el Sistema Ambiental Regional Miquetla no presenta un riesgo potencial de deslizamientos (Figura IV.2.1.1.2-6); su geografía se compone de rasgos topográficos bajos con laderas de bajas pendientes, lo que disminuye potencialmente el riesgo de procesos de remoción en masa como son: deslizamientos (rotacional y traslacional), derrumbes o caídas de bloque, movimientos de roca o tierra (reptación), flujos de lodo, entre otros (Ramos *et al.*, 2015).

Figura IV.2.1.1.2-6.- Zonas de Inestabilidad de laderas de la República Mexicana y ubicación del Sistema Ambiental Regional Miquetla (Fuente: CENAPRED).

Susceptibilidad del sistema a inundaciones

El fenómeno de inundación se define como el aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce; en este caso, “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, una inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas (OMM/UNESCO, 1974).

De acuerdo con el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED, 2019), en la Figura IV.2.1.1.2-7 se muestra el grado de susceptibilidad a inundaciones dentro del Sistema Ambiental Regional Miquetla, el cual se constituye como un índice que toma en cuenta parámetros hidrológicos como la precipitación acumulada, pendiente del terreno, acumulación de escurrimiento y retención máxima de

humedad del suelo. Este mapa considera el escurrimiento de la precipitación media acumulada para un periodo de retorno de 100 años.

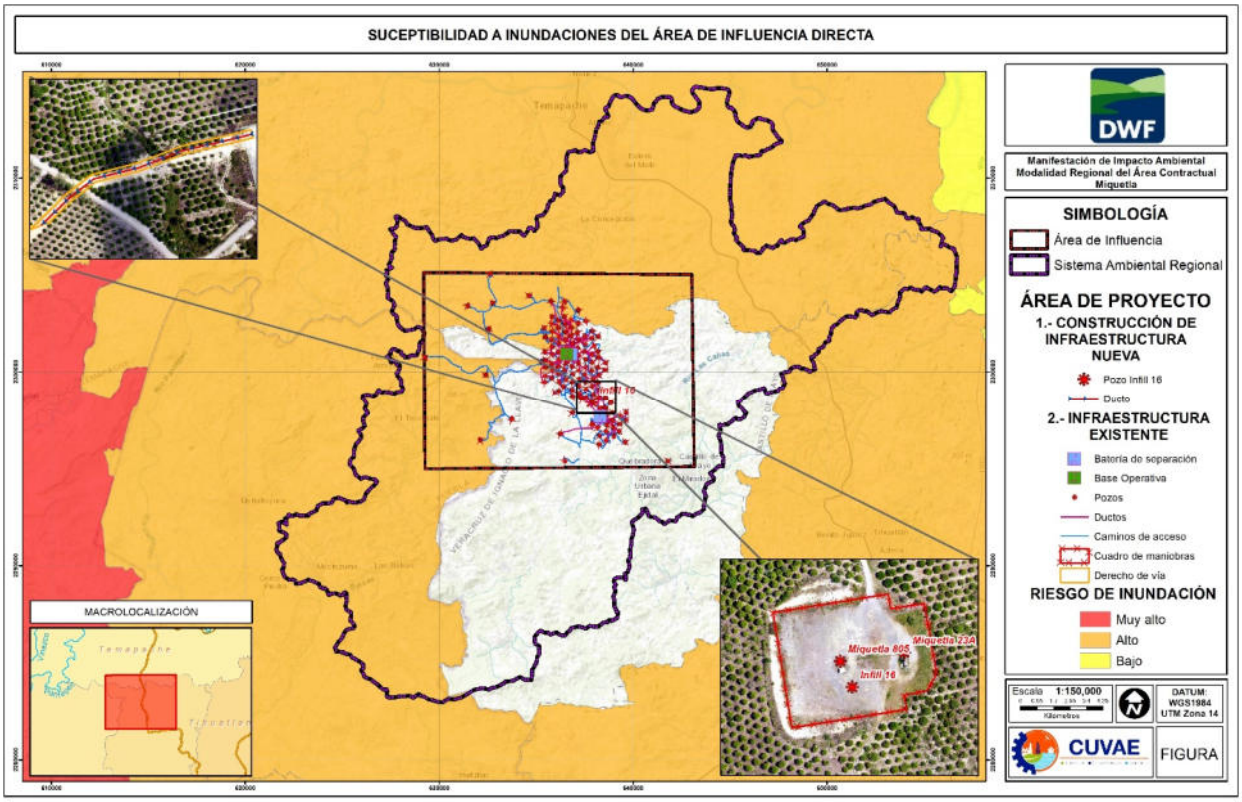


Figura IV.2.1.1.2-7.- Grado de susceptibilidad del Sistema Ambiental Regional Miquetla a inundaciones (Fuente: CENAPRED, 2019).

Comúnmente las inundaciones tienen origen por tres principales causas: lluvias, ciclones tropicales y falla de obras hidráulicas que generalmente producen una avenida, es decir, una elevación del nivel del agua en el río debido a un aumento del caudal que por él fluye, por lo que la capacidad de la corriente es insuficiente para desalojar el volumen de agua que fluye a través de ella y se presenta un desbordamiento.

En el Sistema Ambiental Regional Miquetla el grado de susceptibilidad por inundaciones se considera medio en los municipios de Álamo Temapache y Tihuatlán, donde los principales ríos perennes y cauces intermitentes fluyen cercanos entre ellos, aumentando la probabilidad de cubrir sus llanuras inundables en

mayor área durante una avenida súbita o de tamaño considerable, además de acrecentar el proceso de erosión en zonas con fuerte pendiente produciendo una carga mayor de arrastre de suelo, árboles, rocas y objetos varios con una alta velocidad, incrementando la afectación a las personas y sus viviendas. (http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/3-FASCCULOINUNDACIONES.PDF). Para el municipio de Castillo de Teayo, el CENAPRED (2019) no reporta información.

IV.2.1.1.3 Suelo

El suelo es un cuerpo natural localizado en la superficie terrestre que soporta o es capaz de soportar plantas en forma natural. Es dinámico, cambia con el tiempo y en el espacio, contiene material mineral y/o orgánico no consolidado que ha sido sujeto a factores. Un suelo difiere del material del cual se ha formado en características físicas, químicas, biológicas y morfológicas (SSSA, 1997), citado en (Bautista *et al,* 2004).

La formación del suelo es un proceso largo que dura cientos a miles de años, por lo que este recurso debe considerarse como no renovable. Los suelos constituyen el medio natural en donde se desarrolla la vegetación y los cultivos agrícolas, en él se inicia y termina la cadena alimenticia: las plantas toman de ahí varios nutrimentos, los herbívoros necesitan de las plantas para vivir, en tanto que los consumidores secundarios, los carnívoros, requieren de los herbívoros para su subsistencia. Cuando plantas, herbívoros y carnívoros mueren los desintegradores los descomponen y se reciclan los nutrimentos. Si se corta la base de la cadena, se altera fuerte e irremediablemente al ecosistema (Bautista y Estrada, 1998).

Las necesidades actuales de la sociedad van más allá de la simple producción de alimentos, hoy en día se trata de ordenar el territorio para lograr el adecuado uso del suelo de acuerdo al potencial y optimizar costos, además de ser más rentable. Esta necesidad demanda una adecuada utilización de los recursos de manera sustentable, con el propósito de conservar, garantizar patrimonio natural y continúe la provisión de servicios ambientales.

Por tal motivo el suelo es un factor ambiental importante del sistema ambiental que puede verse afectado en la fertilidad, erosión e impacto a las propiedades físicas en la compactación y cambio de uso de suelo por las actividades que se pretenden desarrollar del proyecto en el Área Contractual Miquetla.

IV.2.1.1.3.1 Metodología

La identificación de los tipos de suelos presentes en el Área de Proyecto y Sistema Ambiental Regional, se realizó considerando la carta edafológica escala 1:250 000 del INEGI, 2007, complementada con verificación en campo de las unidades principales de suelos, consistente en la realización y descripción de perfiles de suelos, mediante pozos a cielo abierto. Los criterios para definir y ubicar los puntos de muestreo fueron a través de selección de unidades de suelo principal considerando las topoformas y la vegetación. Se realizó la descripción de los parámetros físicos en campo y análisis físicos y químicos en laboratorio de las muestras colectados, bajo la metodología propuesta por Cuanalo, 1990. La ubicación de los sitios de muestreo donde se desarrollaron los perfiles a cielo abierto se muestra en la Figura IV.2.1.1.3-1.

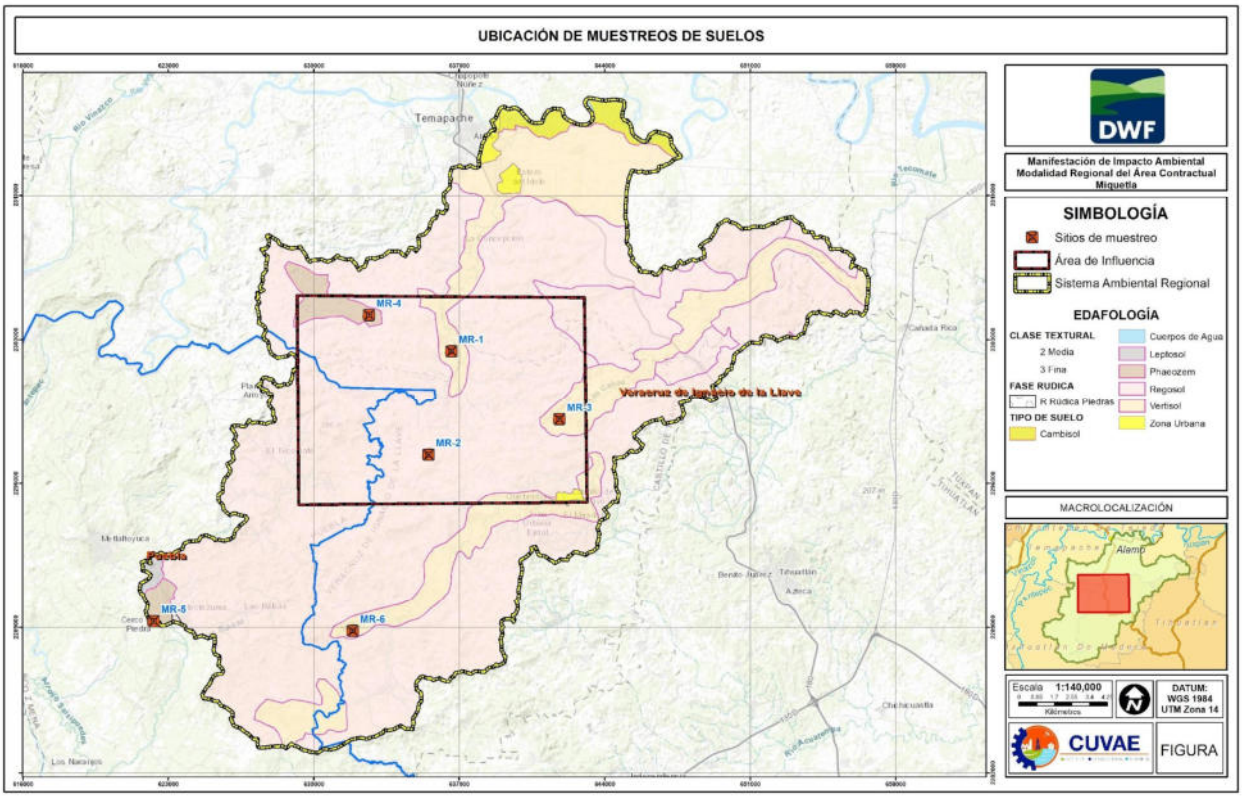
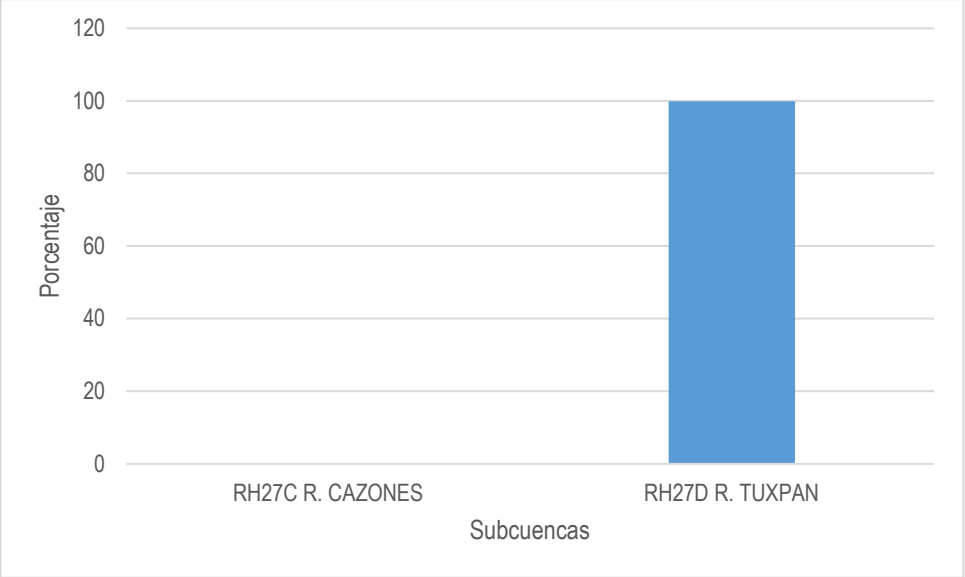


Figura IV.2.1.1.3-1.- Ubicación sitios de muestreo.

IV.2.1.1.3.2 Tipos de suelos en el Sistema Ambiental Regional

Los tipos de suelos en el Sistema Ambiental Regional se listan en la Tabla IV.2.1.1.3-1. Así como también el área y porcentaje que representa cada tipo de suelo por subcuenca.

El Sistema Ambiental Regional, se localiza en la Región Hidrológica RH 27 (Tuxpan-Nautla), con la influencia de dos cuencas, la RH27-C (R. Cazones) con una incidencia del 0.11% en tanto que la RH27-D (R. Tuxpan) con el 99.89 % de influencia como se muestra en la Gráfica IV.2.1.1.3-1.



Gráfica IV.2.1.1.3-1.- Representación por subcuencas del Sistema Ambiental Regional.

En la subcuenca RH27-C-a (R. Cazones) los suelos dominantes son el Regosol con 98.98 % y Vertisol con el 1.02 %. En tanto en la subcuenca RH27-D-a (R. Tuxpan) el suelo dominante corresponde al Regosol con 77.11 % y Vertisol con 16.31%; en la RH27-D-d R. Pantepec, el suelo que predomina es el Regosol con 74.13 %, Phaeozem 13.94 % y Leptosol con el 11.92 %; en la subcuenca RH27-D-e (A. Tecomate) el suelo que predomina es el Regosol con 80.36 % y Vertisol con 18.33% (Tabla IV.2.1.1.3-1 y Figura IV.2.1.1.3-2).

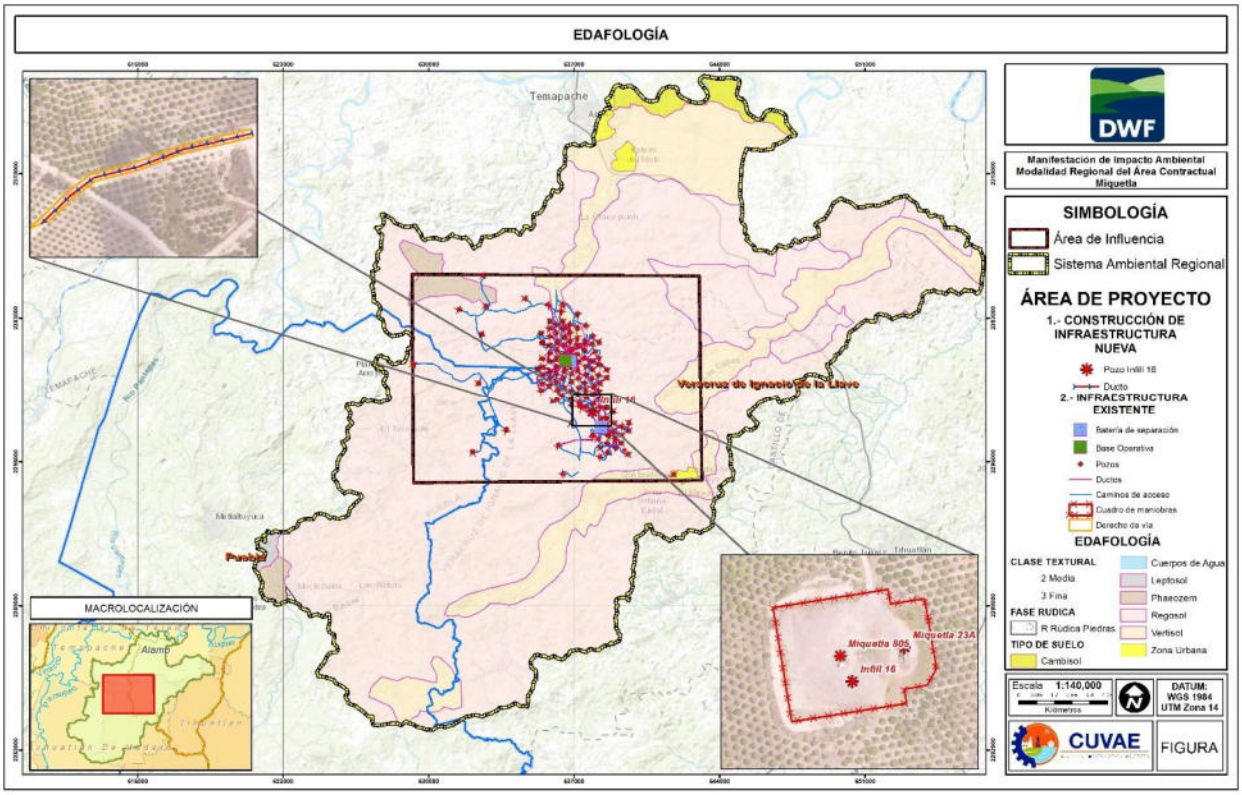
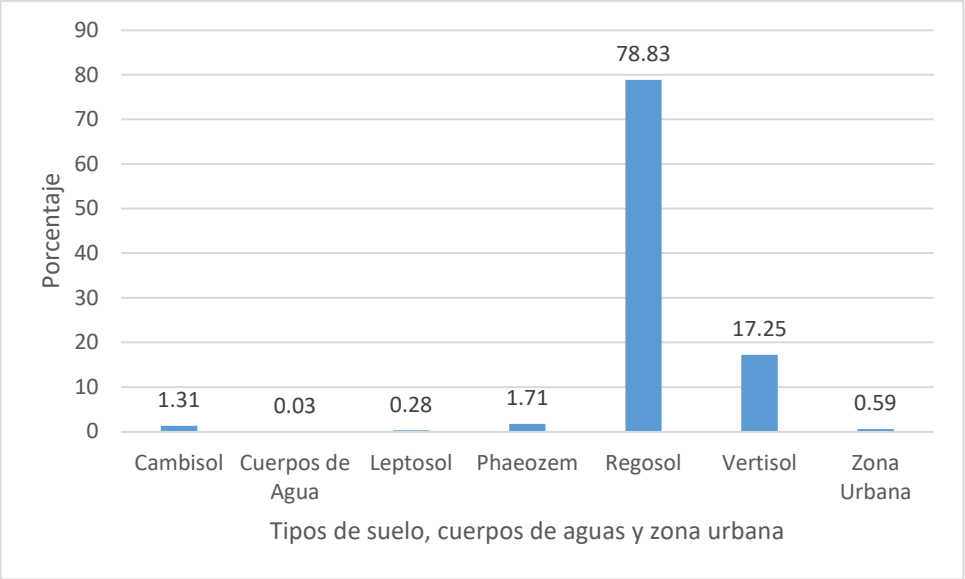


Figura IV.2.1.1.3-2.- Tipos de suelos.

Tabla IV.2.1.1.3-1.- Unidades de suelo, área y porcentaje en las subcuencas del Sistema Ambiental Regional.

Región Hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Tipo de suelo	Superficie km²	Porcentaje
RH27 TUXPAN - NAUTLA	RH27C R. CAZONES	RH27-C-a R. Cazones	Regosol	0.5339	98.98
			Vertisol	0.0055	1.02
			Subtotal	**0.5393**	**100.00**
	RH27D R. TUXPAN	RH27-D-a R. Tuxpan	Cambisol	6.7190	2.83
			Cuerpos de Agua	0.1771	0.07
			Phaeozem	6.2873	2.65
			Regosol	182.7674	77.11
			Vertisol	38.6676	16.31
			Zona Urbana	2.4135	1.02
			Subtotal	**237.0318**	**100.00**
		RH27-D-d R. Pantepec	Regosol	2.6852	74.13
			Phaeozem	0.5050	13.94
			Leptosol	0.4319	11.92
			Subtotal	**3.6220**	**100.00**
		RH27-D-e A. Tecomate	Leptosol	0.9812	0.36
			Phaeozem	1.9808	0.73
			Regosol	218.2612	80.36
			Vertisol	49.7788	18.33
			Zona Urbana	0.6047	0.22
			Subtotal	**271.6067**	**100.00**
Total				**512.80**	**100.00**

En la Gráfica IV.2.1.1.3-2, muestra el porcentaje que representa cada unidad de suelo principal dentro del Sistema Ambiental Regional, en donde puede apreciarse que la unidad de suelo Regosol es el que predomina con 78,83 %, posterior el Vertisol con 17,25 %, ambos suelos son los que predominan con el 96.08 % y en mínima proporción Phaeozem con 1.71 % y Cambisol 1.31 %. Lo anterior indica que la mayoría de los suelos son relativamente someros y poco profundos con procesos de formación activos por la interacción de diversos factores.



Gráfica IV.2.1.1.3-2.- Porcentaje de las unidades de suelo y zonas urbanas en el Sistema Ambiental Regional.

En el Área de Proyecto para construcción de la infraestructura nueva el 100 % corresponde a la unidad de suelos Regosol.

IV.2.1.1.3.2.1 Características principales de los suelos

Cambisol

Suelos con poca o ninguna diferenciación del perfil, moderadamente desarrollados, combinan suelos con formación al menos de un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y coloración principalmente parduzca, el aumento de porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos.

Leptosol

Suelos con enraizamiento limitado, delgados o con muchos fragmentos gruesos, comprenden suelos muy delgados sobre roca continua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos. Son

particularmente comunes en regiones montañosas. Con material parental Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina.

Phaeozem

Acumulación pronunciada de materia orgánica en el suelo mineral superficial, suelo superficial oscuro, sin carbonatos secundarios (a menos que estén muy profundos), alta saturación de bases, integra suelos de praderas relativamente húmedos y regiones de bosque en climas moderadamente continentales. Los Phaeozems son muy parecidos a los Chernozems y Kastanozems, pero están lixiviados de manera más intensa. En consecuencia, tienen un horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con los Chernozems y Kastanozems, es menos rico en bases. Los Phaeozems están libres de carbonatos secundarios o los tienen sólo a mayores profundidades. Todos ellos tienen una alta saturación de bases en el metro superior del suelo.

Regosol

Suelos con poca o ninguna diferenciación del perfil, ningún desarrollo significativo del perfil, son suelos poco desarrollados en materiales no consolidados que carecen de un horizonte móllico o úmbrico, no son muy delgados o muy ricos en fragmentos gruesos (Leptosols), tampoco arenosos (Arenosols), ni con materiales flúvicos (Fluvisols). Los Regosoles son muy extensos en tierras erosionadas y zonas de acumulación, en particular en zonas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

Vertisol

Suelos con enraizamiento limitado, condiciones alternas de sequía-humedad, arcilla de expansión-retracción, son suelos de arcillas pesadas con una alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman profundas y anchas grietas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo cual sucede en la mayoría de los años.

IV.2.1.1.3.3 Muestreos de campo

IV.2.1.1.3.3.1 Perfil MR-1

Se realizó en la unidad de suelos Vertisol pélico calcárico asociado con Cambisol vértico de textura fina (VRpeca+CMvr/3). La ubicación en coordenadas UTM es 14 Q X= 636 615 Y= 2 302 442 (Fotografía IV.2.1.1.3-1).

Fotografía IV.2.1.1.3-1.- Perfil característico de la unidad de suelos Vertisol, ubicado en 14 Q X=

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Descripción del paisaje natural: Es un suelo de origen aluvial con relieve plano, pendiente menor al 2%, drenaje normal y material parental aluvial, sin pedregosidad superficial, con uso de suelo de cítricos en sitio de muestreo.

Fotografías IV.2.1.1.3-2 a IV.2.1.1.3-5.- Panorámicas donde se realizó del perfil agrológico, ubicado en Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Corresponde a un suelo profundo con muestreo de 0-91 cm en el horizonte A (0-35 cm) el color en seco es negro (7.5YR 2.5/1) en húmedo café grisáceo muy obscuro (70YR 3/2), y el B (36-91 cm) café grisáceo obscuro (10YR 4/2); ambos sin piedras con una estructura fuerte y moderadamente desarrollado de forma poliédrica subangular grande, consistencia blando en seco en húmedo friable muy pegajoso y muy plástico; en el B muy duro y muy firme pegajoso y plástico, en el A sin cutanes ni nódulos B son abundantes de 15 a

50% muy pequeños de color oscuro; la cantidad poros son frecuentes (50 a 200 por dm^2), finos, continuos, con orientación caóticos, dentro de los agregados; las raíces son comunes (de 10-100 por 3 dm^2), con pocas raíces en el B de tamaño medianos y gruesos; pobremente drenado con permeabilidad lenta. En la siguiente Tabla IV.2.1.1.3-2 se presentan las características físico-químicas del perfil MR-1.

Tabla IV.2.1.1.3-2.- Características físico-químicas de la unidad de suelo Vertisol.

PARÁMETRO	HORIZONTE	
	A	B
Profundidad (cm)	0-35	36-91
pH relación. 1:2	7,92	8,01
Materia orgánica %	3,20	0,34
Nitrógeno ppm	1,48	0,93
Fósforo disp. ppm	1,25	14,82
Potasio ppm	232,00	60,00
Fierro ppm	0,73	0,70
Cobre ppm	0,300	0,288
Zinc ppm	0,274	0,006
Manganeso ppm	0,396	0,134
CATIONES Me/L		
Ca	5,745	4,862
Mg	1,03	0,81
Na	7,24	1,77
K	6,99	0,27
C.E. dS/m	0,30	0,32
RAS %	3,93	1,05
ANIONES Me/L		
CO_3	0,16	0,16
HCO_3	0,97	0,65
Cl	0,80	1,60
SO_4	4,60	5,31
Capacidad de retención de agua %	27,00	35,00
Porciento de saturación del suelo %	45,00	50,00
Densidad aparente g/cm^3	1,38	1,28
Textura %		
Arena	17.28	13.28
Arcilla	41.28	55.28
Limo	41.44	31.44
Clasificación	Arcilla-arenosa	Arcilla

Suelo de textura arcilla arenosa en horizonte A y Arcilla en B; pH medianamente alcalino, conductividad eléctrica <1.0 con efectos despreciables a la salinidad, la materia orgánica con rango medio en el primer horizonte y muy bajo en el segundo, los nutrientes principales reportan niveles bajos, los microelementos son deficientes excepto cobre en ambos horizontes, en los cationes muy bajo y bajo. La capacidad de retención de agua de 27-35%, el porcentaje de saturación de 45-50 y una densidad aparente de 1,38 g/cm^3 y 1,28 g/cm^3 con espacios porosos 47,92% y 51,69% respectivamente.

IV.2.1.1.3.3.2 Perfil MR-2

Se realizó en la unidad de Regosol calcárico húmico asociado con Cambisol calcárico húmico y Calcisol endogléyico vértico de textura media (RGcahu+CMcahu+CLglnvr/2). La ubicación en coordenadas UTM es

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Fotografía IV.2.1.1.3-6.-Perfil característico de la unidad de suelos Regosol, ubicado en 14 Q

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Descripción del paisaje natural: Es un suelo de origen aluvial con relieve irregular en forma de lomeríos, pendiente del 2-15%, drenaje donador y material parental aluvial, con muy pocas piedras superficiales, con uso de suelo agrícola (cítricos).

Fotografías IV.2.1.1.3-7 a IV.2.1.1.3-10.- Panorámicas donde se realizó del perfil agrológico, ubicado en Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Corresponde a un suelo profundo con muestreo de 0-100 cm en el horizonte A (0-39 cm) el color en seco es café grisáceo muy obscuro (10YR 3/2) y húmedo café muy oscuro (10YR 2/2), y el B en húmedo (40-100 cm) café grisáceo oscuro (10YR 4/2); ambos con piedras con una estructura fuertemente desarrollado de forma poliédrica subangular grande y granular, consistencia en seco es muy duro y firme, en muy húmedo es muy pegajoso y plástico y duro para B; ambos horizontes con presencia de cutanes en cantidad zonal, espesos, dentro de los agregados; los nódulos son pocos 1-5% en volumen, muy pequeños 0.2-1 cm con forma esferoide; la cantidad poros son pocos son frecuentes y numerosos de 50 a 200 y mayor a 200 en el B, finos, continuos, con orientación caóticos, dentro de los agregados; las raíces son pocos (de 0-50 por 3

dm^2), muy raras respectivamente; pobremente drenado con permeabilidad moderado. En la siguiente Tabla IV.2.1.1.3-3 se presentan las características físico-químicas del perfil MR-2.

Tabla IV.2.1.1.3-3.- Características físico-químicas de la unidad de suelo Regosol.

PARÁMETRO	HORIZONTE	
	A	B
Profundidad (cm)	0-39	40-100
pH relación. 1:2	8,02	7,92
Materia orgánica %	1,93	0,34
Nitrógeno ppm	0,93	1,21
Fósforo disp. ppm	4,31	5,66
Potasio ppm	91,00	47,00
Fierro ppm	2,02	0,93
Cobre ppm	0,296	0,276
Zinc ppm	0,198	0,030
Manganeso ppm	0,240	0,076
CATIONES Me/L		
Ca	5,336	5,433
Mg	1,61	1,41
Na	0,43	2,65
K	0,33	0,42
C.E. dS/m	0,34	0,46
RAS %	0,23	1,43
ANIONES Me/L		
CO_3	0,16	0,16
HCO_3	0,97	0,65
Cl	1,20	2,00
SO_4	5,38	7,13
Capacidad de retención de agua %	37,00	31,00
Porciento de saturación del suelo %	50,00	55,00
Densidad aparente g/cm^3	1,38	1,30
Textura %		
Arena	12.36	13.28
Arcilla	43.28	55.28
Limo	44.36	31.44
Clasificación	Arcillo arenoso	Arcilla

El suelo corresponde a una textura Arcilla arenosa en el horizonte A y arcilla en B; pH medianamente alcalino, conductividad eléctrica con efectos despreciables a la salinidad, medio en materia orgánica en el horizonte A y muy bajo en el B, los nutrientes principales reportan niveles muy bajos, los microelementos son deficientes excepto el cobre como adecuado en ambos horizontes, en los cationes valores muy altos en sodio. La capacidad de retención de agua del 31-37% el porcentaje de saturación de 50-55, y una densidad aparente de 1,38 g/cm^3 y 1,30 g/cm^3 con espacios porosos 47,92% y 50,94% respectivamente.

IV.2.1.1.3.3.3 Perfil MR-3

Se realizó en la unidad de suelos Vertisol mázico calcárico asociado con Phaeozem háplico de textura fina (VRmzca+PHha/3). La ubicación en coordenadas UTM es 14 Q X= Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP. IV.2.1.1.3-11).

Fotografía IV.2.1.1.3-11.- Perfil característico de la unidad de suelos Vertisol, ubicado en 14

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Descripción del paisaje natural: Es un suelo de origen aluvial con relieve irregular, pendiente menor al 7%, drenaje normal y material parental aluvial, sin pedregosidad superficial, con uso de suelo agrícola en sitio de muestreo existe cultivo de maíz asociado a cítricos.

Fotografías IV.2.1.1.3-12 a IV.2.1.1.3-15.- Panorámicas donde se realizó del perfil agrológico, ubicado en

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Corresponde a un suelo profundo con muestreo de 0-104cm en el horizonte A (0-60 cm) el color en seco es café grisáceo obscuro (10YR 4/2) en húmedo café obscuro (10YR 3/2), y el B (61-104 cm) café amarillento (10YR 6/6) y en húmedo café amarillento obscuro (10YR 4/6); ambos sin piedras con una estructura fuerte y moderadamente desarrollado de forma poliédrica subangular grande en A y Granulares grandes en B, consistencia blando en seco en húmedo friable, muy pegajoso y muy plástico en A mientras que en B ligeramente Pegajoso y Plástico, en el A sin cutanes ni nódulos, en el horizonte B los cutanes son de eluviación, continuos y delgados; la cantidad poros en A son frecuentes (50 a 200 por dm^2), finos y medianos, continuos, con orientación caóticos, dentro de los agregados; para el B son pocos (1-50 por 3 dm^2), muy

finos, discontinuos, orientación caótica, dentro de los agregados; las raíces en el A son raras (de 3-5 por 3 dm^2), de tamaño muy finos y sin raíces en B; bien drenado con permeabilidad rápida.

En la siguiente Tabla IV.2.1.1.3-4 se presentan las características físico-químicas del perfil MR-3.

Tabla IV.2.1.1.3-4.- Características físico-químicas de la unidad de suelo Vertisol.

PARÁMETRO	HORIZONTE	
	A	B
Profundidad (cm)	0-60	61-104
pH relación. 1:2	8,53	8,33
Materia orgánica %	2,63	0,78
Nitrógeno ppm	4,84	1,73
Fósforo disp. ppm	18,90	14,74
Potasio ppm	96,61	77,63
Fierro ppm	4,963	5,870
Cobre ppm	1,040	1,018
Zinc ppm	0,643	0,215
Manganeso ppm	2,209	1,097
CATIONES Me/L		
Ca	3,98	2,92
Mg	0,98	1,21
Na	12,42	9,56
K	0,04	0,00
C.E. dS/m	0,86	0,75
RAS %	7,88	6,65
ANIONES Me/L		
CO_3	1,31	1,31
HCO_3	2,61	1,31
Cl	1,80	1,80
SO_4	11,71	9,29
Capacidad de retención de agua %	35,00	35,00
Porciento de saturación del suelo %	50,00	50,00
Densidad aparente g/cm^3	1,19	1,90
Textura %		
Arena	44.88	42.88
Arcilla	34.88	30.88
Limo	20.24	26.24
Clasificación	Franco-Arcilloso	Franco-Arcilloso

Suelo de textura Franco arcilloso en ambos horizontes; pH medianamente alcalino, conductividad eléctrica <1.0 con efectos despreciables a la salinidad, la materia orgánica con rango medio en el primer horizonte y muy bajo en el segundo, los nutrientes principales reportan niveles medios y bajos, los microelementos son deficientes en ambos horizontes, en los cationes muy bajo y bajo. La capacidad de retención de agua del 35%, el porcentaje de saturación del 50% y una densidad aparente de 1,19 g/cm^3 y 1,90 g/cm^3 con espacios porosos 55,09% y 28,30% respectivamente.

IV.2.1.1.3.3.4 Perfil MR-4

Se realizó en la unidad de suelos Phaeozem calcárico asociado con Regosol calcárico de textura media (PHca+RGca/2). La ubicación en coordenadas UTM es 14 Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP. 16).

Fotografía IV.2.1.1.3-16.- Perfil característico de la unidad

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP

Descripción del paisaje natural: Es un suelo de origen aluvial con relieve de lomeríos, pendiente del 7-12%, drenaje donador y material parental aluvial, sin pedregosidad superficial, con uso de suelo agrícola en sitio de muestreo existen plantaciones de cítricos.

Fotografías IV.2.1.1.3-17 a IV.2.1.1.3-20.- Panorámicas donde se realizó del perfil agrológico, ubicado en coordenadas 14 Q

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Corresponde a un suelo profundo con muestreo de 0-89 cm en el horizonte A (0-23 cm) el color en seco es café grisáceo muy obscuro (10YR 3/2), en húmedo gris muy obscuro (10YR 3/1), y el B (24-89 cm) café amarillento (10YR 5/6) y en húmedo amarillo cafesáceo (10YR 6/6); ambos con muy piedras de tipo gravas con forma subangulares con una estructura fuerte y moderadamente desarrollado de forma poliédrica subangular grande en A y granulares grandes en B, consistencia blando en seco en húmedo friable, muy pegajoso y muy plástico en A mientras que en B, ligera y extremadamente duro respectivamente; muy pegajoso y ligeramente plástico en ambos horizontes, con cutanes en al A eluviales, zonales, delgados y nódulos en el horizonte B con abundancia frecuente 5-15% en volumen, muy pequeños, blandos; la cantidad poros en A son frecuentes (50 a 200 por dm^2), finos y medianos, continuos, con orientación caóticos, dentro

de los agregados; para el B son pocos (1-50 por 3 dm^2), muy finos, discontinuos, orientación caótica, dentro de los agregados; las raíces son pocas (de 5-10 por 3 dm^2), de tamaño delgados; bien drenado con permeabilidad rápida. En la siguiente Tabla IV2.1.1.3-5 se presentan las características físico-químicas del perfil MR-4.

Tabla IV.2.1.1.3-5.- Características físico-químicas de la unidad de suelo Phaeozem.

PARÁMETRO	HORIZONTE	
	A	B
Profundidad (cm)	0-23	24-89
pH relación. 1:2	8,5	8,2
Materia orgánica %	3,64	0,56
Nitrógeno ppm	3,51	11,96
Fósforo disp. ppm	11,22	9,58
Potasio ppm	200,17	79,66
Fierro ppm	5,759	5,926
Cobre ppm	0,676	0,512
Zinc ppm	0,608	0,209
Manganeso ppm	3,036	0,609
CATIONES Me/L		
Ca	3,73	6,70
Mg	0,66	0,75
Na	15,44	17,59
K	0,02	0,01
C.E. dS/m	0,84	1,52
RAS %	10,42	9,11
ANIONES Me/L		
CO_3	1,31	1,31
HCO_3	3,92	3,92
Cl	1,80	1,00
SO_4	12,82	18,82
Capacidad de retención de agua %	35,00	35,00
Porciento de saturación del suelo %	50,00	50,00
Densidad aparente g/cm^3	1,17	1,21
Textura %		
Arena	36.88	26.88
Arcilla	42.88	42.88
Limo	20.24	30.24
Clasificación	Arcilla	Arcilla

Suelo de textura Arcilla en ambos horizontes; pH medianamente alcalino, conductividad eléctrica <1.0 con efectos despreciables a la salinidad en horizonte A y muy ligeramente salino (1.1-2-0) en B, la materia orgánica con rango alto en el horizonte A y muy bajo en el B, los nutrientes principales reportan niveles medios y bajos, los microelementos son deficientes en ambos horizontes, en los cationes muy bajo y bajo. La capacidad de retención de agua del 35%, el porcentaje de saturación del 50% y una densidad aparente de 1,17 g/cm^3 y 1,21 g/cm^3 con espacios porosos 55,84% y 54,33% respectivamente.

IV.2.1.1.3.3.5 Perfil MR-5

Se realizó en la unidad de suelos Phaeozem vértico epiléptico asociado con Regosol calcárico y Leptosol lítico de textura fina (PHvrlep+RGca+LPli/3). La ubicación en coordenadas

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Fotografía IV.2.1.1.3-21.- Perfil característico de la unidad de suelos Phaeozem, ubicado en Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Descripción del paisaje natural: Es un suelo de origen aluvial con relieve plano, pendiente menor al 2%, drenaje normal y material parental aluvial, sin pedregosidad superficial, con uso de suelo pecuario (ganado vacuno) en sitio de muestreo.

Fotografías IV.2.1.1.3-22 a IV.2.1.1.3-25.- Panorámicas donde se realizó del perfil agrológico, ubicado en Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Corresponde a un suelo profundo con muestreo de 0-50 cm en el horizonte A (0-50 cm) el color en húmedo negro (7.5YR 2.5/1), y el B (51-80 cm) café obscuro (7.5YR 3/2); ambos sin piedras con una estructura fuerte y moderadamente desarrollado de forma poliédrica subangular grande, consistencia blando en seco en húmedo friable muy pegajoso y muy plástico; en el B muy duro y muy firme pegajoso y plástico, en el A y B sin cutanes ni nódulos; la cantidad poros son frecuentes (50 a 200 por dm^2), finos, continuos, con orientación caóticos, dentro de los agregados; las raíces son comunes (de 10-100 por 3 dm^2), con pocas raíces en el B, sin raíces; pobremente drenado con permeabilidad lenta. En la Tabla IV.2.1.1.3-6 se presentan las características físico-químicas del perfil MR-5.

Tabla IV.2.1.1.3-6.- Características físico-químicas de la unidad de suelo Vertisol.

PARÁMETRO	HORIZONTE	
	A	B
Profundidad (cm)	0-50	51-80
pH relación. 1:2	7,57	7,77
Materia orgánica %	0.65	0,36
Nitrógeno ppm	10,31	5,41
Fósforo disp. ppm	0.49	0,34
Potasio ppm	102	830
Fierro ppm	1,09	1,77
Cobre ppm	0,35	0,61
Zinc ppm	0,36	0,83
Manganeso ppm	0,48	0,93
CATIONES Me/L		
Ca	6,35	6,23
Mg	5,30	5,2
Na	8,12	8,59
K	1,15	1,25
C.E. dS/m	1,5	2,48
RAS %	3,36	3,59
ANIONES Me/L		
CO_3	0,0	0,00
HCO_3	1,36	1,25
Cl	5,9	5,6
SO_4	15,2	15,6
Capacidad de retención de agua %	35,00	35,00
Porciento de saturación del suelo %	50,00	50,00
Densidad aparente g/cm^3	1,19	1,17
Textura		
Arena	48.92	38.92
Arcilla	26.72	36.72
Limo	24.36	24.36
Clasificación	Franco	Franco arcilloso

Suelo de textura franco en Horizonte A y arcilloso en el B; pH medianamente alcalino, conductividad eléctrica muy ligeramente salino en A y moderadamente salino en B, la materia orgánica con rango bajo en el primer horizonte y muy bajo en el segundo, el nitrógeno con nivel bajo potasio bajo y muy alto respectivamente, los micro elementos calcio con valores medios, magnesio alto y deficiente en fierro, cobre adecuado y bajo y

deficiente en manganeso. La capacidad de retención de agua de 35 %, el porcentaje de saturación de 50 %, y una densidad aparente de 1,19 g/cm^3 y 1,17 g/cm^3 con espacios porosos 55,09% y 55,84% respectivamente.

IV.2.1.1.3.3.6 Perfil MR-6

Se realizó en la unidad de suelos Vertisol pélico asociado con Cambisol vértico de textura fina (VRpe+CMvr/3). La ubicación en coordenadas UTM WGS84 es X: 631 856, Y: 2 288 815 (Fotografía IV.2.1.1.3-26).

Fotografía IV.2.1.1.3-26.- Perfil característico de la unidad de

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Descripción del paisaje natural: Es un suelo de origen aluvial con relieve plano, pendiente menor al 2%, drenaje normal y material parental aluvial, sin pedregosidad superficial, con uso de suelo agrícola (cítricos) en sitio de muestreo.

Fotografías IV.2.1.1.3-27 a IV.2.1.1.3-30.- Panorámicas donde se realizó del perfil agrológico, ubicado en Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Corresponde a un suelo profundo con muestreo de 0-90 cm en el horizonte A (0-50 cm) el color en húmedo café muy obscuro (70YR 2/1), y el B (51-90 cm) café amarillento (10YR 5/4); ambos sin piedras con una estructura fuertemente desarrollado de forma poliédrica subangular grande, consistencia en seco es blando, en húmedo friable muy pegajoso y muy plástico; en el B muy duro y muy firme pegajoso y plástico, en el A

sin cutanes ni nódulos B son abundantes de 15 a 50% muy pequeños de color oscuro; la cantidad poros son frecuentes (50 a 200 por dm^2), finos, continuos, con orientación caóticos, dentro de los agregados; las raíces son comunes (de 10-100 por 3 dm^2), con pocas raíces en el B de tamaño medianos; pobremente drenado con permeabilidad lenta.

En la Tabla IV.2.1.1.3-7 se presentan las características físico-químicas del perfil MR-6.

Tabla IV.2.1.1.3-7.- Características físico-químicas de la unidad de suelo Vertisol.

PARÁMETRO	HORIZONTE	
	A	B
Profundidad (cm)	0-50	51-90
pH relación. 1:2	7,43	8,12
Materia orgánica %	0,95	0,63
Nitrógeno ppm	5,41	11,02
Fósforo disp. ppm	1,98	0,34
Potasio ppm	397,00	202,00
Fierro ppm	0,039	0,55
Cobre ppm	0,0025	1,02
Zinc ppm	0,09	0,55
Manganeso ppm	0,64	0,98
CATIONES Me/L		
Ca	5,46	5,2
Mg	5,12	5,1
Na	15,46	13,18
K	1,11	1,12
C.E. dS/m	1,21	1,08
RAS %	6,71	5,81
ANIONES Me/L		
CO_3	0,00	0,00
HCO_3	1,53	1,45
Cl	5,98	5,45
SO_4	19,61	17,7
Capacidad de retención de agua %	35,00	35,00
Porciento de saturación del suelo %	50,00	50,00
Densidad aparente g/cm^3	1,19	1,19
Textura		
Arena	48.92	44.92
Arcilla	28.72	30.72
Limo	22.36	24.36
Clasificación	Franco	Franco arcilloso

Suelo de textura franco arcilloso en horizonte A y Franco arcilloso en B; pH medianamente alcalino, conductividad eléctrica ligeramente salino, la materia orgánica es bajo, el nitrógeno con nivel bajo potasio alto, los micro elementos calcio con valores medios, magnesio alto, fierro deficiente y moderadamente bajo, cobre deficiente y adecuado. La capacidad de retención de agua es del 35 %, el porcentaje de saturación del 50 %, y una densidad aparente de 1,19 g/cm^3 para ambos horizontes con espacio poroso de 55,09 %.

IV.2.1.1.3.4 Uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental Regional y Área de Proyecto

El uso de suelo actual representa el estado de los recursos naturales, así como el monitoreo de la cubierta vegetal de México y los principales usos con el fin de identificar, las características de la agricultura, la condición en que se encuentra, los cultivos que se desarrollan, los tipos de ganadería, las actividades forestales, etcétera, la cobertura del suelo y su uso representan los elementos integrantes de los recursos básicos. Los cambios en la cobertura y uso del suelo afectan los sistemas globales como la atmósfera, clima incrementando los niveles de albedo etc., dichos cambios ocurren en un modo localizado que en su conjunto llegan a sumar un total significativo y se reflejan en buena medida en la cobertura vegetal, razón por la cual es importante su monitoreo ambiental.

El Sistema Ambiental Regional, de acuerdo a la información del INEGI serie VI, como se muestra en la IV.2.1.1.3-8 el uso de suelo predominante es el Agricultura con el 78.99 % seguida de Vegetación secundaria 10.96 %, Pastizal cultivado con 8.89 %, asentamientos humanos con el 1.00 %, y cuerpos de agua con 0.14 %; propiciando fragmentación de los hábitats comprometiendo la biodiversidad que existe en ellos derivado por la presión y degradación de la capa superficial de los suelos por la erosión hídrica y en consecuencia la pérdida de nutrientes.

Tabla IV.2.1.1.3-8.- Usos de suelos del Sistema Ambiental Regional.

Clave	Vegetación y uso de suelo		Ha	Km²	Porcentaje
AH	Asentamientos humanos		514.158	5.141	1.00
H_2O	Cuerpos de agua		73.636	0.736	0.14
HAP	IAPF	Agricultura de humedad anual y permanente	40,506.697	405.066	78.99
TA		Agricultura de temporal anual			
TAP		Agricultura de temporal anual y permanente			
TP		Agricultura de temporal permanente			
TSP		Agricultura de temporal semipermanente y permanente			
PC		Pastizal cultivado	4,561.025	45.610	8.89
VSa/SAP	Vegetación secundaria de selva alta perennifolia (Vs/SAP)	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	5,624.471	56.244	10.96
VSA/SAP		Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia			
VSh/SAP		Vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia			
Total			**51,279.9**	**512.799**	**100%**

En el área del proyecto de construcción de infraestructura nueva, corresponde a uso de suelo industrial ya que el pozo se ubicará en área previamente impactado, así mismo para el derecho en vía del ducto, se utilizará uno existente y para ambos no se requiere de superficie adicional como se muestra en la Figura IV.2.1.1.3-3.

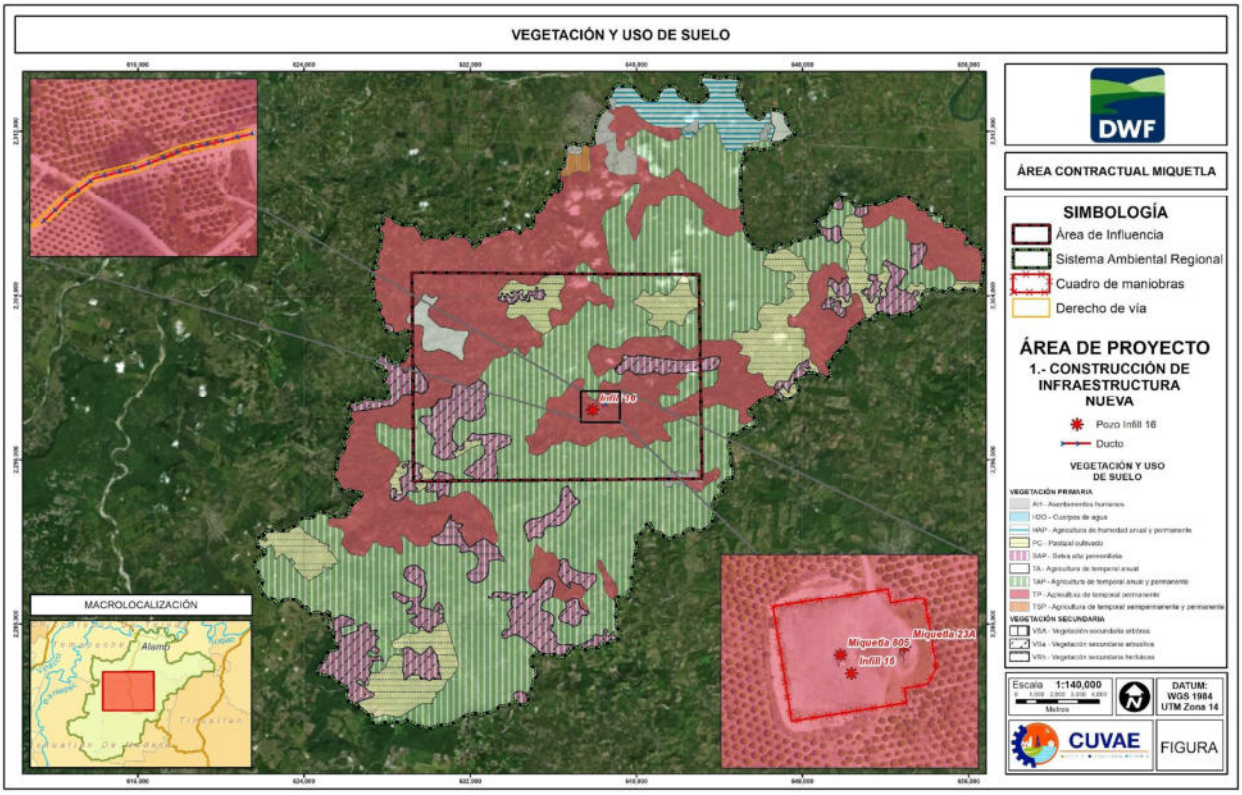


Figura IV.2.1.1.3-3.- Vegetación y uso de suelo del Sistema Ambiental Regional.

IV.2.1.1.3.5 Erosión hídrica

La erosión del suelo se define en términos generales como la eliminación acelerada de la capa superior del suelo, el viento o la labranza (FAO, 2015). Se reconocen dos procesos: 1) el que implica el desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causal a la erosión hídrica y a la eólica, y 2) el que se refleja en un deterioro de la calidad del suelo, tal como la degradación química y la biológica.

La erosión hídrica es el desprendimiento de las partículas del suelo bajo la acción del agua, dejándolo desprotegido y alterando su capacidad de infiltración, lo que propicia el escurrimiento superficial. Este tipo de erosión presenta dos modalidades, la primera con pérdida de la capa superficial, que ocurre cuando el agua fluye en forma más o menos homogénea por una zona arrastrando la capa superior del suelo – que es

la que contiene más nutrientes y materia orgánica - reduciendo su fertilidad. La segunda se presenta cuando el flujo del agua se concentra en un cauce donde la erosión es más rápida, de modo que va abriendo una zanja cada vez más profunda, conocida como “cárcava”, en cuyo caso se dice que hay deformación del terreno. Cuando el viento es el agente que provoca la erosión, ésta se conoce como erosión eólica (SEMARNAT, 2002).

Se realizó el cálculo de erosión hídrica bajo la metodología de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos para cuantificar los valores de pérdida de suelo actual y se refiere a la pérdida de suelo anual que se tiene considerando la cobertura actual del terreno y los usos de suelo que se realizan en el Sistema Ambiental Regional, Anexo 1.

Una vez determinados los valores los factores de la EUPS, se unieron cada uno de estos factores entre sí para determinar el valor estimado de la erosión actual del suelo en el Sistema Ambiental Regional. Los resultados se clasificaron en grupos o niveles de erosión compuestos por rangos de toneladas por hectárea al año. Dicha clasificación se identifica por los siguientes niveles de la Tabla IV.2.1.1.3-9.

Tabla IV.2.1.1.3-9.- Niveles de pérdida de suelo.

NIVEL	RANGO (ton/ha/año)
Muy Ligero	0-5
Ligero	5-10
Moderado	10-50
Alto	50-200
Muy Alto	>200

Fuente: Loredo *et al.,* 2007.

Esta clasificación, considera la clasificación propuesta por Loredo *et al.,* 2007, sin embargo, se agregaron dos niveles más: "Muy Ligero" y "Muy Alto" con el objetivo de obtener una caracterización menos generalizada.

En la Tabla IV.2.1.1.3-10 se muestra la superficie que ocupa cada una de las clases de erosión hídrica dentro del Sistema Ambiental Regional.

Tabla IV.2.1.1.3-10.- Superficie por nivel de erosión en el Sistema Ambiental Regional.

RANGO (ton/ha/año)	EROSIÓN	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (%)
< 5	Muy Ligera	0.00	0.00
5 --10	Ligera	5,148.46	10.04
10--50	Moderada	1,723.68	3.36
50--200	Alta	43,820.06	85.45
> 200	Severa	0.00	0.00
N/A	N/A	587.79	1.15
TOTAL		**51,279.99**	100.00

La tasa de erosión alta de 50-200 ton/ha/año representa el 85.45 % de la superficie del Sistema Ambiental Regional, siendo por mucho el nivel de erosión predominante; esta tasa de erosión puede ser atribuido por las actividades antropogénicas que se desarrollan en la zona, la cual se encuentra ocupada principalmente por Agricultura de temporal anual y Permanente y zonas de pastizal mezclado con vegetación de zonas tropicales, además de que se tienen pendientes fuertes y una precipitación muy alta, es por ello que, el uso de suelo ocasiona el incremento de la erosión hídrica; resultado de las actividades agrícolas que se practican en la zona.

Así mismo, el nivel de erosión moderada (10-50 ton /ha/año) representa el 3.36 % de la superficie del Sistema Ambiental Regional; esta tasa de erosión es atribuido a las zonas ocupadas con vegetación de pastizales y secundaria de Selva Alta Perennifolia en tres diferentes fases sucesionales, esto debido a que en dichas zonas existe una cubierta vegetal mayor (evitando el desprendimiento de partículas de suelo por la fuerza erosiva del agua); por último, el 1.15 % de la superficie del Sistema Ambiental Regional se encuentra ocupada por zonas de asentamientos humanos y cuerpos de agua.

La clasificación de erosión ligera (5-10 ton /ha/año) ocupa el 10.04 % del Sistema Ambiental Regional encontrándose en zonas con vegetación abundante y menos antropizada así como pastizales con abundante vegetación.

El nivel muy ligero de erosión hídrica, no se distribuye en el Sistema Ambiental Regional debido a que no existe mucha diversidad en cuanto a los valores del Factor K y C dentro de la unidad de análisis. No obstante, se puede considerar, que el área de estudio se encuentra irrumpida por un nivel de erosión ligera a alta, presentándose frecuentemente cuando se realiza la limpieza de las zonas agrícolas y precipitación abundante.

IV.2.1.1.3.6 Propiedades físicas (compactación)

La estructura de los suelos corresponde al arreglo de las partículas siendo fundamental ya determinan y permiten el flujo de agua y nutrientes entre los poros que son aprovechados por las plantas a través del sistema radicular, que asociados con la textura y de acuerdo a los resultados de laboratorio de las muestras, estas muestran una dominancia de suelos francos arcillosos y arcillas, lo que indica que son suelos con excelentes condiciones físicas, químicas y biológicas, con buena capacidad de almacenamiento de humedad. Así mismo en el Sistema Ambiental Regional la densidad promedio es de 1.30 g/cm^3, con valor máximo de 1.90 g/cm^3 y mínimo de 1.17 g/cm^3, lo que representa espacio poroso promedio respectivamente de 50.94% clasificado como alto, con un mínimo de 28.30 % y máximo de 55.85 %.

De acuerdo a lo anterior la densidad aparente alta indica un suelo compacto con elevado en partículas granulares como la arena, baja espacio poros, menor transporte de agua y nutrientes. Una densidad aparente baja indica un ambiente apto para el desarrollo de las plantas, por lo que es necesario mantener las condiciones físicas actuales, promover la protección de suelos para evitar el arrastre de materia orgánica, que mantenga la estabilidad de los suelos, es decir una resistencia de los agregados del suelo, para desintegrarse o romperse por las actividades agropecuarias, acción del agua y viento, así como una mayor captación de agua de lluvia propiciando promoviendo la infiltración.

IV.2.1.1.3.7 Propiedades químicas (calidad del suelo)

La textura de los suelos determina en gran medida las condiciones de los suelos, junto con la materia orgánica que favorece una adecuada estructura, permite una buena da aireación y alta capacidad de retención de agua, finge como protección de la erosión; así mismo la materia orgánica determina en gran medida el pH de los suelos y éste a su vez en la capacidad de adsorción de agua y nutrientes para las plantas, en el Sistema Ambiental Regional presenta un pH promedio de 8.03 es decir clasificado como medianamente alcalino con un máximo de 8.53 fuertemente alcalino siendo una sola muestra con esta condición y un mínimo de 7.43 clasificado como medianamente alcalino, con respecto a la cantidad de materia orgánica el Sistema Ambiental Regional presenta con un promedio de 1.33 % es decir muy bajo, con una máximo de 3.64 % y mínimo de 0.34 % ambos valores como muy bajo respectivamente.

Lo anterior ratifica que en el Sistema Ambiental Regional se encuentra ampliamente antropizado por las actividades agrícolas, pecuarias aun en zonas con alto porcentaje de pendiente lo que acelera la pérdida de nutrientes y en consecuencia la calidad de los suelos, ya que no sólo se desplaza la materia orgánica, sino que también, los nutrientes que asociados a los monocultivos propician en conjunto la disminución de la calidad de los suelos.

IV.2.1.1.4 Hidrología Superficial (cantidad y calidad)

IV.2.1.1.4.1 Metodología

La metodología empleada para el desarrollo del apartado de hidrología superficial estará complementada con la guía para la elaboración de la línea base ambiental (LBA) de la agencia. La identificación de todos los cuerpos y corrientes de agua superficial presentes total o parcialmente, intermitentes o perennes. Se realizó con la ayuda de la carta de la red hidrográfica escala 1:50, 000 de INEGI Serie 2.0, se generó una imagen del polígono del Sistema Ambiental Regional (SAR) del Área Contractual Miquetla (ACM) con el software Arcinfo versión 10.5, en donde se identificaron los cuerpos de agua perenes y cuerpos de agua intermitentes.

La descripción de la hidrología superficial (cuencas y subcuencas), se realizó con la red hidrográfica del INEGI escala 1:50,000 edición 2.0 y la base de datos de CONAGUA. En las que se visualizaron las cuencas y subcuencas en las que incide el SAR delimitado para el Área Contractual Miquetla.

Se obtuvieron datos de coordenadas y longitudes para las corrientes perennes, las coordenadas se presentan en formato WGS84 inicial y final de cada cuerpo de agua, ya sea total o parcial en relación con la parte que incida dentro del SAR área contractual en estudio.

La descripción del uso, aprovechamiento y explotación del agua superficial se obtuvo de la base de datos del Registro Público de Derechos el Agua (REPDA), en los aprovechamientos de agua superficial que incidan en los municipios que inciden en el SAR. La base de datos de los registros inscritos tiene una fecha de actualización del 26 junio 2020. Con la base de datos se obtuvo el número de títulos de concesión, el uso que se le da al agua y el volumen concesionado, así como las coordenadas de los sitios de aprovechamiento. Se generó una tabla con la información existente en la base de datos y una imagen con el área poligonal del SAR y los aprovechamientos de agua superficial. Se generó una gráfica con él % de acuerdo con los principales usos de agua.

En base a al resultado anterior se realizó una descripción general de las principales actividades que se llevan a cabo en la zona adyacente de los cuerpos de agua superficial por el tipo de uso de agua y en general en SAR, este apartado se realizó con información documental de la CONAGUA y de los estudios hidrológicos estatales y municipales publicados por el INEGI para presentar un panorama de otras fuentes de perturbación en el SAR.

Para la determinación de la distancia aproximada de la infraestructura petrolera existente para las obras que se requieren registrar para le etapa de operación y mantenimiento con relación a los cuerpos y corrientes de agua superficial se cargaron al programa Arcinfo el polígono del SAR y el área de influencia del área del proyecto, las instalaciones existentes y la red hidrográfica escala 1: 50 000 del INEGI, se realizó un buffer de 20 metros de las corrientes de agua perenne para respetar la zona federal de 10 metros para cuerpos y corrientes de agua con caudales mayores a cinco metros de ancho y una zona de federal de cinco metros para corrientes de agua menores a cinco metros de ancho de acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales, para el caso de las obras lineales como los ductos con el mismo programa se identificaron aquellas que realizan un cruce con alguna de las tres corrientes perennes principales identificadas, para las obras nuevas que iniciaran con la etapa de construcción se realizó la medición de la instalación al cuerpo de agua más cercano con la ayuda del mismo software Arcinfo versión 10.5, se generó una tabla con la información obtenida. Adicional a esto se realizó una revisión bibliográfica de las publicaciones del D.O.F. para registrar la disponibilidad de agua en el Área Contractual Miquetla. Se generó una tabla con la disponibilidad media anual de cada subcuenca.

El análisis y evaluación de la calidad del agua superficial se desarrolló en tres etapas

Etapa 1.- Selección de los sitios de muestreo

Primero se identificaron los cuerpos de agua en el área de estudio, con la ayuda de la carta Red Hidrográfica INEGI Serie 2 Escala 1:50000, posteriormente se realizó la selección de números de sitios de muestreo. Para el cálculo de la cantidad representativa de puntos de muestreo en los cuerpos de agua superficial, se utiliza la fórmula estadística del tamaño de muestra representativa (Murray y Larry, 2009). Para la selección de los

sitios del SAR de Área Contractual Miquetla no se utilizó la formula, debido a que solo se identificaron cuatro corrientes perennes de agua superficial, de las cuales dos con un ancho menor a cinco metros que cruzan el SAR del sur al noreste, la tercera corresponde al río Pantepec que delimita el SAR al norte y la cuarta no es representativa debido a que solo inciden secciones de manera discontinua al noreste del SAR, por lo que se decidió muestrear las tres corrientes principales de agua perenne, utilizando los datos obtenidos de siete de los nueve sitios muestreados en la realización de la línea base ambiental dentro del área de influencia del área del proyecto para las obras nuevas y la infraestructura existente del Área Contractual Miquetla y se agregaron siete sitios nuevos dentro del SAR delimitado, quedando un total de 14 sitios muestreados.

Etapa 2.- Muestreo de agua superficial

El muestreo se llevó de acuerdo con lo establecido en la NMX-AA-014-1980 indicado en la guía para la elaboración y presentación de la Línea Base Ambiental previo al inicio de actividades de exploración y producción de hidrocarburos en áreas terrestres de la agencia de seguridad energía y ambiente (ASEA). Considerando que esta última es un insumo para la elaboración del manifiesto de impacto ambiental. Por lo que se complementó el reporte de resultados de los siete sitios muestreados en la elaboración de la MIA-R.

La recolección de las muestras y el análisis de estas se realizaron con personal de laboratorios acreditados para realizar la toma de muestras ante la Entidad Mexicana de Acreditación, este personal conoce el procedimiento para realizar la toma de muestras, preservación, conservación y transporte de las mismas al laboratorio. Así como el llenado de cadenas de custodia y hojas de campo. La actividad se supervisó por personal encargado de elaborar el presente estudio.

Proceso de recolección de muestras

1.- Localización del sitio: Con la ayuda de un GPS se ubicaron los sitios de muestreo de los cuerpos de agua dentro del área de influencia del proyecto y su SAR, que previamente se habían seleccionado en gabinete con

el objetivo de cubrir aguas arriba, la parte centro de la corriente y aguas abajo del área que incide dentro del SAR (Fotografías IV.2.1.1.4.1-1 y IV.2.1.1.4.1-2).

Fotografía IV.2.1.1.4.1-1.- Localización de sitio.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-2.- Equipos GPS utilizados.

2.- Medición de parámetros en campo: Se realizó la toma de parámetros con ayuda de equipo para medir la temperatura, oxígeno disuelto, pH y conductividad eléctrica en cada sitio de muestreo anotándose en la hoja de campo cada dato recopilado (Fotografías IV.2.1.1.4.1-3 y IV.2.1.1.4.1-4).

Fotografía IV.2.1.1.4.1-3.- Medición de parámetros en campo.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-4.- Medición directa.

3.- Colecta de la muestra: La toma de la muestra puede ser directa o con equipo de muestreo, para el caso de los sitios muestreados se utilizó la técnica directa debido a que el río Miquetla y río las Cañas presentan un ancho de uno a tres metros aproximadamente y con caudales laminares o solo formando zanjas en la parte de aguas arriba y en la parte centro, solo aguas abajo el río las Cañas presentó un caudal mayor, para el río Pantepec en un punto el muestreo se realizó con la ayuda de una embarcación menor, esta corriente limita el SAR al norte (Fotografías IV.2.1.1.4.1-5 y IV.2.1.1.4.1-6).

Fotografía IV.2.1.1.4.1-5.- Colecta directa.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-6.- Colecta directa.

4.- Envasado: La colecta de las muestras en los diferentes estudios fue por parte de laboratorios acreditados por la EMA y aprobados por la CONAGUA para el análisis de los parámetros solicitados, así como signatarios acreditados para la colecta de las muestras, se agrega evidencia en **Anexo "L"**. Como se observa en las fotografías se utilizan envases de diferentes capacidades y materiales cada uno de acorde al requerimiento del método analítico de cada parámetro (Fotografías IV.2.1.1.4.1-7 y IV.2.1.1.4.1-8).

Fotografía IV.2.1.1.4.1-7.- Envasado de las muestras.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-8.- Envases de diferentes capacidades y materiales.

5.- Etiquetado: Cada muestra fue debidamente etiquetada con los siguientes datos: Folio de registro de campo que se anota en la cadena de custodia, número de muestra, fecha, hora, parámetro, muestra simple o compuesta, preservada o no preservada, tipo de preservador, conservación en hielo, tipo de agua colectada, residual, potable, otro. En este caso corresponden a ríos y lagunas, responsable del muestreo. Las etiquetas utilizadas son adheribles y los datos se escriben con bolígrafo o plumón indeleble para evitar que los datos se borren con la manipulación y la humedad del hielo (Fotografías IV.2.1.1.4.1-9 y IV.2.1.1.4.1-10).

Fotografía IV.2.1.1.4.1-9.- Etiquetado de muestras.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-10.- Etiquetado de muestras.

6.- Preservación de las muestras: En campo se realizó la preservación de las muestras que requerían adicionar algún preservador, para el traslado de las muestras al laboratorio y por el tiempo estipulado para su análisis de acuerdo con el método analítico. En caso de no requerir preservador solo se mantuvieron en frío a 4 grados con hielo. Aquellas muestras que requerían preservador se midió el pH de acuerdo con el método analítico (Fotografías IV.2.1.1.4.1-11 y IV.2.1.1.4.1-12).

Fotografía IV.2.1.1.4.1-11.- Preservación de muestras.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-12.- Medición de pH.

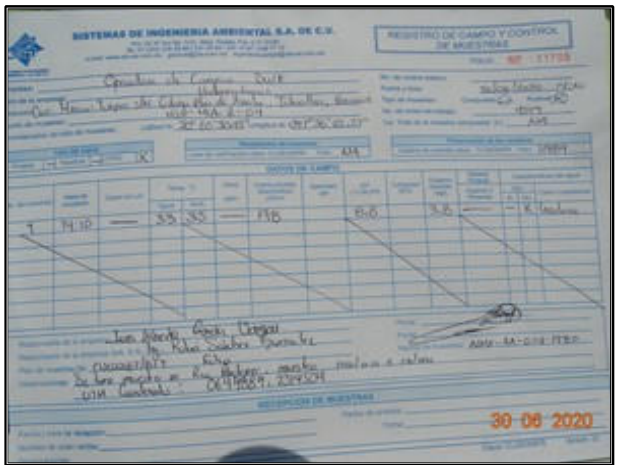
7.- Conservación para envío: Se preparan para el envío al laboratorio, ya sea por medio terrestre o aéreo, para esto se colocan en una hielera, se colocan en una bolsa cada lote y se cierra, se coloca hielo para conservar una temperatura de cuatro grados y se envía al laboratorio en el tiempo que se estipula dependiendo de los parámetros a analizar (Fotografías IV.2.1.1.4.1-13 y IV.2.1.1.4.1-14).

Fotografía IV.2.1.1.4.1-13.- Hielera para envío.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-14.- Lote de muestras.

8.- Llenado de las hojas de campo y cadena de custodia: Otro factor muy importante a la hora de realizar el muestreo es la toma de datos de campo, se anotaron en una hoja de campo y en la cadena de custodia, las coordenadas de cada sitio, los valores obtenidos de temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto, se registró el folio del sitio que se aprecia en el etiquetado, se anotan todos los parámetros solicitados, las características de los frascos, , los datos del cliente y se firma por parte del supervisor en campo, del personal encargado de la toma de la muestra y se envía para que lo recepcione el laboratorio (Fotografías IV.2.1.1.4.1-15 y IV.2.1.1.4.1-16).

Fotografía IV.2.1.1.4.1-15.- Cadena de custodia.



Fotografía IV.2.1.1.4.1-16.- Registro de campo.

Etapa 3.- Evaluación de la calidad del agua

Una vez que se obtuvieron los resultados del laboratorio se realizó la evaluación de la calidad del agua considerando el "ACUERDO por el que se establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89", publicado el 13 de diciembre de 1989. Otra comparación que se realizó fue con el Índice de Calidad del Agua de la CONAGUA, utilizando los rangos de los parámetros de Coliformes fecales, demanda bioquímica de oxígeno, y sólidos suspendidos totales.

IV.2.1.1.4.1.1 Identificación y descripción de las subcuencas presentes dentro del Sistema Ambiental Regional

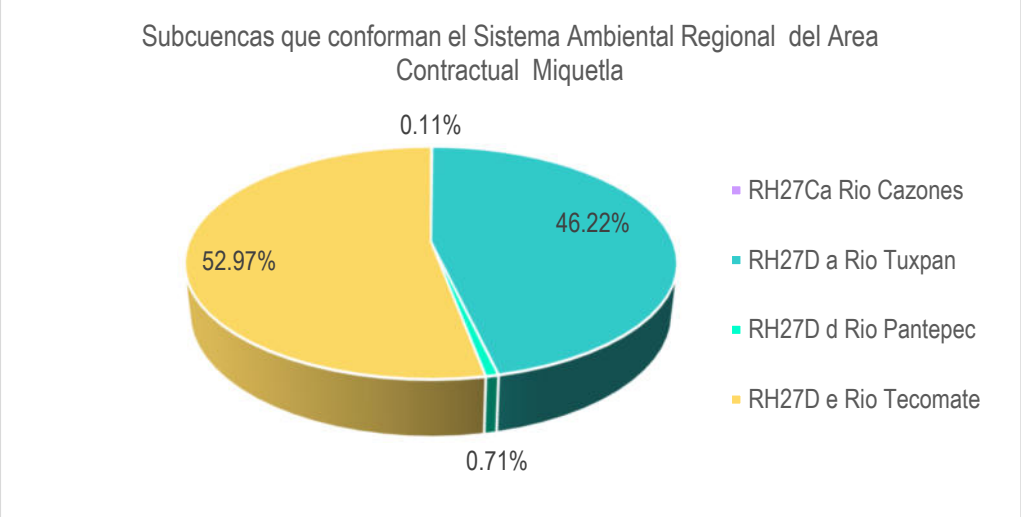
Los recursos hídricos de México están constituidos por ríos, arroyos, lagos y lagunas, así como por almacenamientos subterráneos y grandes masas de agua oceánica. (INEGI, 1995, y UNAM, 1990). Algunas llanuras costeras tienen fuertes deficiencias de drenaje por su escasa pendiente, como las áreas de Baja California, Sonora, Tamaulipas, Nayarit, Tabasco y las partes bajas de las cuencas del Pánuco y del Papaloapan en Veracruz. Algunas cuencas que recogen aguas de zonas húmedas lejanas son relativamente grandes, como las de los ríos Nazas, Aguanaval y Casas Grandes. Otras son de tamaño reducido, como las que en conjunto forman el llamado Bolsón de Mapimí en Coahuila, Durango y Chihuahua, o el Bolsón del Salado que abarca los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas (Rzedowski, 1986).

Debido al régimen climático del país, en casi todos los ríos existe una diferencia notable entre el volumen de agua que llevan en la época de secas y la de lluvia. Esta variación se acentúa por las obras de retención de agua y su uso para irrigación, de tal manera que muchos de los ríos que originalmente eran permanentes ahora se vuelven intermitentes, por lo menos en algunos tramos de su recorrido. En amplias zonas, la deforestación y la erosión del suelo producen un aumento en el escurrimiento superficial y la disminución de la infiltración del agua de lluvia (Rzedowski, 1986).

La hidrología superficial que se encuentra involucrada en el Sistema Ambiental Regional se compone de la Región Hidrológica 27 denominada río Tuxpan – Nautla y las cuencas en la que incide el SAR son la cuenca C denominada río Cazones con una subcuenca a) río del mismo nombre cazones y la cuenca D denominada río Tuxpan con tres subcuencas a) río Tuxpan, d) río Pantepec, e) río tecomate, en la Tabla IV.2.1.1.4.1-1 se puede observar la superficie que ocupa cada subcuenca y el porcentaje respecto al área total del SAR y en la Gráfica IV.2.1.1.4.1-1 se presentan el porcentaje de cada subcuenca y en la Figura IV.2.1.1.4.1-1 se presentan las subcuencas del área de influencia del proyecto y su SAR delimitado.

Tabla IV.2.1.1.4.1-1.- Cuenca y subcuencas que componen el SAR del Área Contractual Miquetla.

Región Hidrológica	Nombre	Cuenca	Subcuenca	Área en Km.²	%
27	Río Tuxpan - Nautla	C Río Cazones	a) Río Cazones	0.54	0.11%
		D Río Tuxpan	a) Río Tuxpan	237.03	46.22%
			d) Río Pantepec	3.62	0.71%
			e) Río Tecomate	271.61	52.97%
			Total:	512.80	100.00%



Gráfica IV.2.1.1.4.1-1.- Cuenca y Subcuencas que conforman el SAR del Área Contractual Miquetla.

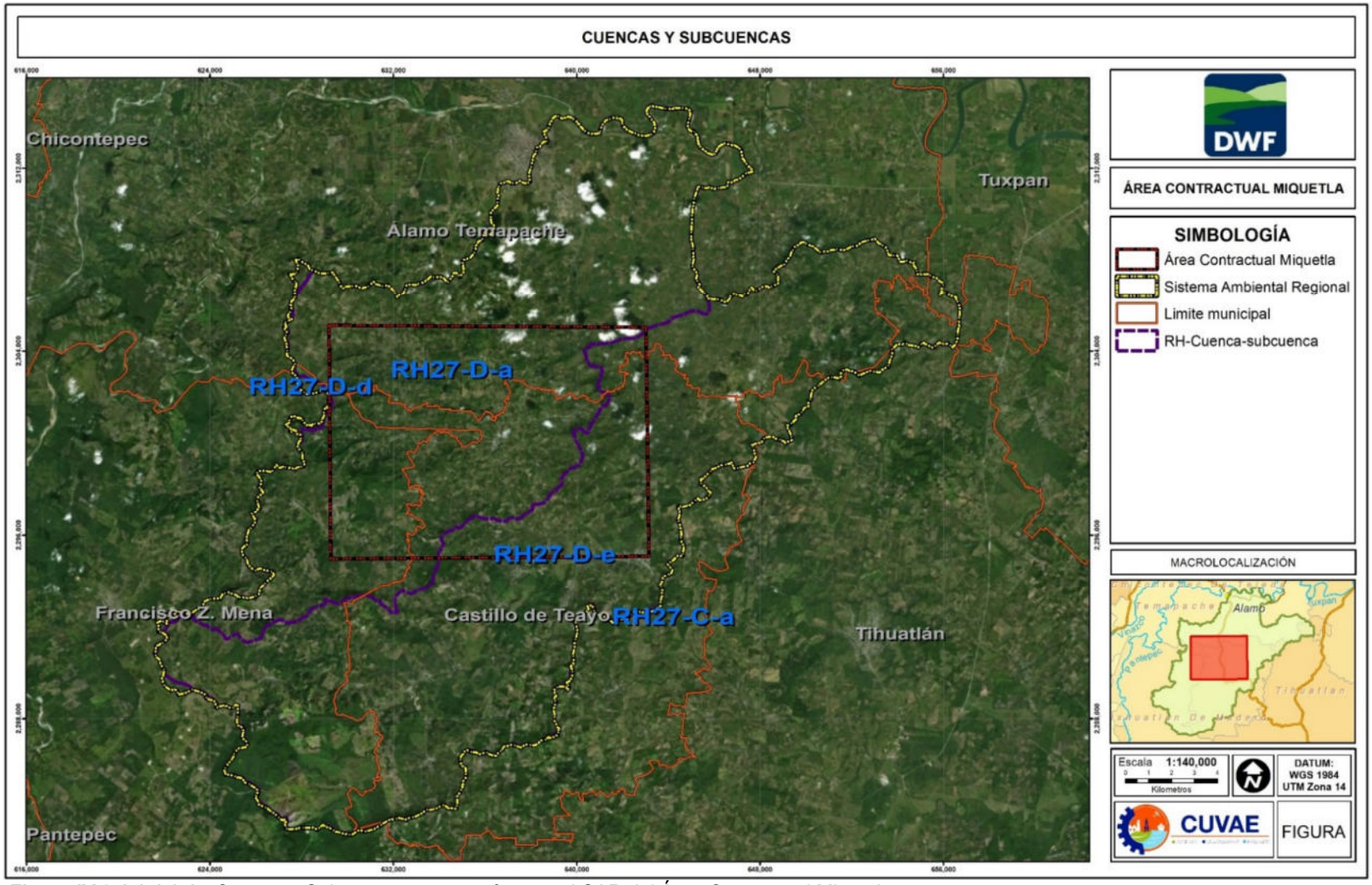


Figura IV.2.1.1.4.1-1.- Cuenca y Subcuencas que conforman el SAR del Área Contractual Miquetla.

IV.2.1.1.4.1.2.- Descripción de la Región Hidrológica 27D Tuxpan-Nautla

Es la segunda región en extensión dentro del territorio veracruzano. El sistema fluvial determinante son las cuencas de los ríos Tuxpan-Nautla, además de los cauces secundarios y sistemas lagunares-estuarinos asociados a esta región, entre ellos Tamiahua y otros de menor dimensión.

Esta región se caracteriza por presentar las principales expresiones geomorfológicas del litoral, como son las dunas e islas de barrera que se apoyan en arrecifes para formar extensos sistemas lagunares-estuarinos, entre ellos destacadamente Tamiahua y otros de menor dimensión. Ocupa 25.70% del total de la superficie del territorio veracruzano. Comparativamente con las otras regiones hidrológicas, ésta ocupa el primer lugar en superficie de manglar y el tercer lugar en descarga fluvial.

Cubre una extensión de 18 259 km^2 (25,07% del total de las regiones en su parte veracruzana) y la extensión total de manglar para dicha porción es de 215,44 km^2 que corresponden a 49,17% del total del estado; la descarga fluvial es de 14,193 millones de metros cúbicos, lo que representa 13,39% del total estatal. La cuenca del río Nautla tiene un área aproximada de 2 376 km^2, la cual está distribuida en una pequeña porción en el estado de Puebla y la mayor parte en el estado de Veracruz (CFE, 1977) (Figura IV.2.1.1.4.1-2). Posteriormente se describirán las dos subcuencas que conforman el 99.1% del SAR debido a que las otras dos solo inciden de manera puntual en los límites del SAR.

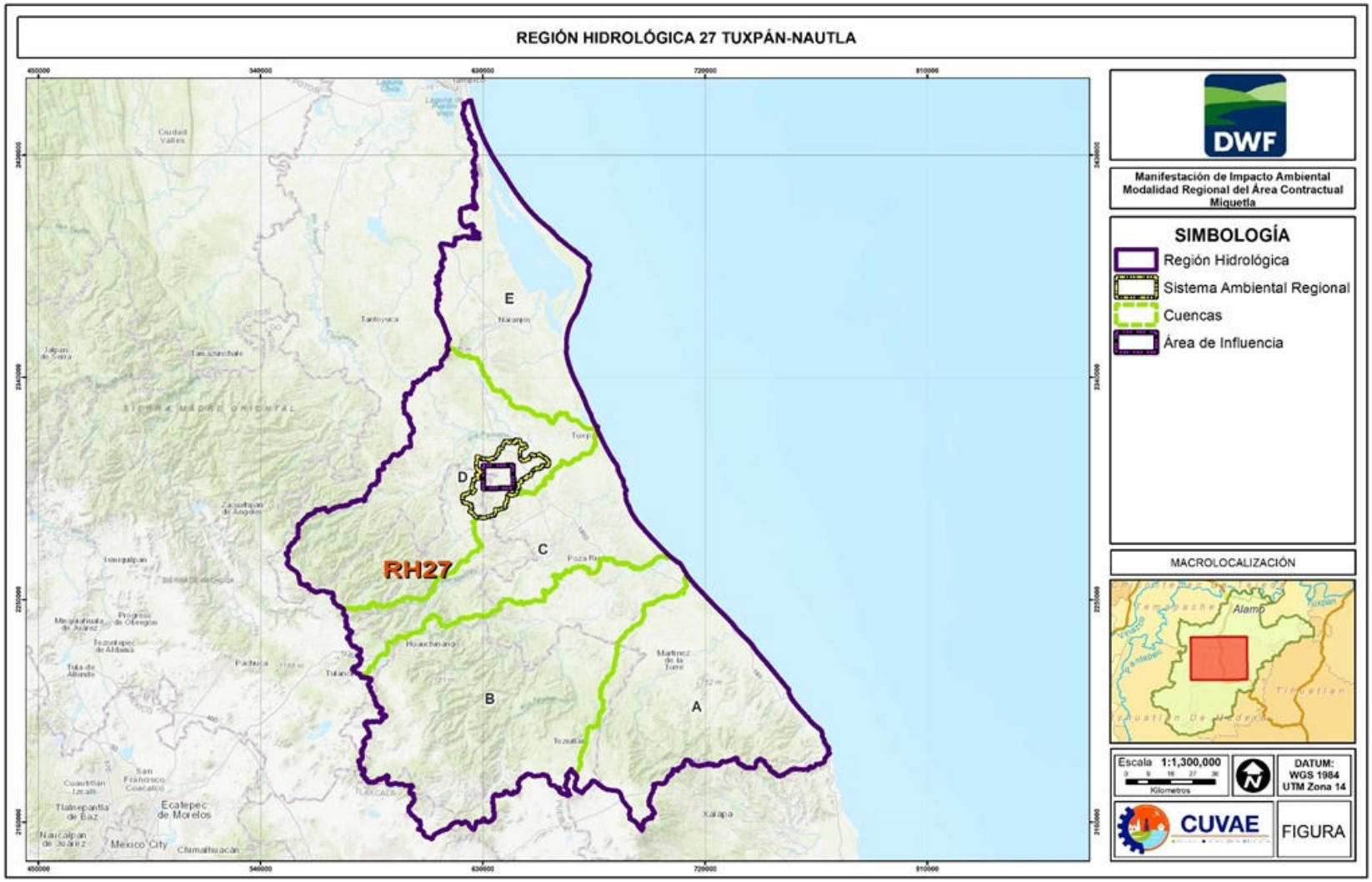


Figura IV.2.1.1.4.1-2.- Región Hidrológica RH27 Tuxpan-Nautla.

IV.2.1.1.4.1.3 Subcuenca RH27Da río Tuxpan

Esta corriente nace en el estado de Hidalgo, a una elevación de 2 750 m, al oeste de Tenango de Doria. Se forma con las aportaciones de los ríos Blanco y Pahuatlán; aguas abajo por la margen izquierda concurren los arroyos Rancho Nuevo y Beltrán, cuyo principal afluente es el arroyo Grande. Estas corrientes descargan al colector entre los 100 y 80 m de altura, aproximadamente donde inicia la planicie costera. A menos de 50 m de altitud confluye el río Vinazco, principal afluente del Pantepec, se conoce a la corriente con el nombre de río Tuxpan. Aguas abajo de esta confluencia, por la margen derecha afluye el río Miquetla, que se forma en los límites del estado de Veracruz y Puebla. Finalmente, el río Tuxpan desemboca al Golfo de México en el sitio denominado Barra de Tuxpan, en donde se forma por su margen derecha el estero Jácome (Islas y Pereyra, 1989) (Figura IV.2.1.1.4.1-3), esta subcuenca ocupa el 46.22% del SAR.

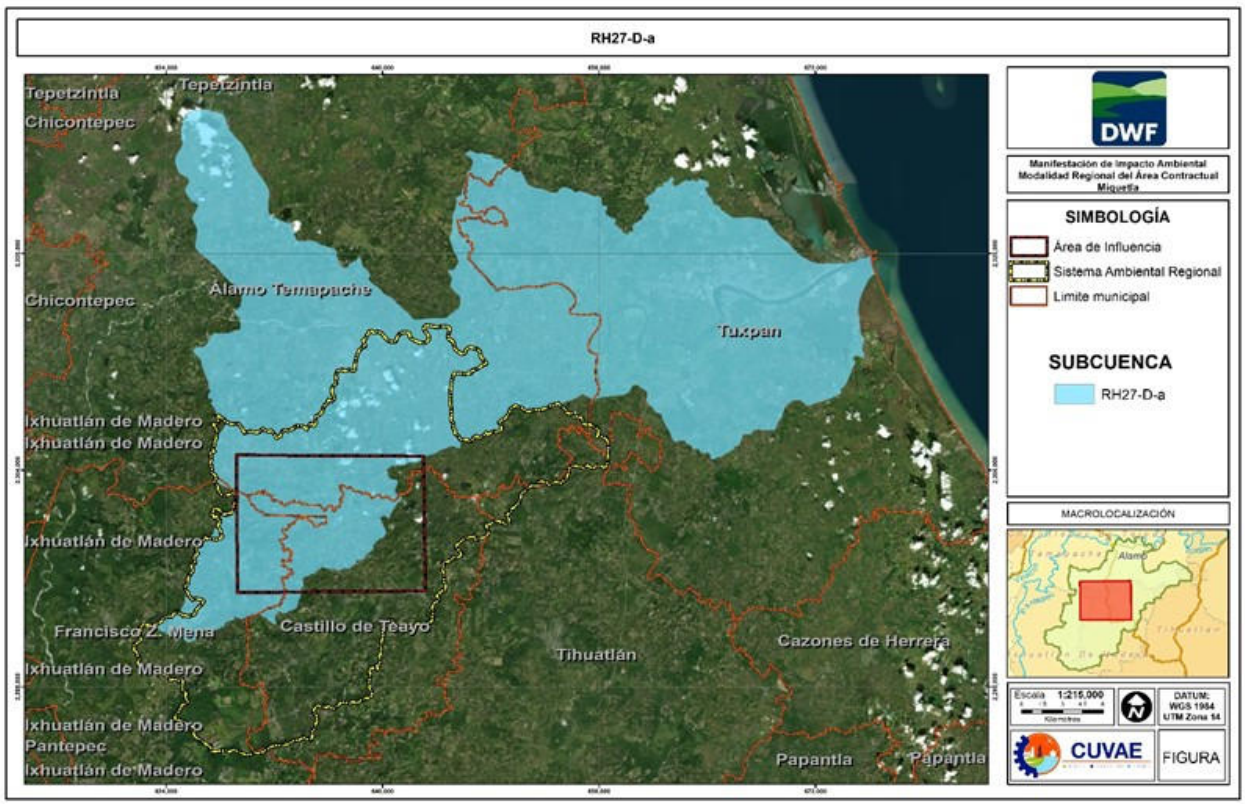


Figura IV.2.1.1.4.1-3.- Subcuenca RH27Da río Tuxpan.

IV.2.1.1.4.1.4 Subcuenca RH27De Arroyo Tecomate

Nace a 5 Km al sureste de la población de Castillo de Teayo que descarga en el río Tuxpan y este a su vez finalmente desemboca al Golfo de México en el sitio denominado Barra de Tuxpan, en donde se forma por su margen derecha el estero Jácome (Islas y Pereyra, 1989). Esta subcuenca incide en los municipios de Francisco Z. Mena del estado de Puebla, Castillo de Teayo, Álamo, Tihuatlan y Tuxpan del estado de Veracruz. Una de las corrientes que lo conforman es el río las Cañas se forma por el río balsas, que a su vez aguas abajo cambia al nombre de arroyo grande para finalmente llamarse río las Cañas que sale del SAR a la altura de la localidad de cañada rica y desemboca en el río Tuxpan por su margen derecho en la localidad de Juana Moza perteneciente a Tuxpan de Rodríguez Cano Veracruz (Figura IV.2.1.1.4.1-4).

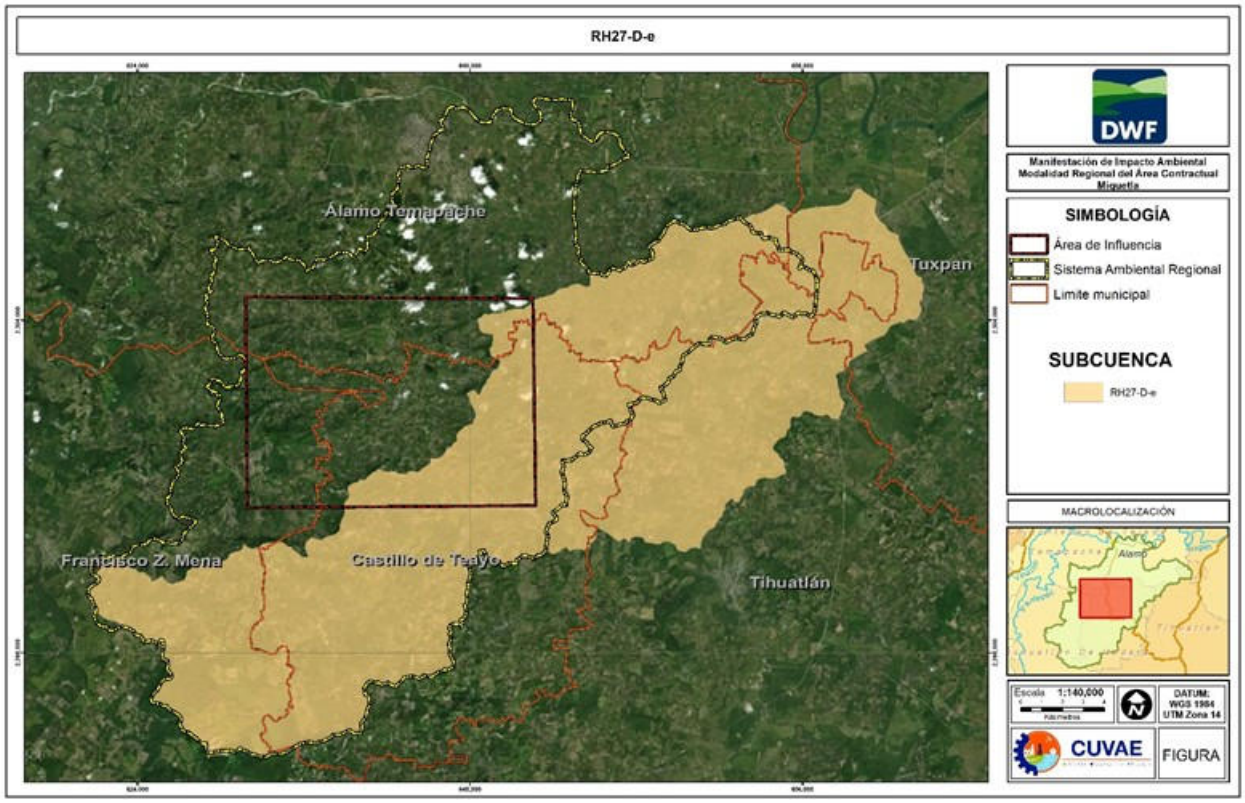


Figura IV.2.1.1.4.1-4.- Subcuenca RH27De Arroyo Tecomate.

Como se puede observar en la Figura IV.2.1.1.4.1-5 la subcuenca RH27Ca río Cazones solo incide de manera muy puntual sobre el SAR en la parte SUR con solo el 0.11% de la superficie total y la subcuenca RH27Dd río Pantepec lo hace de igual forma, pero en la parte norte del SAR con un total del 0.71% (Figura IV.2.1.1.4.1-6). Por lo que solo se generaron las imágenes para referenciar su ubicación y dejar en claro que las actividades a realizar no inciden dentro de estas dos subcuencas.

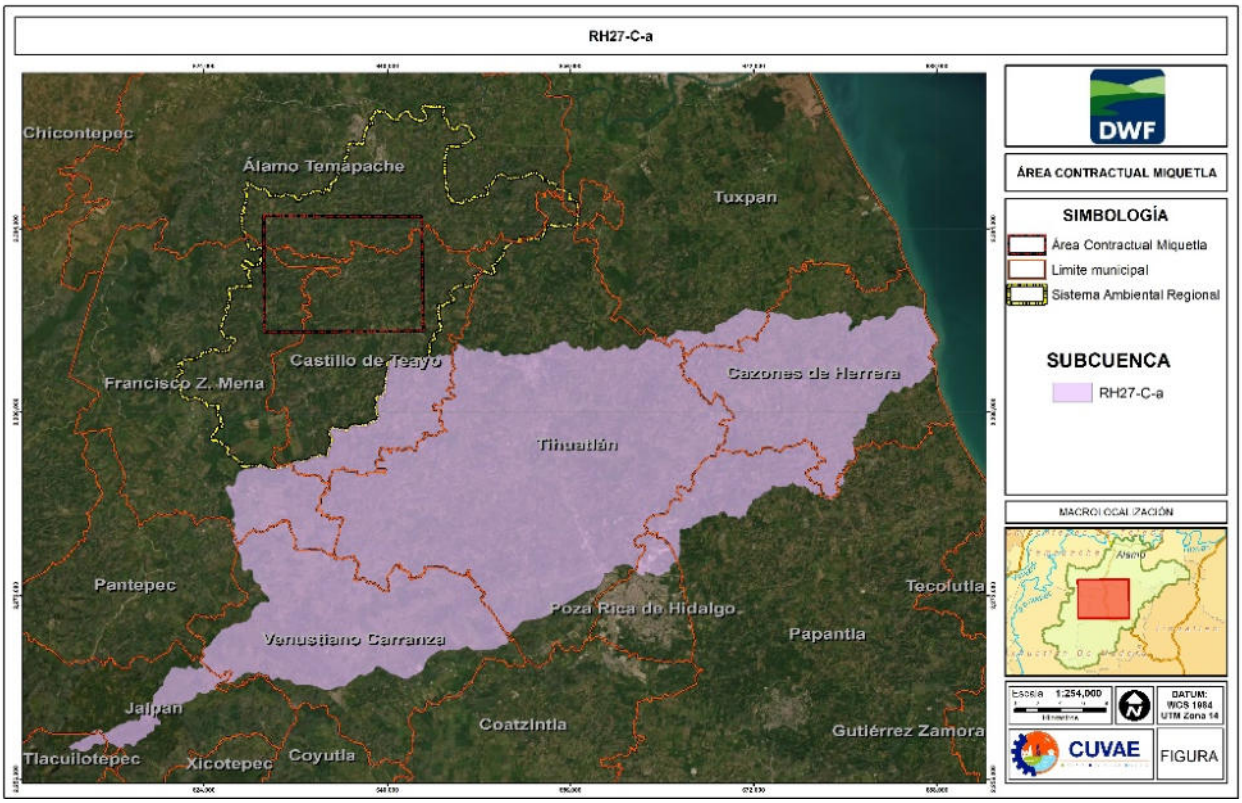


Figura IV.2.1.1.4.1-5.- Subcuenca RH27Ca río Cazones.

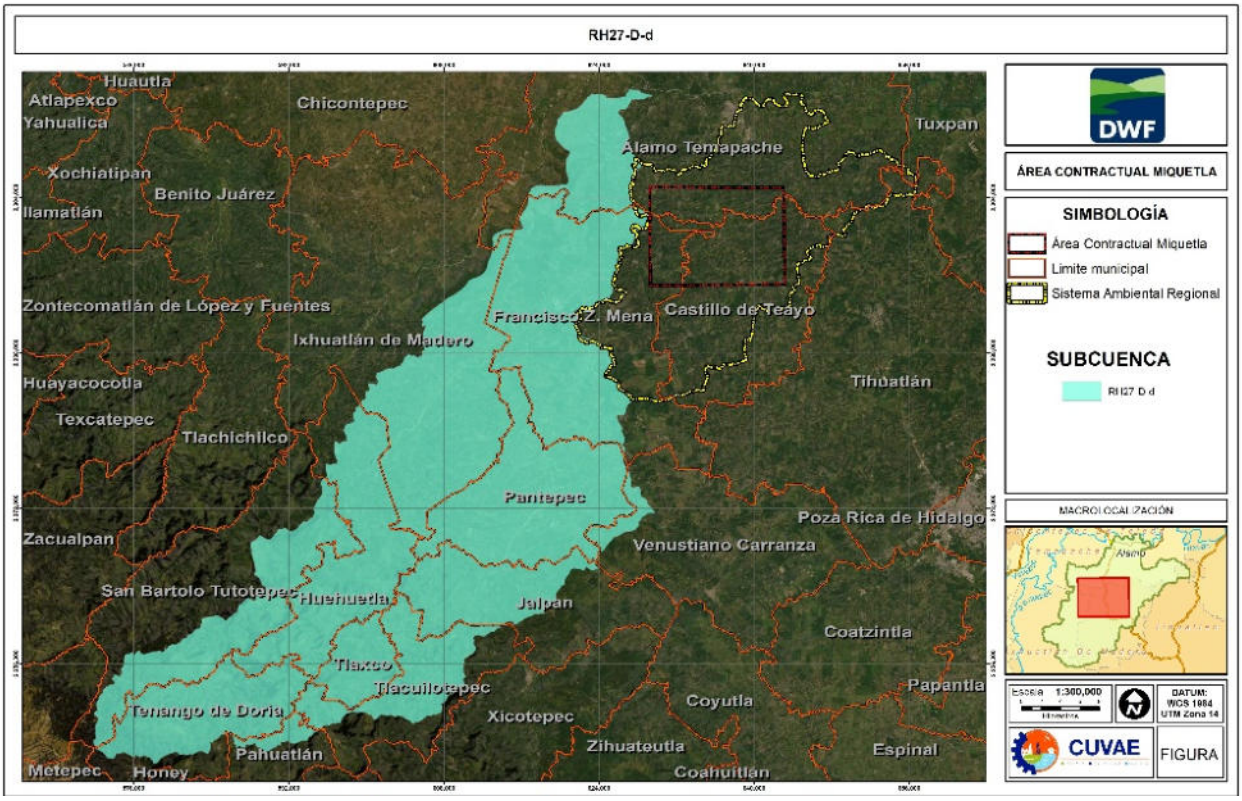


Figura IV.2.1.1.4.1-6.- Subcuenca RH27Dd río Pantepec.

IV.2.1.1.4.1.5 Identificación de cuerpos y corrientes de agua superficial presentes total o parcialmente, intermitentes o perennes

Posterior a la identificación de las cuencas y subcuencas que conforman el área contractual se realizó un análisis de la carta red hidrográfica INEGI Serie 2.0 del polígono específico del área del proyecto, su área de influencia y su Sistema Ambiental Regional delimitado, donde se identificaron 4 corrientes de agua perenne que inciden en el SAR y 5 corrientes de agua intermitente que confluyen en una de las corrientes perennes, en la Tabla IV.2.1.1.4.1-2 se presentan los nombres de las corrientes que se obtuvieron de la carta topográfica escala 1:50 000 del INEGI, su longitud que incide dentro del SAR y las coordenadas de entrada y salida de la longitud indicada, y en la Figura IV.2.1.1.4.1-7, se puede apreciar de diferente color cada corriente de agua identificada..

Tabla IV.2.1.1.4.1-2.- Corrientes de agua presentes en el SAR del Área Contractual Miquetla.

Corrientes de agua	Categoría	Longitud en Km.	Entrada		Salida	
			Coordenadas UTM WGS-84			
			X	Y	X	Y
Río Miquetla	Perenne	56.05	626297	2298126	640328	2313550
Río las Cañas	Perenne	85.56	623177	2292446	656676	2305327
Río Pantepec	Perenne	14.71	638544	2313604	647656	2311906
Río Tecomate	Perenne	0.81	656483	2304272	656592	2305319
Arroyo grande	Intermitente	12.22	627502	2304105	636198	2305380
Arroyo Cerro boludo	Intermitente	11.15	625368	2286618	631203	2286618
Arroyo el Caliche	Intermitente	8.41	634836	2289869	629217	2293041
Arroyo la merced	Intermitente	8.09	627091	2287995	631196	2288527
Arroyo poza verde	Intermitente	9.30	623610	2292747	629432	2296338
Fuente: Carta Topográfica escala 1:50 000 INEGI 2015.						

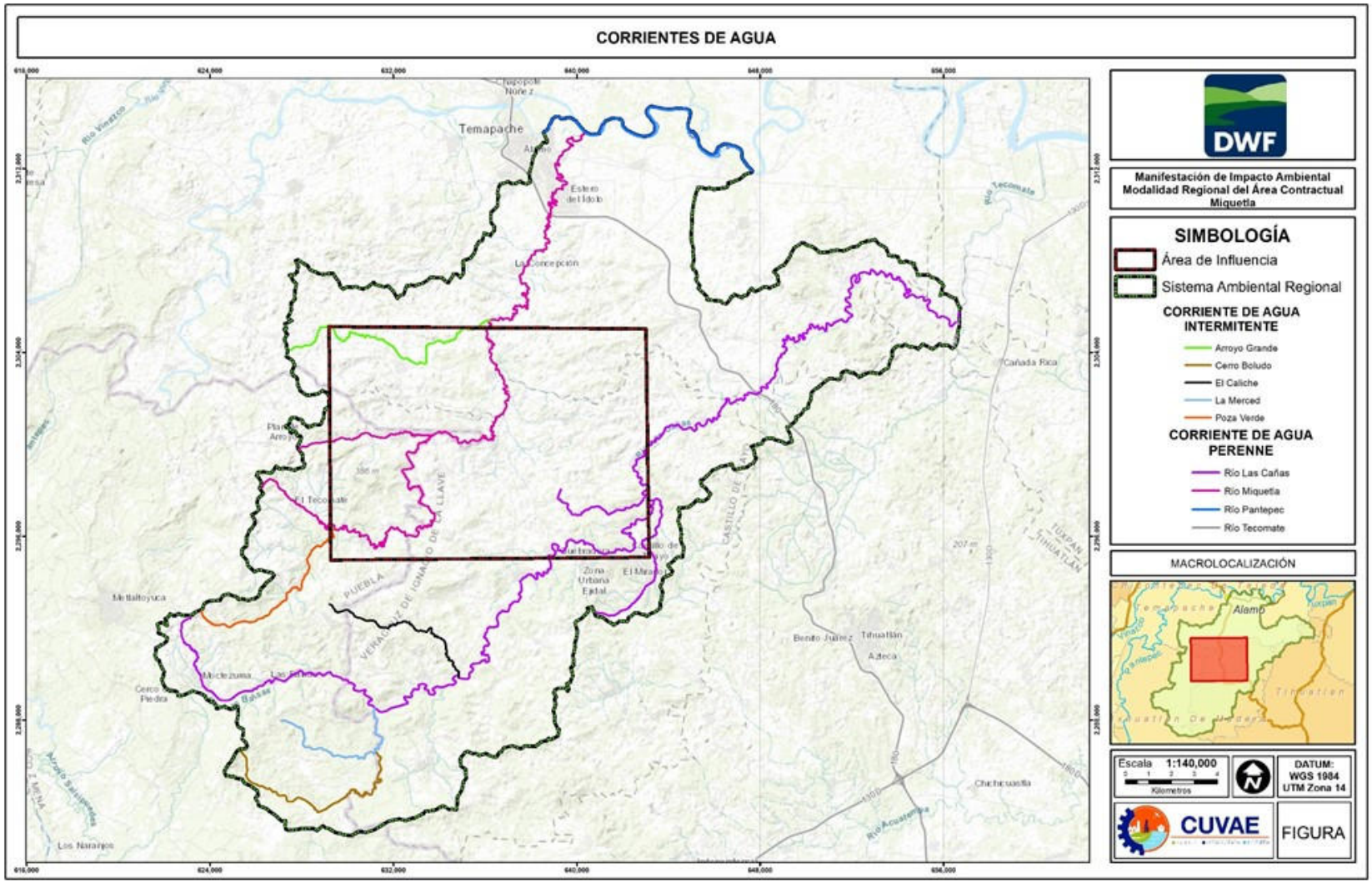


Figura IV.2.1.1.4.1-7.- Corrientes de agua presentes de acuerdo con la Carta Topográfica escala 1:50 000 INEGI 2015.

IV.2.1.1.4.1.6 Descripción de las principales corrientes identificadas dentro del SAR del Área Contractual Miquetla

Río Miquetla: El río Miquetla es una corriente que de acuerdo con la red hidrográfica del INEGI se clasifica como una corriente de agua perenne, es una corriente de un caudal menor a un metro de profundidad y en áreas laminar, sinuosa por la topografía accidentada y con áreas muy reducidas de un metro de ancho. Se considera de propiedad nacional, de acuerdo con la declaración número 584 publicada en el Diario Oficial de fecha 11 de agosto de 1928. El río Miquetla o del jardín es de régimen permanente; en su recorrido atraviesa terrenos de los pueblos de Huasco y Miquetla en el estado de Veracruz, en un tramo aproximado de 17 kilómetros; penetra en el estado de Veracruz, en un punto situado como a 500 metros del pueblo de Miquetla, desembocando en el río Pantepec -Tuxpan por el margen derecho. Dentro del polígono del SAR fluye de oeste al norte de forma sinuosa por las condiciones del terreno accidentado, la corriente presenta poca profundidad como se observa en la Fotografía IV.2.1.1.4.1-17 del sitio de muestreo aguas abajo, previas a desembocar al río Pantepec.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-17.- Río Miquetla.

Río las Cañas: Es una corriente que se clasifica como una corriente de agua perenne Esta corriente se forma en su inicio por escurrideros intermitentes como el arroyo cerro boludo, la merced y el caliche en la parte suroeste del SAR, continúa su recorrido de forma sinuosa en dirección al noreste, pasa al sur de la localidad de Teayo, continuado pasa al norte de la localidad de Castillo de Teayo en donde incide con la esquina sureste del Área Contractual Miquetla cruza la localidad las Cañas que le da su nombre y sale del SAR a la altura de la localidad cañada rica, continuando su recorrido hasta desembocar en el río Tuxpan a la altura de la localidad de Juana Moza perteneciente al municipio de Tuxpan (Fotografía IV.2.1.1.4.1-18). Esta corriente al igual que el río Miquetla son las dos corrientes que cruzan el SAR, en la mayor parte de la corriente presenta un caudal de laminar hasta un metro aproximadamente en pozas que se van formando en su recorrido y con un ancho de un metro hasta los cinco metros, en la parte final previo a desembocar con el río Pantepec y después de recibir diferentes aportaciones por ambos márgenes presenta un caudal superior a un metro y superior a cinco metros de ancho.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-18.- Río las Cañas.

Río Pantepec.

La confluencia con el río Pantepec se ubica en las cercanías de la población Palo Blanco II, aguas arriba de El Álamo, Ver. El río Pantepec nace con tres arroyos: Tenango, Agua Grande y El Arenal en las cercanías de la población de Tenango de Doria, a una altitud de 2 500 msnm. Las primeras dos corrientes confluyen y reciben aguas abajo al tercero de ellos por margen izquierda. Aguas abajo la corriente cambia su nombre a río Pantepec y recibe arroyos intermitentes por ambas márgenes, así como a los ríos Blanco, El Pahual, Acoyotitla y Panhuatlán. Al final de su recorrido, el río presenta meandros importantes cerca de la mesa La Pita, pasa cerca del poblado Ursulo Galván (El Limonar) y se une al río Vinazco cerca de la Población de Palo Blanco II, Ver. Para formar el río Tuxpan, éste prosigue su curso hacia el Golfo de México de oeste-este. Dentro del SAR del Área Contractual Miquetla esta corriente delimita la parte norte, se encuentra alejado del área de influencia y no inciden actividades del área del proyecto (Fotografía IV.2.1.1.4.1-19).

Fotografía IV.2.1.1.4.1-19.- Río Pantepec.

IV.2.1.1.4.1.7 Drenaje superficial

Los recursos hídricos de México están constituidos por ríos, arroyos, lagos y lagunas, así como por almacenamientos subterráneos y grandes masas de agua oceánica. Existe una gran cantidad de cuencas hidrológicas, sobre todo en las zonas donde las sierras están en contacto con el mar y en el Altiplano seco endorreico; sin embargo, el número de grandes cuencas que abarcan amplias zonas del país es reducido (INEGI, 1995, y UNAM, 1990).

Algunas llanuras costeras tienen fuertes deficiencias de drenaje por su escasa pendiente, como las áreas de Baja California, Sonora, Tamaulipas, Nayarit, Tabasco y las partes bajas de las cuencas del Pánuco y del Papaloapan en Veracruz. Algunas cuencas que recogen aguas de zonas húmedas lejanas son relativamente grandes, como las de los ríos Nazas, Aguanaval y Casas Grandes. Otras son de tamaño reducido, como las que en conjunto forman el llamado Bolsón de Mapimí en Coahuila, Durango y Chihuahua, o el Bolsón del Salado que abarca los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas (Rzedowski, 1986). Debido al régimen climático del país, en casi todos los ríos existe una diferencia notable entre el volumen de agua que llevan en la época de secas y la de lluvia. Esta variación se acentúa por las obras de retención de agua y su uso para irrigación, de tal manera que muchos de los ríos que originalmente eran permanentes ahora se vuelven intermitentes, por lo menos en algunos tramos de su recorrido. En amplias zonas, la deforestación y la erosión del suelo producen un aumento en el escurrimiento superficial y la disminución de la infiltración del agua de lluvia (Rzedowski, 1986).

El escurrimiento superficial es producido por el volumen de lluvia que no intervino en los procesos de evaporación, infiltración o almacenaje superficial, sino que escurre por gravedad sobre la superficie del suelo y forma una red de drenaje, otra causa del escurrimiento superficial es la alimentación que proviene de los estratos del subsuelo que están saturados de agua, así como de los bancos de grava y arena que se encuentran cercanos a los cauces de los ríos y que también están impregnados de agua. El escurrimiento total forma corrientes superficiales puede considerarse, para fines prácticos, compuesto por: escurrimiento directo y escurrimiento base. El escurrimiento directo engloba el volumen de las aguas meteóricas caídas en exceso, y la descarga de las aguas infiltradas en las márgenes de los ríos, ocurre durante e inmediatamente

después de los periodos de lluvia. El escurrimiento base es el que proviene de las capas de rocas saturadas, es decir, durante el periodo de estiaje. El escurrimiento de los ríos es mantenido solamente por la descarga de agua subterránea. De acuerdo con las características de la lluvia y de las cuencas hidrológicas, pueden resultar cuatro diferentes consideraciones para el estudio de las aguas superficiales (escurrimientos) y su relación con las aguas subterráneas (acuíferos).

a) Cuando la intensidad de la lluvia es menor que la capacidad de infiltración y el volumen de infiltración es menor que la deficiencia de humedad del suelo entonces no habrá recarga de agua subterránea, ni tampoco escurrimiento directo; la única contribución al escurrimiento directo es el pequeño volumen de agua que precipita directamente sobre el río.
b) Cuando la intensidad de la lluvia es menor que la capacidad de infiltración y el volumen de agua infiltrada es mayor que el déficit de humedad del suelo, hay infiltración y recarga de agua subterránea, pero no se provoca escurrimiento directo.
c) Cuando la intensidad de la lluvia es mayor que la capacidad de infiltración y el volumen de infiltración es menor que el déficit de humedad del suelo, se produce un escurrimiento directo, pero no existe recarga de aguas subterráneas.
d) Si la intensidad de lluvia es mayor que la capacidad de infiltración y el volumen de infiltración es mayor que el déficit de humedad del suelo, se obtiene escurrimiento directo, así como recarga de agua subterránea.

Las unidades de escurrimiento corresponden a áreas donde el escurrimiento tiende a ser homogéneo debido a las condiciones de permeabilidad de la roca o suelo, densidad de la vegetación y pendiente del terreno. El análisis de estas condiciones permite deducir un coeficiente de escurrimiento que representa el porcentaje de lluvia precipitada que escurre superficialmente. Las unidades de escurrimiento presentes en el SAR del Área Contractual Miquetla se muestran en la Tabla IV.2.1.1.4.1.1-3 y en la Figura, IV.2.1.1.4.1-8.

Tabla IV.2.1.1.4.1-3.- Rangos de coeficientes de escurrimientos presentes en el SAR.

Coeficiente de escurrimiento	SAR		
	Ha	Km²	%
Cuerpo de Agua	76.49	0.76	0.15%
Coeficiente de Escurrimiento de 5 A 10 %	5816.99	58.17	11.34%
Coeficiente de Escurrimiento de 10 A 20 %	70.66	0.71	0.14%
Coeficiente de Escurrimiento de 20 A 30 %	45315.85	453.16	88.37%
Total	51279.99	512.8	100.00%

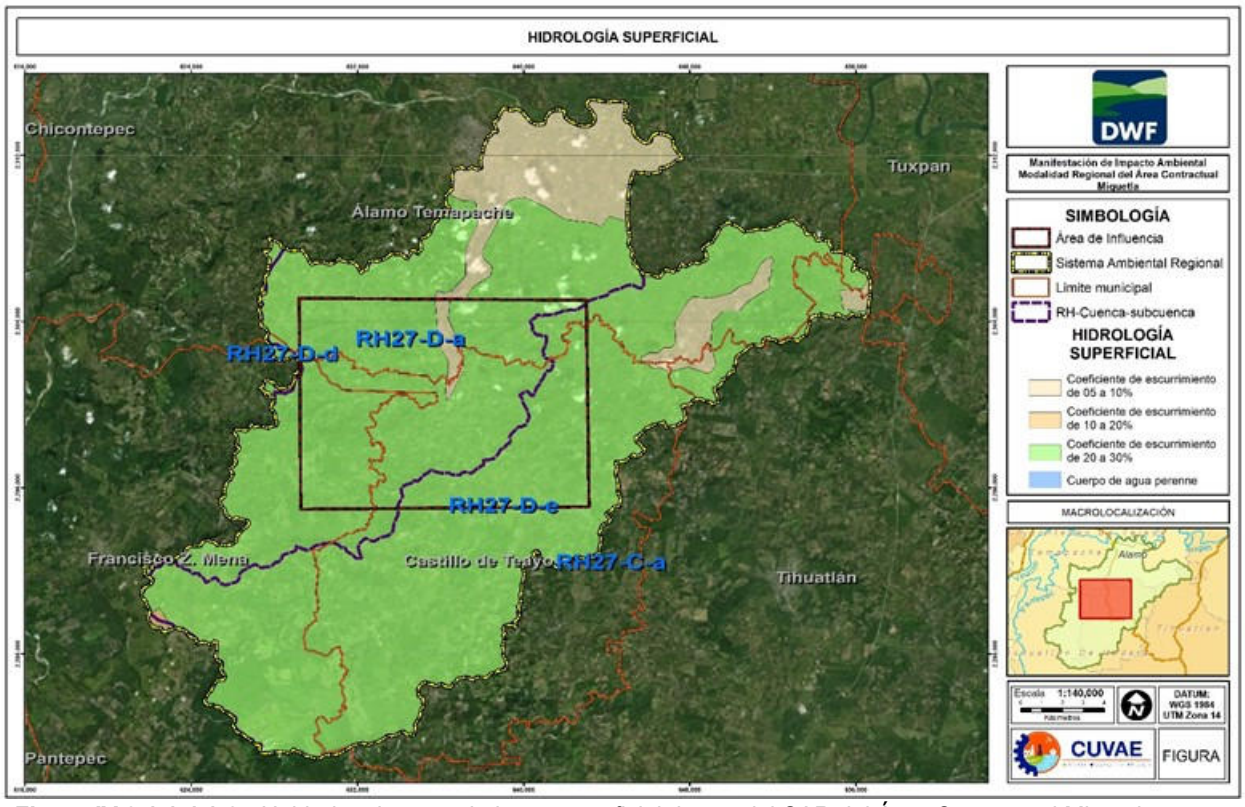


Figura IV.2.1.1.4.1-8.- Unidades de escurrimiento superficial dentro del SAR del Área Contractual Miquetla.

IV.2.1.1.4.1.8 Disponibilidad de agua superficial

El agua es necesaria para todas las formas de vida, es un elemento crucial para el funcionamiento de los ecosistemas y la provisión de servicios ambientales de los que dependemos para sobrevivir y es un factor estratégico para el desarrollo del país. México recibe alrededor de 1,489 mil millones de metros cúbicos al año de agua en forma de precipitación, de los cuales el 67% cae entre junio y septiembre, sobre todo en la región sur-sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco), donde se recibe 49.6% de la lluvia. De este total 73% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, 22% escurre por los ríos o arroyos y 6% se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos. Tomando en cuenta las exportaciones e importaciones de agua con los países vecinos, México tiene 471.5 mil millones de metros cúbicos de agua dulce renovable por año y está considerado como un país con baja disponibilidad de agua.

Un aspecto importante para considerar en la disponibilidad de agua es el incremento de la población y su concentración en zonas urbanas. Según estimaciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), entre 2012 y 2030 la población del país se incrementará en 20.4 millones de personas. Además, para 2030, aproximadamente el 75 por ciento de la población estará en localidades urbanas. El incremento de la población ocasionará la disminución del agua renovable per cápita a nivel nacional.

Debido al crecimiento de la población, la disponibilidad de agua ha disminuido de manera considerable: en 1910 era de 31 mil m^3 por habitante al año; para 1950 había disminuido hasta un poco más de 18 mil m^3; en 1970 se ubicó por debajo de los 10 mil m^3, en 2005 era de 4 573 m^3 y para 2015 disminuyó a 3692 m^3 anuales por habitante por año. (Centro virtual de información del agua 2017). Dado que el agua es un recurso vital para la supervivencia humana y juega un papel preponderante en todas sus actividades; se considera de utilidad, en cuanto a las aguas superficiales, conocer continuamente la disponibilidad, así como, saber los gastos que circulan por los ríos más importantes del territorio nacional.

A continuación, se presenta en la Tabla IV.2.1.1.4.1-4, la disponibilidad de agua superficial en la cuenca que incide el área de estudio, de acuerdo con las actualizaciones en el DOF. Con fecha 21 de septiembre de 2020 para la Región Hidrológica No. 27, cuenca D río Tuxpan y cuenca C río Cazones.

Tabla IV.2.1.1.4.1-4.- Disponibilidad de agua superficial en la cuenca C río Cazones y cuenca D río Tuxpan que incide en el SAR del Área Contractual Miquetla.

Nombre	Cp	Ar	Uc (a)	Uc(b)	Uc (c)	R	Im	Ex	Ev	Av	Ab	Ab	Ab- Rxy	D	Clasificación
Río Tuxpan: Desde su nacimiento, hasta su desembocadura en el Golfo de México	2068.744	0.000	38.232	1.603	0.000	20.649	0.000	0.000	0.000	0.000	2049.558	0.000	2049.558	2049.558	Disponibilidad
Río Cazones desde su nacimiento hasta, hasta su desembocadura en el Golfo de M	2077.137	0.000	77.455	0.286	0.000	50.570	0.000	165.028	0.000	0.000	1884.938	0.000	1884.938	1884.938	Disponibilidad

Ecuaciones: Ab = Cp + Ar + R + Im - (Uc(a) + Uc(b) + Uc(c) + Ev + Ex + Av) D = Ab - Rxy

Simbología:

Cp.- Volumen medio anual de escurrimiento natural.

Ar.- Volumen medio anual de escurrimiento desde la cuenca aguas arriba.

Uc(a).- Volumen anual de extracción de agua superficial mediante títulos inscritos/asignados actualmente en el REPDA.

Uc(b).- Volumen anual de extracción de agua superficial de títulos en proceso de inscripción en el REPDA.

Uc(c).- Volumen anual correspondiente a las reservas y las zonas reglamentadas.

R.- Volumen anual de retornos.

Im.- Volumen anual de importaciones.

Ex.- Volumen anual de exportaciones.

Ev.- Volumen medio anual de evaporación en embalses.

Av.- Volumen medio anual de variación de almacenamiento en embalses.

Ab.- Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo.

Rxy.- Volumen anual actual comprometido aguas abajo, los volúmenes correspondientes a reservas, uso ambiental, reglamentos y programación hídrica.

D.- Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica.

EH.- Estación hidrométrica.

EC.- Estación climatológica.

Fuente: D.O.F. 21 Septiembre 2020.

IV.2.1.1.4.1.9 Uso de agua en el SAR del Área Contractual Miquetla

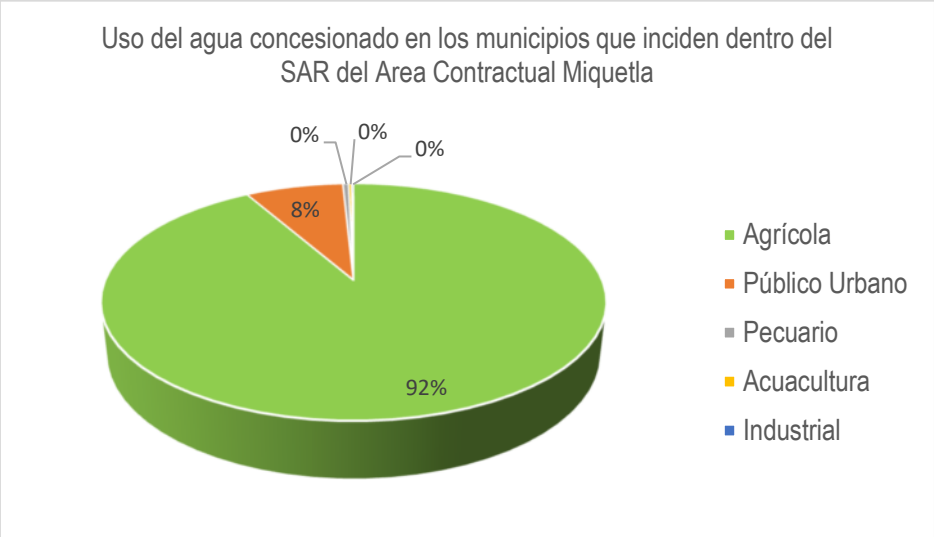
El agua es empleada de diversas formas prácticamente en todas las actividades humanas, ya sea para subsistir o para producir e intercambiar bienes y servicios. En el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), se tienen registrados los volúmenes concesionados (o asignados, en el caso de volúmenes destinados al uso público urbano o doméstico) a los usuarios de aguas nacionales. En dicho registro se tienen clasificados los usos del agua en 12 rubros, mismos que para fines prácticos se han agrupado en cinco grandes grupos; cuatro de ellos corresponden a usos consuntivos, es decir el agrícola, el abastecimiento público, la industria autoabastecida y las termoeléctricas, y por último el hidroeléctrico, que se contabiliza aparte por corresponder a un uso no consuntivo. El uso consuntivo se define al uso como la aplicación del agua a una actividad. Cuando existe consumo, entendido como la diferencia entre el volumen suministrado y el volumen descargado, se trata de un uso consuntivo. Existen otros usos que no consumen agua como la generación de energía eléctrica, que utiliza el volumen almacenado en presas. A estos usos se les denomina no consuntivos.

La base de datos de los registros inscritos tiene una fecha de actualización del 26 de junio del 2020. En la Tabla IV.2.1.1.4.1-5 y Gráfica IV.2.1.1.4.1-2 y Figura IV.2.1.1.4.1-9 se puede observar el número de títulos de concesión el uso que se le da al agua concesionada y el volumen concesionado en los tres municipios que conforman el 97.02% del SAR, los otros dos municipios (Tihuatlan y Tuxpan) solo representan el 2.98%.

En la Tabla IV.2.1.1.4.1-6 se incluyen los datos de los registros de uso de agua oficial en el registro del REPDA para el área del SAR del AC Miquetla, se tiene un total de 12 títulos de concesión que corresponden al aprovechamiento de agua superficial con un volumen total concesionado de 205,582.41m^3 por año, clasificadas en uso agrícola, público urbano y acuacultura.

Tabla IV.2.1.1.4.1-5.- Volumen de agua concesionado por tipo de uso en los municipios que inciden el SAR.

Uso	Títulos de concesión	Volumen m³/año			Total:
		Castillo de Teayo	Álamo Temapache	Francisco Z. Mena	
Agrícola	78	0	11,690,243.26	713,140.00	12,403,383.26
Público Urbano	47	69,190.00	715,878.00	225,465.25	1,010,533.25
Pecuario	40	0	1749, 850.92	58,511.55	58,511.55
Acuacultura	1	31,526.00	0	0	31,526.00
Industrial	1	0	20, 000.00	0	20,000.00
Total:	**167**	**100716**	**12,426,121.26**	**997,116.80**	**13,523,954.06**
	Fuente: REPDA 26 de junio 2020				



Gráfica IV.2.1.1.4.1-2.- Uso de agua por actividad en los municipios que incide el SAR Miquetla.

Tabla IV.2.1.1.4.1-6.- Volumen en m³ de agua concesionado por tipo de uso dentro de SAR del Área Contractual Miquetla.

Título de concesión	Titular	Uso	Estado	Municipio	Volumen
10VER136527/27DDOC10	Pescadores de Los Manglares de Tamiahua, S.C. de R.L. de C.V.	Acuacultura	Veracruz	Castillo de Teayo	8.76
10VER132101/27ADGR02	Gregorio Monroy Gutiérrez	Agrícola	Veracruz	Álamo Temapache	51,840.00
10VER107748/27AAGR98	Cipriano Román Cabrera	Agrícola	Veracruz	Álamo Temapache	25,920.00
10PUE114897/27HODL09	H. Ayuntamiento Municipal De Francisco Z. Mena	Público Urbano	Puebla	Francisco Z. Mena	35,642.25
10PUE106303/27HOGE98	H. Ayuntamiento Municipal De Francisco Z. Mena	Público Urbano	Puebla	Francisco Z. Mena	19,519.00
10PUE106303/27HOGE98	H. Ayuntamiento Municipal De Francisco Z. Mena	Público Urbano	Puebla	Francisco Z. Mena	19,519.00
10PUE106303/27HOGE98	H. Ayuntamiento Municipal De Francisco Z. Mena	Público Urbano	Puebla	Francisco Z. Mena	19,518.00
10PUE106290/27HOGE98	H. Ayuntamiento Municipal De Francisco Z. Mena	Público Urbano	Puebla	Francisco Z. Mena	9,450.50
10PUE106290/27HOGE98	H. Ayuntamiento Municipal De Francisco Z. Mena	Público Urbano	Puebla	Francisco Z. Mena	9,450.50
10VER111426/27HOGR98	H. Ayuntamiento Constitucional De Castillo De Teayo, Ver.	Público Urbano	Veracruz	Castillo de Teayo	7,302.00
10VER112580/27HOGR98	H. Ayuntamiento Constitucional De Castillo De Teayo, Ver.	Público Urbano	Veracruz	Castillo de Teayo	7,002.00
09VER116442/26HDGR99	H. Ayuntamiento Constitucional De Ozuluama Ver.	Público Urbano	Veracruz	Castillo de Teayo	410.40
Total:					205582

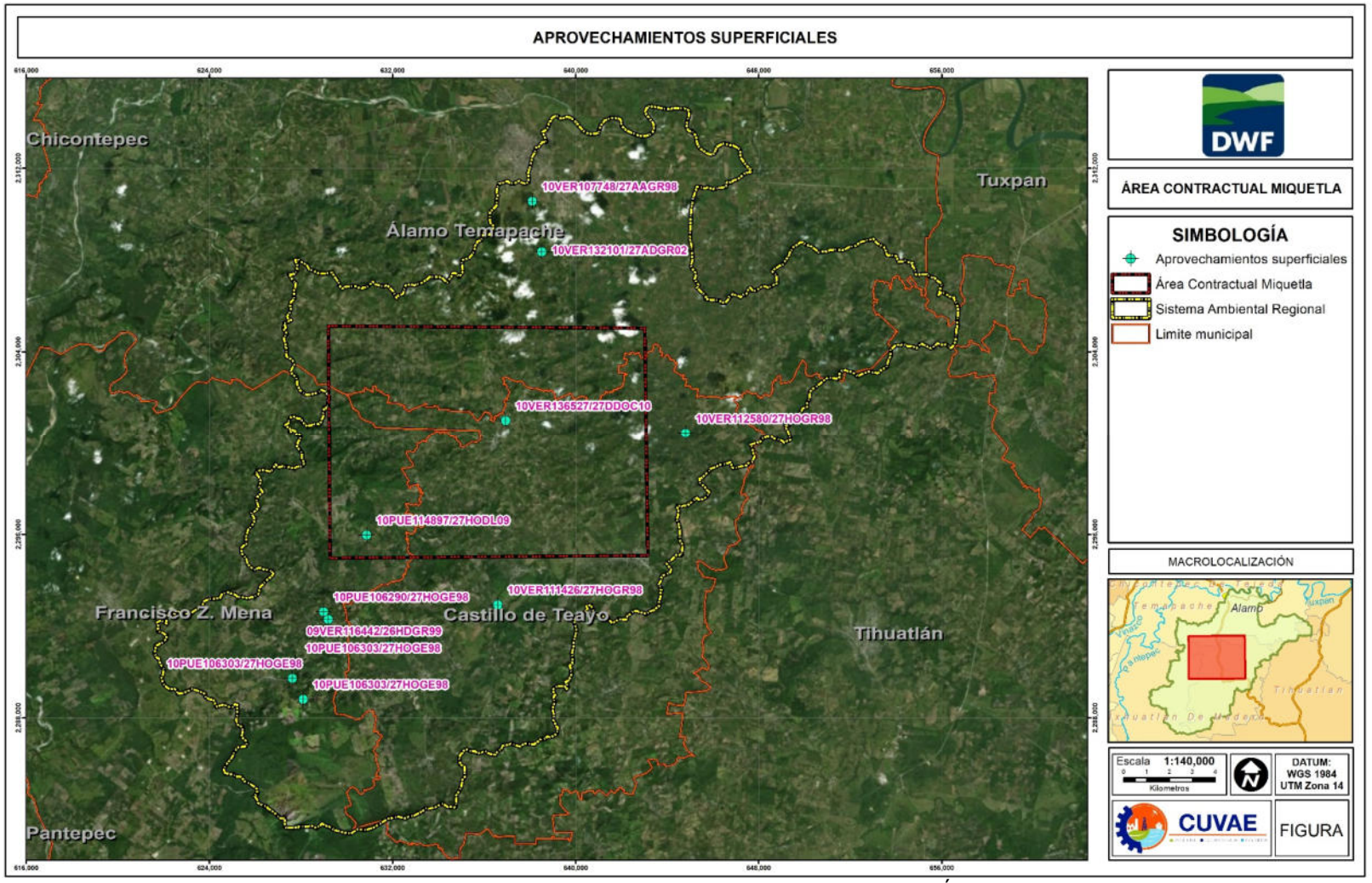


Figura IV.2.1.1.4.1-9.- Aprovechamientos superficiales registrados en el REPDA dentro del SAR del Área Contractual Miquetla. (Fuente CONAGUA).

IV.2.1.1.4.1.10 Actividades que se desarrollan en SAR del Área Contractual Miquetla

Público Urbano (Fotografía IV.2.1.1.4.1-20**)**

El uso agrupado para abastecimiento público consiste en el agua entregada a través de las redes de agua potable, las cuales abastecen a los usuarios domésticos (domicilios), así como a las diversas industrias y servicios conectados a dichas redes. El uso de agua registrado en el REPDA de 105 títulos de concesión es el público urbano y es para proveer un derecho constitucional Artículo 4 a que 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. En México, el servicio de agua potable, junto con los de drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales se encuentra a cargo de los municipios, generalmente a través de organismos operadores, para el caso del área contractual se observa en campo la ausencia del servicio de drenaje y se aprecian descargas de aguas residuales de los domicilios a los principales escurrimientos.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-20.- Aprovechamiento superficial de agua para uso público urbano.

Agrícola (Fotografía IV.2.1.1.4.1-21)

En el SAR del Área Contractual Miquetla incide en dos estados, menor proporción Puebla y con mayor representatividad Veracruz, este último es el principal productor de naranja en el país quien aporta el 44.5 por ciento del volumen nacional; Tamaulipas, 14.6 por ciento, y San Luis Potosí, 8.8 por ciento, estados que conjuntan el 67.9 por ciento del total cosechado en el país y los municipios con mayor producción en Veracruz son Álamo Temapache, Papantla y Tihuatlan, el SAR del área contractual incide al Norte con Álamo Temapache y al Sur con Tihuatlan, por lo que cuenta con mucha actividad agrícola principalmente de cítricos y en menor cantidad maíz. Esta actividad podría afectar la calidad del medio ambiente por los herbicidas y plaguicidas que se utilizan en las parcelas, que se pueden infiltrar al suelo y ser arrastrados por el escurrimiento superficial a las corrientes de agua dentro del SAR.

El valor de la producción de naranja en México se estima en más de seis mil millones de pesos, con un consumo anual per cápita de 37.1 kilogramos y aporta el 22.5 por ciento del volumen de frutas que son producidas en el país. Los meses de mayor disponibilidad de este cultivo son de noviembre a abril, con un

pico de producción entre los meses de febrero a abril. Estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), contenidas en el Atlas Agroalimentario 2016, señalaron que durante el 2015 se produjeron 4.5 millones de toneladas, superior al promedio de los últimos 10 años

Fotografía IV.2.1.1.4.1-21.- Cultivo de cítricos.

Industrial (Fotografía IV.2.1.1.4.1-22)

El sector industrial en el área contractual está representado por la actividad del sector hidrocarburos, con instalaciones de pozos de producción de aceite, oleoductos y estaciones de separación, la actividad se focaliza en la localidad de Miquetla y sus alrededores, en la parte suroeste del SAR se presentan actividad del sector por parte del área contractual Humapa. DWF realiza la operación de sus campos bajo estrictos controles de calidad, seguridad y mejores prácticas internacionales en materia ambiental, como se ha descrito en el SAR del área contractual no existen corrientes de agua caudalosos, las corrientes presentes son someras y angostas e incluso en secciones laminares, y se aplican medidas preventivas para evitar la interacción con estas corrientes de agua tanto perennes como intermitentes. La industria es una actividad económicamente activa y que impulsa el desarrollo del estado. La corriente perenne más representativa es el río Pantepec que se localiza al norte del SAR muy aleado del Área Contractual Miquetla y en donde DWF

no tiene actividad, pero aguas arriba de la interacción con el SAR, el río Pantepec tiene interacción con actividades del sector hidrocarburos con el Área Contractual Amatitlán.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-22.- Infraestructura petrolera.

Dentro del SAR del área contractual se observaron algunas corrientes de agua con alteraciones, producto de las actividades antropogénicas, como se observa en las Fotografías IV.2.1.1.4.1-23 a la IV.2.1.1.4.1-28 se observan neumáticos usados en los cauces, basura doméstica, descargas de agua residual, uso de agua para preparación de herbicidas y personas lavando ropa en la orilla de los ríos al momento de realizar las actividades de muestreo. Estas imágenes representan parte del estado actual de las corrientes de agua, adicional a los puntos de muestreo y que reflejan parte de los resultados obtenidos en los análisis realizados.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-23.- Residuos observados en cauce de arroyo existente X=636734 Y=2301324.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-24.- Residuos Sólidos Urbanos observados en cauce de corriente de agua X=636287 Y=2304244.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-25.- Descarga de agua residual en río Pantepec X=638597 Y=2313452.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-26.- Uso de agua para preparación de herbicidas en río las Cañas X=641690 Y=2299373.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-27.- Descarga de agua residual doméstica en río las Cañas X=638771 Y=2295131.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-28.- Uso del río las Cañas para lavar ropa en la que se utiliza detergentes y cloro X=642661 Y=2299373.

IV.2.1.1.4.1.11 Infraestructura existente dentro del SAR

Como se ha descrito en el capítulo II, el área de proyecto se forma en dos partes, las dos obras nuevas que se van a construir dentro de derechos de vía existentes y la infraestructura existente dentro del área influencia del proyecto, esta infraestructura consiste en pozos, estaciones y ductos del sector hidrocarburos que algunos de ellos datan del año 1960, en la Tabla IV.2.1.1.4.1-7 se listan las instalaciones existentes dentro del Área Contractual Miquetla que incluye coordenadas de los pozos y estaciones y se agregan las que inciden al suroeste dentro del SAR del Bloque Humapa.

Tabla IV.2.1.1.4.1-7.- Infraestructura existente en el SAR del Área Contractual Miquetla.

Área de influencia											
No	**Nombre**	**X**	**Y**	**No.**	**Nombre**	**X**	**Y**	**No.**	**Nombre**	**X**	**y**
1	Agua Nacida 103	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.		43	Miquetla-34	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.		85	Miquetla-80	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
2	Calamina 1			44	Miquetla-35			86	Miquetla-81		
3	Campana 1			45	Miquetla-36			87	Miquetla-82		
4	Campana 101			46	Miquetla-37			88	Miquetla 83		
5	Castillo de Teayo-10			47	Miquetla-38			89	Miquetla-84		
6	Metlaltoyuca 1			48	Miquetla-39			90	Miquetla-85		
7	Metlaltoyuca 101			49	Miquetla-40			91	Miquetla-91		
8	Metlaltoyuca 101d			50	Miquetla-41			92	Miquetla-92		
9	Miquetla-1			51	Miquetla-42			93	Miquetla-94		
10	Miquetla-2			52	Miquetla-43			94	Miquetla-95		
11	Miquetla-3			53	Miquetla-44			95	Miquetla-96		
12	Miquetla 4			54	Miquetla-45			96	Miquetla-99		
13	Miquetla-5			55	Miquetla-46			97	Miquetla-101		
14	Miquetla-6			56	Miquetla-47			98	Miquetla-102		
15	Miquetla 7			57	Miquetla-48			99	Miquetla-103		
16	Miquetla 8			58	Miquetla-49			100	Miquetla-104		
17	Miquetla 9			59	Miquetla-50			101	Miquetla-105		
18	Miquetla 10			60	Miquetla-51			102	Miquetla-106		
19	Miquetla-11			61	Miquetla 52			103	Miquetla-107		
20	Miquetla-12			62	Miquetla 54			104	Miquetla-108		
21	Miquetla-13			63	Miquetla 55			105	Miquetla-109		
22	Miquetla-14			64	Miquetla 56			106	Miquetla-110		

Continuación Tabla IV.2.1.1.4.1-7

Área de influencia (Área Contractual Miquetla)											
No	**Nombre**	**X**	**Y**	**No.**	**Nombre**	**X**	**Y**	**No.**	**Nombre**	**X**	**y**
23	Miquetla-15	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.		65	Miquetla 57	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.		107	Miquetla-111	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
24	Miquetla-16			66	Miquetla 58			108	Miquetla 112		
25	Miquetla-17			67	Miquetla 59			109	Miquetla-113		
26	Miquetla 18			68	Miquetla 60			110	Miquetla-114		
27	Miquetla 19			69	Miquetla 61			111	Miquetla-115		
28	Miquetla-20			70	Miquetla 62			112	Miquetla-116		
29	Miquetla 21			71	Miquetla 63			113	Miquetla-117		
30	Miquetla-22			72	Miquetla 64			114	Miquetla-118		
31	Miquetla-23			73	Miquetla 65			115	Miquetla-121		
32	Miquetla 23a			74	Miquetla 66			116	Miquetla-122		
33	Miquetla-24			75	Miquetla 67			117	Miquetla-124		
34	Miquetla-25			76	Miquetla 67A			118	Miquetla 125		
35	Miquetla-26			77	Miquetla 68			119	Miquetla-126		
36	Miquetla-27			78	Miquetla 73			120	Miquetla-127		
37	Miquetla-28			79	Miquetla 74			121	Miquetla-677		
38	Miquetla-29			80	Miquetla 75			122	Miquetla-744		
39	Miquetla-30			81	Miquetla-76			123	Tincontlan-1		
40	Miquetla-31			82	Miquetla-77			124	Batería Miquetla 1		
41	Miquetla-32			83	Miquetla 78			125	Bateria Miquetla 2		
42	Miquetla-33			84	Miquetla 79			126	Agua Nacida 3		
Sistema Ambiental Regional (Área Contractual Humapa)											
No	**Nombre**	**X**	**Y**	**No.**	**Nombre**	**X**	**Y**	**No.**	**Nombre**	**X**	**y**
1	Coyol 6077	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.		6	Coyol 6074	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.		10	Coyol 461	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
2	Coyol 6097			7	Coyol 6076			11	Balsas 1		
3	Coyol 6054			8	Coyol 6078			12	Bornita 1		
4	Coyol 6056			9	Coyol 6096			13	Barita 1		
5	Coyol 6058										

Una vez que se identificaron las instalaciones existentes dentro del área de influencia se realizó la medición de las distancias con las dos corrientes perennes que inciden y corresponden a corrientes someras y sinuosas por lo que medir puntualmente cada instalación con la corriente de uno a dos metros de ancho y una profundidad de un metro aproximadamente incluso laminar en algunos puntos era complicado, por lo que se decidió utilizar el software ArcInfo para sobreponer la imagen de cuerpos de agua, así como las

instalaciones existentes dentro del AC Miquetla, luego se realizó un buffer de 20 metros y un buffer de 100 metros a los cuerpos de agua para identificar las instalaciones que se encuentran en estas distancias considerando el tipo de corriente, la topografía del terreno en la zona de Miquetla el terreno es muy accidentado y tiene una pendiente muy marcada por la que escurren las corrientes identificadas y las precipitaciones extraordinarias, de acuerdo a las estaciones meteorológicas y al historial de 30 años en el municipio de Álamo la precipitación máxima ha sido en promedio de 228 mm en el mes de julio, como se puede apreciar en la Tabla I IV.2.1.1.4.1-8 se listan las instalaciones que inciden en un buffer de 20 metros, 100 metros, y en las Figuras IV.2.1.1.4.1-10 y IV.2.1.1.4.1-11 se pueden observar la proyección de las instalaciones con los respectivos buffers generados con el programa ArcInfo 10.5.

Tabla IV.2.1.1.4.1.8.- Distancias de infraestructura existente con los cuerpos de agua identificadas en el Área de influencia del SAR Miquetla.

No.	Instalación	Cuerpo de agua	Estado actual
Buffer de 20 metros			
1	Miquetla 24	Río Miquetla	Operación
Buffer de 100 metros			
1	Miquetla 26	Río Miquetla	Operación
2	Miquetla 95	Río Miquetla	Operación
3	Miquetla 102	Río Miquetla	Operación
4	Miquetla 36	Río Miquetla	Cerrado
5	Miquetla 75	Río Miquetla	Cerrado
6	Miquetla 79	Río Miquetla	Cerrado

De la tabla anterior se puede observar que la interacción de las instalaciones petroleras con las corrientes de agua es mínima, en el buffer de 20 metros solo se presenta una instalación que corresponde al pozo Miquetla 24 que se perforó en el año de 1960, en el buffer de 100 metros solo se presentan seis instalaciones de las cuales tres se encuentran cerradas. El resto de las instalaciones se ubican en un radio mayor a 100 metros. Para el caso de las obras lineales que corresponden a ductos se realizó el ejercicio de cargar el archivo shape de las líneas existentes e identificar cuantas obras cruzan las corrientes de agua, se identificó

que en el río Pantepec y río tecomate no inciden ductos por estar fuera del área de influencia, el río las Cañas solo incide un ducto (línea de descarga), por lo que el río que presenta incidencia con los ductos que se encuentran en el área de influencia es el río Miquetla. En la Tabla IV.2.1.1.4.1-9 se presentan las líneas que cruzan el río Miquetla y en la Figura IV.2.1.1.4.1-10 se muestra la distribución de estas en el SAR. El área del proyecto de las obras nuevas no incide sobre las corrientes de agua y se ubican a más de 1000 metros de distancia de la corriente de agua perenne más cercana (Figura IV.2.1.1.4.1-12).

Tabla IV.2.1.1.4.1-9.- Ductos que cruzan los cuerpos de agua presentes en el SAR.

No. 1	Ducto	Cuerpo de agua
1	Pozo Miquetla 9 - Bs Miquetla I	Río las Cañas
2	Pozo Miquetla 74 -Bs Miquetla I	Río Miquetla
3	Pozo Miquetla 81 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
4	Pozo Miquetla 113 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
5	Pozo Miquetla 75 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
6	Pozo Miquetla 80 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
7	Pozo Miquetla 79 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
8	Pozo Miquetla 4 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
9	Pozo Miquetla 85 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
10	Pozo Miquetla 83 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
11	Pozo Miquetla 82 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
12	Pozo Miquetla 78 -Bs Miquetla I	Río Miquetla
13	Pozo Miquetla 73 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
14	Pozo Miquetla 35 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
15	Pozo Miquetla 108 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
16	Pozo Miquetla 109 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
17	Pozo Miquetla 102 - Interconexión Ldd Miquetla-5	Río Miquetla
18	Pozo Miquetla 101 - Interconexión Ldd Miquetla-24	Río Miquetla
19	Pozo Miquetla 24 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
20	Pozo Miquetla 126 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
21	Pozo Miquetla 92 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
22	Pozo Miquetla 94 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
23	Pozo Miquetla 96 - Bs Miquetla I	Río Miquetla
24	Pozo Miquetla 114- Bs Miquetla I	Río Miquetla
25	Pozo Miquetla 112-Bs Miquetla I	Río Miquetla
26	Pozo Miquetla 111-Bs Miquetla I	Río Miquetla

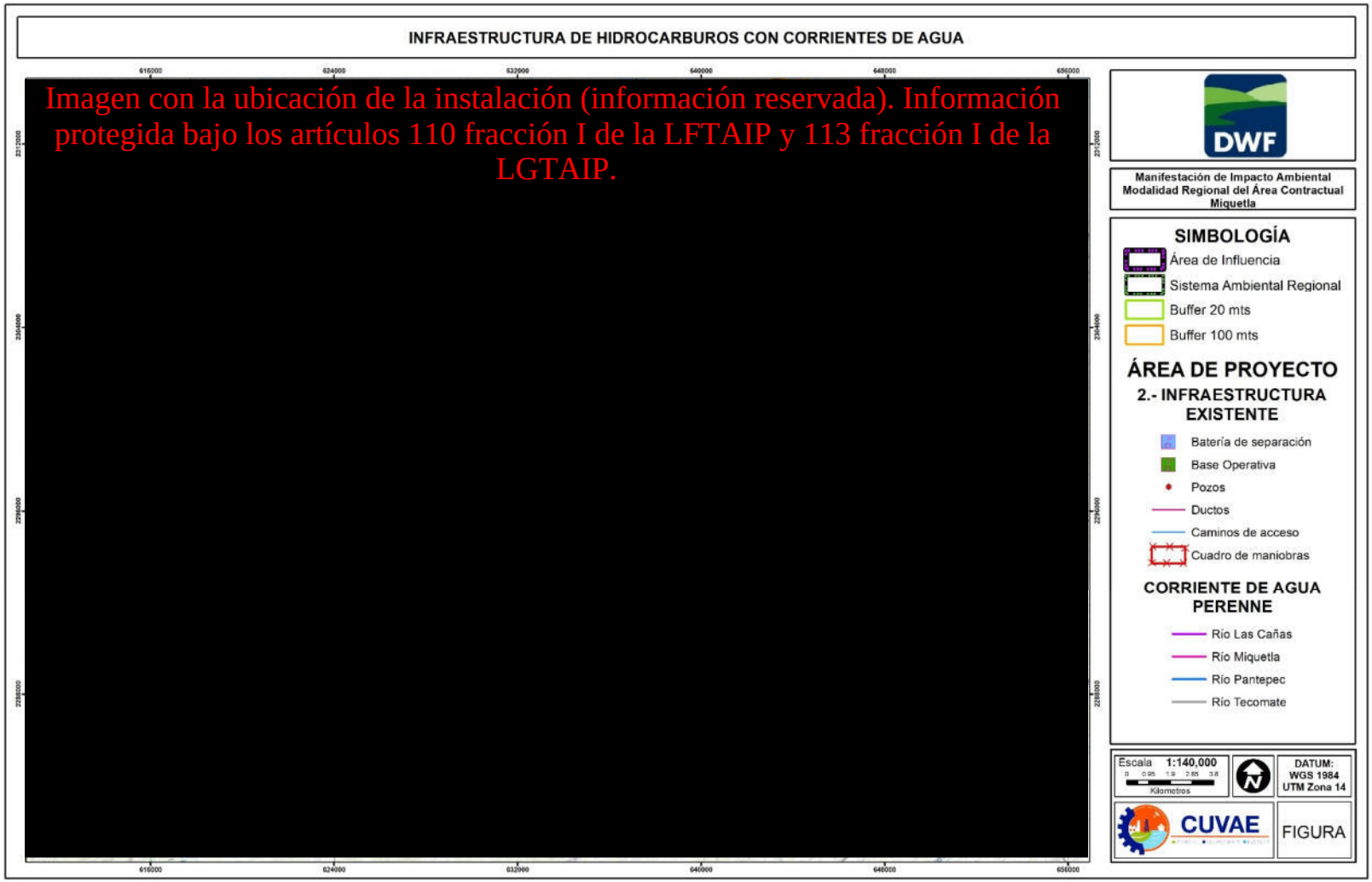


Figura IV.2.1.1.4.1-10.- Distancia de infraestructura existente a corrientes de agua en el SAR del ACM en buffer de 20 y 100 metros.

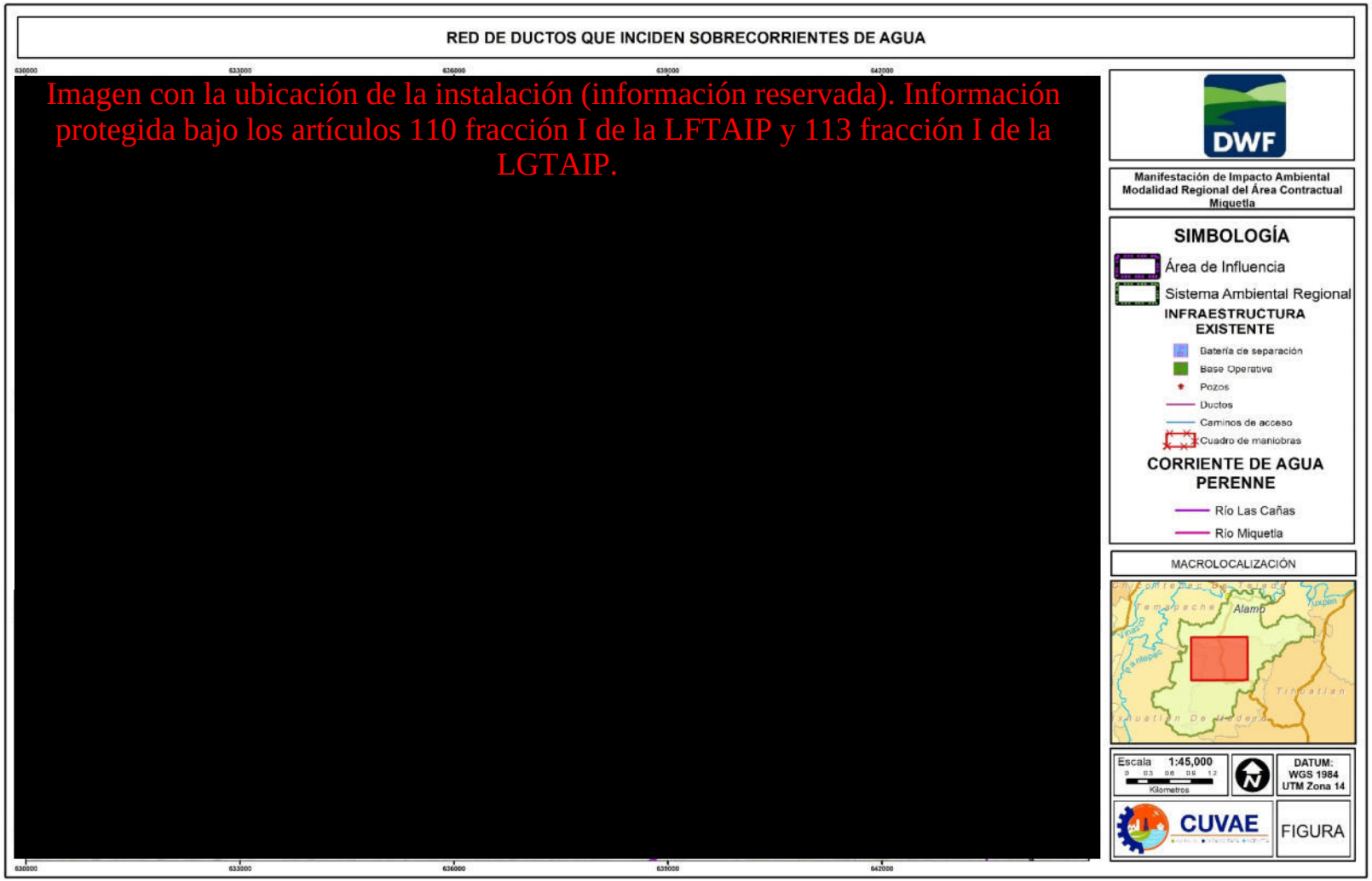


Figura IV.2.1.1.4.1-11.- Ductos que inciden con los cuerpos de agua dentro del área de influencia.

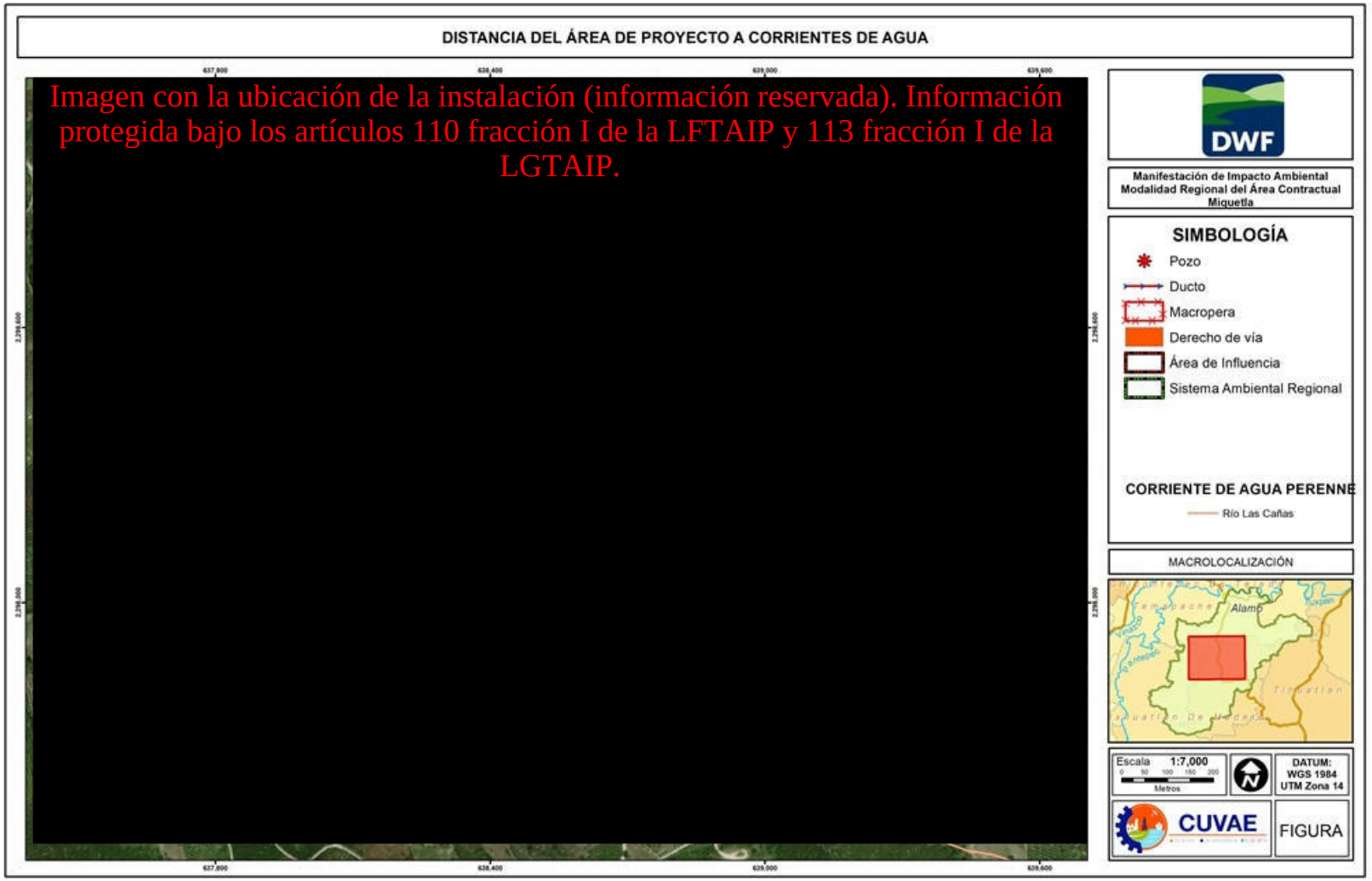


Figura IV.2.1.1.4.1-12.- Distancia del área del proyecto correspondiente a la construcción de obras nuevas con la corriente de agua más cercana.

IV.2.1.1.4.2 Estado actual del agua superficial (calidad del agua)

La calidad del agua es un atributo que mide las propiedades físicas, químicas y biológicas del líquido (Peters *et al.* 2009); su estado es determinante para el uso que se le asigne, ya sea como agua potable, para recreación, la agricultura o la industria, por lo que se hace necesaria la existencia de estándares de calidad específicos para los distintos usos (UNDP *et al.*, 2000). En México, la calidad del recurso hídrico se mide sistemáticamente a través de la Red Nacional de Monitoreo de la calidad del agua de cuerpos de agua superficiales de la Comisión Nacional del Agua desde el año 2005.

A lo largo de estas décadas, el crecimiento poblacional y principalmente el crecimiento industrial ha impactado los cuerpos de agua con sus descargas, las cuales vierten una serie de contaminantes tóxicos, tales como los metales pesados y los compuestos orgánicos, que no estaban considerados en el ICA (índice de calidad del agua), por lo que la evaluación que se hace actualmente con dicho índice es parcial y no necesariamente corresponde a la realidad. Por lo anterior y con el objeto de mejorar el criterio de evaluación de la calidad del agua, se ha considerado desarrollar un nuevo índice en sustitución del ICA que permita considerar la mayoría de las condiciones de las estaciones de medición de la Red Nacional de Monitoreo (Fuente: SEMARNAT, Comisión Nacional del Agua, Estadísticas del Agua en México, 1a edición, CNA, México, 2007).

Para determinar la calidad del agua en el área de influencia del Área Contractual Miquetla se analizaron los parámetros indicados en la guía de la agencia para la elaboración de la LBA, estos son : Potencial de hidrógeno (pH), Color, Turbidez, Grasas y aceites, Sólidos suspendidos totales, Hidrocarburos totales de petróleo (Fracción ligera, fracción media y fracción pesada), Hidrocarburos aromáticos policíclicos, Conductividad eléctrica, Dureza total, Nitritos, Nitratos, Fosfatos, Cloruros, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxigeno (DQO), Carbón Orgánico Total (COT), Coliformes totales, Clorofilas a, b y c, Coliformes fecales y Sólidos Disueltos Totales. Se tomaron los resultados obtenidos de la LBA del Área Contractual Miquetla. Para los sitios agregados para determinar la calidad del agua en el SAR se analizaron los parámetros de, conductividad eléctrica, temperatura, pH, oxígeno disuelto, solidos suspendidos

totales, DBO, DQO, Coliformes fecales, nitratos, nitrógeno amoniacal, fosfato e hidrocarburos (Fracción ligera, media y pesada).

Se realizará la comparación de los resultados con los parámetros indicadores del ICA (Índice de Calidad del Agua), como se observa en el informe de calidad del agua del año 2012 al 2016 actualizado por la CONAGUA en junio 2017, que muestran la influencia antropogénica desde el punto de vista de la afectación por la presencia de centros urbanos e industriales que por sus características producen desechos líquidos de calidad diferenciable. En la Tabla IV.2.1.1.4.1-10 se muestra el rango de clasificación, establecido por la CONAGUA.

La CONAGUA publica entre sus principales indicadores de calidad del agua, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), la demanda química de oxígeno (DQO) y la concentración de sólidos suspendidos totales (SST). La DBO_5 es un indicador de la cantidad de materia orgánica presente en el agua. Su incremento provoca la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua, creando condiciones de "anoxia" que dañan a las comunidades biológicas de los ecosistemas acuáticos.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO_5) es parámetro que se utiliza para estimar la cantidad de materia orgánica que es degradada por procesos biológicos. Un aumento en la DBO5 provoca una disminución en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, que es indispensable para que se mantenga la vida en los ecosistemas acuáticos. El origen de la materia orgánica susceptible a biodegradarse, son las aguas residuales domésticas.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es un parámetro que sirve para estimar la cantidad de materia orgánica en el agua que es oxidada o degradada por medios químicos. Este parámetro mide tanto materia orgánica biodegradable como no biodegradable. Un aumento en este parámetro indica presencia de aguas residuales no municipales, es decir, aguas residuales provenientes principalmente de la industria.

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) es un parámetro fisicoquímico que mide la cantidad de material (sólidos) que se encuentran suspendidos en el agua y no pueden ser disueltos. Su presencia causa turbiedad

en el agua y reducen la penetración de la luz solar en los cuerpos de agua, reduciendo la actividad fotosintética y limitando el crecimiento de plantas acuáticas. Su origen puede ser antropogénico, por medio de aguas residuales, o por procesos erosivos, principalmente en zonas agrícolas y zonas altamente deforestadas.

Tabla IV.2.1.1.4.1-10.- Indicadores de la Calidad del Agua. Escalas de clasificación.

CRITERIO (mg/l)	CLASIFICACIÓN	COLOR
COLIFORMES FECALES		
CF ≤ 100	**EXCELENTE** No contaminada	**AZUL**
100 < CF ≤ 200	**BUENA CALIDAD** Aguas superficiales con calidad satisfactoria para la vida acuática y para uso recreativo con contacto primario.	**VERDE**
200 < CF ≤ 1000	**ACEPTABLE** Aguas superficiales con calidad satisfactoria como fuente de abastecimiento de agua potable y para riego agrícola.	**AMARILLO**
1000 <CF≤ 10000	**CONTAMINADA** Aguas superficiales con contaminación bacteriológica.	**NARANJA**
CF >10000	**FUERTEMENTE CONTAMINADA** Aguas superficiales con fuerte contaminación bacteriológica.	**ROJO**
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO		
DQO ≤ 10	**EXCELENTE** No contaminada	**AZUL**
10 < DQO ≤ 20	**BUENA CALIDAD** Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable.	**VERDE**
20 < DQO_5 ≤ 40	**ACEPTABLE** Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente	**AMARILLO**
40 < DQO ≤ 200	**CONTAMINADA** Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal	**NARANJA**
DBO_5 > 200	**FUERTEMENTE CONTAMINADA** Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales	**ROJO**
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)		
SST ≤ 25	**EXCELENTE** Clase de excepción, muy buena calidad	**AZUL**
25 < SST ≤ 75	**BUENA CALIDAD** Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto	**VERDE**
75 < SST ≤ 150	**ACEPTABLE** Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido	**AMARILLO**
150 < SST ≤ 400	**CONTAMINADA** Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido	**NARANJA**
SST > 400	**FUERTEMENTE CONTAMINADA** Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces	**ROJO**
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO_5)		
DBO_5 ≤ 3	**EXCELENTE** No contaminada	**AZUL**
3 < DBO_5 ≤ 6	**BUENA CALIDAD** Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable	**VERDE**
6 < DBO_5 ≤ 30	**ACEPTABLE** Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente	**AMARILLO**
30 < DBO_5 ≤ 120	**CONTAMINADA** Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal	**NARANJA**
DBO_5 > 120	**FUERTEMENTE CONTAMINADA** Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales	**ROJO**

Fuente: Subdirección General Técnica, CONAGUA. (Modificado de Porcella, D.B. (1983). Protocol for Bioassessment of Hazardous Waste Sites, Environmental Research Laboratory, U.S.Environmental Protection Agency, Corvallis, OR, EPA 60072-83/054, NTIS Publ. No. PB83-241737. Citado por: Burton, G. A. y Pitt E. R. (2002).Stormwater effect handbook: a toolbox for watershed managers, scientist, and engineers.Lewis Publishers. A CRC Press Company.

IV.2.1.1.4.2.1 Localización de los puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se localizan distribuidos en el sistema ambiental, dentro de los principales cuerpos de agua, los cuerpos de agua seleccionados para muestreo son: río Miquetla que corre de oeste a este en un inicio y cruza el área de influencia girando al noreste hasta desembocar en el río Pantepec, río las Cañas incide en la parte suroeste del SAR continuando al noroeste cruzando la esquina sureste del área de influencia y continuando hasta desembocar en el río Pantepec y el río Pantepec que delimita el Sistema Ambiental Regional en la parte norte.

En la Tabla IV.2.1.1.4.1-11 se muestra la localización puntual de cada sitio de muestreo, corresponden a las tres corrientes de agua, ríos Miquetla, las Cañas y río Pantepec, se presentan las coordenadas del sitio de muestreo y la identificación de la muestra, así como la localidad en la que se encuentra y su ubicación en relación a la corriente de agua, que puede ser aguas arriba, en el centro o aguas abajo. En la Figura IV.2.1.1.4.1-13 se presenta la ubicación de cada sitio de muestreo, las corrientes de agua y el SAR.

Tabla IV.2.1.1.4.1-11.- Localización de los sitios de muestreo en cuerpos de agua superficial en el SAR del Área Contractual Miquetla.

Identificación	Cuerpo de agua	Localidad	Coordenadas WGS84		Ubicación
			X	Y	
Sitios realizados en la LBA dentro					
HSP-MIQ-LBA-01	Río Miquetla	Palma real de adentro	Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.		Aguas arriba
HSP-MIQ-LBA-02	Río Miquetla	Paso del Arroyo			Aguas arriba
HSP-MIQ-LBA-03	Río Miquetla	Miquetla			Centro
HSP-MIQ-LBA-04	Río Miquetla	Tincontlan			Aguas Abajo
HSP-MIQ-LBA-05	Río las Cañas	La lima nueva			Aguas arriba
HSP-MIQ-LBA-06	Río las Cañas	Castillo de Teayo			Centro
HSP-MIQ-LBA-07	Río las Cañas	La Lima Vieja			Aguas abajo
Sitios realizados en la MIA-R dentro del SAR					
HSP-MIA-R-06	Río Miquetla	Las Balsas	628863	2300132	Aguas arriba
HSP-MIA-R-02	Río Miquetla	Jardín Viejo	639817	2313029	Aguas Abajo
HSP-MIA-R-01	Río Pantepec	Alamo Temapache	638481	2313579	Aguas arriba
HSP-MIA-R-03	Río Pantepec	Hidalgo de amajac	646439	2312798	Aguas Abajo
HSP-MIA-R-04	Río Pantepec	Paso Real	644757	2314567	Centro
HSP-MIA-R-05	Río las Cañas	Chijolar	656653	2305330	Aguas Abajo
HSP-MIA-R-07	Río las Cañas	Las Adjuntas	631162	2288557	Aguas arriba

Figura IV.2.1.1.4.1-13.- Puntos de muestreo de agua superficial en el SAR del Área Contractual Miquetla.

IV.2.1.1.4.2.2 Descripción de los sitios de muestreo de Hidrología Superficial

Río Miquetla sitio HSP-MIA-R-06.- Este punto de muestreo corresponde al río Miquetla, en la parte que corresponde aguas arriba del SAR, a la altura de la localidad Plan de arroyo, el sitio se localiza en el lado oeste del SAR del área contractual. La corriente en este sitio corresponde a un escurrimiento muy angosto menor a dos metros de ancho y laminar en la mayor parte, formando pequeñas pozas como la que se observa en la fotografía de donde se tomó la muestra, se encuentra inmerso con un área agrícola correspondiente al cultivo de cítricos, conforme sigue su curso incrementa un poco su cauce. Las coordenadas donde se tomó la muestra son X 628863 Y 23002132 (Fotografía IV.2.1.1.4.1-29 y IV.2.1.1.4.1-30).

Fotografía IV.2.1.1.4.1-29.- Río Miquetla, aguas arriba.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-30.- Río Miquetla, aguas arriba.

Río Miquetla HSP-MIQ-LBA-01.- Este punto de muestreo corresponde al río Miquetla, en los datos topográficos se identifica como río moralillo y de acuerdo a la red hidrográfica se aprecia que es la misma corriente del río Miquetla, aquí es importante mencionar que una corriente puede cambiar de nombre en su trayectoria por cuestiones de límites económicos como municipios o estados sin dejar de ser la misma corriente de agua, el sitio se ubica al Oeste de la localidad Palma Real de Adentro a un lado de un camino vecinal, colinda con cultivos de cítricos. Las coordenadas donde se tomó la muestra son

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-31.- Río Miquetla aguas arriba, área de influencia.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-32.- Toma de la muestra.

Río Miquetla sitio HSP-MIQ-LBA-02.- Este punto de muestreo corresponde al río Miquetla, en la parte que corresponde aguas arriba, a la altura de la localidad Paso del Arroyo, el sitio se localiza en la esquina SW del área contractual, las coordenadas se ubican en el límite del AC, no hay acceso al río Miquetla en esta zona debido al terreno accidentado. El punto de muestreo se ubicó en un cruce con un camino que comunica con la localidad el Tecomate, colinda al Norte con un área agrícola correspondiente al cultivo de maíz, al Sur colinda con un área agropecuaria para pastoreo de ganado bovino. Las coordenadas donde se tomó la

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-33.- Río Miquetla, aguas arriba.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-34.- Toma de la muestra.

Río Miquetla sitio HSP-MIQ-LBA-03.- Este punto de muestreo corresponde al río Miquetla, en la parte central del río Miquetla dentro del área contractual, se localiza en la localidad de Miquetla, el punto de muestreo colinda al Este con una parcela de cítricos y con el Pozo Miquetla 29 a 200 metros, al Oeste con una instalación de almacenamiento y con la Estación Miquetla 1. Las coordenadas donde se tomó la muestra son

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-35.- Río Miquetla parte centro.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-36.- Toma de la muestra.

Río Miquetla sitio HSP-MIQ-LBA-04.- Este punto de muestreo corresponde al río Miquetla, en la parte que corresponde aguas abajo del área de influencia, el sitio se ubica al Norte de la localidad Tincontlan ligeramente en el límite exterior del área contractual cerca de la localidad La providencia Aquiles Serdán conocida como el nueve en la zona, el sitio se localiza en el Norte del área contractual. El punto de muestreo se ubicó en un puente, colinda con zonas agrícolas de cultivo de naranja, mandarina y maíz, así como zonas de pastoreo de ganado bovino. Las coordenadas donde se tomó la muestra son (Fotografía IV.2.1.1.4.1-37 y IV.2.1.1.4.1-38).

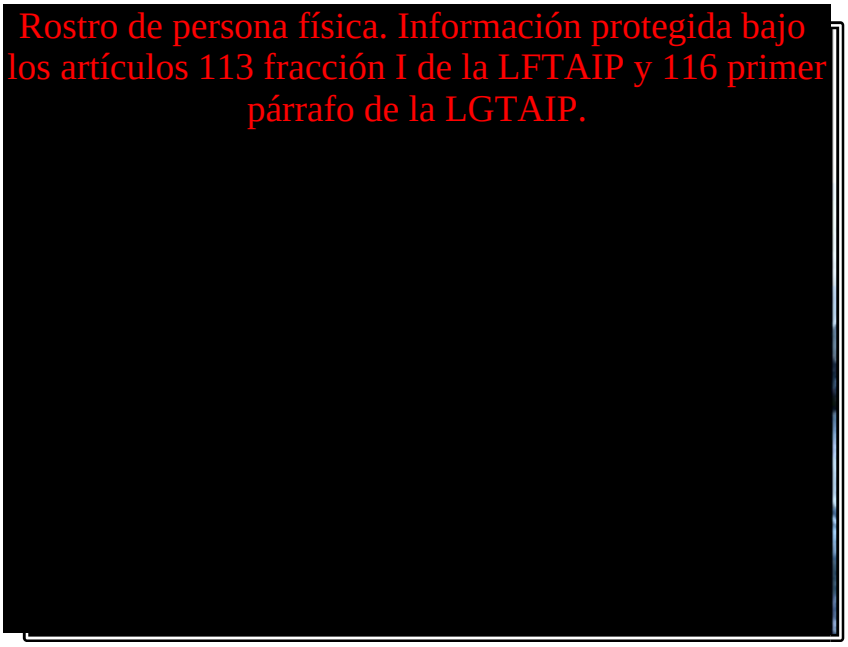
Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-37.- Río Miquetla aguas abajo.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-38.- Vista panorámica del sitio de muestreo.

Río Miquetla sitio HSP-MIA-R-02.- Este punto de muestreo corresponde al río Miquetla, en la parte que corresponde aguas abajo del SAR previo a desembocar en el río Pantepec, el sitio se ubica en la localidad Jardín Viejo de Álamo Temapache Veracruz. El punto de muestreo se ubicó en un puente que comunica a la localidad, colinda con zonas agrícolas de cultivo de naranja, las coordenadas donde se tomó la muestra son X=639817 Y=2313029 (Fotografías IV.2.1.1.4.1-39 y IV.2.1.1.4.1-40, la toma de la muestra se realizó de forma directa.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-39.- Río Miquetla aguas abajo.



Fotografía IV.2.1.1.4.1-40.- Vista panorámica del sitio de muestreo.

Río las Cañas sitio HSP-MIA-R-7.- El sitio de muestreo corresponde al río las Cañas aguas arriba del sistema ambiental, esta corriente pasa por la localidad el Xuchil, Francisco Lujan Adame (Dos pasos), Las Balsas entre otras. La muestra se recolectó en la localidad Las Adjuntas, como se puede observar en las Fotografías IV.2.1.1.4.1-41 y IV.2.1.1.4.1-42 es una corriente laminar formando pozas poco profundas en su trayectoria, durante la mayor parte del año así se mantiene, en las épocas de lluvias o eventos extraordinarios de lluvia incrementa su cauce de forma temporal. La muestra se recolectó de forma directa en las coordenadas X=631162 Y=2288557.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-41.- Río las Cañas, aguas arriba.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-42.- Corriente laminar en este punto de muestreo.

Río las Cañas sitio HSP-MIQ-LBA-05.- Este punto de muestreo corresponde al río las Cañas que como ya se ha descrito es una corriente intermitente de escasa profundidad, este sitio corresponde a la parte de aguas arriba, el sitio se ubica en la localidad la Lima Nueva, se localiza en el sur del área contractual. El acceso al punto de muestreo se encuentra en un terreno accidentado poco accesible, colinda con una zona urbanizada y con cultivos de maíz y terrenos de pastoreo de ganado bovino. Las coordenadas donde se tomó la muestra

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-43.- Río las Cañas, aguas arriba.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-44.- Toma de la muestra.

Río las Cañas sitio HSP-MIQ-LBA-06.- Este punto de muestreo corresponde al río las Cañas, en la parte que corresponde a la parte central de la corriente del área que incide en el área de influencia, el sitio se localiza en la esquina SE del área contractual al Norte de la localidad de Castillo de Teayo, colinda con zona urbana y terrenos agropecuarios. Las coordenadas donde se tomó la muestra so (Fotografía IV.2.1.1.4.1-45 y IV.2.1.1.4.1-46).

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-45.- Río las calas parte central.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-46.- Toma de la muestra.

Río las Cañas sitio HSP-MIQ-LBA-07.- Este punto de muestreo corresponde al río las Cañas, en la parte que corresponde a aguas abajo, el sitio se ubica en la localidad La Lima Vieja en el límite exterior al Este del área contractual. El punto de muestreo se ubicó debajo de un puente, colinda con zonas urbanas y terrenos agrícolas de cultivo de naranja. Las coordenadas donde se tomó la muestra son (Fotografías IV.2.1.1.4.1-47 y IV.2.1.1.4.1-48).

Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-47.- Río las Cañas, aguas abajo del AI.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-48.- Toma de la muestra.

Río las Cañas sitio HSP-MIA-R-05.- Este punto de muestreo corresponde al río las Cañas, en la parte que corresponde a la parte aguas abajo de la corriente de SAR en el lado este, en esta parte de la corriente presenta un cauce más amplio y con más caudal que la parte de aguas arriba, esto se debe a que en su trayectoria recibe aportaciones de otros escurrimientos como el río tecomate que justo en este sitio confluye con el río las Cañas que continúa su recorrido al Norte hasta desembocar en el río Pantepec. La muestra se tomó en un puente que comunica las localidades de zapotal santa cruz y el ejido chijolar. Las coordenadas donde se tomó la muestra son X=656653 Y=2305330 (Fotografía IV.2.1.1.4.1-49 y IV.2.1.1.4.1-50).

Fotografía IV.2.1.1.4.1-49.- Río las Cañas aguas abajo.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-50.- Vista panorámica.

Río Pantepec sitio HSP-MIA-R-01.- Este punto de muestreo corresponde al río Pantepec que sirve de límite de nuestro Sistema Ambiental Regional en la parte norte y en donde desembocan las otras dos corrientes perennes que cruzan por el área de influencia de la zona de estudio y el área del proyecto. El punto de muestreo se ubicó en lo que corresponde aguas arriba en la parte norte de la ciudad de Álamo Veracruz. Las coordenadas donde se tomó la muestra son X=638481 Y=2313579 (Fotografías IV.2.1.1.4.1-51 y IV.2.1.1.4.1-52).

Fotografía IV.2.1.1.4.1-51.- Río Pantepec aguas arriba del SAR.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-52.- Toma de la muestra.

Río Pantepec sitio HSP-MIA-R-04.- Este punto de muestreo corresponde al río Pantepec en la parte centro de la parte que incide en el SAR y aguas abajo de la desembocadura del río Miquetla, el sitio se localiza al noroeste de la localidad del Hidalgo de Amajac y colinda al norte con la localidad buena vista molino y al sur y al este con zonas de cultivo de cítricos. Las coordenadas donde se tomó la muestra son X=646439 Y= 2312798 (Fotografías IV.2.1.1.4.1-53 y IV.2.1.1.4.1-54).

Fotografía IV.2.1.1.4.1-53.- Río las calas parte central.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-54.- Toma de la muestra.

Río Pantepec sitio HSP-MIA-R 03.- Este punto de muestreo corresponde al río Pantepec, en la parte que corresponde aguas abajo de la corriente del área que incide en el lado este del SAR, se ubica entre la localidad de paso real y rancho nuevo, esta parte del río Pantepec presenta el cauce más amplio y con mayor caudal, la toma fue directa y para este punto de muestreo se utilizó una embarcación menor. Las coordenadas donde se tomó la muestra son X=644757 Y=2314567 (Fotografías IV.2.1.1.4.1-55 y IV.2.1.1.4.1-56).

Fotografía IV.2.1.1.4.1-55.- Río Pantepec aguas abajo.

Fotografía IV.2.1.1.4.1-56.- Toma de la muestra.

IV.2.1.1.4.2.3 Resultados de los análisis de laboratorio realizados a las muestras de agua superficial

Se presenta el concentrado de los resultados obtenidos del laboratorio de las 14 muestras superficiales analizadas y se compara con los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89 como se requiere en base a la guía emitida por la agencia, se integran en el **Anexo "L"** los originales del laboratorio junto con las hojas de campo y las respectivas cadenas de custodia de cada muestra colectada y analizada en el laboratorio acreditado ante la EMA.

En la Tabla IV.2.1.1.4.1-12 se presenta el comparativo realizado de acuerdo a los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89 se observa que de los parámetros analizados 13 coinciden con los criterios ecológicos y de estos 13 solo cuatro parámetros se encuentran fuera del nivel máximo establecido en algunas de las muestras tomadas para cada corriente de agua, estos parámetros son: Coliformes fecales, Sustancias Activas al Azul de Metileno, Sólidos Disueltos Totales y nitrógeno amoniacal, cada uno tiene relación directa con la materia orgánica que se encuentra en las corrientes de agua, el resultado está asociado a las actividades antropogénicas como la descarga directa de aguas de uso doméstico a los escurrimientos que las transportan a las corrientes de agua, así como el uso de fertilizantes en la zona agrícola adyacente a las corrientes de agua, el resto de los parámetros que se analizaron están en función de lo requerido en la guía para la elaboración y presentación de la línea base ambiental previo al inicio de actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en áreas terrestres y no se encuentran listados en las tablas de los criterios ecológicos de calidad del agua CE-CCA-001/89. Es importante mencionar que tanto el río Miquetla y río las Cañas no presentan caudales de agua importantes que se utilicen para uso o consumo humano, o para acuacultura por las características de un caudal casi nulo y un cauce muy angosto en zonas de un metro e incrementando aguas abajo. De los análisis realizados a las corrientes de agua en el SAR el río Pantepec solo presenta valores altos en Coliformes fecales producto de las múltiples descargas de aguas residuales de uso doméstico.

Tabla IV.2.1.1.4.1-12.- Resultado de los análisis de laboratorio de las muestras tomadas en el SAR del Área Contractual Miquetla, comparados con los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89.

Parámetros	Sitios de muestreo LBA Miquetla.							Nivel Máximo
	Río Miquetla				Río las Cañas			Cumple
	Aguas arriba	Aguas arriba	Centro	Aguas abajo	Aguas arriba	Centro	Aguas abajo	Si
	Sitio 01	Sitio 02	Sitio 03	Sitio 04	Sitio 05	Sitio 06	Sitio 07	No
Conductividad	[redacted]							N.A.
Ph								5-9
Oxígeno Disuelto								5
Temperatura								N.A.
Color								75
Turbiedad								N.A
Hidrocarburos Fracción Ligera								N.A
Hidrocarburos Fracción Media								N.A
Hidrocarburos Fracción Pesada								N.A
Acenafteno								0.02
Acenaftileno								N.A
Antraceno								N.A
Benzo(A)Antraceno								N.A
Benzo(A)Pireno								N.A
Benzo(B)Fluoranteno								N.A
Benzo(Ghi) Perileno								N.A
Benzo(K) Fluoranteno								N.A
Criseno								N.A
Dibenzo(Ah)Antraceno								N.A
Fenantreno								N.A
Fluoranteno								0.04
Fluoreno								N.A
Indeno (1,2,3-Cd) Pireno								N.A
Naftaleno Mg/L								0.02
Pireno								N.A
Coliformes Totales								N.A.

Resultados de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Coliformes Fecales	Resultados de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	200
DQO		N.A
DBO		N.A
SAAM		0.5

Continuación Tabla IV.2.1.1.4.1-12

Parámetros	Sitios de muestreo LBA Miquetla.							Nivel Máximo
	Río Miquetla				Río las Cañas			Cumple
	Aguas arriba	Aguas arriba	Centro	Aguas abajo	Aguas arriba	Centro	Aguas abajo	Si
	Sitio 01	Sitio 02	Sitio 03	Sitio 04	Sitio 05	Sitio 06	Sitio 07	No
Grasas y Aceites	Resultados de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.							N.A
Carbono Orgánico Total								N.A
Nitrógeno de Nitritos								0.05
Nitrógeno de Nitratos								5.0
Fosfatos Totales								N.A
Salinidad								N.A
SST								500
SDT								500
Dureza Total								N.A
Cloruros								250
Clorofila-A								N.A
Clorofila-B								N.A
Clorofila-C								N.A
Parámetros								**Nivel Máximo Cumple**
								Si
								No
Conductividad								N.A.
Ph								5-9
Oxígeno Disuelto								5
Temperatura								N.A.
Coliformes Fecales								200
DBO								N.A
DQO								N.A
Nitrógeno amoniacal								0.06
Nitrógeno de Nitratos								5.0
Fosfatos Totales								N.A
SST								500
Hidrocarburos Fracción Ligera								N.A
Hidrocarburos Fracción Media								N.A

Hidrocarburos Fracción Pesada	Resultados de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	N.A

Con relación a l ados y a la comparación con la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 que si bien es cierto es para suelos se ha realizado la adaptación por los laboratorios para poder utilizarla de referencia toda vez que no existe normatividad en México para estos parámetros en agua (Tabla IV.2.1.1.4.1-13). Otros análisis relevantes realizados en el estudio por las actividades que desarrolla DWF dentro del AC Miquetla son los hidrocarburos en sus fracciones ligera, media y pesada y de acuerdo con los resultados de laboratorio no se presenta contaminación por hidrocarburos (Tabla IV.2.1.1.4.1-14).

Tabla IV.2.1.1.4.1-13.- Resultados de los Hidrocarburos Poliaromáticos de las muestras tomadas en el área de influencia del área del proyecto comparados con los LMP de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Parámetro	Río Miquetla				Río las Cañas			LMP
	Sitio 01	Sitio 02	Sitio 03	Sitio 04	Sitio 05	Sitio 06	Sitio 07	
Acenafteno (83-32-9)	Resultados de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.							***
Acenaftileno (208-96-8)								***
Antraceno (120-12-7)								***
Benzo (A) Antraceno								2
Benzo (A) Pireno (50-32-8)								2
Benzo (B) Fluoranteno								2
Benzo (G,H,I) Perileno								***
Benzo (K) Fluoranteno								8
Criseno (218-01-9)								***
Dibenzo (A,H) Antraceno								2
Fenantreno (85-01-8)								***
Fluoranteno (206-44-0)								***
Fluoreno (86-73-7)								***
Indeno (1,2,3,C-D) Pireno								2
Naftaleno (91-20-3)								***
Pireno (129-00-0)								***

Tabla IV.2.1.1.4.1-14.- Resultados de las fracciones de hidrocarburos ligera, mediana y pesada de las muestras tomadas en los cuerpos de agua presentes en SAR del Área Contractual Miquetla comparados con los LMP de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Corriente de agua	Sito de muestreo	Fracción Ligera	Fracción Mediana	Fracción Pesada
		LMP 200	LMP 1200	LMP 3000
Río miquetla	HSP-MIQ-LBA-01	< 0,3000	< 0,3000	< 6,0000
	HSP-MIQ-LBA-02	< 0,3000	< 0,3000	< 6,0000
	HSP-MIQ-LBA-03	< 0,3000	< 0,3000	< 6,0000
	HSP-MIQ-LBA-04	< 0,3000	< 0,3000	< 6,0000
	HSP-MIA-R-06	< 0,3000	< 0,3000	< 0,0060
	HSP-MIA-R-02	0,0012	< 0,3000	< 0,0060
Río las Cañas	HSP-MIQ-LBA-05	< 0,3000	< 0,3000	< 6,0000
	HSP-MIQ-LBA-06	< 0,3000	< 0,3000	< 6,0000
	HSP-MIQ-LBA-07	< 0,3000	< 0,3000	< 6,0000
	HSP-MIA-R-05	< 0,3000	< 0,3000	< 0,0060
	HSP-MIA-R-07	< 0,3000	< 0,3000	< 0,0060
Río Pantepec	HSP-MIA-R-01	< 0,3000	< 0,3000	< 0,0060
	HSP-MIA-R-03	< 0,3000	< 0,3000	< 0,0060
	HSP-MIA-R-04	< 0,3000	< 0,3000	< 0,0060
LMP: Límite máximo permisible NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012				

El análisis comparativo de los resultados de los cuerpos de agua superficial, con el Índice de Calidad del Agua de la CONAGUA, utilizando los rangos de los parámetros de coliformes fecales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales se observan en la Tabla IV.2.1.1.4.1-15.

El río Miquetla presenta contaminación por Coliformes fecales y en tres sitios de los seis muestreados por DQO, esto debido a que presentan descargas de aguas residuales de uso doméstico por la falta de servicios como alcantarillado en algunas localidades que colindan con esta corriente de agua. Con relación a la DBO y SST se encuentra en un rango de aceptable a excelente calidad. Un dato relevante es que este río no presenta

características como para aprovechamiento de uso o consumo humano o para actividades recreativas o pesca por su baja profundidad y el cauce muy angosto.

El río las Cañas presenta las mismas condiciones de índice de calidad del agua, contaminación por Coliformes fecales, dos sitios de los cinco con contaminación por DQO y en DBO y SST con calidad excelente indicada en color azul. Esta corriente al igual que el río Miquetla son muy angostos y un caudal laminar en algunos puntos e incrementa su cauce aguas abajo previo a la desembocadura con el río Pantepec. Aguas arriba no se aprecia alcantarillado en las localidades que colindan con la corriente.

El río Pantepec no tiene interacción con el área del proyecto y su área de influencia, sirve de límite del SAR en la parte norte en la ciudad de Álamo Veracruz y al igual que los río Miquetla y las Cañas presenta contaminación por Coliformes fecales en los parámetros de DBO y SST presenta una calidad de agua excelente y en DQO va de aceptable a excelente.

Tabla IV.2.1.1.4.1-15.- Índice de calidad del agua en los sitios de muestreo de acuerdo con los indicadores establecidos por la CONAGUA.

Sitio de muestreo		ICA de la CONAGUA			
Corriente de agua	Identificación	Coliformes Fecales	DBO	DQO	SST
Río Miquetla	HSP-MIQ-LBA-02				
Río Miquetla	HSP-MIQ-LBA-03				
Río Miquetla	HSP-MIQ-LBA-04				
Río Miquetla	HSP-MIQ-LBA-01				
Río Miquetla	HSP-MIA-R-06				
Río Miquetla	HSP-MIA-R-02				
Río las Cañas	HSP-MIQ-LBA-05				
Río las Cañas	HSP-MIQ-LBA-06				
Río las Cañas	HSP-MIQ-LBA-07				
Río las Cañas	HSP-MIA-R-07				
Río las Cañas	HSP-MIA-R-05	210	3,492	49,928	28,000
Río Pantepec	HSP-MIA-R-01	1100	<2,000	25,285	< 10,000
Río Pantepec	HSP-MIA-R-04	1100	<2,000	5,642	< 10,000
Río Pantepec	HSP-MIA-R-03	>2400	<2,000	25,642	< 10,000

Resultados de la Línea Base Ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Excelente	CF ≤ 100	DBO_5 ≤ 3	DQO ≤ 10	SST ≤ 25
Buena	100 < CF ≤ 200	3 < DBO_5 ≤ 6	10 < DQO ≤ 20	25 < SST ≤ 75
Aceptable	200 < CF ≤ 1000	6 < DBO_5 ≤ 30	20 < DQO_5 ≤ 40	75 < SST ≤ 150
Contaminada	1000 <CF≤ 10000	30 < DBO_5 ≤ 120	40 < DQO ≤ 200	150 < SST ≤ 400
Fuertemente Contaminada	CF >10000	DBO_5 > 120	DBO_5 > 200	SST > 400

IV.2.1.1.4.2.4 Métodos analíticos

El análisis de cada muestra para cada parámetro considerado en el presente estudio se realizó mediante los métodos analíticos que se presentan en la Tabla IV.2.1.1.4.1-16. Estos métodos están acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y en ellos se describe el proceso de análisis, los reactivos y patrones a utilizar, los materiales y equipos que se deberán emplear, el método de recolección que especifica qué cantidad de muestra se requiere para su análisis, en que envase se debe de colectar la muestra, si requiere o no preservación adicional en campo para conservar la muestra entre el lapso de la colecta y el análisis, el procedimiento paso a paso de cómo se realizará el análisis, el control de calidad requerido, los cálculos necesarios y las unidades en las que se entregarán los resultados.

Tabla IV.2.1.1.4.1-16.- Métodos analíticos utilizados.

Parámetro	Método analítico
Coliformes Fecales Nmp/100 Ml	NMX-AA-042-SCFI-2015
Coliformes Totales Nmp/100 Ml	NMX-AA-042-SCFI-2015
Oxígeno Disuelto Mg/L	NMX-AA-012-SCFI-2001
Ph Uph	NMX-AA-008-SCFI-2016
Temperatura Agua °C	NMX-AA-007-SCFI-2013
Salinidad Ppt	SM 20th 2520B-19
CONDUCTIVIDAD µs/Cm	NMX-AA-093-SCFI-2018
Hidrocarburos Fracción Ligera Mg/L	EPA 8015D 2003
Hidrocarburos Fracción Media Mg/L	EPA 8015D 2003
Hidrocarburos Fracción Pesada Mg/L	EPA 1664B 1999
Color Platino Cobalto U Pt-Co	NMX-AA-045-SCFI-2001
Turbiedad 1 Unt	NMC-AA-038-SCFI-2001
Acenafteno Mg/L	EPA 8270D-2007
Acenaftileno Mg/L	EPA 8270D-2007
Antraceno Mg/L	EPA 8270D-2007
Benzo(A)Antraceno Mg/L	EPA 8270D-2007
Benzo(A)Pireno Mg/L	EPA 8270D-2007
Benzo(B)Fluoranteno Mg/L	EPA 8270D-2007

Benzo(Ghi)Perileno Mg/L	EPA 8270D-2007
Benzo(K)Fluoranteno Mg/L	EPA 8270D-2007
Criseno Mg/L	EPA 8270D-2007

Continuación Tabla IV.2.1.1.4.1-16

Parámetro	Método analítico
Dibenzo(Ah)Antraceno Mg/L	EPA 8270D-2007
Fenantreno Mg/L	EPA 8270D-2007
Fluoranteno Mg/L	EPA 8270D-2007
Fluoreno Mg/L	EPA 8270D-2007
Indeno (1,2,3-Cd) Pireno Mg/L	EPA 8270D-2007
Naftaleno Mg/L	EPA 8270D-2007
Pireno Mg/L	EPA 8270D-2007
Demanda Química De Oxígeno Total Mg/L	NMX-AA-030/2-SCFI-2011
Demanda Bioquímica De Oxígeno (Dbo5) Mg/L	NMX-AA-028-SCFI-2001
Sustancias Activas Al Azul De Metileno Mg/L	NMX-AA-039-SCFI-2001
Grasas Y Aceites Mg/L	NMX-AA-005-SCFI-2013
Dureza Total Mg/L	NMX-AA-072-SCFI-2001
Cloruros Mg/L	NMX-AA-073-SCFI-2001
Fosfatos Totales Mg/L	EPA 365.1 1993
Nitrógeno De Nitritos Mg/L	EPA 353.2 1993
Nitrógeno De Nitratos Mg/L	EPA 353.2 1993
Sólidos Suspendidos Totales Mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2015
Sólidos Disueltos Totales Mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2015
CLOROFILA-B µg/L	SM 10200H
CLOROFILA-C µg/L	SM 10200H
Carbono Orgánico Total Mg/L	EPA 415.3-2009
CLOROFILA-A µg/L	SM 10200H

IV.2.1.1.4.3 Conclusiones

En base a los resultados obtenidos de los análisis realizados a las 3 corrientes de agua superficial en el SAR del Área Contractual Miquetla se tiene como conclusión que la calidad del agua presente en las corrientes perennes se considera de buena calidad con los parámetros de la guía de criterios para la calidad del agua en 9 parámetros de los trece que coinciden de los 43 analizados de acuerdo con el requerimiento de la guía de la agencia para la elaboración de la LBA. Las tres corrientes de agua presentan los mismos problemas de contaminación por Coliformes fecales, SDT y SAAM, todos relacionados con las actividades domésticas (lavar ropa, aseo personal, letrinas) que se llevan a cabo en la región. Las descargas de agua residual a las corrientes

de agua y la ausencia de alcantarillado en la zona se pueden considerar como un factor para obtener estos resultados.

De acuerdo a los resultados de hidrocarburos totales de petróleo en sus fracciones ligeras, media y pesada así como los valores obtenidos de hidrocarburos poliaromáticos, indican que no se presenta contaminación en las tres corrientes de agua en las 14 muestras analizadas en el tiempo de la realización de la LBA y la MIA-R. Todas las muestras fueron recolectadas por signatarios acreditados ante la EMA y analizadas por el laboratorio Sistemas de Ingeniería Ambiental S.A. de C.V. acreditado ante la EMA y aprobado por la Comisión Nacional del Agua. Del ICA para las corrientes de agua superficial se determina que existe contaminación bacteriológica por Coliformes fecales en las tres corrientes de agua, en DBO y SST no existe contaminación y en DQO los valores en algunos sitios presentan indicadores de contaminación, cabe recordar que las tres corrientes presentan materia orgánica de vegetación circundante, descargas de agua residual y los arrastres de suelo y fertilizantes de la zona agrícola que predomina en el área contribuyen a estos valores obtenidos. El agua es uno de los recursos que se debe cuidar en cada proceso que se realiza, asegurando la integridad y disponibilidad para las futuras generaciones, en el proyecto que DWF presenta para evaluación no se afectará la disponibilidad de agua superficial, con las actividades a desarrollar. Las subcuencas en las que se encuentra el proyecto están en el estatus de Disponibilidad de acuerdo con los datos publicados por la CONAGUA y el agua que se utilizará será de proveedores de servicios que cuenten con los títulos de concesión vigentes.

IV.2.1.1.4.2 Hidrología subterránea

El Sistema Ambiental Regional Miquetla se localiza dentro del territorio que constituye el acuífero Álamo-Tuxpan, definido con la clave 3014 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de las Aguas Subterráneas (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la porción norte del estado de Veracruz, entre las coordenadas UTM zona 14Q 5685000 y 661700 m E y los 2230000 y 2350000 m N. Hacia su extremo suroccidental abarca parte de los estados de Puebla e Hidalgo, limita al norte y oeste con el acuífero Tampico-Misantla del estado de Veracruz; al este con el Golfo de México, al sur con los acuíferos Poza Rica, del estado de Veracruz y Puebla, Acaxochitlán, estados Hidalgo y Puebla, y Valle de Tulancingo, estado de Hidalgo; al suroeste con el acuífero Meztitlán, que comprende parte de los estados de Hidalgo y Veracruz (Figura IV.2.1.1.4.2-1).

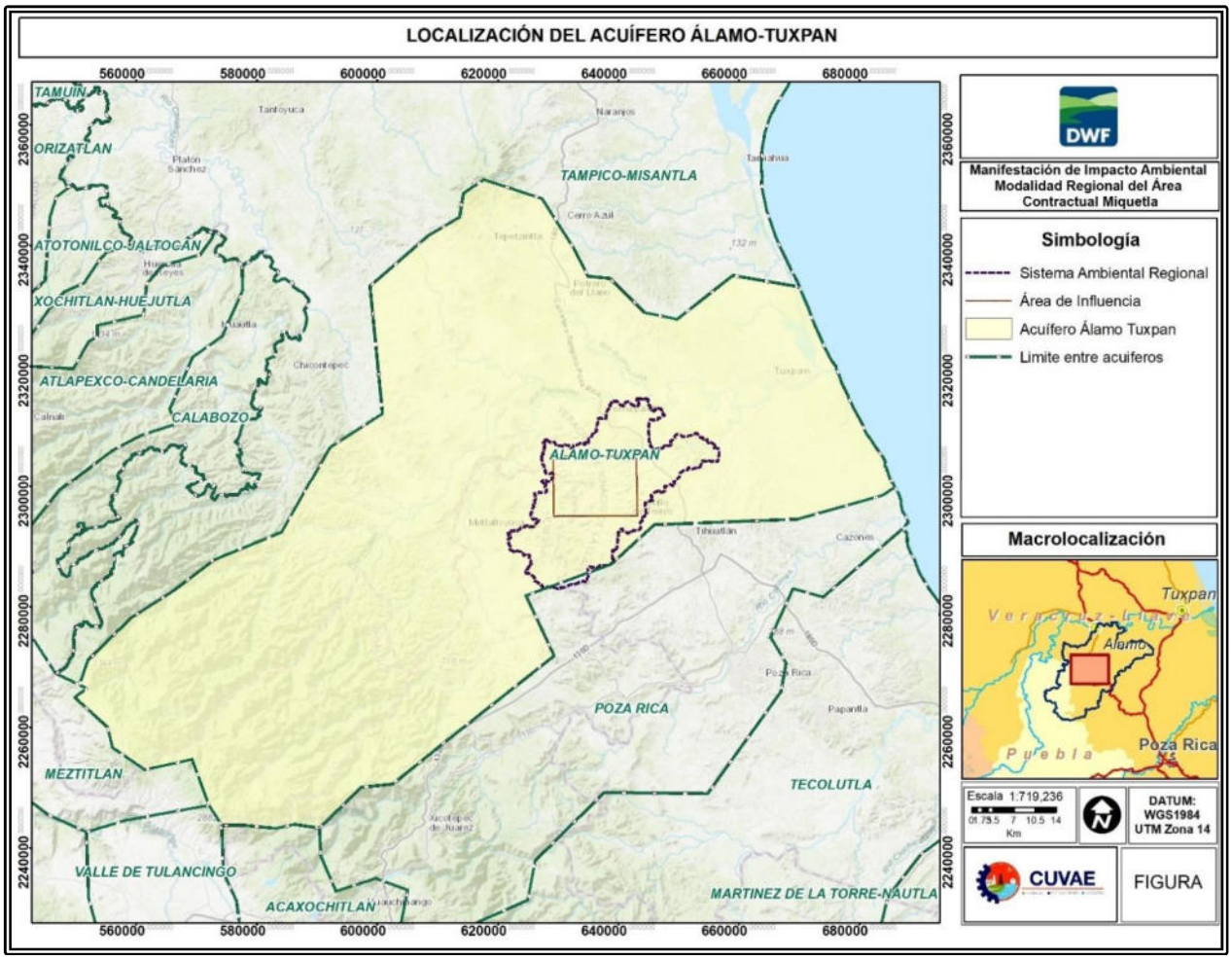


Figura IV.2.1.1.4.2-1.- Ubicación del Sistema Ambiental Regional Miquetla y su acuífero asociado (CONAGUA, 2015).

El acuífero abarca total o gran parte de los municipios de Tuxpan, Álamo Temapache, Castillo de Teayo, Cerro Azul, Tepetzintla, Ixhuatlán de Madero, Tlachichilco, Texcatepec, Zacualpan, en el estado de Veracruz, San Bartolo Tutotepec, Tenango de Doria y Huehuetla en el estado de Hidalgo, y Tlaxco y Pantepec en el estado de Puebla. Algunas porciones de los municipios Chicontepec, Benito Juárez, y Huayacocotla en el estado de Veracruz; Pahuatlán, Tlacuilotepec, Jalpan, Francisco Z. Mena, en el estado de Puebla, y pequeñas porciones de los municipios Cazones, Tihuatlán, Tancoco, Chontla, Zontecomatlán de López y Fuentes, del estado de Veracruz, Agua Blanca de Iturbide, del estado de Hidalgo y Venustiano Carranza y Honey, en el estado de Puebla (Figura IV.2.1.1.4.2-2).

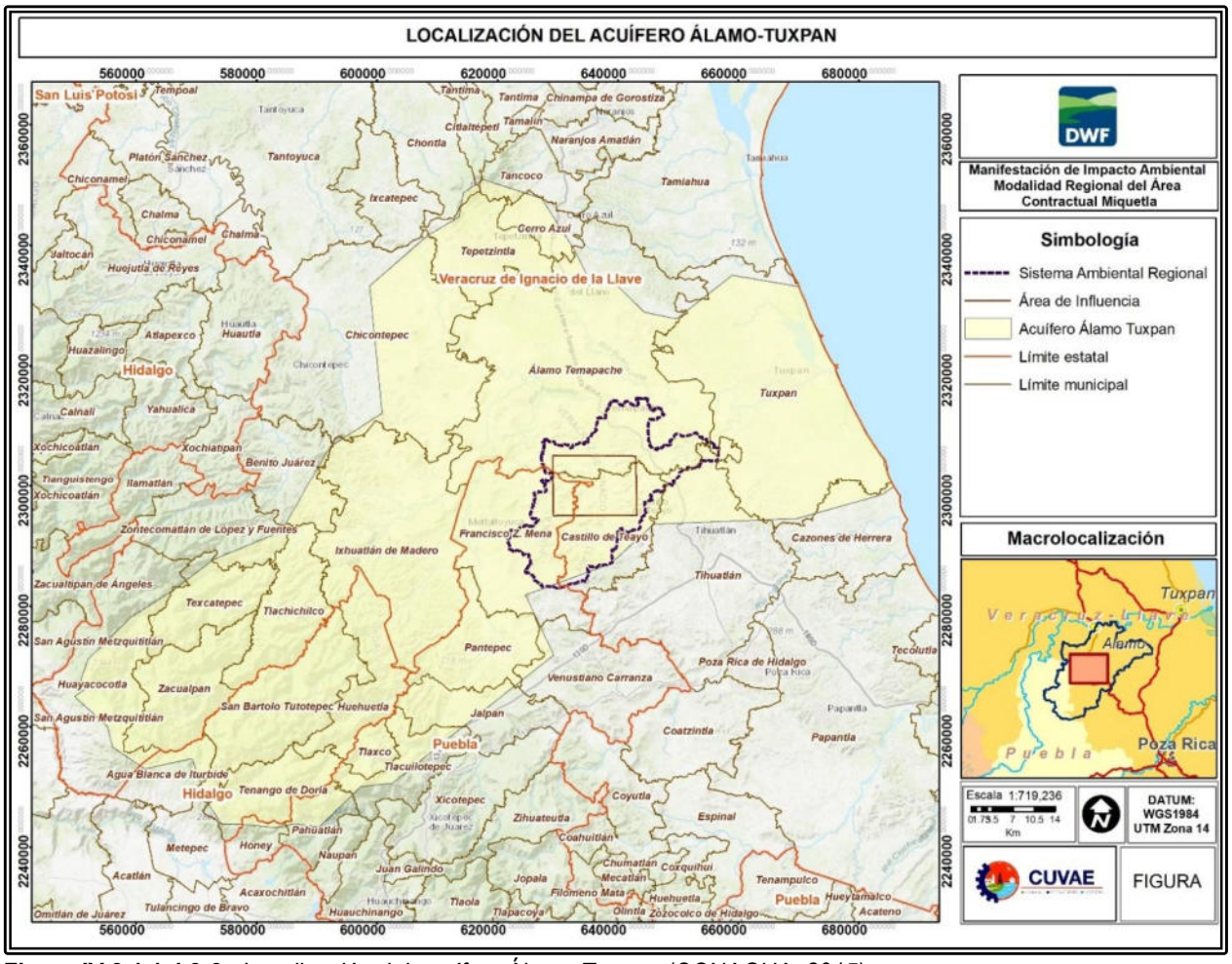


Figura IV.2.1.1.4.2-2.- Localización del acuífero Álamo-Tuxpan (CONAGUA, 2015).

Situación administrativa del acuífero

El acuífero Álamo-Tuxpan pertenece al Organismo de Cuenca “Golfo Centro”. En el territorio completo del acuífero no rige ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua para 2011, los municipios de Zacualpan, Huayacocotla, Tlachichilco, Texcatepec, Zontecomatlán de López y Fuentes, Benito Juárez, Ixhuatlán de Madero, Chicontepec, Tepetzintla, Cerro Azul, Tancoco, Chontla, Tihuatlán y Castillo de Teayo, se clasifican como zona de disponibilidad 9[1] y los municipios de Agua Blanca de Iturbide, Honey, Tenango de Doria,

Pahuatlán, San Bartolo Tutotepec, Tlaxco, Tlacuilotepec, Huhuetla, Jalpan, Venustiano Carranza, Pantepec, Francisco Z. Mena, Temapache, Cazones, Tuxpan y Temapache se clasifican como zona de disponibilidad 8*.

De acuerdo con la actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea publicada por el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2020) y que corresponde a una fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) al 20 de septiembre de 2020, ésta se detalla en la Tabla IV.2.1.1.4.2-1.

Tabla IV.2.1.1.4.2-1.- Disponibilidad media anual de agua en el acuífero Álamo-Tuxpan (3014) estado de Veracruz.

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA	ENTIDAD FEDERATIVA	CLAVE	ACUÍFERO	R	DNC	VEAS				DMA	
						VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	POSITIVA	NEGATIVA (DÉFICIT)
				CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES							
X GOLFO CENTRO	VERACRUZ	3014	ÁLAMO-TUXPAN	155	73.7	23.9326	9.36017	0.559782	0	47.047448	0

R: recarga total media anual; DNC: descarga natural comprometida; VEAS: volumen de extracción de aguas subterráneas; VCAS: volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; VEALA: volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; VAPTYR: volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA; VAPRH: volumen de agua correspondiente a reserva, reglamentos y programación hídrica; DMA: disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25) y "4" (fracción 4.3) de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

El usuario principal del agua es el sector público-urbano, para dotación de agua potable a los centros de población. En el acuífero no existe Distrito o Unidad de Riego alguna, ni se ha constituido a la fecha el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

[1]**Zonas de Disponibilidad**. Las zonas de Disponibilidad de agua a que se refiere el artículo 223 de la Ley Federal de derechos están definidas en el artículo 231 de la misma Ley, en 2012 y 2013 las zonas permanecieron sin cambios y se definían por municipio en el que se realizaba la extracción de Agua. Con la reforma del 2014 a la Ley Federal de Derechos la forma de definir la zona de Disponibilidad depende directamente del valor de Disponibilidad Media Anual de Aguas Subterráneas para cada acuífero en que se haga el aprovechamiento, tomando en cuenta que los acuíferos no se encuentran definidos por límites municipales. Las modificaciones e implicaciones de este cambio son fuertes pero necesarias para mejorar el manejo de los recursos hídricos y económicos. http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/1034/T_048.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Uso actual del acuífero

De acuerdo con la información del censo de aprovechamiento realizado por la CONAGUA como parte del estudio llevado a cabo en el 2010, se registró la existencia de 403 aprovechamientos, de los cuales 34 son pozos, 342 norias, 21 galerías filtrantes, 4 manantiales y 2 cárcamos de bombeo. Del total de obras, 381 se encontraron activos y 22 inactivos. A su vez de los 381 pozos activos, 267 son de uso doméstico, 85 público-urbano, 9 de servicios, 8 para uso pecuario, 8 uso agrícola y 4 de uso industrial.

El volumen de extracción se ha estimado en 17.9 hm^3 anuales, de los cuales 15.82 hm^3 (88.38%) para uso público-urbano, 1.29 hm^3 (7.20%) para uso agrícola, 0.67 hm^3 (3.74 %) se destinan para satisfacer necesidades de uso doméstico, 0.08 hm^3 (0.45%) para uso pecuario y 0.03 hm^3 (0.17%) para uso industrial y 0.01 hm^3 (0.06%) para uso de servicios.

Descripción del acuífero

Fisiografía

De acuerdo con la clasificación de Provincias Fisiográficas del INEGI (1977), la porción oeste del acuífero se ubica en la Provincia Fisiográfica V Sierra Madre Oriental, esta provincia corre en sentido paralelo a la Costa del Golfo de México desde la frontera norte del país hasta sus límites con el Eje Neovolcánico, es fundamentalmente un conjunto de sierras menores de estratos plegados. Estos estratos son de antiguas rocas sedimentarias marinas (del Cretácico y del Jurásico Superior), entre las que predominan las calizas y, en segundo término, las areniscas y las lutitas.

Entre los materiales aflorantes dominan los sedimentos marinos no consolidados (arcillas, arenas y conglomerados), cuya edad aumenta conforme su distancia respecto de la costa. Los ríos que desembocan en sus costas son el Bravo, Soto La Marina, Tamesí, Pánuco, Tuxpan, Cazones, Tecolutla, Nautla y otros.

Hacia las porciones altas se caracteriza por Sierras escarpadas, entre los 1,000 y 2,000 msnm, constituidas por las lutitas, areniscas y calizas del Jurásico. En las porciones medias (200 a 1000 msnm) se tienen sierras y mesetas; y hacia las porciones menos elevadas aparecen los valles con llanuras y laderas donde se tienen

principalmente lutitas, areniscas y lutitas-areniscas del Paleógeno-Neógeno y en las márgenes del río Tuxpan se encuentran amplios depósitos del Cuaternario, constituidas por material bien clasificado proveniente de la disgregación y subsecuente acarreo de los materiales antes descritos.

Finalmente, hacia las partes bajas (menores a 200 msnm), predominan las llanuras y lomeríos de la Llanura Costera del Golfo, con extensos depósitos de material aluvial del Cuaternario con patrones meándricos que sobreyacen a las lutitas y areniscas del Oligoceno y Mioceno, aflorando al norte y al sur de la zona. Los principales ríos de la región tienen un patrón de escurrimiento de tipo dendrítico o ramificado, y en la planicie los ríos tienden a formar meandros, esteros o lagunas.

Hidrografía

El acuífero pertenece a la Región Hidrológica 27 Tuxpan-Nautla, se localiza en la parte central del Golfo de México, ocupa la porción noreste del territorio veracruzano y está integrada por las cuencas de los ríos Nautla, Tecolutla, Cazones y Tuxpan. Los ríos señalados desembocan en el Golfo de México y tienen su origen en mayor número fuera de la entidad.

El acuífero de Álamo-Tuxpan cubre la mayor parte de la cuenca del Río Tuxpan, por lo que va desde el inicio del río hasta su desembocadura al mar. Esta corriente nace en el estado de Hidalgo con el nombre de río Pantepec a una elevación de 2,750 msnm a 8 km al oeste de Tenango de Doria, en el parteaguas con la cuenca del río Metztitlán. Desemboca en el Golfo de México en el sitio denominado Barra de Tuxpan, en donde se forma por su margen derecha, el estero de Jácome.

Geomorfología

El área del acuífero se extiende en los estados de Veracruz, Hidalgo y Puebla, con elevaciones de entre 0 y 2,000 msnm. Al Occidente se localiza la Sierra Madre Oriental, constituida por numerosas montañas que alcanzan elevaciones de consideración y constituyen los sitios en donde ocurren las mayores precipitaciones, en consecuencia, en ellas se generan los escurrimientos que fluyen hacia la planicie dando lugar a corrientes

generalmente de régimen torrencial, con gastos de consideración aún en el estiaje, que labran su curso por valles y lomeríos paralelos a las corrientes principales.

Al oriente se extiende la planicie costera formando un litoral cóncavo y sinuoso, aparecen conos, sierras o cadenas aisladas de poca importancia topográfica, las que excepcionalmente llegan a 200 m de altitud; la actividad tectónica ha tenido gran importancia ya que ha originado las estructuras en que se alojan los yacimientos petrolíferos.

La planicie se extiende al suroeste y casi toda ella es plana con suave inclinación; es la región donde se encuentran las zonas de riego actuales y potenciales por ser áreas de alto valor agropecuario y está cubierto por depósitos aluviales de poco espesor.

Geología

La región se encuentra ubicada en la porción norte-centro de la paleocuenca sedimentaria Tampico-Misantla, observándose en la superficie unidades de origen marino e ígneo de tipo extrusivo, cuyas edades van entre el Oligoceno y Mioceno. A nivel regional, el accidente más notable lo integra la estructura de origen ígneo de tipo extrusivo formada por la sierra de Tantima que constituye un fenómeno aislado dentro del marco sedimentario de la cuenca.

Las porciones superficiales en el área se encuentran constituidas por un depósito de origen marino que corresponde a una unidad arcillosa, compacta e impermeable estratificada en capas delgadas e interestratificadas con lentes o pequeños estratos de arenisca. Por la posición que guardan en la superficie fueron sometidas a efectos de plegamiento moderado y no presentan rasgos de fracturamiento. Tal depósito forma el marco litológico que predomina en la superficie y la expresión topográfica se traduce en estructuras con forma de lomeríos y montículos de escasa elevación. Los depósitos de origen ígneo se encuentran constituyendo el alto estructural denominado sierra de Tantima e integrados básicamente por emisiones del tipo basáltico, masivo e intensamente fracturado, presentando permeabilidad secundaria por tal característica.

De acuerdo con el Atlas Geohidrológico del Estado de Veracruz (SARH, 1982) y con las cartas geológico-mineras (F14-9 y F14-12) del Servicio Geológico Mexicano escala 1:250,000, en el acuífero Álamo-Tuxpan afloran de oeste a este las siguientes unidades geológicas:

- Rocas sedimentarias del Cretácico Inferior, constituidas por calizas, anhidritas, dolomitas, areniscas e intercalaciones de lutitas y calizas arcillosas que afloran en las sierras localizadas en la porción suroeste de la zona. Depósitos basálticos, andesíticos y riolíticos cuyos mayores afloramientos existen al noroeste de Tuxpan.
- Alternancia de lutitas y areniscas de estratificación delgada. Son las unidades litológicas de mayor afloramiento en la zona. La cantidad de arcilla reduce las posibilidades acuíferas de estas unidades. En los cauces de los ríos se presentan depósitos aluviales y fluviales del Cuaternario que conforman sedimentos de arenas y gravas con cantidades variables de arcilla, en algunas zonas forman acuíferos.

De acuerdo con la información geológica y geofísica disponible del acuífero y por correlación con acuíferos vecinos, es posible definir que el acuífero se encuentra alojado, en su porción superior, en los sedimentos fluviales de granulometría variada que constituyen el lecho y la llanura de inundación de ríos Tuxpan y otros arroyos tributarios, así como areniscas y conglomerados. Los depósitos granulares y conglomeráticos tienen varios cientos de metros de espesor y fueron, en gran parte, el relleno de depresiones o cuencas formadas en fosas tectónicas que se produjeron durante la revolución Laramídica. Esta es la unidad que se explota actualmente para satisfacer las necesidades de agua de la región. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas, entre las que destacan intercalaciones de calizas, lutitas areniscas y basaltos, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. Las calizas y areniscas constituyen horizontes acuíferos que pueden presentar condiciones de confinamiento, debido a que su litología incluye alternancia con lutitas. Este es un acuífero que aún no ha sido explorado (CONAGUA, 2018).

Las fronteras al flujo subterráneo y el basamento geohidrológico del acuífero están representadas por las mismas rocas sedimentarias marinas y volcánicas al desaparecer el fracturamiento y por las secuencias de depósitos terrígenos finos que conforman las lutitas y limolitas.

Relación acuífero-agua superficial

La interacción entre aguas subterráneas y superficiales en condiciones naturales son complejas; los procesos hidrológicos asociados con los propios cuerpos de agua superficial, como los niveles superficiales máximos estacionales y la evapotranspiración de agua subterránea en los perímetros de cuerpos superficiales son una de las principales causas de la complejidad y de las variaciones dinámicas de las interacciones entre aguas subterráneas y superficiales. Para entenderlas en relación con factores climáticos, de relieve del terreno, geológicos y bióticos, se necesita un marco hidrogeológico robusto y la comprensión de que los cuerpos de aguas superficiales son partes integrales de los sistemas de flujo subterráneo; el agua subterránea interactúa con la superficial en prácticamente todo tipo de paisajes, desde pequeños torrentes, lagos y humedales, hasta grandes valles fluviales y costas.

En las interacciones de las corrientes, lagos y humedales con las aguas subterráneas se deben tener en cuenta el efecto del marco fisiográfico regional (geología y topografía), la configuración del nivel freático local y las características geológicas de los lechos de los cuerpos de agua superficial. Estos factores determinarán el tipo de interacción, que puede tener lugar de tres formas básicas: los arroyos obtienen agua de la afluencia de agua subterránea a través del lecho del cauce (corriente receptora, Imagen IV.2.1.1.4.2-1A), pierden agua por el flujo de salida hacia los cuerpos de agua subterránea a través del lecho del cauce (corriente aportadora, Imagen IV.2.1.1.4.2-2A) o lo hacen de ambas formas, ganando en algunos tramos del río y perdiendo en otros.

Para que las aguas subterráneas se descarguen en una corriente superficial la altitud del nivel freático alrededor de la corriente debe ser mayor que la altitud de la superficie de la corriente de agua. Por el contrario, para que las aguas superficiales se filtren a las aguas subterráneas, la altitud del nivel freático en las proximidades de la corriente debe ser menor que la altitud de la superficie de la corriente de agua. Las líneas de elevación del nivel freático indican corrientes receptoras cuando apuntan en dirección corriente arriba o ascendente (Imagen IV.2.1.1.4.2-1B), e indican corrientes aportadoras cuando apuntan en sentido corriente abajo o descendente (Imagen IV.2.1.1.4.2-2B) en las proximidades de la corriente.

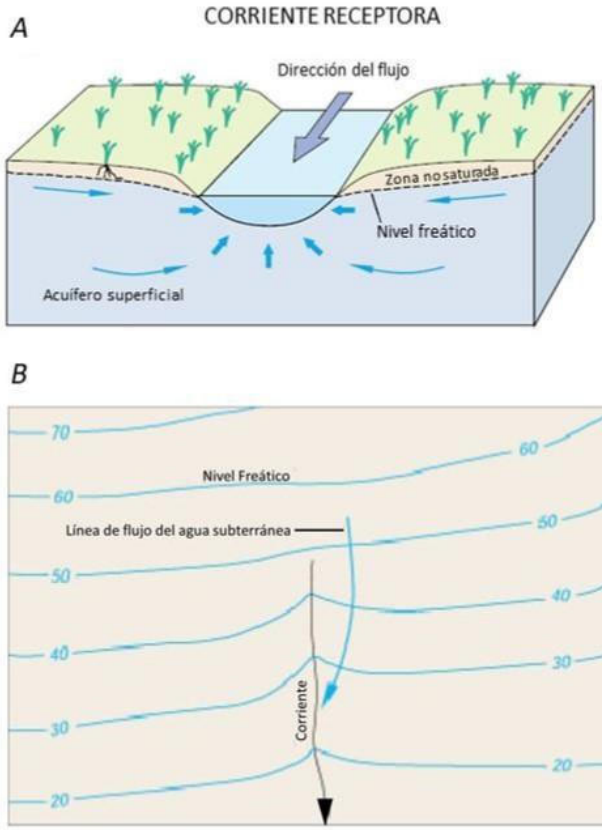


Imagen IV.2.1.1.4.2-1.- Corriente receptora recibe agua del sistema de agua subterráneo (A). Esto se puede determinar a partir de los mapas de líneas de niveles freáticos porque las líneas apuntan en dirección aguas arriba donde cruzan la corriente (B) (Winter *et al*., 1998).

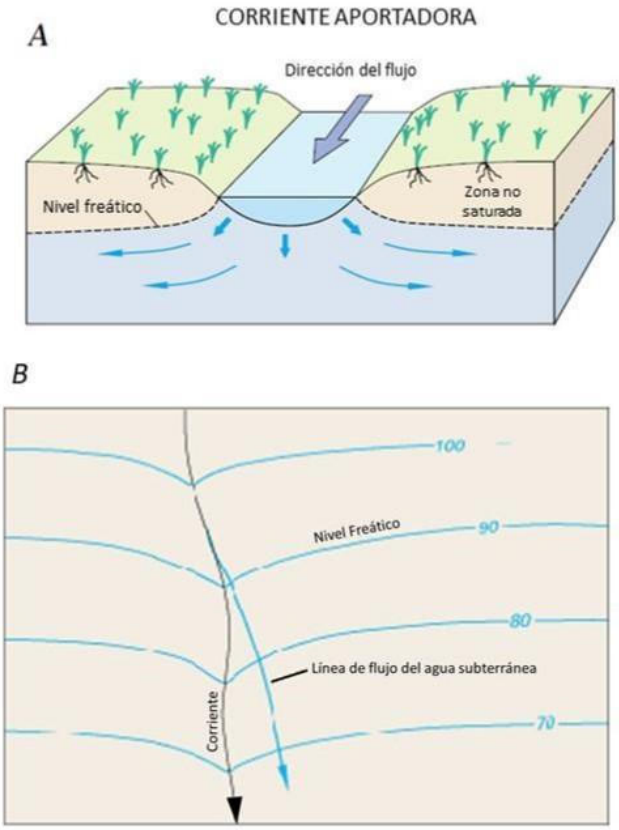


Imagen IV.2.1.1.4.2-2.- Corriente aportadora aporta agua al sistema de agua subterránea (A). Esto se puede determinar a partir de los mapas de líneas de niveles freáticos porque las líneas apuntan en dirección aguas abajo donde cruzan la corriente (B) (Winter *et al*., 1998).

Las corrientes aportadoras se pueden conectar al sistema de agua subterránea mediante una zona saturada continua (Imagen IV.2.1.1.4.2-1A) o se pueden desconectar del sistema de agua subterránea mediante una zona no saturada. Donde la corriente está desconectada del sistema de agua subterránea por una zona no saturada, la capa freática puede tener un montículo discernible debajo de la corriente (Imagen IV.2.1.1.4.2-

3) si la tasa de recarga a través de la zona no saturada y del lecho es mayor que la tasa de recarga lateral, el agua fluirá lejos del nivel del agua en el montículo. Una característica importante de las corrientes que están desconectadas de las aguas subterráneas es que el bombeo de aguas subterráneas poco profundas cerca de la corriente no afecta el flujo de la corriente cerca de los pozos bombeados.

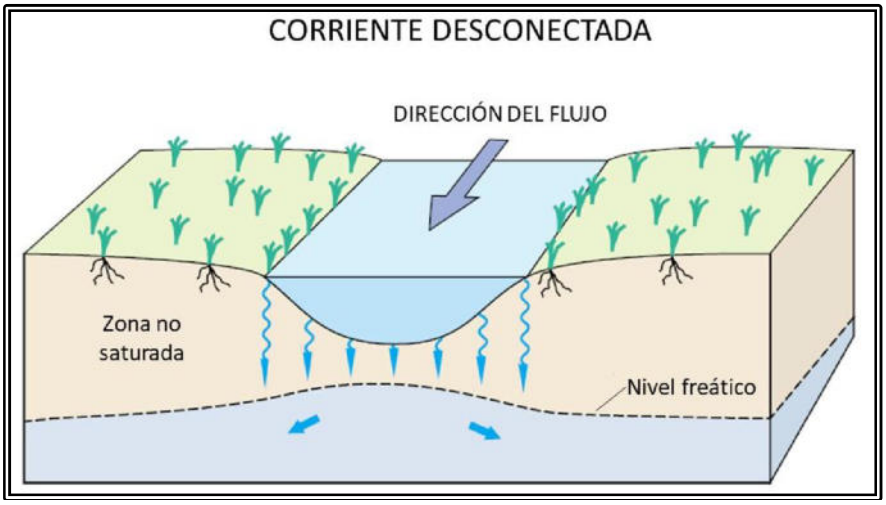


Imagen IV.2.1.1.4.2-3.- Corrientes desconectadas están separadas del sistema de agua subterránea a través de una zona no saturada (Modificado de Winter *et al*., 1998).

La relación río-acuífero no sólo es variable a lo largo del curso del río, sino que también en muchos casos puede presentar variaciones a lo largo del año. En este caso, en los periodos húmedos y épocas de crecida del río, el curso de agua superficial probablemente presente un nivel de lámina de agua superior al del acuífero y proceda a la recarga del mismo, mientras que en los periodos más secos en los que el río fluye con poco caudal, probablemente la mayor parte de éste sea aportado desde el acuífero. Estas variaciones anuales en el comportamiento del río se atribuyen a causas naturales pero la influencia antrópica también puede forzar que se pase de una situación a otra (Vilanova y Jordana, 2008).

Dirección de flujo del agua subterránea

Es la dirección del movimiento del agua en el subsuelo y con base en la información y configuración de la elevación, respecto al nivel del mar, de los niveles estáticos de los pozos profundos, se determina cuál es la dirección de flujo del agua en el subsuelo.

Generalmente, la velocidad de movimiento del agua subterránea es muy lenta; las unidades que se utilizan son del orden de centímetros por día y en algunos casos en metros por año. Este factor de movimiento estará en función de la porosidad y permeabilidad de los materiales que forman el acuífero, estructuras geológicas, cambio en las propiedades físicas de la roca, entre otros (INEGI, 2012).

Curvas de igual elevación del nivel estático

Corresponden a líneas que representan puntos de igual elevación del nivel estático, está referidas al nivel medio del mar y se mide en metros, su orientación es perpendicular a la dirección de flujo del agua subterránea (INEGI, 2012).

Red de flujo de agua subterránea

Una red de flujo (Imagen IV.2.1.1.4.2-4) es una representación bidimensional esquemática del flujo en un plano mediante líneas de flujo y líneas equipotenciales. Las líneas equipotenciales son la traza de las superficies equipotenciales al ser cortadas por el plano en que se dibuja la red de flujo. El flujo siempre es tridimensional, así que las redes de flujo de dos dimensiones pueden trazarse en un plano horizontal o en un corte vertical. El trazado de una red de flujo debe cumplir estas condiciones:

- Ambas familias de líneas tienen que cortarse perpendicularmente y,
- Los espacios resultantes deben ser “cuadrados” o proporcionados para que se aproximen lo más posible a éstos; un círculo inscrito debería ser tangente a los cuatro lados (Sánchez, 2012).

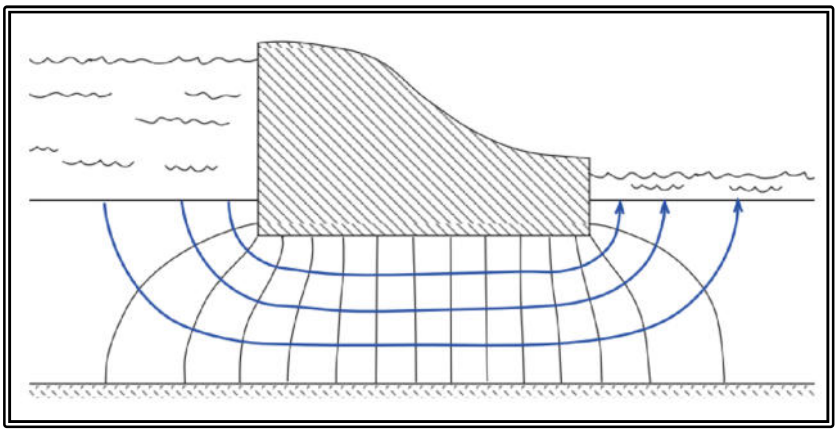


Imagen IV.2.1.1.4.2-4.- Esquema de una red de flujo (Sánchez, 2012).

La red de flujo constituye una herramienta imprescindible para la interpretación y el conocimiento de la dinámica del agua subterránea y su interacción con el agua superficial.

Metodología

En la elaboración de la red de flujo regional para el Sistema Ambiental Miquetla se utilizaron datos de elevación de niveles estáticos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2016) a través de una red de 87 pozos piezométricos situados en las proximidades del Sistema Ambiental (Figura IV.2.1.1.4.2-3; **Anexo "M"**). Los datos proporcionados se procesaron utilizando el software Surfer versión 15.0 donde, mediante la interpolación por el método de Kriging de los niveles medidos en los pozos, se crea un mapa de isolíneas que indican las zonas del terreno que presentan el mismo valor (líneas equipotenciales). Posteriormente, la herramienta mapa de vectores muestra la dirección del flujo; considerando que este es perpendicular a las líneas equipotenciales.

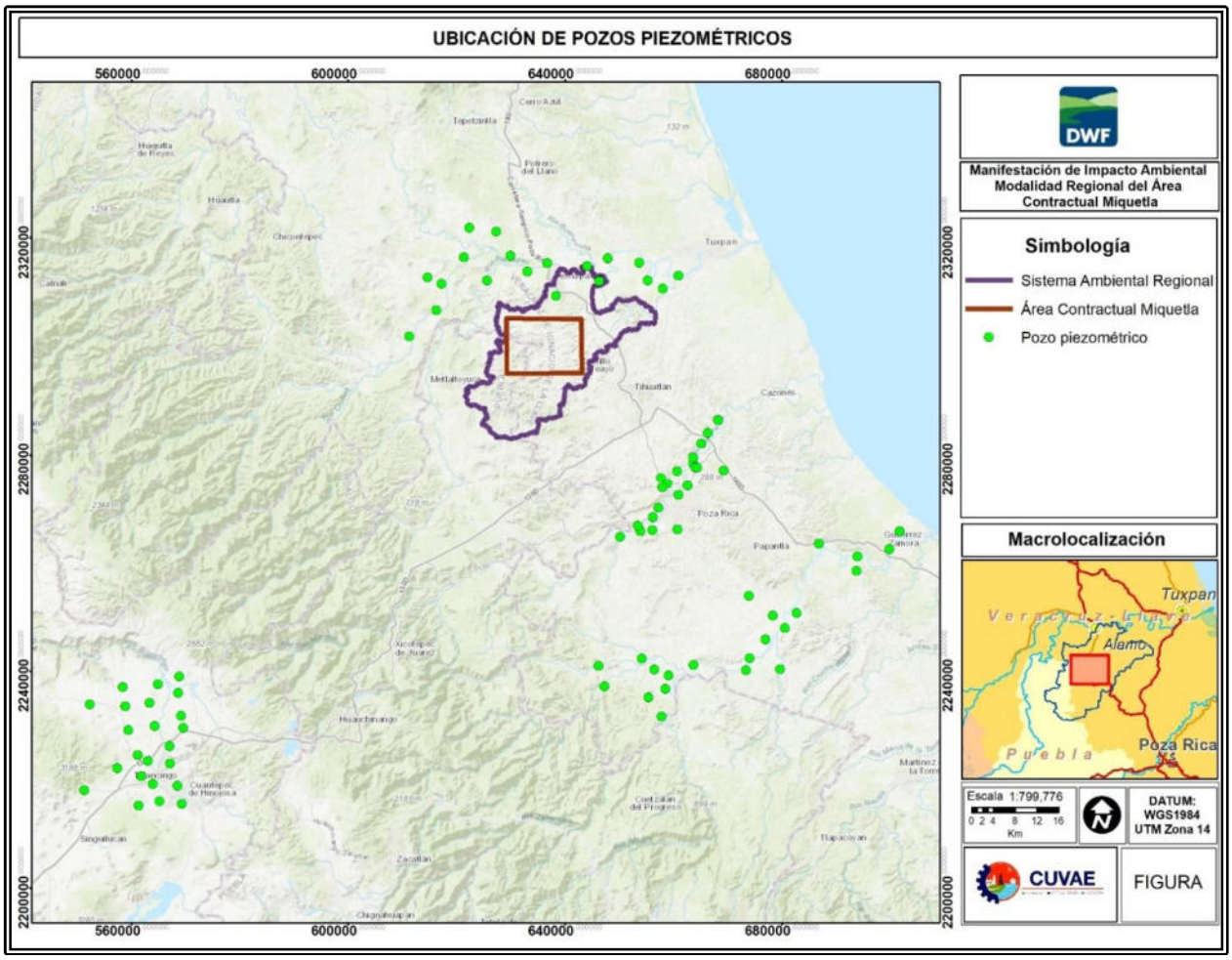


Figura IV.2.1.1.4.2-3.- Ubicación de pozos de monitoreo piezométrico de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2016).

La red de flujo creada para el Sistema Ambiental se muestra en la Figura IV.2.1.1.4.2-4. En el análisis del patrón que generan las líneas de elevación de nivel estático se evidencia que el flujo de agua subterránea circula con una dirección predominante suroeste-noreste, desde la región que comprende la Sierra Madre Oriental, en los estados de Hidalgo y Puebla, a lo largo de la Planicie Costera del Golfo Norte y hasta la zona de descarga que está representada por la zona marina.

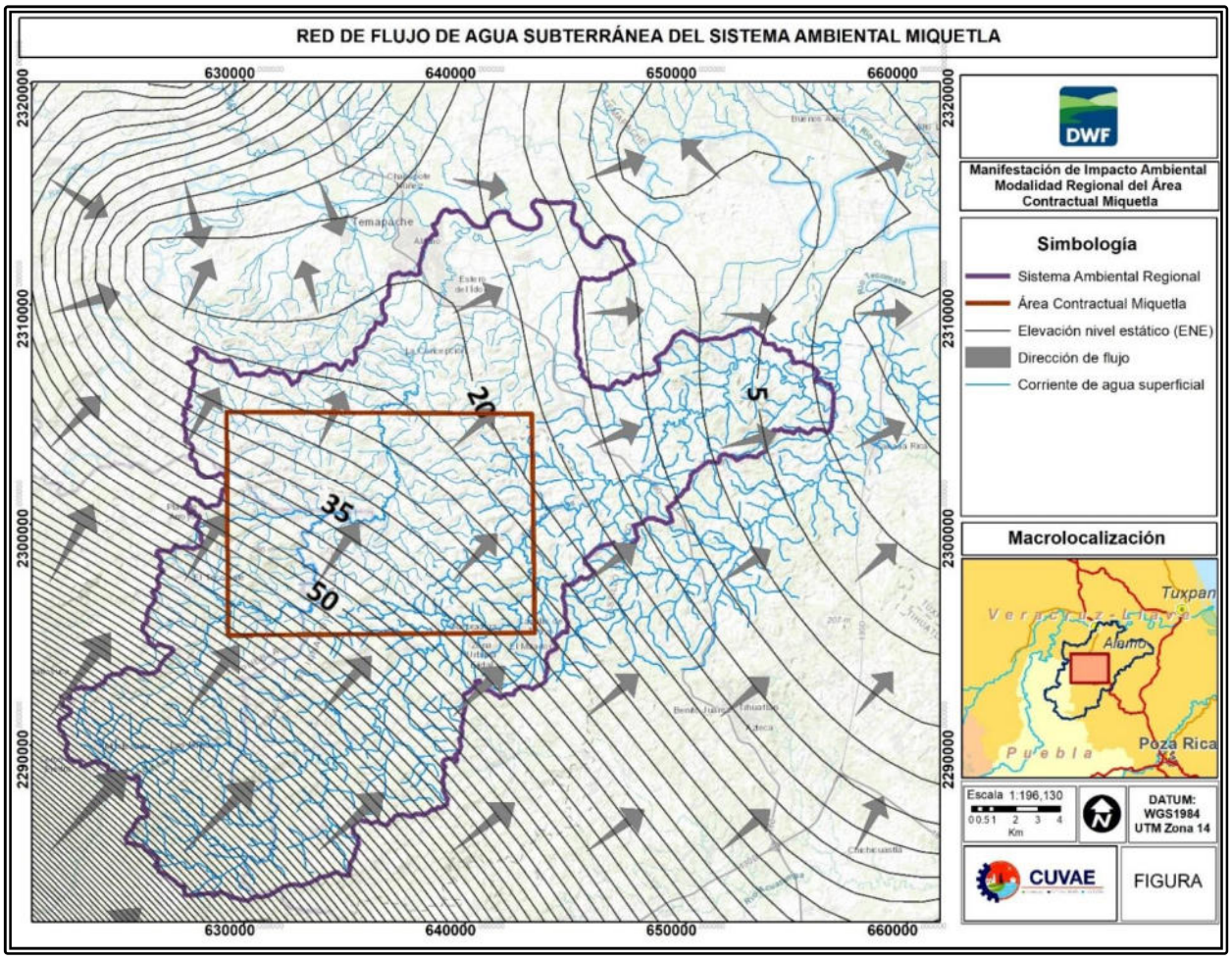


Figura IV.2.1.1.4.2-4.- Red de flujo de agua subterránea creada para el Sistema Ambiental Regional Miquetla con datos de CONAGUA (2016).

De esta manera, se identifica la zona de recarga del acuífero, la cual se sitúa hacia el suroeste del Sistema Ambiental donde los niveles estáticos se encuentran alrededor de los 250 msnm; el agua que se infiltra por precipitación en las zonas montañosas de la Sierra Madre Oriental circula por gravedad a través del subsuelo hacia la costa del Golfo de México. En la región que comprende el Sistema Ambiental Regional los niveles estáticos varían, de acuerdo con la CONAGUA (2016), entre los 160 msnm en su porción oeste hasta los 5 msnm en su parte este (Figura IV.2.1.1.4.2-5).

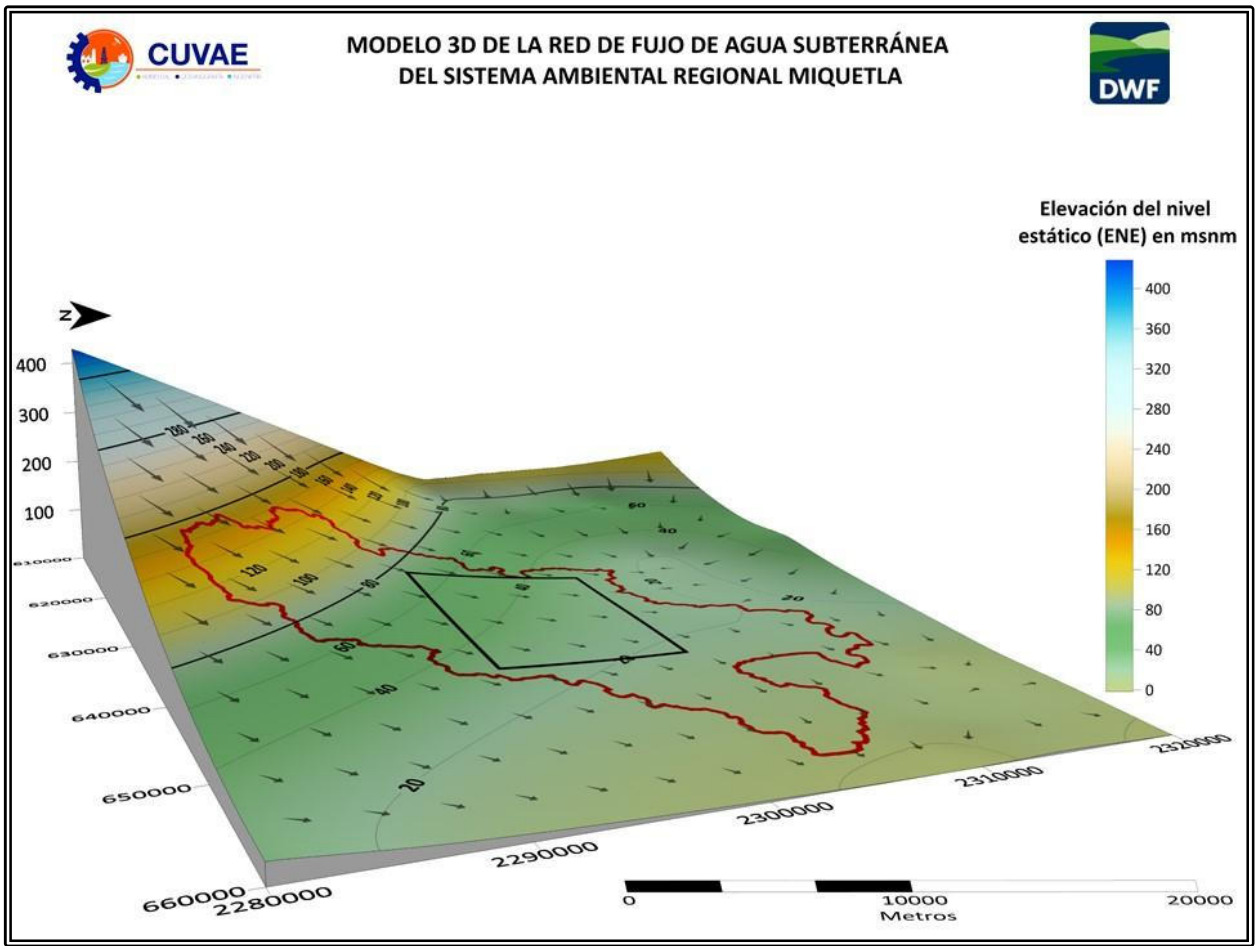


Figura IV.2.1.1.4.2-5.- Modelo 3D de la red de flujo de agua subterránea del Sistema Ambiental Regional Miquetla en la que se visualizan las zonas de recarga y descarga del sistema las cuales están representadas por las zonas con los valores más altos y menos altos de elevación del nivel estático, respectivamente; así como la dirección del flujo de agua subterránea a través del sistema.

Vulnerabilidad del acuífero a la contaminación

Una de las características principales del agua subterránea es que "se mueve a través de los acuíferos (estratos permeables) desde zonas de recarga a zonas de descarga (determinadas por la estructura geológica), normalmente a tasas lentas" (Tuinhof *et al.,* 2002-2006). Es debido a esas tasas de velocidad tan lentas que existen acuíferos en los que el recorrido de la zona de recarga a la de descarga puede durar miles de años, motivo por el cual vuelve al agua subterránea un elemento sumamente vulnerable, ya que es posible que el agua que se extraiga en un determinado acuífero no se recupere en un corto periodo de tiempo.

La vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de un acuífero representa la sensibilidad de un acuífero a ser afectado en forma adversa por una carga contaminante impuesta, según las características intrínsecas o propias del medio acuífero (según las propiedades naturales del terreno).

La vulnerabilidad específica de un acuífero evalúa su sensibilidad ante un contaminante concreto o grupos de contaminantes que se comportan de igual o similar manera.

La vulnerabilidad intrínseca está en función de:

- Accesibilidad de la zona saturada a la penetración de contaminantes en un sentido hidráulico.
- La capacidad de atenuación de los estratos suprayacentes a la zona saturada resultante de la retención o reacción físico-química de los contaminantes.

Por otra parte, la Ground Water Vulnerability Assesment (2000), indica que la vulnerabilidad se puede definir como el nivel de penetración con que un contaminante alcanza una posición específica en un sistema acuífero, después de su introducción en alguna posición sobre la zona no saturada.

Para la determinación de la vulnerabilidad intrínseca se pueden utilizar varias metodologías, entre ellas se citan, GOD, Drastic, Epik, etc, su utilización depende del medio hidrogeológico y de la información disponible.

El sistema de indexación GOD, propuesto por Foster (1987), es aplicable a áreas de trabajo con escasa información, con irregular distribución de datos o con incertidumbre de la información. Por su estructura simple y pragmática, es el método utilizado en primer lugar para estimar la vulnerabilidad a la contaminación de un acuífero.

Esta metodología comprende tres parámetros: G, O y D; cuyos valores son asignados de acuerdo con la contribución en la defensa a la contaminación, los cuales se describen a continuación:

G. (Groundwater occurrence) Corresponde al grado de confinamiento hidráulico con la identificación del tipo de acuífero, su índice puede variar entre 0 y 1. El modo de ocurrencia varía entre la ausencia

de acuíferos (evaluado con índice 0) en el extremo izquierdo y la presencia de un acuífero libre o freático (evaluado como índice 1) en el extremo derecho, pasando por acuíferos artesianos, confinados y semiconfinados.

O. (Overall aquifer class) Corresponde a la caracterización de la zona no saturada del acuífero o de las capas confinantes. Los índices más bajos (0.4) corresponden a los materiales no consolidados, mientras que los más altos (0.9 – 1.0) corresponden a rocas compactas fracturadas o karstificadas.

D: (Depth). Se refiere a la profundidad del nivel freático en acuíferos libres o a la profundidad del techo del acuífero, en los confinados. Los índices más bajos (0.6) corresponden a acuíferos libres con profundidad mayor a 50 m; mientras que los índices altos (1.0) corresponden a acuíferos que independientemente de la profundidad se encuentran en medios fracturados. Para el caso de los acuíferos libres la profundidad del nivel estático está sujeta a la oscilación natural.

El índice de vulnerabilidad GOD se obtiene, entonces, de multiplicar los valores asignados a cada parámetro

$$iV_{GOD} = G \times O \times D \quad (1)$$

La lógica en la asignación de índices a cada variable es el resultado de un estudio previo del autor con respecto a las características de tipo de acuífero, litología de la zona no saturada y profundidad del agua subterránea. Estos índices fueron establecidos considerando la característica y la facilidad que permite ésta para un desplazamiento más rápido de cualquier contaminante hacia agua subterránea.

En el caso del tipo de acuífero el que tiene menor índice 0.2 -y por ende menor vulnerabilidad- es el tipo confinado contrario al acuífero no confinado que tiene índice 1, mayor vulnerabilidad. Mientras que la litología de la zona no saturada tiene índice 0.4 cuando se trata de arcillas y 1 cuando se trate de rocas calcáreas. El caso de la profundidad del nivel freático, el agua que se encuentran sobre los 50 metros de profundidad tiene índice 0.6, mientras que el agua que tiene una profundidad menor a 1 metro tiene índice 1.

Al multiplicar estos tres índices se obtiene un valor que se encuentra entre 0 y 1, vulnerabilidad nula y alta vulnerabilidad. El método de asignación de puntuaciones a cada variable y los grados de valoración numérica de parámetros se muestra en la Imagen IV.2.1.1.4.2-5.

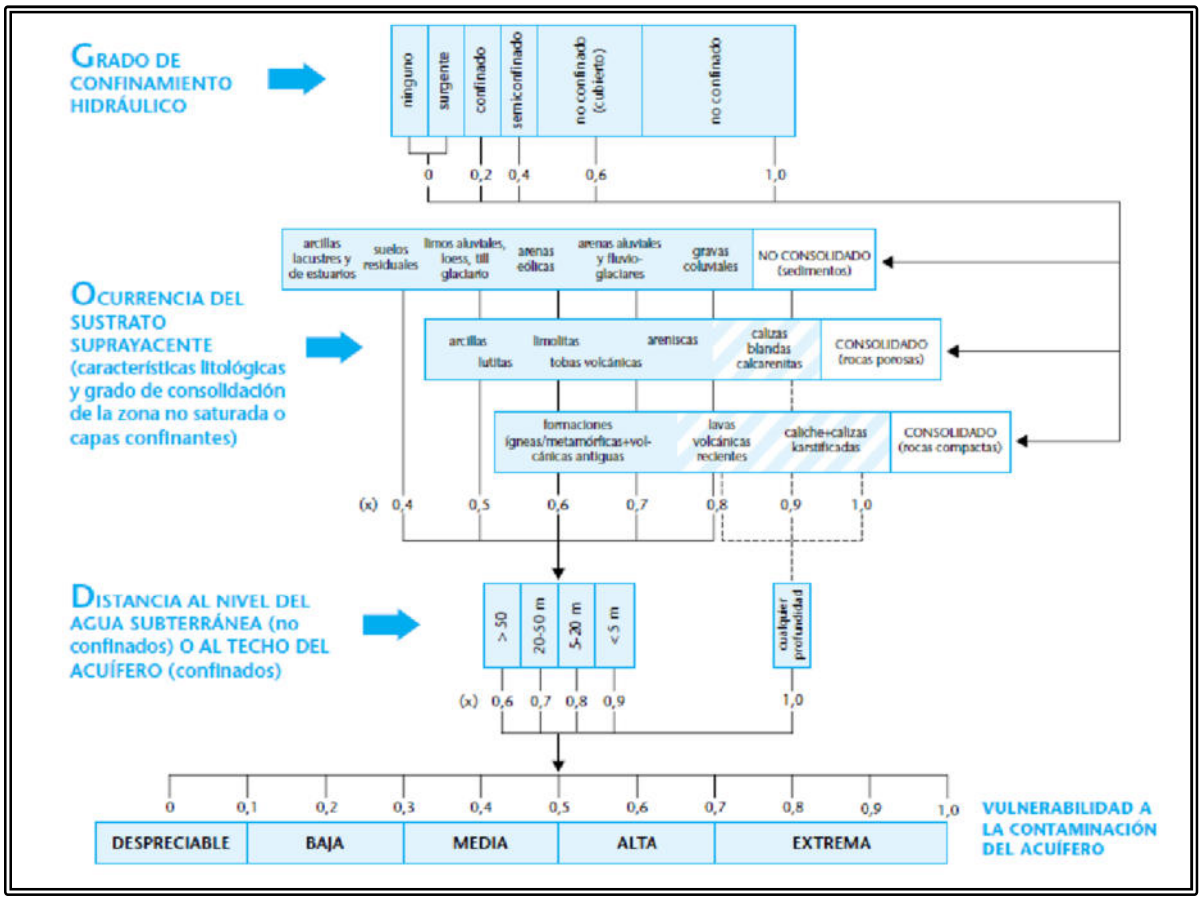


Imagen IV.2.1.1.4.2-5.- Método GOD para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca. El diagrama muestra el procedimiento de valorización numérica de parámetros (Foster, 1987).

Los resultados del cálculo de iV pueden variar de <0.1 y 1.0, obteniendo las categorías de vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación. Éstos se presentan en la Tabla IV.2.1.1.4.2-2.

Tabla IV.2.1.1.4.2-2.- Categorías de vulnerabilidad para el método GOD.

Puntaje	Vulnerabilidad
0.7-1.0	Muy alta
0.5-0.7	Alta
0.3-0.5	Moderada
0.1-0.3	Baja
<0.1	Muy baja

Obtención de parámetros

Tipo de acuífero o grado de confinamiento hidráulico.

Las evidencias geológicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisotrópico, tanto en sentido horizontal como vertical, constituido por sedimentos aluviales, fluviales y eólicos depositados tanto en los subálveos de las corrientes fluviales como en la planicie costera. La granulometría de estos materiales varía de gravas a arcillas, conformando un acuífero de reducidas dimensiones y poca capacidad de almacenamiento. Se puede apreciar en su porción superior sedimentos aluviales y conglomerados cuaternarios, que presentan granulometría y permeabilidad variable. En su porción inferior el acuífero se aloja en rocas volcánicas, areniscas y lutitas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento (CONAGUA, 2018).

Litología de la zona no saturada.

La zona no saturada es el espesor comprendido entre la superficie y el nivel freático. En esta zona el contenido de agua es menor que la porosidad, es decir que el agua no ocupa todos los poros. Las características de la zona no saturada son de gran importancia en la evaluación de la vulnerabilidad, porque es la primera defensa natural del acuífero contra los contaminantes. En esta zona el flujo es más lento y generalmente aerobio y alcalino, lo cual hace mayor el potencial para la intercepción, sorción y eliminación de bacterias y virus, y para la atenuación de metales pesados y otros químicos. Por tanto, un mayor espesor de la zona no saturada implica un mayor tiempo de tránsito de los contaminantes y mayor tiempo de contacto con el medio, lo que posibilita procesos de atenuación de mayor duración.

Entonces, un acuífero tendrá baja vulnerabilidad a la contaminación cuando la zona no saturada sea de gran espesor y con gran contenido de arcillas y materia orgánica. Por el contrario, se evaluará un acuífero con vulnerabilidad alta cuando la zona no saturada tenga poco espesor y altos contenidos de arena, grava o rocas de alta permeabilidad.

De acuerdo con el mapa de suelos dominantes de la República Mexicana publicada en 2008 por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la composición de la capa más superficial del

territorio que cubre el Sistema Ambiental Miquetla está conformada, en aproximadamente 90% del total, por un tipo de suelo denominado vertisol. Los Vertisols están comúnmente asociados con sedimentos que tienen un alto contenido de arcillas esmectíticas o que producen estas arcillas por una meteorización post-deposicional y en mesetas amplias de basalto. Los Vertisols se encuentran a menudo en posiciones más bajas del paisaje como en el fondo de lagos secos, cuencas hidrográficas, terrazas inferiores de ríos y otras tierras bajas que están periódicamente húmedas en su estado natural (WRB, 2015).

Distancia al nivel del agua subterránea

La profundidad del agua subterránea se refiriere al nivel freático en los acuíferos libres y al techo del acuífero en los acuíferos confinados. La vulnerabilidad a la contaminación será menor en aquellos acuíferos que tengan un nivel freático a mayor profundidad. En estos casos, el espesor de la zona no saturada será mayor y, por lo tanto, el tiempo de tránsito para un contaminante en alcanzar el agua subterránea será mayor también, lo que proporciona más posibilidad de atenuación de una cierta carga contaminante por degradación o retención natural.

De acuerdo con la red piezométrica proporcionada por Conagua (2016) dentro del Sistema Ambiental Miquetla los valores de profundidad de niveles estáticos medidos con respecto a la superficie varían alrededor de entre 10 y 23 m desde la porción este a oeste, respectivamente.

Tomando en consideración lo anterior, en la Tabla IV.2.1.1.4.2-3 se muestran los valores asignados a los parámetros que utiliza la metodología GOD para el cálculo de la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, tomando como base el diagrama de valorización numérica de parámetros.

Tabla IV.2.1.1.4.2-3.- Valores asignados a los parámetros de la metodología GOD.

Parámetro	Valor
G (Grado de confinamiento hidráulico)	1
O (Litología de la zona no saturada)	0.4
D (Distancia al nivel del agua subterránea)	0.8

Posteriormente se aplica la fórmula (1):

$$GOD = 1 \times 0.4 \times 0.8 = 0.32$$

De esta manera, se obtiene un valor de 0.32 para la vulnerabilidad lo que, de acuerdo con la metodología, indica una vulnerabilidad del acuífero a la contaminación media o moderada, suponiendo una fuente contaminante vertical desde la superficie.

Profundidad y permeabilidad de la zona no saturada

Uno de los temas centrales en el estudio de los sistemas de flujo de agua subterránea es el de la interacción del ciclo hidrológico y la dinámica del agua en la zona no saturada o zona vadosa, a través de la capa superficial de suelo (Tóth, 1999). Esta interacción está determinada, en parte, por las condiciones del clima, el agua en la superficie y las características del medio granular superficial. El análisis y predicción del comportamiento de dicha interacción, está controlado principalmente por propiedades del suelo como la textura, estratigrafía, propiedades hidráulicas, contenidos de humedad y materia orgánica, incluidos diferentes aspectos de migración de solutos (Thomas *et al.*, 2017). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1026-87742017000200091

Los suelos, que dependen de la evolución geológica de una región, son extremadamente complejos y variables; éstos constituyen la primera capa para la percolación y posterior almacenamiento de agua subterránea en los acuíferos, son un medio de crecimiento para las plantas y desarrollo de ecosistemas, por lo que en conjunto apoyan la mayor parte de la vida terrestre en su interacción con el ciclo del agua (Freeze y Cherry, 1979). Los suelos se desarrollan lentamente a lo largo de cientos o miles de años, pero se dañan fácilmente con la aceleración de la erosión, la compactación, la labranza y la contaminación, reduciendo su capacidad de interactuar con el ciclo del agua (Hunt y Ewing, 2009). Además, la cubierta vegetal y la permeabilidad del terreno son factores primordiales que interactúan y regulan la escorrentía en el terreno, ya que dependiendo de las condiciones en que se encuentren, aumentará o disminuirá la misma.

La permeabilidad del terreno se puede considerar como el factor fundamental que determinará el destino del agua de lluvia una vez que llega a la superficie, ya que de acuerdo con las características de la roca y del suelo una parte de la lluvia se infiltrará y otra generará escorrentía. Para las variables de permeabilidad del terreno el INEGI estableció cinco rangos: alta, media alta, media, media baja y baja (Figura IV.2.1.1.4.2-6).

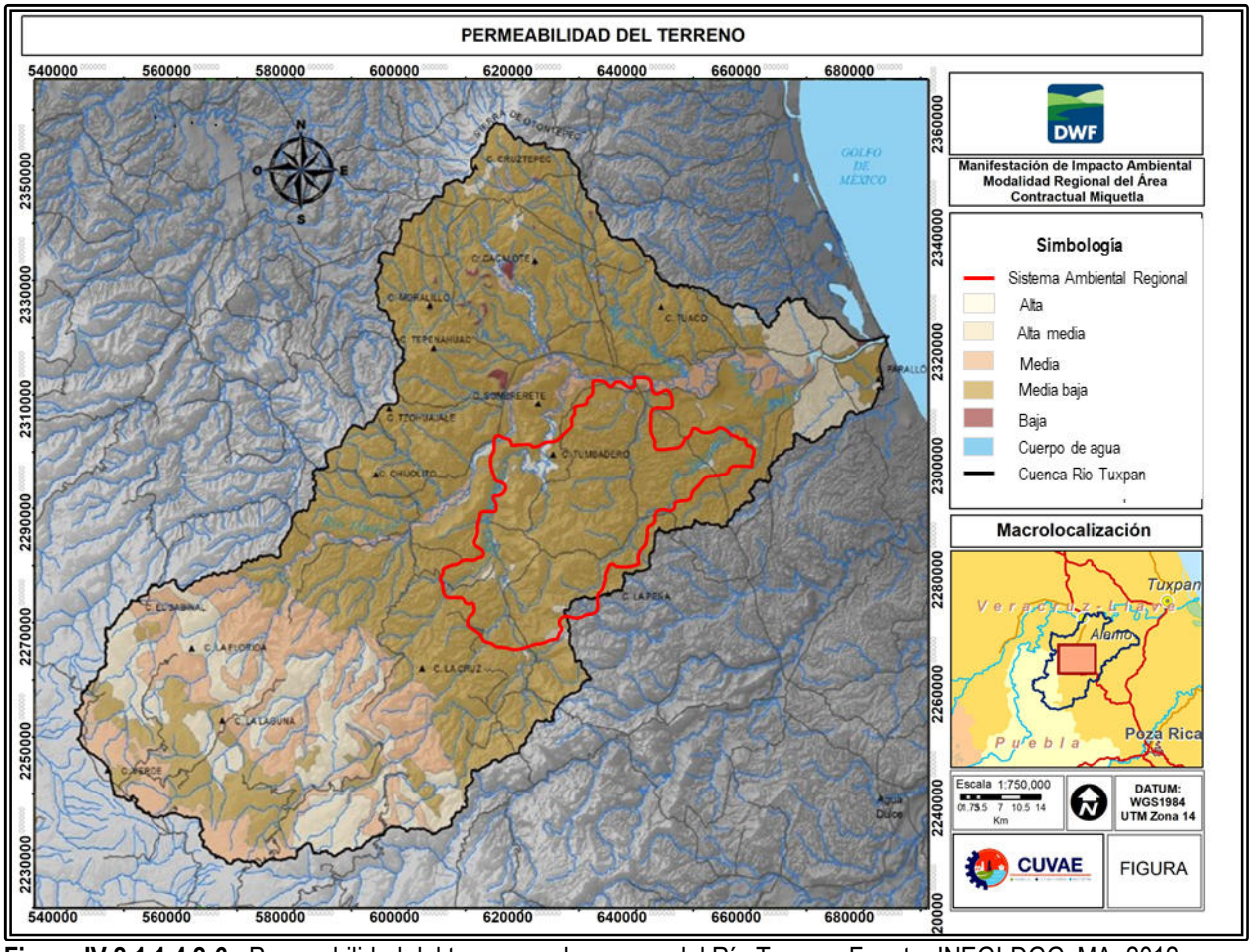


Figura IV.2.1.1.4.2-6.- Permeabilidad del terreno en la cuenca del Río Tuxpan. Fuente: INEGI-DGGyMA, 2012.

De acuerdo con lo anterior, el Sistema Ambiental Regional Miquetla se encuentra en una zona donde la permeabilidad de la zona no saturada o zona vadosa se clasifica como “media baja”. Esta clasificación hace referencia a una unidad constituida por basaltos muy poco alterados o fracturados que se consideran con

una filtración limitada. Estos basaltos se presentan como afloramientos aislados de mediana extensión, uno de los más grandes sobre la Sierra de Otontepec, ubicada el norte del Sistema Ambiental. Las lutitas reducen su permeabilidad al estar asociadas y cementadas con areniscas; éstas se distribuyen en grandes extensiones por toda el área de la cuenca, sobre todo en las zonas media y baja, abarcando casi la totalidad del Sistema Ambiental.

Los suelos clasificados como vertisoles pélicos, húmicos, calcáricos y sálicos sobre los márgenes de los ríos Tuxpan y Pantepec contribuyen en esta unidad, ya que su permeabilidad se ve limitada por sus texturas finas (INEGI, 2016).

Con respecto a la profundidad del nivel estático, la Comisión Nacional del Agua proporciona una red de monitoreo piezométrico a nivel república, sin embargo, dentro del área que abarca el Sistema Ambiental Miquetla se encuentran únicamente dos pozos con información piezométrica, la cual indica un rango de profundidades de niveles estáticos medidos con respecto a la superficie de entre alrededor de 8 y 10 m (Tabla IV.2.1.1.4.2-4) (CONAGUA, 2016).

Tabla IV.2.1.1.4.2-4.- Profundidad de pozos piezométricos ubicados dentro del Sistema Ambiental Amatitlán. La profundidad registrada corresponde al año 2011 (CONAGUA, 2016).

Nombre del Pozo	Acuífero	Estado	Coordenadas UTM		Profundidad del nivel estático (m)
			X	Y	
La Concepción	Álamo-Tuxpan	Veracruz	638296.87	2309297.51	10
Kilómetro 33	Álamo-Tuxpan	Veracruz	646307.54	2312007.23	8

Calidad del agua

La calidad del agua es un atributo que mide las propiedades físicas, químicas y biológicas del líquido (Peters *et al.*, 2009); su estado es determinante para el uso que se le asigne, ya sea como agua potable, para recreación, la agricultura o la industria, por lo que se hace necesaria la existencia de estándares de calidad

específicos para los distintos usos (UNDP *et al.*, 2000). La medición de la calidad del agua subterránea se realiza empleando como referencia los estándares nacionales e internacionales para agua de consumo, sin embargo, la calidad del agua se mide en la fuente de abastecimiento, es decir, en su condición natural, sin tratamiento o potabilización.

Las aguas dulces no son totalmente puras, debido a que en su dinámica por la tierra erosionan y disuelven los componentes de las rocas y suelos de diferente constitución edafológica; además, contienen aquellos gases presentes en la atmósfera que se disuelven en la interfase entre ambos medios. También se encuentra una fracción de materia orgánica disuelta y una particulada; en la mayoría de los cuerpos de agua la primera es mucho más grande que la segunda y tiene una importancia trófica para los heterótrofos, principalmente bacterias y hongos. La materia orgánica particulada forma parte de los detritos y la materia orgánica disuelta, de las sustancias húmicas.

Los lagos y ríos son las principales fuentes de agua dulce, aunque en conjunto constituyen menos de 0.01% del suministro total de agua en el mundo[2]. En la actualidad, encontrar un río, lago o laguna no contaminada por sustancias orgánicas, inorgánicas o por patógenos es algo raro o inusual, estas fuentes de abastecimiento son las que requieren de menor infraestructura para su extracción y consumo, esto hace que la población recurra a ellas para llevar a cabo gran parte de sus actividades cotidianas.

[2]Cambio Global y Recursos Hídricos en México: Hidropolítica y Conflictos Contemporáneos por el Agua.

Conocer la composición química del agua, permite determinar la calidad de esta, puesto que el agua natural adquiere su composición mediante un proceso complejo donde intervienen múltiples factores (fisicoquímicos, geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, climáticos, microbiológicos y ambientales), en una misma área, muchos de estos factores se hacen constante y en ocasiones uno suele ser el dominante (Fagundo, 1990).

Actualmente la calidad del agua de los acuíferos se deteriora por la actividad antropogénica (sobreexplotación y descargas de contaminantes). La actividad del hombre causa un deterioro progresivo de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, una vez contaminadas, se hace muy difícil restablecer su calidad original. Por ello, es de vital importancia tener conocimiento de la composición del agua subterránea, dentro del acuífero con el fin de mantener un monitoreo que permita identificar oportunamente alguna alteración dentro del mismo (Bustamante-Ibáñez, 2017).

Tipos de aprovechamientos de agua (pozos, norias y manantiales)

Corresponden a los aprovechamientos de los cuales se obtuvo una muestra de agua para ser analizada en laboratorio (INEGI, 2012).

Pozo. Obra para extraer agua del subsuelo en los que el diámetro de perforación es estrecho (por lo general se miden en pulgadas); el método de perforación es con maquinaria (de percusión o rotatoria); generalmente se encuentran sellados en su parte superior y constan de ademe metálico o PVC (ranurado y/o ciego), además del equipo de bombeo.

Noria. Excavación vertical a cielo abierto construida generalmente en forma artesanal (con pico y pala) hasta alcanzar el nivel freático; estas obras por lo general no registran altos rendimientos, se conocen también con el nombre de pocito, pozo de lazo, pozo, etcétera.

Manantial. Lugar donde el nivel freático aflora en la superficie del terreno y donde el agua fluye en forma más o menos continua.

Muestreo

El muestreo es el primer paso en todo estudio de caracterización de un medio, es de gran importancia para la credibilidad de los resultados de una investigación ya que, si se realiza de manera inadecuada y en el lugar no indicado, los resultados no serán confiables (Ortuño *et al.*, 2006), por este motivo en el área de estudio (área del proyecto) se establecieron tres sitios de muestreo ubicados estratégicamente, considerando el flujo de agua subterránea (Tabla IV.2.1.1.4.2-5), para detectar la influencia de la actividad petrolera en el Sistema Ambiental con respecto a la que se lleva que se desarrolla en el Área de Influencia y, además, establecer un antecedente cualitativo del recurso. La ubicación de los sitios de muestreo es dirigida y no coincide con los pozos pertenecientes a la red piezométrica de la CONAGUA (2016) (Figura IV.2.1.1.4.2-7).

Tabla IV.2.1.1.4.2-5.- Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo dirigidos dentro del Sistema Ambiental Regional Miquetla.

Sitio de muestreo	Obra	Coordenadas UTM	
		X	Y
HSB-MIAR-01	Pozo	630241	2289342
HSB-MIAR-02	Pozo	639472	231304
HSB-MIAR-03	Noria	655156	2305942

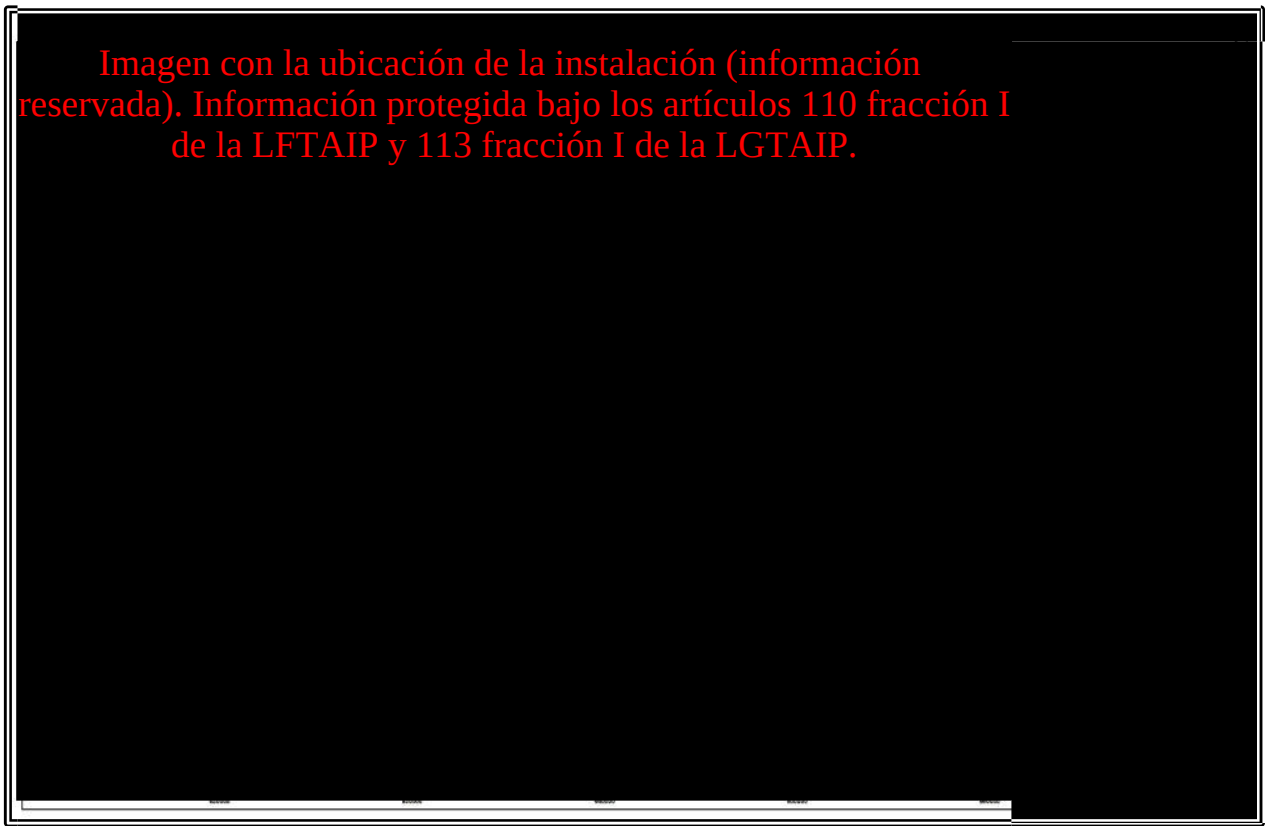


Figura IV.2.1.1.4.2-7.- Ubicación de sitios de muestreo dirigidos dentro del Sistema Ambiental Regional Miquetla.

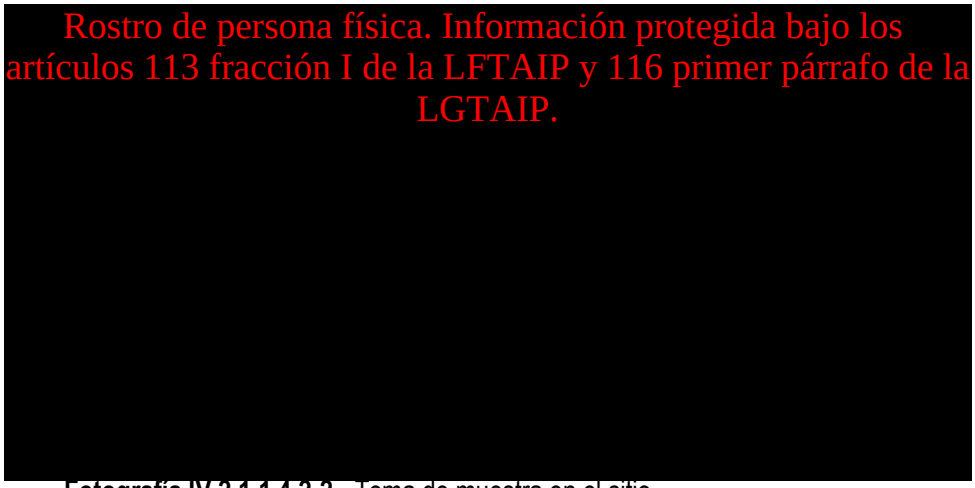
La selección de los parámetros empleados para la caracterización de la calidad del agua dentro del Sistema Ambiental Regional Miquetla se realizó con base en la composición de los compuestos volátiles del petróleo y derivados de éste como la gasolina, conocidos como BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos), los cuales se caracterizan por ser los elementos que permanecen en el agua subterránea y llegan a encontrarse en sitios alejados de la fuente contaminante. Además de los BTEX, utilizados para caracterizar la presencia de remanentes de hidrocarburo en el agua subterránea, se realizó el análisis de los parámetros indicadores de calidad del agua (ICA) establecidos por CONAGUA (2017), entre los cuales se encuentran: coliformes fecales, arsénico, mercurio, cadmio, cromo, hierro manganeso, plomo, sólidos disueltos totales, pH, conductividad eléctrica, fluoruros, nitrógenos y dureza total.

El muestreo en campo y el análisis de laboratorio fue llevado a cabo por el laboratorio Sistemas de Ingeniería Ambiental S.A. de C.V., el cual se encuentra acreditado ante la EMA (Entidad Mexicana de Acreditación A. C.) para llevar a cabo el análisis de los parámetros apegados al requerimiento de la NOM-127SSA1-1994 Modificación 2000, que establece los criterios para salud ambiental, agua para uso y consumo humano y límites máximos permisibles de calidad del agua.

Descripción de los sitios de muestreo de hidrología subterránea

HSB-MIAR-01.- Este sitio corresponde a un pozo somero ubicado en la localidad Francisco Luján Adame (Dos Pasos) en el municipio de Castillo de Teayo, Veracruz. El agua de este pozo se utiliza para abastecer de agua potable a la comunidad, la cual utiliza el recurso para actividades domésticas. El punto de muestreo se encuentra a aproximadamente 13 km al suroeste de la cabecera municipal, en las coordenadas X:630241, Y:2289342 (Fotografías IV.2.1.1.4.2-1 y IV.2.1.1.4.2-2).

Fotografía IV.2.1.1.4.2-1.- Localización sitio de muestreo HSB-MIAR-01.



Fotografía IV.2.1.1.4.2-2.- Toma de muestra en el sitio

HSB-MIAR-02.- Este sitio corresponde a un pozo profundo (~100 m) ubicado en la localidad El Ídolo en el municipio de Álamo Temapache, Veracruz. El agua del pozo es sustraída por una bomba mecánica y no cuenta con una estructura en superficie. El agua del pozo es de uso público. El punto de muestreo se encuentra a aproximadamente 3 km al sureste de la cabecera municipal, en las coordenadas X:639472, Y:2310304 (Fotografías IV.2.1.1.4.2-3 y IV.2.1.1.4.2-4).

Fotografía IV.2.1.1.4.2-3.- Ubicación sitio de muestreo HSB-MIAR-02.

Fotografía IV.2.1.1.4.2-4.- Toma de muestra en el sitio.

HSB-MIAR-03.- Este sitio corresponde a un pozo somero con alrededor de 16 m de profundidad, ubicado en la localidad de Agua Fría en el municipio de Tihuatlán, Veracruz. El agua del pozo es de uso doméstico. El punto de muestreo se encuentra a aproximadamente 15 km al norte de la cabecera municipal, en las coordenadas X:655156, Y:2305942 (Fotografías IV.2.1.1.4.2-5 y IV.2.1.1.4.2-6).

Fotografía IV.2.1.1.4.2-5.- Ubicación sitio de muestreo HSB-MIAR-03.

Fotografía IV.2.1.1.4.2-6.- Toma de muestra en el sitio.

Resultados de análisis de muestras de agua subterránea

La medición de la calidad del agua subterránea se realiza empleando como referencia los estándares nacionales e internacionales para agua de consumo. Sin embargo, la calidad del agua se mide en la fuente de abastecimiento, es decir, en su condición natural, sin tratamiento o potabilización.

En la Tabla IV.2.1.1.4.2-6 se presentan los resultados de los análisis realizados a las muestras tomadas en los tres pozos de agua, así como su comparativo con la NOM-127SSA1-1994 modificación 2000, la cual considera los límites permisibles de calidad del agua para uso y consumo humano como requisito que especifica la Guía para la elaboración de la MIA-Regional expedida por la ASEA (**Anexo "M"**).

Tabla IV.2.1.1.4.2-6.- Resultados de laboratorio del análisis de agua subterránea y su comparativo con los Límites Máximos Permisibles de la NOM-127SSA1-1994 Modificación 2000.

Parámetro	Unidad	Sitios de muestreo Subterráneos			L.M.P.
					Cumple
Características bacteriológicas		HSB-MIAR-01	HSB-MIAR-02	HSB-MIAR-03	No cumple
Coliformes fecales (NMP)	NMP/100 mL	1100	<3	>2400	Ausencia
Compuestos orgánicos					
Benceno	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	10
Tolueno	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	700
Etilbenceno	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	300
Xileno	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	500
Metales					
Arsénico	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	0.025
Mercurio	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.001
Cadmio	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	0.005
Cromo	mg/L	0.01223	0.06135	0.11933	0.05
Hierro	mg/L	0.21314	0.09007	0.10415	0.3
Manganeso	mg/L	0.00185	0.01155	0.00157	0.15
Plomo	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	0.01
Fisicoquímicos					
Sólidos disueltos totales	mg/L	638	621	829	1000
pH	UpH	7.3	7.3	7.1	6.5-8.5
Temperatura	°C	27	27	27	-
Conductividad	µS/cm	709	689	807	-
Fluoruros	mg/L	0.268	0.389	0.22	15
Nitrógeno de nitratos	mg/L	2.613	3.879	5.092	10
Dureza total	mg/L	460	522	530	500

Los resultados del análisis de agua subterránea de los tres pozos ubicados alrededor de los centros rurales que se encuentran dentro del Sistema Ambiental muestran, en general, una buena calidad del agua. Sin embargo, los valores que superan los límites máximos permisibles establecidos por la norma son: los parámetros bacteriológicos en todos los sitios exceptuando el sitio HSB-MIAR-02; el contenido del metal cromo en los sitios HSB-MIAR-02 y HSB-MIAR-03 así como la dureza total en los mismos

En cuanto a compuestos orgánicos y BTEX se encuentran dentro de los límites permisibles o no se detectó el analito por el límite de detección del método.

Estos resultados se compararon con los Índices de Calidad del Agua (ICA) de CONAGUA para agua subterránea que se muestran en la Tabla IV.2.1.1.4.2-7 (CONAGUA, 2017).

Tabla IV.2.1.1.4.2-7.- Indicadores de la Calidad del Agua. Escala de clasificación de calidad del agua subterránea (CONAGUA, 2017).

Parámetros	Clasificación/ Criterio	Cumplimiento			Incumplimiento	
Coliformes Fecales	Clasificación	Potable - Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
	Criterio	CF<1.1	1.1<=CF<=200	200<CF<=1000	1000<CF<=10000	CF>10000
Fluoruros	Clasificación	Potable - Optima	Media	Baja	Alta	
	Criterio	0.7<=FLUO<1.5	0.4<=FLUO<0.7	0>=FLUO<0.4	FLUO>1.5	
Dureza	Clasificación	Potable - Suave	Potable Moderadamente Suave	Potable - Dura	Muy dura e indeseable usos industrial y domestico	
	Criterio	DUR<=60	60<DUR<=120	120<DUR<=500	DUR>500	
Sólidos Disueltos Totales	Clasificación	Potable - Dulce	Ligeramente salobres	Salobres	salinas	
	Criterio	SDT<=1000	1000<SDT<=2000	2000<SDT<=10000	SDT>10000	
Nitratos	Clasificación	Potable - Excelente	Potable - Buena Calidad		No apta para FAAP	
	Criterio	N_NO3<=5	5<N_NO3<=11		N_NO3>11	
Arsénico Total	Clasificación	Potable-Excelente	Apta como FAAP		No apta para FAAP	
	Criterio	AS<=0.01	0.01<AS<=0.025		AS>0.025	
Cadmio	Clasificación	Potable-Excelente	Apta como FAAP		No apta para FAAP	
	Criterio	CD<=0.003	0.003<CD<=0.005		CD>0.005	
Cromo	Clasificación	Potable-Excelente			No apta para FAAP	
	Criterio	CR<=0.05			CD>0.05	
Mercurio	Clasificación	Potable-Excelente			No apta para FAAP	
	Criterio	HG<=0.006			HG>0.006	
Plomo	Clasificación	Potable-Excelente			No apta para FAAP	
	Criterio	PB<=0.01			PB>0.01	
Manganeso	Clasificación	Potable-Excelente			Sin efectos en la salud - puede dar color al agua	Puede afectar la salud
	Criterio	MN<=0.015			0.15>MN<=0.4	MN>0.4
Hierro Total	Clasificación	Potable-Excelente			Sin efectos en la salud - puede dar color al agua	
	Criterio	FE=0.3			FE>0.3	

Fuente: CONAGUA 2017

Los resultados de la comparación se presentan en la Tabla IV.2.1.1.4.2-8, donde se observa la clasificación de la calidad del agua por parámetro en cada sitio muestreado.

Tabla IV.2.1.1.4.2-8.- Medición de la calidad del agua subterránea de los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental Regional Miquetla.

Resultados			
Parámetros	**HSB-MIAR-01**	**HSB-MIAR-02**	**HSB-MIAR-03**
Coliformes Fecales	1100	<3	>2400
Fluoruros	0.268	0.389	0.22
Dureza total	460	522	530
Solidos Disueltos Totales	638	621	829
Nitratos	2.613	3.879	5.092
Arsénico Total	<0.005	<0.005	<0.005
Cadmio	<0.003	<0.003	<0.003
Cromo	0.01223	0.06135	0.11933
Mercurio	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Plomo	<0.005	<0.005	<0.005
Manganeso	0.00185	0.01155	0.00157
Hierro Total	0.21314	0.09007	0.10415
Conductividad	709	689	807
	Cumple		
	No cumple		

De acuerdo con la comparación de los resultados de las muestras analizadas de los pozos de agua subterránea con los indicadores de la calidad de agua (ICA) de la CONAGUA, se determina que para el parámetro coliformes fecales el sitio HSB-MIAR-02 es el único que cumple con la norma, clasificándose como agua potable de excelente calidad mientras que el resto de los sitios no cumplen la norma, clasificándose como agua contaminada. Con respecto al parámetro dureza el sitio HSB-MIAR-01 se encuentra dentro de la norma con una concentración de 460 mg/L clasificándose como agua potable dura. Los sitios HSB-MIAR-02 y HSB-MIAR-03 para el mismo parámetro no cumplen la norma, excediendo el límite de 500 mg/L por lo que

se cataloga como agua muy dura e indeseable para uso doméstico. De la misma forma, estos dos sitios en el parámetro cromo incumplen la norma excediendo el límite de 0.05 mg/L por lo que estos sitios se consideran como no aptos para fuente de abastecimiento de agua potable.

El resto de los parámetros, en los tres sitios se encuentran dentro de la norma y se clasifican como agua potable dulce de excelente calidad exceptuando el parámetro conductividad, en cual se encuentra en un rango de entre 680 a 810 µS/cm considerándose como buena y permisible para riego.

Métodos analíticos

El análisis de los diferentes parámetros en las muestras de agua tomadas dentro del Sistema Ambiental Regional Miquetla se llevó a cabo a través de los métodos analíticos que se presentan en la Tabla IV.2.1.1.4.2-9. Estos métodos están acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y en ellos se describen los procedimientos usados para el análisis, los reactivos y patrones a utilizar, los materiales y equipos que se deben emplear, el método de recolección de muestras y las especificaciones de los recipientes para su colecta, así como el control de calidad requerido, los cálculos apropiados y las unidades en las que se entregarán los resultados.

Tabla IV.2.1.1.4.2-9.- Métodos analíticos utilizados para análisis de muestras de laboratorio.

Parámetro	Método analítico	L.P.C.
Características bacteriológicas		
Coliformes fecales (NMP)	NMX-AA-042-SCFI-2015	3
Compuestos orgánicos		
Benceno	EPA 8260C-2006	0.001
Tolueno	EPA 8260C-2006	0.001
Etilbenceno	EPA 8260C-2006	0.001
Xileno	EPA 8260C-2006	0.001
Metales		
Arsénico	NMX-AA-051-SCFI-2016	0.005
Mercurio	NMX-AA-051-SCFI-2016	0.0005
Cadmio	EPA 6010 C-2007	0.003
Cromo	EPA 6010 C-2007	0.005
Hierro	EPA 6010 C-2007	0.025
Manganeso	EPA 6010 C-2007	0.0015
Plomo	EPA 6010 C-2007	0.005
Fisicoquímicos		
Sólidos disueltos totales	NMX-AA-034-SCFI-2015	2500
pH	NMX-AA-008-SCFI-2016	NA
Temperatura	NMX-AA-007-SCFI-2013	NA
Conductividad	NMX-AA-093-SCFI-2018	NA
Fluoruros	NMX-AA-077-SCFI-2001	0.2
Nitrógeno de nitratos	EPA 353.2 1993	0.02
Dureza total	NMX-AA-072-SCFI-2001	20
LPC: Límite práctico cuantificable; NA: No Aplica		

Conclusiones

La superficie del Sistema Ambiental Regional Miquetla se encuentra comprendida dentro de los límites que abarca el acuífero Álamo-Tuxpan, en la parte norte del estado de Veracruz y en menor proporción los estados de Hidalgo y Puebla. El acuífero Álamo-Tuxpan es un acuífero de tipo libre, es decir, aquel en el que el agua subterránea presenta una superficie libre sujeta a la presión atmosférica y que tiene como límite superior la zona de saturación. Este acuífero se encuentra alojado, en su porción superior, en sedimentos fluviales de granulometría variada, así como areniscas y conglomerados. Esta unidad es la que se explota actualmente

para satisfacer las necesidades de agua de la región. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas, entre las que destacan intercalaciones de calizas, lutitas, areniscas y basaltos, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. El principal uso del acuífero en la zona que abarca el Sistema Ambiental es de tipo público-urbano, para dotación de agua potable a los centros de población.

El análisis de la red de flujo creada para el Sistema Ambiental Regional Miquetla permite identificar que el flujo de agua subterránea tiene una dirección preferencial suroeste-noreste. A través del estudio de la red de flujo se identificó que la zona de recarga del acuífero se localiza en la porción suroeste del Sistema Ambiental, en la zona montañosa de la Sierra Madre Occidental. El agua que se infiltra por precipitación circula a través de las formaciones porosas a una profundidad promedio de 9 m dentro del Sistema Ambiental hacia la zona de descarga que está representada por la zona marina en la costa del Golfo de México. En su trayectoria hacia la zona marina, el sistema de flujo de agua subterránea descarga localmente en los ríos perennes que se encuentran dentro del sistema. Sin embargo, durante la temporada de lluvias cuando el nivel freático aumenta, la descarga local puede llevarse a cabo en arroyos y corrientes intermitentes.

El acuífero Álamo-Tuxpan, debido a su condición de acuífero libre y su baja profundidad se considera un acuífero moderadamente vulnerable a la contaminación ya que el tiempo de tránsito para un contaminante en alcanzar el agua subterránea se reduce conforme lo hace la profundidad del nivel estático, proporcionando menor atenuación del contaminante por degradación o retención natural. Dentro del Sistema Ambiental Regional Miquetla la zona no saturada está conformada por una capa de suelo con alto contenido de arcillas de espesores variables dependiendo de la topografía (en zonas bajas se desarrollan suelos de mayor espesor), hasta llegar a las capas permeables donde se aloja el acuífero. La permeabilidad de estas capas está considerada como media-baja debido a su alto contenido de arcillas y su textura fina, la cual abarca casi la totalidad del Sistema Ambiental.

Con respecto a la calidad del agua del acuífero dentro del Sistema Ambiental Regional Miquetla, el análisis de laboratorio de tres sitios de muestreo realizados en pozos y norias en localidades seleccionadas de acuerdo con las zonas de recarga y descarga del sistema de flujo de agua subterránea indican, en general,

una buena calidad del agua de acuerdo con los Índices de Calidad del Agua establecidos por la CONAGUA (2017). De forma concisa, el sitio HSB-MIAR-01, situado al suroeste del Sistema Ambiental (zona de recarga del sistema) es el que se considera de mejor calidad, cumpliendo la norma y catalogándose como potable de excelente calidad en los parámetros fisicoquímicos y metales, exceptuando los bacteriológicos donde, debido a su alta concentración de coliformes fecales se considera como contaminada.

El sitio HSB-MIAR-02, situado al noreste del Sistema Ambiental (zona de descarga del sistema), con respecto a los parámetros bacteriológicos se estima como agua potable de excelente calidad. En los parámetros fisicoquímicos este sitio por su bajo contenido de fluoruros se considera de baja calidad y con respecto al parámetro dureza esta agua es muy dura e indeseable, incumpliendo la norma. Considerando el resto de los parámetros fisicoquímicos el agua se clasifica como potable dulce de excelente calidad. En cuanto a los metales este sitio cumple la norma clasificándose como agua potable de excelente calidad exceptuando el metal cromo el cual, debido a su alta concentración, se considera como no apta para abastecimiento de agua potable.

En relación con el sitio HSB-MIAR-03, situado al noreste del Sistema Ambiental (zona de descarga del sistema), de acuerdo con su concentración de coliformes fecales esta agua se encuentra fuertemente contaminada. Con respecto al resto de los parámetros se observa cualitativamente similar al sitio anterior.

Las características cualitativas de los sitios HSB-MIAR-01 y HSB-MIAR-03 con respecto a sus concentraciones de coliformes fecales están asociadas posiblemente a que son pozos someros con una profundidad del nivel estático de entre 4 y 16 m, lo que los hace vulnerables a fuentes de contaminación vertical mientras que, el sitio HSB-MIAR-02 por ser un pozo profundo con alrededor de 100 m de profundidad, cuenta con una zona no saturada más amplia que resguarda el acuífero de una fuente contaminante vertical.

La presencia de alta concentración del metal cromo en el agua subterránea muestreada en los sitios HSB-MIAR-02 y HSB-MIAR-03, ambos ubicados en la zona de descarga del Sistema Ambiental a una distancia de entre 5 y 20 km al noreste del área del proyecto, tienen un probable origen industrial ya que este metal, cuando se encuentra presente en el agua subterránea, generalmente está asociado a residuos que generan

procesos como aleaciones, aplicación de agentes anticorrosivos, baterías, recubrimientos metálicos y, además, también destaca la utilización de compuestos de cromo como por ejemplo el uso de abonos fosfatados (Matteoda *et al*., 2009).

Ante este panorama y, tomando en cuenta la actividad petrolera que se desarrolla en el Sistema Ambiental Regional y dentro del Área de Influencia Miquetla desde hace ya algunos decenios, no se puede excluir que dicha actividad posiblemente influya en la calidad del agua refiriéndonos al parámetro cromo, sin embargo existen en el mismo sitio un conjunto de actividades que se tiene probado que aumentan la cantidad de este parámetro en el agua como es el claro ejemplo de la agricultura que se manifiesta de manera extensiva e intensiva en todo el Sistema Ambiental y el área de influencia del proyecto y que ocupa abono y/o fertilizantes que por su composición que incluye el cromo influyen en el aumento de la concentración de este parámetro y, debido a la dirección de flujo de ésta (SW-NE), la dispersión del contaminante se encuentra en las zonas más alejadas.

Por su parte la dureza, un parámetro que hace referencia al contenido de calcio y magnesio, en los sitios antes mencionados se encuentra incumpliendo la norma con una concentración mayor a 500 mg/L, lo cual se puede explicar por la naturaleza de las formaciones geológicas en las que se encuentra alojado el acuífero.

Finalmente, con respecto a los compuestos orgánicos que se analizaron en este estudio (BTEX), éstos se encuentran cuando tiene lugar un derrame de hidrocarburo en su fracción ligera, cuando esto ocurre, los hidrocarburos comienzan su migración a favor de la gravedad (a través de la zona vadosa o no saturada), parte de los contaminantes son retenidos en el subsuelo, ocupando los espacios porosos. Si el volumen vertido es muy grande, la fase líquida probablemente alcanzará el acuífero y entonces una fracción se disuelve en agua e inicia su transporte siguiendo por lo general la dirección de flujo del manto freático.

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de BTEX, en los tres sitios muestreados no se observó presencia de estos elementos; ni dentro del Área de Influencia directa (ELBA AC Miquetla, 2019), ni en el área de influencia indirecta que corresponde al Sistema Ambiental, indicando que, si bien se tiene registro

de derrames de hidrocarburo dentro del Área de Influencia directa, éstos han sido atendidos con acciones inmediatas que garantizaron la contención del hidrocarburo antes de que éste pudiera alcanzar el manto freático.

El objetivo de tal análisis comparativo de los resultados del laboratorio con los índices de calidad del agua (ICA) de la CONAGUA es meramente calificativo, es decir, se buscó conocer el estatus cualitativo del agua sin concederle un uso en específico.

IV.2.1.1.5 Calidad del aire

La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve a la Tierra. Es una mezcla gaseosa, que se compone principalmente de 21% de oxígeno (O_2) y 78% de nitrógeno (N). El resto lo componen gases traza, destacando los gases de efecto invernadero (GEI), vapor de agua, bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y ozono (O_3), entre otros (SEMARNAT, 2013, p. 5).

El equilibrio de esta concentración permite que los seres humanos puedan respirar sin tener afectaciones a la salud. Sin embargo, el aire que respiramos puede ser alterado debido a la presencia de otros compuestos. En este sentido se define como contaminante del aire al compuesto o compuestos que alteran nocivamente la concentración normal del aire ambiente y, calidad del aire como el estado de la concentración de los diferentes contaminantes atmosféricos en un periodo de tiempo y lugar determinados.

Los contaminantes que son emitidos de manera directa, ya sea de una fuente natural (procesos como erosión del suelo, descomposición de materia orgánica, incendios forestales, entre otros) o antropogénica (fuentes fijas, de área y móviles), son llamados contaminantes primarios, por ejemplo, el monóxido de carbono (CO) y el bióxido de nitrógeno (NO_2). También existen los llamados contaminantes secundarios, los cuales son resultado de las reacciones químicas entre contaminantes primarios y otros componentes del aire, por ejemplo, el ozono (O_3), que se forma de la reacción entre el bióxido de nitrógeno (NO_2) y los compuestos orgánicos volátiles (COV) (INE, s.f., p. 13).

Los efectos en la salud humana están determinados por la exposición a la contaminación del aire y la toxicidad de los contaminantes. La diversidad de los efectos depende de factores tales como la concentración y las características del contaminante, además de la susceptibilidad del individuo expuesto y el tiempo de exposición. La exposición se considera crónica cuando se está expuesto a la contaminación durante periodos largos (por ejemplo, años), y aguda cuando se trata de periodos cortos (por ejemplo, días u horas) (Zuk *et al.*, 2007, p.19).

En 1987 la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó las Guías de calidad del aire (GCA) que tienen por objeto ofrecer orientación sobre la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud. En 2005 se editó su actualización mundial, que siguen siendo los documentos autorizados por excelencia de la OMS sobre el tema de la calidad del aire y la salud, ya que refiere los valores guía para cuatro contaminantes del aire conocidos como peligrosos para la salud humana: material particulado, ozono (O_3), bióxido de nitrógeno (NO_2) y bióxido de azufre (SO_2) (OMS, 2006, p. 5).

Tabla IV.2.1.1.5-1.- Concentraciones recomendadas según las Guías de calidad del aire de la OMS.

Contaminante	Concentración	
O_3	100 µg/m^3 de media en 8 horas	-
NO_2	40 µg/m^3 de media anual	200 µg/m^3 de media en 1 hora
SO_2	20 µg/m^3 de media en 24 horas	500 µg/m^3 de media en 10 minutos
PM10	20 µg/m^3 de media anual	50 µg/m^3 de media en 24 horas
PM2.5	10 µg/m^3 de media anual	25 µg/m^3 de media en 24 horas

Unidades: µg/m^3, microgramos por metro cúbico.

Estas Guías están destinadas para su uso en todo el mundo, pero han sido elaboradas para respaldar medidas orientadas a conseguir una calidad del aire que proteja la salud pública en distintas situaciones. Por otra parte, cada país establece normas de calidad del aire para proteger la salud pública de sus ciudadanos, por lo que son un componente importante de las políticas nacionales de gestión del riesgo y ambientales. Las normas nacionales varían en función del enfoque adoptado, con el fin de equilibrar los riesgos para salud, la viabilidad tecnológica, los aspectos económicos y otros factores políticos y sociales de diversa índole, que a su vez dependen, entre otras cosas, del nivel de desarrollo y la capacidad nacional en relación con la gestión de la calidad del aire (OMS, 2006, p. 7).

En México, los contaminantes criterio que incluyen, el ozono (O_3), el monóxido de carbono (CO), el bióxido de azufre (SO_2), el bióxido de nitrógeno (NO_2) y las partículas con un diámetro aerodinámico igual o menor a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5), han sido normados y se les ha establecido un valor límite permisible de concentración en el aire ambiente, con la finalidad de proteger la salud humana y asegurar el bienestar de la población, estos niveles fijados se muestran en la Tabla IV.2.1.1.5-2.

Tabla IV.2.1.1.5-2.- Límites normados para los contaminantes del aire en México.

Contaminante	Límites		Norma Oficial Mexicana
	Exposición aguda	Exposición crónica	
	Concentración y tiempo para el promedio		
O_3	0.095 ppm (186 µg/m^3) (1 hora)	-	NOM-020-SSA1-2014
	0.070 ppm (137 µg/m^3) (8 horas)	-	
CO	11.00 ppm (12,595 µg/m^3) (8 horas)	-	NOM-021-SSA1-1993
SO_2	0.110 ppm (288 µg/m^3) (24 horas)	0.025 ppm (66 µg/m^3) (promedio anual)	NOM-022-SSA1-2010
	0.200 ppm (524 µg/m^3) (1 hora)		
NO_2	0.21 ppm (395 µg/m^3) en 1 hora	-	NOM-023-SSA1-1993
PM10	75 µg/m^3 (24 horas)	40 µg/m^3 (promedio anual)	NOM-025-SSA1-2014
PM2.5	45 µg/m^3 (24 horas)	12 µg/m^3 (promedio anual)	

Unidades: ppm, partes por millón, µg/m^3, microgramos por metro cúbico.

IV.2.1.1.5.1 Antecedentes

En el 2013 Operadora de Campos DWF, S.A. de C.V. (DWF) se adjudicó el Contrato para la Producción de Hidrocarburos en el Área Contractual Miquetla (ACM) No. 424103813, bajo el esquema de contrato integral de exploración y producción (CIEP).

Posteriormente, el 21 de noviembre de 2018, se celebró entre, por una parte, a través del Ejecutivo Federal y por conducto de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), y por las otras partes, Pemex Exploración y Producción (PEP), empresa productiva del Estado subsidiaria de Petróleos Mexicanos (PEMEX) y DWF, el Contrato para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos en el ACM bajo la modalidad de licencia en zonas terrestres convencionales y no convencionales No. CNH-M5-MIQUETLA/2018.

IV.2.1.1.5.2 Metodología

De acuerdo con la guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental modalidad regional indica como caracterizar el elemento abiótico aire, utilizando el registro y análisis de información de base de este elemento o factor, por lo que, se debe ofrecer información cualitativa y cuantitativa que permita determinar el registro actual de la calidad del aire […] (SEMARNAT, s.f., p. 38).

Por su parte, la guía para la elaboración y presentación de la línea base ambiental previo al inicio de las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en áreas terrestres, señala que la línea base ambiental es un insumo para la manifestación de impacto ambiental, teniendo la alternativa de llevarla a cabo considerando una superficie adicional al área contractual (área de influencia) […] (ASEA, 2017, p. 8).

La caracterización de la Línea base ambiental del ACM se realizó en 2019 -abreviado como LBA 2019- pero sin la adición del Sistema Ambiental Regional (SAR), con el fin de determinar las condiciones ambientales en las que se encontraban los componentes ambientales. En lo que respecta a la calidad del aire, se monitorearon dos sitios de muestreo. La metodología aprobada consistió en ubicar un punto de entrada y otro punto de salida de los vientos dominantes en la poligonal, de acuerdo con la información presentada del análisis de la dirección y velocidad del viento en el ACM. Por lo expuesto, se midieron las concentraciones de emisiones de contaminantes en los puntos de entrada y de salida mediante el servicio de un laboratorio móvil certificado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

Las muestras que se tomaron en cada sitio de monitoreo fueron de los parámetros bióxido de azufre (SO_2), óxido nitroso (NO), bióxido de nitrógeno (NO_2), óxidos de nitrógeno (NOx), ozono (O_3), compuestos orgánicos volátiles (COV), hidrocarburos aromáticos policíclicos o polinucleares (HAP), monóxido de carbono (CO), bióxido de carbono (CO_2), carbono negro (negro de humo), partículas suspendidas totales menores a 10 micrómetros (PM10), partículas suspendidas totales menores a 2.5 micrómetros (PM2.5) y deposición seca de sulfatos (SO_4^{2-}) y cloruros (Cl-), conforme al numeral 3.1.10 de la guía de la ASEA en mención, para evaluar la calidad del aire ambiente atendiendo a la presencia de estas emisiones contaminantes.

Previamente se mencionó que los contaminantes criterio tienen establecida una Norma Oficial Mexicana con la cual vigilar que sus concentraciones no superen la normativa y no representen un riesgo a la salud. Por el contrario, el resto de los contaminantes del párrafo anterior, no cuentan con legislación en materia de salud ambiental que determinen los límites máximos permisibles en el aire ambiente.

Como precedente se tiene que en la transición para la recepción del ACM bajo el contrato CIEP, se elaboró un Estudio Ambiental Inicial con el que se determinó la responsabilidad de los daños causados al ambiente

y a terceros por Pemex Exploración y Producción (PEP) previo a su fecha efectiva. Durante el periodo de vigencia del CIEP, por cláusula contractual DWF entregó estudios en materia ambiental atendiendo sus responsabilidades ambientales en cumplimiento de sus obligaciones, compromisos y condicionantes en la prestación de sus servicios. Asimismo, en la terminación del contrato con PEP, DWF realizó un Estudio Ambiental Final en el que se determinaron sus responsabilidades ambientales existentes en el ACM, que surgieron como consecuencia de sus operaciones, mismas que fueron concluyentes con base en el Estudio Ambiental Final Adicional que se elaboró durante la transición de entrega.

Por lo anterior, los estudios realizados en el ACM mediante el CIEP fueron:

1) Estudio Ambiental Inicial Área Contractual Miquetla (enero 2014),
2) Estudio Ambiental Final del Área Contractual Miquetla (octubre 2015),
3) Informe de las condiciones ambientales y de las comunidades ubicadas o cercanas al Área Contractual Miquetla (marzo 2018) -abreviado como ICA 2018-,
4) Estudio Ambiental Final del Área Contractual Miquetla (mayo 2019) -abreviado como EAF 2019-,
5) Estudio Adicional Final al Estudio Ambiental Final del Área Contractual Miquetla Contrato No. 424103813 (mayo 2019).

Con base en lo anterior, se analizó toda esta información a lo que se detectó que preliminarmente a la realización de la LBA 2019, sólo en los estudios señalados en los incisos 3 y 4 se caracterizó la calidad del aire y en los que se llevó a cabo un monitoreo en dos instalaciones de proceso y en un pozo.

Por lo que para el desarrollo de este apartado en el que se evaluó la calidad del aire en el área de influencia se dispuso e integró la información cualitativa y cuantitativa que fue obtenida de los estudios ambientales realizados en el ACM, mencionados líneas arriba, y para el SAR se hizo uso de los Programas de gestión para mejorar la calidad del aire (ProAire) existentes para los estados de Veracruz y Puebla. Cabe hacer mención que también se tomó registro de los impactos que se generan por las actividades productivas de mayor relevancia y prácticas domésticas detectadas en ambas áreas administrativas.

Sitios de muestreo

Se monitoreó la calidad del aire en las instalaciones y sitios de muestreo que a continuación se presentan en la Tabla y Figura.

Tabla IV.2.1.1.5-3.- Instalaciones y sitios dentro del ACM que se monitorearon.

No.	Punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS84 ICA 2018 y EAF 2019 X	Y	No.	Sitio	Coordenadas UTM WGS84 LBA 2019 X	Y
1	Batería de Separació Miquetla I (BSM-I)	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.		4	Muestreo 1 (PM1)	Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
2	Batería de Separació Miquetla II (BSM-II)			5	Muestreo 2 (PM2)		
3	Pozo Miquetla 27 (PM 27)			-	-		

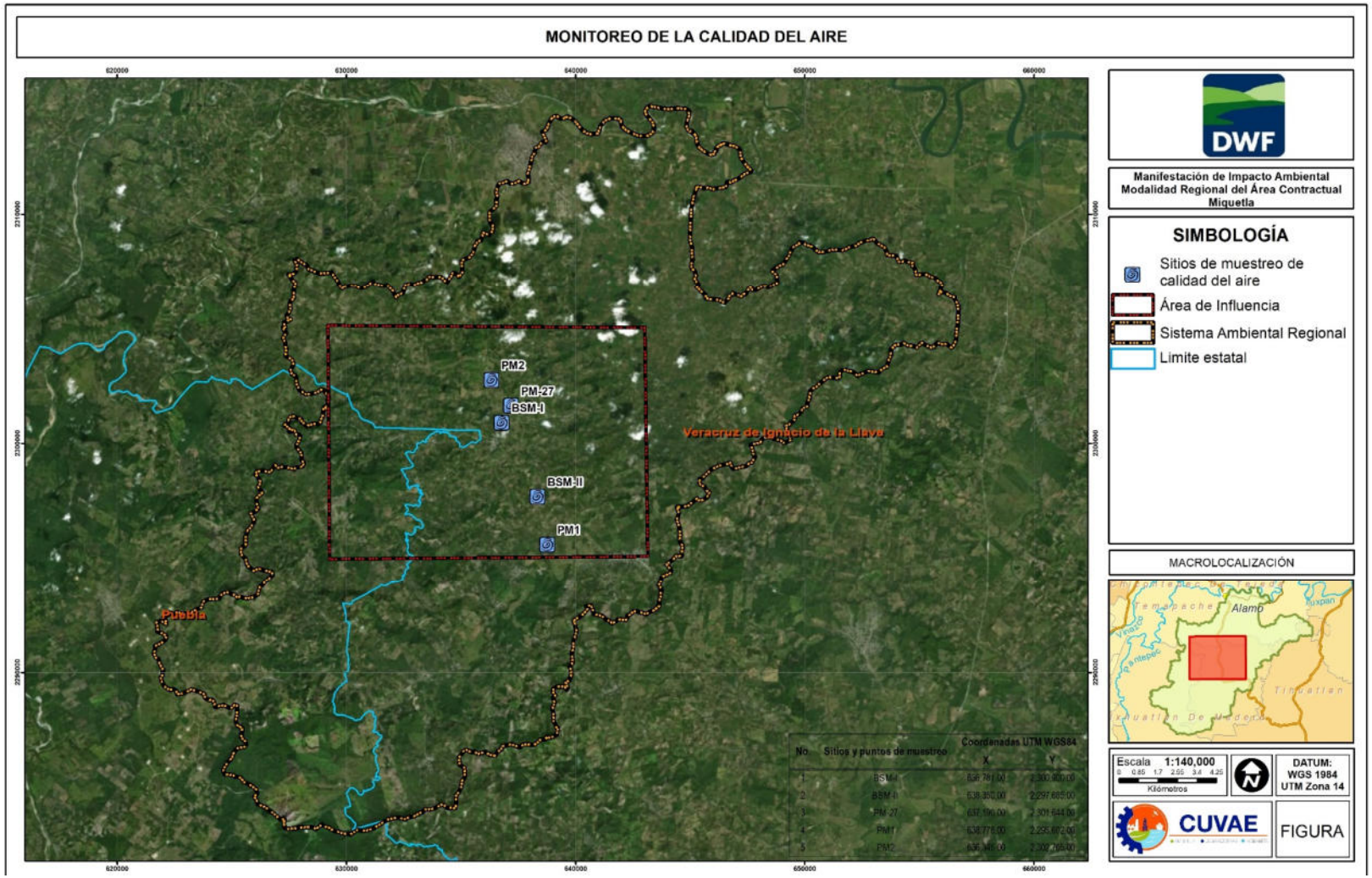


Figura IV.2.1.1.5-1.- Localización de las instalaciones y sitios de muestreos en el ACM considerados en el monitoreo de la calidad del aire.

Evaluaciones y periodos

Por cada estudio ambiental realizado, para los trabajos de campo de monitoreo de la calidad del aire se contó con el servicio de laboratorio certificado para fuentes fijas ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), como se muestra en la Tabla IV.2.1.1.5-4.

Tabla IV.2.1.1.5-4.- Laboratorio acreditado ante la EMA y fechas de sus actividades.

Estudio	Laboratorio	Acreditación	Fecha de monitoreo
ICA 2018	TAI del Noroeste, S. de R.L. de C.V. (LTN)	FF-0522-54/13	20 y 21 de diciembre de 2017
EAF 2019			12 y 13 de marzo de 2019
LBA 2019			Del 11 al 13 de abril de 2019

En el ICA 2018 y en el EAF 2019, se estableció como mínimo 24 horas de monitoreo continuo para los parámetros PST, PM10, PM2.5, CO, NO_2, SO_2, O_3, NO, NO_x, CO_2, HCT, HAP y negro de carbono en la Batería de Separación Miquetla I; y de 8 horas continuas para CH_4 y H_2S en las tres instalaciones, tomando para estos dos últimos la referencia de la duración de una jornada laboral de 8 horas de exposición al día.

Mientras que en la LBA 2019 el periodo de medición establecido fue de 24 horas continuas en cada sitio.

Los parámetros se evaluaron conforme a los métodos analíticos que se describen en las Normas Oficiales Mexicanas, Normas Mexicanas y referencias internacionales, que se indican en la siguiente Tabla.

Los informes de laboratorio de los estudios ambientales ICA 2018, EAF 2019 y LBA 2019 se depositaron en el **Anexo "N"**.

Tabla IV.2.1.1.5-5.- Métodos y normas aplicados por tipo de estudio ambiental.

No.	Parámetro	Método de evaluación		Límite máximo permisible	Método de evaluación		Límite máximo permisible
		ICA 2018 y EAF 2019			LBA 2019		
1	**Metano (CH_4)**	Cromatografía de gases	Método 18 EPA	No aplica	-	-	-
2	**Ácido sulfhídrico (H_2S)**	UV-VIS	NMX-069	No aplica	-	-	-
3	**Bióxido de azufre (SO_2)**	Luz fluorescente	NOM-038-SEMARNAT-1993	NOM-022-SSA1-2010	Luz fluorescente	NOM-038-SEMARNAT-1993	NOM-022-SSA1-2010
4	**Óxido nitroso (NO)**	Quimioluminiscencia en fase gaseosa	NOM-037-SEMARNAT-1993	No aplica	Quimioluminiscencia en fase gaseosa	NOM-037-SEMARNAT-1993	No aplica.
5	**Óxidos de nitrógeno (NO_x)**			No aplica			No aplica.
6	**Bióxido de nitrógeno (NO_2)**			NOM-023-SSA1-1993			NOM-023-SSA1-1993
7	**Ozono (O_3)**	Luminiscencia química	NOM-036-SEMARNAT-1993	NOM-020-SSA-2014	Luminiscencia química	NOM-036-SEMARNAT-1993	NOM-020-SSA-2014
8	**Hidrocarburos totales del petróleo (HCT)**	Cromatografía de gases	Método 26 EPA	No aplica	-	-	-
9	**Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)**	Fluorescencia UV	NIOHS 5506	No aplica	Cromatografía de gases	NIOHS-5515-1994	No aplica
10	**Monóxido de carbono (CO)**	Absorción infrarroja	NOM-034-SEMARNAT-1993	NOM-021-SSA1-1993	Absorción infrarroja	NOM-034-SEMARNAT-1993	NOM-021-SSA1-1993
11	**Bióxido de carbono (CO_2)**		EPA 3A	No aplica		Método EPA 3A	No aplica
12	**PM10**	Gravimétrico	40 CFR Parte 50 Apéndice J 2004	NOM-025-SSA1-2014	Gravimétrico	40 CFR Parte 50 Apéndice J 2004	NOM-025-SSA1-2014
13	**PM2.5**		40 CFR Parte 50 Apéndice L			40 CFR Parte 50 Apéndice L	
14	**Partículas suspendidas totales (PST)**	Masa alta resolución como HAP	CARB-429	No aplica	-	-	-
15	**Estudio de deposición seca de sulfatos y cloruros (SO_4^{2-} y Cl-)**	-	-	-	Sulfatos por volumetría	NMX-AA-055-SCFI-1980	No aplica
					Cloruros por UV Visible	NMX-AA-070-SCFI-1980	

El parámetro negro de carbono se midió a partir de su formación de los HAP.

Equipos

Se utilizaron equipos analizadores de gases que contaron con el sistema de adquisición de datos, muestreadores de alto y bajo volumen para partículas utilizando filtros de fibra de vidrio, y bombas de succión con difusores para la medición de CH_4 y H_2S. Se les realizó la calibración a condiciones y gases de referencia de acuerdo con los procedimientos que marca la normatividad correspondiente en cada uno de los días de evaluación. Además, se instaló una estación meteorológica que midió la dirección y la velocidad del viento, temperatura y humedad relativa durante los muestreos.

Resultados

a) Evaluación de la concentración de CH_4 y H_2S en el perímetro de instalaciones, en el ICA 2018 y EAF 2019

Los resultados de cada estudio se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla IV.2.1.1.5-6.- Resultados de los parámetros analizados.

Instalación	Parámetros			
	CH_4	H_2S	CH_4	H_2S
	µg/m³	mg/m³	µg/m³	mg/m³
	LMP*			
	NA	NA	NA	NA
	ICA 2018		EAF 2019	
Batería de Separación Miquetla I	0.3750	<0.0413	0.292	<0.0413
Batería de Separación Miquetla II	0.3958	<0.0413	0.216	<0.0388
Pozo Miquetla 27	0.3542	<0.0413	0.250	<0.0413

***:** Límite máximo permisible.
NA: No aplica.
Unidades: µg/m³, microgramos por metro cúbico, mg/m³, miligramos por metro cúbico.

- En donde el CH_4, realizando la comparativa de todos los valores tomados, la concentración máxima ocurrió en la Batería de Separación Miquetla II con 0.3958 µg/m³ durante su monitoreo en el ICA

2018, y la mínima concentración fue en esta misma instalación de proceso con 0.216 µg/m^3 en el EAF 2019.

- La concentración detectable del H_2S en el ICA 2018 en las tres instalaciones fue <0.0413 mg/m^3. Mientras que en el EAF 2019 la concentración detectable fue a partir de <0.0388 µg/m^3.

Cabe aclarar que no existe legislación que señale los límites máximos permisibles en aire ambiente para estos compuestos.

b) Monitoreo de contaminantes atmosféricos PST, PM10, PM2.5, CO, NO_2, SO_2, O_3, NO, NO_X, CO_2, HTC, HAP y negro de carbono en el perímetro de una instalación de proceso, en el ICA 2018 y EAF 2019

En las Tablas siguientes se registraron los resultados con los límites máximos permisibles, donde aplicaron, medidos en la Batería de Separación Miquetla I por estudio llevado a cabo.

Tabla IV.2.1.1.5-7.- Resultados de concentración de los parámetros analizados.

Batería de Separación Miquetla I	Parámetros										
	PST	PM10	PM2.5	CO*	NO_2	SO_2	O_3	NO	NOx	CO_2	HTC
	µg/m^3			ppm							
	LMP**										
	NA	75	45	11.0	0.21	0.11	0.095	NA	NA	NA	NA
ICA 2018	27.00	16.00	4.60	0.8768	0.0265	0.0167	0.0265	0.0131	0.0393	457.20	0.8762
EAF 2019	25.40	18.80	7.40	1.0193	0.0402	0.0560	0.0503	0.0306	0.0606	602.10	3.7078

*: Promedio móvil de 8 horas.
**: Límite máximo permisible.
Unidades: µg/m^3, microgramos por metro cúbico y ppm, partes por millón.
NA: No aplica.

En términos de los riesgos que los contaminantes representan para la salud humana:

- Las PM10 no rebasaron el límite máximo permisible de 75 µg/m^3 que establece la NOM-025-SSA1-2014, se mantuvieron dentro del promedio de 24 horas para efectos de protección de la salud de la población más vulnerable.

- Las PM2.5 no rebasaron el máximo permisible de 45 µg/m^3 que establece la NOM-025-SSA1-2014, se mantuvieron dentro del promedio de 24 horas para efectos de protección de la salud de la población más vulnerable.
- El CO no rebasó el límite máximo permisible de 11.00 ppm que establece la NOM-021-SSA1-1993, se mantuvo dentro del promedio móvil de ocho horas una vez al año como protección a la salud de la población susceptible.
- El NO_2 no rebasó el límite máximo permisible de 0.21 ppm que establece la NOM-023-SSA1-1993, se mantuvo dentro del límite máximo permisible en una hora una vez al año como protección a la salud de la población susceptible.
- El SO_2 no rebasó el límite máximo permisible de 0.11 ppm que establece la NOM-022-SSA1-2010, se mantuvo dentro del límite máximo permisible en 24 horas una vez al año como protección a la salud de la población.
- El O_3 no rebasó el límite máximo permisible de 0.095 ppm que establece la NOM-020-SSA1-2014, se mantuvo dentro del promedio horario para efecto de la protección a la salud de la población más susceptible.

Al no existir legislación en materia de aire ambiente en México, meramente a modo comparativo se referenció que:

- Las PST no rebasaron el límite máximo permisible de 210 µg/m^3 que se había establecido en la NOM-025-SSA1-1993. La NOM fue sustituida por la NOM-025-SSA1-2014 y en esta última actualización fueron eliminadas las PST.
- El NO y los NO_X no rebasaron el límite máximo permisible de 0.21 ppm que establece la NOM-023-SSA1-1993. Se referenciaron con esta NOM ya que forman parte del mismo grupo de gases contaminantes.
- El CO_2 se reportaron únicamente las concentraciones medidas en la instalación a cielo abierto.
- El término hidrocarburos totales de petróleo (TPH o HCT) se usa para describir a un grupo extenso de varios cientos de sustancias químicas derivadas originalmente del petróleo crudo. En este sentido, los TPH son realmente una mezcla de sustancias químicas. Se les llama hidrocarburos porque casi todos los componentes están formados enteramente de hidrógeno y carbono. Debido a

que en la sociedad moderna se usan tantos productos derivados del petróleo (por ejemplo, gasolina, kerosén, aceite combustible, aceite mineral y asfalto), la posibilidad de contaminación ambiental es alta. La contaminación con productos de petróleo estará constituida por una variedad de estos hidrocarburos. Algunos hidrocarburos se encuentran en estado gaseoso, estos pasan a la atmósfera contaminando el aire, este fenómeno también ocurre por las emisiones que se producen tras la combustión de los hidrocarburos en diversas máquinas y motores como los de los vehículos.

Debido al gran número de hidrocarburos involucrados, generalmente no es práctico medir cada uno de ellos. Sin embargo, es útil medir la cantidad total del conjunto de hidrocarburos que se encuentran en una muestra de suelo, agua o aire.

La cantidad de TPH que se encuentra en una muestra sirve como indicador general del tipo de contaminación que existe en el sitio. Sin embargo, la cantidad de TPH que se mide suministra poca información acerca de cómo hidrocarburos de petróleo específicos pueden afectar a la gente, los animales y las plantas (U.S.A. ATSDR, 2016).

Tabla IV.2.1.1.5-8.- Resultados de los HAP.

Batería de Separación Miquetla I		Tubo			Filtro			Tubo			Filtro		
No.	Parámetro	R µg	L.D.	L.C.	R µg	L.D.	L.C.	R µg	L.D.	L.C.	R µg	L.D.	L.C.
		ICA 2018						EAF 2019					
1	Naftaleno	<2.2	2.2	10.0	<2.5	2.5	10.0	<2.2	2.2	10.0	<2.5	2.5	10.0
		<2.2	2.2	10.0				<2.2	2.2	10.0			
2	Acenaftileno	<2.0	2.0	10.0	<4.1	4.1	10.0	<2.2	2.2	10.0	<4.1	4.1	10.0
		<2.0	2.0	10.0				<2.2	2.2	10.0			
3	Fluoreno	<1.3	1.3	10.0	<4.2	4.2	10.0	<1.3	1.3	10.0	<4.2	4.2	10.0
		<1.3	1.3	10.0				<1.3	1.3	10.0			
4	Acenafteno	<2.2	2.2	10.0	<1.5	1.5	10.0	<2.2	2.2	10.0	<1.5	1.5	10.0
		<2.2	2.2	10.0				<2.2	2.2	10.0			
5	Fenantreno	<1.9	1.9	10.0	<3.2	3.2	10.0	<1.9	1.9	10.0	<3.2	3.2	10.0
		<1.9	1.9	10.0				<1.9	1.9	10.0			
6	Antraceno	<2.4	2.4	10.0	<3.2	3.2	10.0	<2.4	2.4	10.0	<3.2	3.2	10.0
		<2.4	2.4	10.0				<2.4	2.4	10.0			
7	Fluoranteno	<1.5	1.5	10.0	<2.4	2.4	10.0	<1.5	1.5	10.0	<2.4	2.4	10.0
		<1.5	1.5	10.0				<1.5	1.5	10.0			
8	Pireno	<1.9	1.9	10.0	<1.5	1.5	10.0	<1.9	1.9	10.0	<1.5	1.5	10.0
		<1.9	1.9	10.0				<1.9	1.9	10.0			
9	Criseno	<2.3	2.3	10.0	<2.5	2.5	10.0	<2.3	2.3	10.0	<2.5	2.5	10.0
		<2.3	2.3	10.0				<2.3	2.3	10.0			
10	Benzo (a) Antraceno	<2.1	2.1	10.0	<1.4	1.4	10.0	<2.1	2.1	10.0	<1.4	1.4	10.0
		<2.1	2.1	10.0				<2.1	2.1	10.0			
11	Benzo (b) Fluoranteno	<1.7	1.7	10.0	<3.1	3.1	10.0	<1.7	1.7	10.0	<3.1	3.1	10.0
		<1.7	1.7	10.0				<1.7	1.7	10.0			
12	Benzo (k) Fluoranteno	<1.9	1.9	10.0	<3.2	3.2	10.0	<1.9	1.9	10.0	<3.2	3.2	10.0
		<1.9	1.9	10.0				<1.9	1.9	10.0			
13	Benzo (a) Pireno	<1.6	1.6	10.0	<3.3	3.3	10.0	<1.6	1.6	10.0	<3.3	3.3	10.0
		<1.6	1.6	10.0				<1.6	1.6	10.0			
14	Dibenzo (a, h) Antraceno	<1.8	1.8	10.0	<1.3	1.3	10.0	<1.8	1.8	10.0	<1.3	1.3	10.0
		<1.8	1.8	10.0				<1.8	1.8	10.0			
15	Benzo (g, h, i) Perileno	<2.3	2.3	10.0	<1.4	1.4	10.0	<2.3	2.3	10.0	<1.4	1.4	10.0
		<2.3	2.3	10.0				<2.3	2.3	10.0			
16	Indeno (1, 2, 3,-cd) Pireno	<2.5	2.5	10.0	<1.3	1.3	10.0	<2.5	2.5	10.0	<1.3	1.3	10.0
		<2.5	2.5	10.0				<2.5	2.5	10.0			

R: resultado.
Unidades: µg, microgramos.
L.D.: Límite de detección.
L.C.: Límite de cuantificación.

Tabla IV.2.1.1.5-9.- Resultados del negro de carbono.

Batería de Separación Miquetla I	Resultado µg/muestra	L.D.	L.C.	Resultado µg/muestra	L.D.	L.C.
Parámetro	**ICA 2018**			**EAF 2019**		
Negro de carbono	<0.01	0.01	0.1	<0.01	0.01	0.1

Nota: El símbolo µg significa microgramos.

- En la instalación se midieron las concentraciones de los HAP en un grupo de 16 sustancias químicas de más de 100 clases diferentes, siendo de entre éstos los considerados debido a que existe más información disponible sobre ellos, se sospecha sean más dañinos, exhiban efectos nocivos y exista una mayor posibilidad de exposición. La magnitud de los números reportados se ubicó entre el L.D. y el L.C., lo que posibilitó que los niveles de incertidumbre no correspondieran a la estimada para resultados superiores al L.C., de la misma manera para el negro de carbono.

c) Determinación de la concentración de los compuestos SO_2, NO, NO_2, NOX, O_3, COV, HAP, CO, CO_2, carbono negro, PM10, PM2.5, SO_4^{2-} y Cl- en la LBA 2019

A continuación, se presentan los resultados generales de la evaluación de parámetros de calidad del aire en dos sitios de muestreo en el ACM:

Tabla IV.2.1.1.5-10.- Resultados generales de los sitios de muestreo.

LBA 2019	Parámetros											
	PM10	PM2.5	CO	NO_2	SO_2	O_3	NO	NOx	CO_2	COV	SO_4^{2-}	Cl-
	µg/m³		ppm							mg/m³	µg/m³	
	*LMP											
	75	45	**11	0.21	0.11	0.095	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PM1	26.8	8.6	1.5328	0.0402	0.0132	0.0452	0.0106	0.0428	431.0	9.21	4.4	1.7
PM2	14.4	12.5	1.9081	0.0402	0.0276	0.0402	0.0198	0.0490	545.2	<0.04	<4.1	3.0

Tabla IV.2.1.1.5-11.- Resultados de los HAP en ambos sitios de muestreo.

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	Sitio PM1		Sitio PM2	
Analito	Resultado	Concentración	Resultado	Concentración
	µg	mg/m³	µg	mg/m³
	LBA 2019			
Benzo (a) Antraceno	<0.2	<0.0001389	<0.2	<0.0001389
Benzo (a) Pireno	<0.5	<0.0003472	<0.5	<0.0003472
Benzo (b) Fluoranteno	<0.2	<0.0001389	<0.2	<0.0001389
Benzo (k) Fluoranteno (NC)	<0.2	<0.0001389	<0.2	<0.0001389
Dibenzo (a, h) Antraceno (NC)	<0.2	<0.0001389	<0.2	<0.0001389
Indeno (1,2,3-cd) Pireno (NC)	<0.2	<0.0001389	<0.2	<0.0001389

Tabla IV.2.1.1.5-12.- Resultados del negro de carbono en los sitios de muestreo.

LBA 2019	Sitio PM1		Sitio PM2	
Analito	Resultado	Concentración	Resultado	Concentración
	µg	mg/m³	µg	mg/m³
Negro de carbono	<1.5	<0.0000005	<1.5	<0.0000005

La metodología que se planteó y desarrolló para la selección de los sitios de colecta de muestras de aire en la LBA 2019 determinó representar dos puntos que indicaran la entrada y la salida de la dirección y velocidad de los vientos dominantes en el ACM, los cuales mostraron una tendencia del noreste (NE), resolviendo:

El PM1 ubicado en la localidad Lima Nueva perteneciente a Castillo de Teayo en el estado de Veracruz representó la entrada de la dirección de los vientos dominantes a las poligonales del ACM. Las muestras obtenidas presentaron la concentración más elevada en:

a) Límites máximos permisibles

PM10 con una concentración de 26.8 µg/m³, no rebasando lo establecido en la NOM-025-SSA1-2014,

O_3 con una concentración de 0.0452 ppm, no rebasando lo establecido en la NOM-020-SSA1-2014.

b) Sin normatividad

COV con 9.21 mg/m^3,

SO_4^{2-} con 4.4 µg/m^3.

El PM2 ubicado en la localidad Tincontlán perteneciente al municipio de Álamo Temapache, Veracruz, representó la salida de la dirección de los vientos dominantes del ACM. En este punto se evaluó la calidad del aire en el ambiente que continuó la trayectoria de sus vientos después del PM1 hasta llegar a éste, lo que significa que fueron medidos con lo que en su desplazamiento arrastraron. Por lo que las muestras que fueron recolectadas presentaron un mayor número de parámetros y con la concentración más elevada, siendo:

a) Límites máximos permisibles

PM2.5 con 12.5 µg/m^3, no rebasando lo establecido en la NOM-025-SSA1-2014,

CO con 1.9081 ppm, no rebasando lo establecido en la NOM-021-SSA1-1993,

SO_2 con 0.0276 ppm no rebasando lo establecido en la NOM-022-SSA1-2010.

b) Sin normatividad

NO con 0.0198 ppm,

NO_X con 0.0490 ppm,

CO_2 con 545.2 ppm,

Cl- con 3.0 µg/m^3.

- El NO_2 se igualó en su concentración para ambos puntos con 0.0402 ppm de concentración, pero sin rebasar lo establecido en la NOM-023-SSA1-1993.

- Las concentraciones de los HAP y carbono negro en ambos puntos de muestreo mantuvieron mismos resultados. Como recomendación para proteger la salud, la OSHA ha establecido un límite de cumplimiento legal de 0.2 miligramos de HAP por metro cúbico de aire (0.2 mg/m³) promediado durante una exposición de 8 horas. En ninguno de los puntos de monitoreo se rebasó este límite.

IV.2.1.1.5.3 Sistema Ambiental Regional

El ProAire es un instrumento de gestión para revertir las tendencias del deterioro de la calidad del aire. Establece metas, estrategias, medidas y acciones que tienen como propósito la reducción de las emisiones contaminantes a la atmósfera para el cuidado del medio ambiente y la protección a la salud.

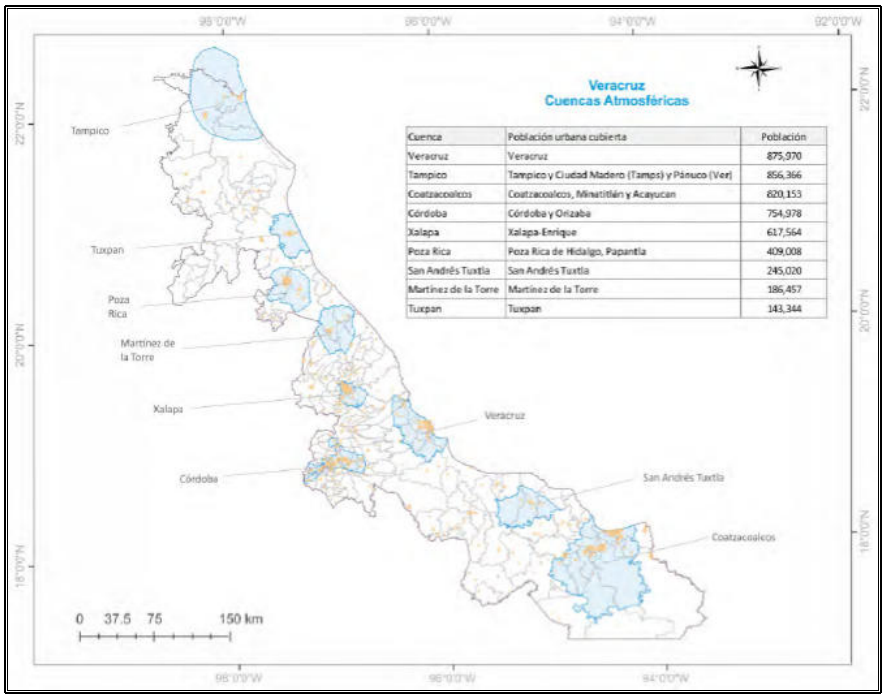
Se fundamenta en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en cuyo artículo 4 se establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, así como en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

La LGEEPA establece la distribución de facultades de los tres órdenes de gobierno en los artículos 5, 7 y 8. Asimismo, en el 111 se establecen las facultades de la SEMARNAT para controlar, reducir o abatir la contaminación atmosférica, mientras que en el artículo 112 se indican las atribuciones en materia de calidad del aire para los gobiernos de los Estados, el Distrito Federal y los Municipios. Ambos artículos establecen las bases para la elaboración de los ProAire con la participación concurrente de los tres órdenes de gobierno.

ProAire de Veracruz de Ignacio de la Llave 2018

En el caso específico del estado de Veracruz, la elaboración del ProAire tomó en consideración sus características geográficas, las particularidades de sus áreas urbanas y las variadas actividades industriales, comerciales y de servicios localizadas en las 9 cuencas atmosféricas ubicadas en su territorio, las cuáles la SEMARNAT identificó con base en un estudio realizado por el Centro Mario Molina (CMM, 2010).

Respecto al área de influencia y SAR, las cuencas atmosféricas más cercanas son, Poza Rica, que tiene como actividades más relevantes las relacionadas con la industria del petróleo; y así mismo, la cuenca atmosférica de Tuxpan que como principal fuente de emisiones tiene la generación de energía eléctrica.



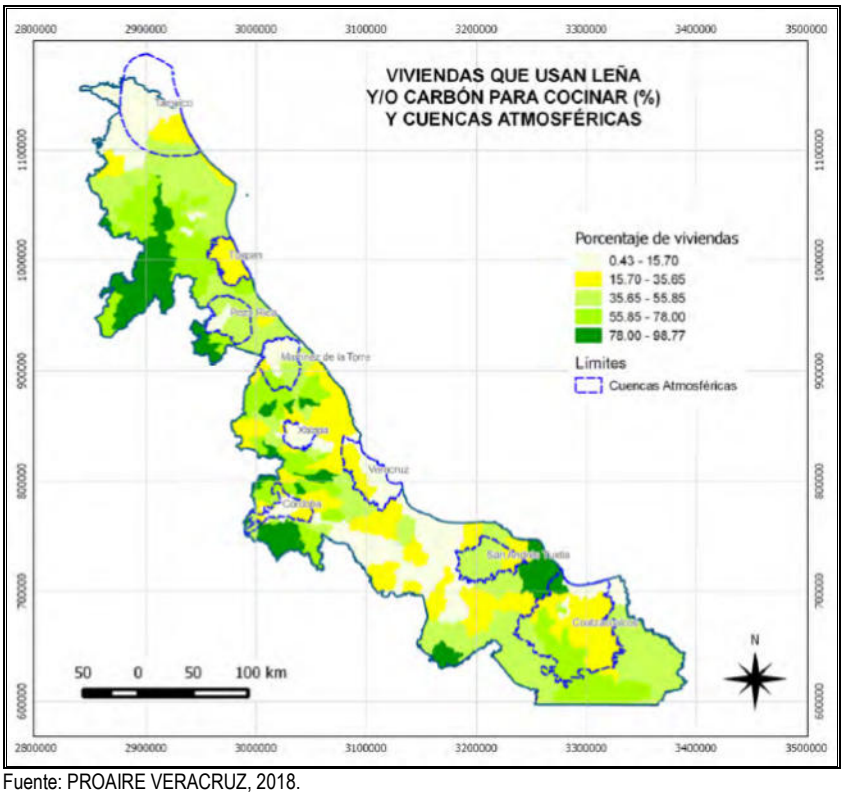
Cuenca	Población urbana cubierta	Población
Veracruz	Veracruz	875,970
Tampico	Tampico y Ciudad Madero (Tamps) y Pánuco (Ver)	856,366
Coatzacoalcos	Coatzacoalcos, Minatitlán y Acayucan	620,153
Córdoba	Córdoba y Orizaba	754,978
Xalapa	Xalapa-Enrique	617,564
Poza Rica	Poza Rica de Hidalgo, Papantla	409,008
San Andrés Tuxtla	San Andrés Tuxtla	245,020
Martínez de la Torre	Martínez de la Torre	186,457
Tuxpan	Tuxpan	143,344

Fuente: PROAIRE VERACRUZ, 2018.

Figura IV.2.1.1.5-2.- Cuencas atmosféricas de Veracruz.

Se identificó en el presente documento como una práctica común en las zonas rurales y semiurbanas, el uso de leña y/o carbón para preparación de alimentos, calentamiento de agua y calefacción de las viviendas. Que además de generar concentraciones de contaminantes, ponen en riesgo la salud de las personas expuestas y contribuye a la deforestación en las zonas circundantes.

De acuerdo con el último censo de población (INEGI, 2010) más de 500 mil viviendas en Veracruz utilizaban leña y/o carbón. De acuerdo con la regionalización de la Figura IV.2.1.1.5-3, la categoría en donde incurren de forma parcial el área de influencia y SAR a nivel estatal es la segunda más alta, de 55.85 a 78.00 en porcentaje de viviendas en donde siguen utilizando este material para encender fogones u hornos.

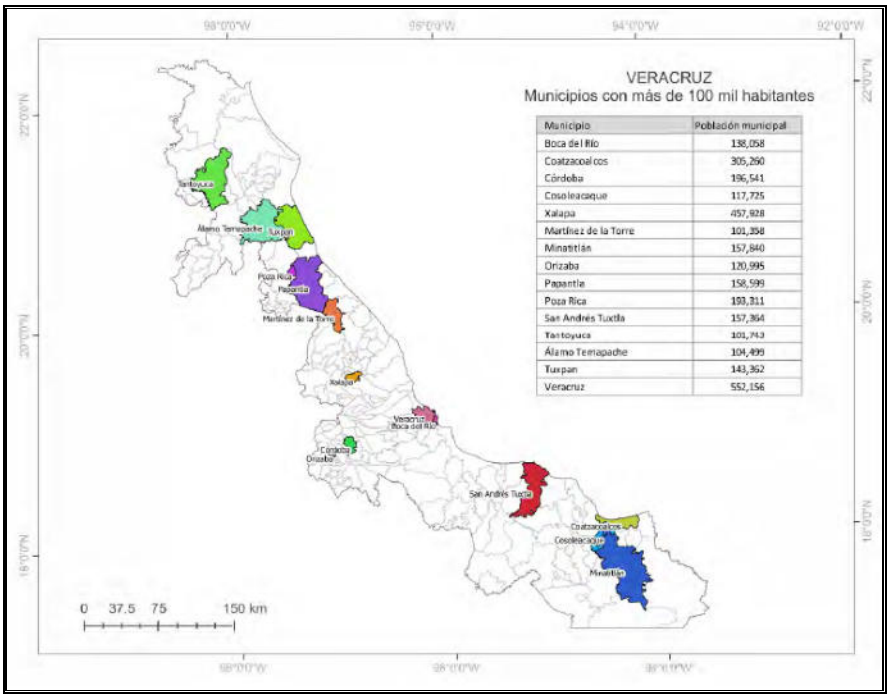


Fuente: PROAIRE VERACRUZ, 2018.

Figura IV.2.1.1.5-3.- Viviendas que usan leña en Veracruz.

En el aspecto de desarrollo socioeconómico, desde el punto de vista ambiental y en especial de la calidad del aire, se observó que los principales problemas de contaminación atmosférica se presentaron en las zonas urbanas más pobladas y en aquellas donde se concentra la industria. Asimismo, conforme al ProAire, desde el enfoque de concentración poblacional destaca el municipio de Álamo Temapache con más de 100 mil habitantes (Figura IV.2.1.1.5-4), mismo sobre el que inciden parcialmente el área de influencia y SAR.

Por su parte, el cultivo de naranja fue dominante en los municipios del norte del estado, concentrándose especialmente en Álamo Temapache en la Huasteca Baja, en donde como se hizo mención inciden el área de influencia y SAR.



Fuente: PROAIRE VERACRUZ, 2018.

Figura IV.2.1.1.5-4.- Municipios del estado de Veracruz con más de cien mil habitantes.

Del inventario que se realizó para cada cuenca atmosférica identificada en el estado, resultó lo siguiente, que analizando las que se encuentran relativamente cercanas al área de influencia y SAR que son Tuxpan y Poza Rica de Hidalgo, es Tuxpan la segunda cuenca que más genera emisiones en la entidad:

Tabla IV.2.1.1.5-13.- Emisiones contaminantes criterio y GEI del estado de Veracruz, año base 2012.

Cuenca	Emisión [ton/año]									
	PM10	PM2.5	CN	SO_2	CO	NO_X	COV´s	NH_3	CH_4	CO_2
Cotzacoalcos, Minatitlán y Acayucan	12,026	3,028	359	14,953	86,903	24,485	54,452	5,954	135,841	12,899,152
Tuxpan	**8,387**	**5,370**	**1,535**	**142,587**	**15,937**	**17,097**	**3,595**	**806**	**4,057**	**11,954,453**
Córdoba y Orizaba	15,031	4,793	619	13,440	81,335	21,026	24,066	2,781	29,525	4,472,482
Veracruz	13,627	4,518	506	503	84,477	16,782	22,358	2,628	28,242	4,785,360
Xalapa-Enríquez	8,013	1,945	274	1,067	72,586	10,950	17,079	1,704	15,771	1,625,415
Poza Rica de Hidalgo, Papantla	**5,568**	**1,198**	**163**	**969**	**46,705**	**8,597**	**14,078**	**1,634**	**13,661**	**1,129,507**
Pánuco	5,762	1,917	46	1,202	27,962	6,593	6,941	2,568	19,714	987,668
Martínez de la Torre	5,951	2,002	128	520	24,192	3,867	8,040	1,302	16,026	766,709
San Andrés Tuxtla	2,937	566	44	45	14,560	3,329	6,266	1,513	10,307	295,246
Total	77,301	25,336	3,675	175,287	454,657	112,725	156,874	20,890	273,144	38,914,992

Fuente: PROAIRE VERACRUZ, 2018.

Para lo anterior, se consultaron las Cédulas de Información Municipal 2010 del Sistema de Apoyo para la Planeación del PDZP (https://bit.ly/3colJeI) de Castillo de Teayo, Álamo Temapache, Tihuatlán y Tuxpan, sobre los cuáles inciden el área de influencia y/o SAR. En el tema económico en el municipio de Castillo de Teayo se registró que de acuerdo con su población que, para 2010 rondó en los 18,424 habitantes del tipo no urbano, la distribución ocupada, en su gran mayoría se dedicó a las actividades del sector primario que corresponde a la agricultura y la ganadería. Mientras que en Álamo Temapache y Tuxpan su población que ascendió en 2010 a más de 100,000 habitantes del tipo urbano, y en Tihuatlán a poco más de los 80,000 habitantes del tipo metropolitano, se distribuyeron en actividades de los tres órdenes de los sectores: primario, secundario y terciario.

Ahora bien, de acuerdo con el Inventario de Emisiones del estado año base 2012, se estimaron por sector y subcategorías las fuentes fijas, de área, móviles y fuentes naturales, se analizaron las emisiones por cada uno de los contaminantes observándose en particular aquellas que son producto de las actividades del giro económico y uso doméstico en los municipios señalados en el párrafo anterior:

- En los caminos no pavimentados, la labranza y cosecha agrícola generaron cantidades importantes de partículas PM10; pero por sus efectos a la salud y en orden de importancia en la combustión habitacional se generaron más emisiones, donde se utilizan grandes cantidades de leña como combustible para la cocción de alimentos en las zonas periféricas urbanas y en el medio rural; pero en cantidad mayor la industria es el principal emisor de PM10 […].
- Por lo que se refirió a la generación de partículas PM2.5, los principales subsectores generadores que tuvieron mayor implicación en la salud fueron la combustión habitacional y los vehículos pesados a diésel como los tractocamiones y camiones de carga de más de 3 toneladas.
- Por primera vez para el Estado se cuantificaron las emisiones de carbono negro por la importancia que tiene este contaminante en el calentamiento global y en la salud, se identificó que los mayores emisores de este contaminante fueron, entre otros, […] la combustión habitacional por la quema de leña; también cantidades importantes de este contaminante fueron emitidas por los vehículos de carga de más de 3 toneladas y los tractocamiones.
- El CO es un contaminante generado por la combustión incompleta y en este inventario se identificaron como fuentes generadoras los vehículos automotores o fuentes móviles, por orden de importancia de mayor a menor cantidad de emisiones fueron los autos particulares, camionetas pick up, tractocamiones, taxis, vehículos de más de tres toneladas y motocicletas.
- En cuanto a los NO_X, el principal emisor fue la vegetación como un proceso natural. Los principales generadores antropogénicos por orden de importancia fueron: los autos particulares, los tractocamiones, los vehículos de carga de más de tres toneladas, los autobuses, la industria de productos derivados del petróleo y el carbón, y la combustión habitacional.
- Los COV se generaron principalmente en las fuentes naturales como un proceso natural de la vegetación que es un valor indicativo de las emisiones y en las fuentes antropogénicas los principales sectores emisores fueron: la combustión habitacional, industria química, autos particulares, fugas en instalaciones de gas LP, hidrocarburos no quemados, camionetas pick up y plaguicidas.
- Respecto a las emisiones de NH_3 se generaron principalmente en emisiones ganaderas, emisiones domésticas y aplicación de fertilizantes.

- Referente a los GEI que se estimaron para el 2012, el CH_4 se generó principalmente por el tratamiento de las aguas residuales, por la disposición de la basura en los rellenos sanitarios y por la combustión habitacional.
- Las fuentes más relevantes de CO_2 fueron: la generación de energía eléctrica, la fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón, la combustión habitacional, los autos particulares, las quemas agrícolas, tractocamiones y vehículos de carga de más de tres toneladas.

En relación con el ruido, en este mismo ProAire, se hizo referencia de un estudio que realizó la Universidad Veracruzana en términos de precepción ciudadana sobre problemas ambientales en la ciudad de Naranjos. De acuerdo con los resultados, la contaminación del aire fue identificada como el sexto problema de mayor importancia, en otras fuentes se señaló el ruido como parte de los problemas ambientales percibidos también por la comunidad.

ProAire de Puebla de Zaragoza 2012 - 2020

Para la elaboración del presente inventario, realizado con el año base 2008, se utilizaron métodos de estimación directos e indirectos. Los primeros se utilizan cuando se cuenta con datos de mediciones y los segundos consisten en la estimación a partir de información de datos de actividad, como el consumo de energéticos, materias primas, censos, inspecciones y datos históricos. El presente inventario cubrió a nivel municipal y por fuente de emisión los siguientes contaminantes:

Tabla IV.2.1.1.5-14.- Contaminantes medidos y estimados en el Inventario de emisiones del ProAire de Puebla.

Criterio y precursores	Gases de efecto invernadero
Partículas (PM10 y PM2.5)	Dióxido de carbono (CO_2)
Dióxido de azufre (SO_2)	Metano (CH_4)
Monóxido de carbono (CO)	Óxido nitroso (N_2O)
Óxidos de nitrógeno (NO_X)	
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	
Amoníaco (NH_3)	

En la Figura IV.2.1.1.5-5 se presenta el Inventario de Emisiones general correspondiente a las cuatro fuentes de emisión consideradas. Las emisiones estatales estuvieron compuestas principalmente de CO (generado en su mayoría por el uso de vehículos automotores), seguidas de los COV (emisiones características de las fuentes de área), y en tercer lugar se encontraron los NO_X (provenientes de procesos de combustión y de la actividad vehicular).

Sector	ton /año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Fuentes fijas	4,347.3	2,505.3	7,540.7	1,719.5	6,331.3	1,972.1	46.3
Fuentes móviles	3,203.2	2,791.6	6,710.3	928,123.1	195,842.9	84,313.3	2,703.8
Fuentes de área	24,894.9	17,446.7	10,060.2	114,161.0	12,046.1	161,435.5	54,169.4
Fuentes naturales	NA	NA	NA	NA	35,860.2	111,085.5	NA
Totales	**32,445**	**22,743**	**24,311**	**1,044,003**	**250,080**	**358,806**	**56,919**

Figura IV.2.1.1.5-5.- Inventario de emisiones por fuente en el estado de Puebla, año base 2008.

Se observó que las fuentes de área fueron las que más contribuyeron a las emisiones de SO_2, provenientes principalmente de los procesos de combustión y por partículas (PM10 y PM2.5) y el NH_3 que se originan por actividades agropecuarias. El CO y los NO_X se generaron casi en su totalidad por el funcionamiento de vehículos automotores. Las fuentes naturales tuvieron su mayor aporte en la emisión de COV, mientras que las fijas emitieron principalmente partículas y SO_2, contaminantes que influyen de manera importante en la salud de la población.

Posterior, se realizó el Inventario de Emisiones clasificado por categorías y subcategorías, en el que se observó que las emisiones de PM10 provinieron principalmente de la combustión doméstica, donde un alto porcentaje se debió al consumo de leña; […] y a la labranza agrícola, que en conjunto representaron aproximadamente el 80% de las emisiones por fuentes de área.

Respecto a los NO_X, las fuentes móviles contribuyeron con más del 86% de las emisiones, en donde destacó que los vehículos privados y comerciales aportaron aproximadamente el 50% del total. Al mismo tiempo, el alto número de camiones de carga que circulan contribuyen significativamente a incrementar el nivel de ruido.

El 37% de los COV de fuente de área fueron producto de la combustión doméstica, principalmente de leña; con 92,757.4 ton/año (toneladas al año), y el 28% correspondió al sector móvil que incluyó vehículos pesados, autos particulares, camionetas pick-up y taxis con 76,551 ton/año. La mayor cantidad de emisiones generadas por las fuentes de área correspondieron a los COV, seguidos del CO y en menor cantidad NH_3, PM10 y PM2.5, finalmente los NOX y el SO_2.

De los resultados del Inventario de Emisiones de fuentes fijas se observó que la mayor cantidad de emisiones fueron SO_2, seguido de los NO_X y PM10. El Estado registró en ese año base a 268 empresas tanto de jurisdicción federal como estatal, las cuales se ubicaron en 39 municipios de los 217 que lo componen e incluyó el sector petróleo y petroquímica que compete al presente proyecto. Los sectores de cemento y cal e industria alimenticia contribuyeron en gran medida, excepto para los COV cuyo principal sector emisor fue la industria automotriz. Los municipios con mayor distribución de emisiones fueron Chietla, Coaxcatlán, Cuautlancingo, San Miguel Xoxtla, Puebla, Cuautinchán, San Martín Texmelucan, Acajete, Palmar de Bravo y Coronango.

En lo que concierne al municipio de Francisco Z. Mena, que forma parte de manera parcial del área de influencia y SAR, se consultó su Cédula de Información Municipal 2010 del Sistema de Apoyo para la Planeación del PDZP (https://bit.ly/2XFEINO) y de acuerdo con su población, que en 2010 correspondió a 16,270 habitantes del tipo no urbano, la distribución ocupada, mayormente se dedicó a las actividades del sector primario que corresponde a la agricultura y la ganadería. Lo que se asume que, como categoría agropecuaria de las fuentes de área en el Inventario de Emisiones del estado, le corresponden las subcategorías:

- Aplicación de fertilizantes y plaguicidas.
- Movimiento del ganado en corrales de engorda.
- Labores de labranza.

- Combustión agropecuaria, incendios forestales y quemas agrícolas.
- Combustión doméstica, como lo es el alto consumo de leña en el medio rural.

El inventario de fuentes naturales estimó las emisiones biogénicas generadas principalmente por procesos bióticos, tales como la emisión de NO_X por la desnitrificación de suelos. Se contabilizaron también los COV generados por procesos propios de algunos tipos de vegetación presentes y cultivos. Hay que señalar que el municipio de Francisco Z. Mena junto con Chignahuapan generó el mayor número de emisiones biogénicas de NO_X.

Respecto de las emisiones de gases de efecto invernadero CO_2, N_2O y CH_4 para este inventario, de las fuentes de área, el producto derivado de la combustión doméstica y comercial por la quema de leña y combustibles fósiles aportó más del 30% del total que correspondió a 7,768,467 tCO_2eq.

Para el sector fuentes de área, debido a la cantidad de emisiones registradas por combustión doméstica de leña, en este Inventario se recomendó promover el uso de estufas ecológicas que permitan aumentar la eficiencia de la combustión. Y como resultado de las emisiones por combustión comercial que utilizan gas LP, como panaderías, tortillerías y tintorerías, se recomendó evaluar la posibilidad de convertir sus sistemas para el uso de gas natural y la promoción del uso de calentadores solares.

Con el parque vehicular más reciente, destacó el municipio de Cuautlancingo con el 60% de años modelo de 2005 en adelante. Contrario a esto, en el resto del Estado predominaron los modelos 1981 y anteriores. Por lo anterior, es importante fomentar la actualización de los vehículos por medio de programas de deschatarrización. Concluyendo que una reducción en el consumo de combustibles fósiles en los diferentes sectores contribuiría con una reducción de emisiones ya que estudios acerca de los factores que alteran la calidad del aire detallan que su consumo es la principal causa del deterioro atmosférico. Sin embargo, aun se requiere de mediciones y regulaciones de algunos otros tipos de contaminantes como lo es el ruido, que impacta de manera directa en la salud de la población.

IV.2.1.1.5.4 Actividades productivas y prácticas detectadas en el área de influencia y SAR

Actividades económicas primarias

En Castillo de Teayo y Álamo Temapache se concentra aproximadamente el 83.09% de la ocupación total del área de influencia (Tabla IV.2.1.1.5-15), y en el SAR, esta ocupación mayor se comparte con el municipio de Francisco Z. Mena, Puebla, ya en una mínima proporción se integran Tihuatlán y Tuxpan, Veracruz a los primeros tres municipios señalados.

De acuerdo con los Cuadernillos Municipales 2019 del Sistema de información municipal del estado de Veracruz, en los municipios de Castillo de Teayo y Álamo se tiene vocación hacia las actividades del sector primario, es decir el agropecuario, siendo sus principales cultivos la naranja y el maíz grano, concentrándose en la producción de cítricos, y en la ganadería, se dedican mayormente a la producción en pie y carne en canal de bovinos y aves, y en menor proporción el porcino, ovino y guajolotes.

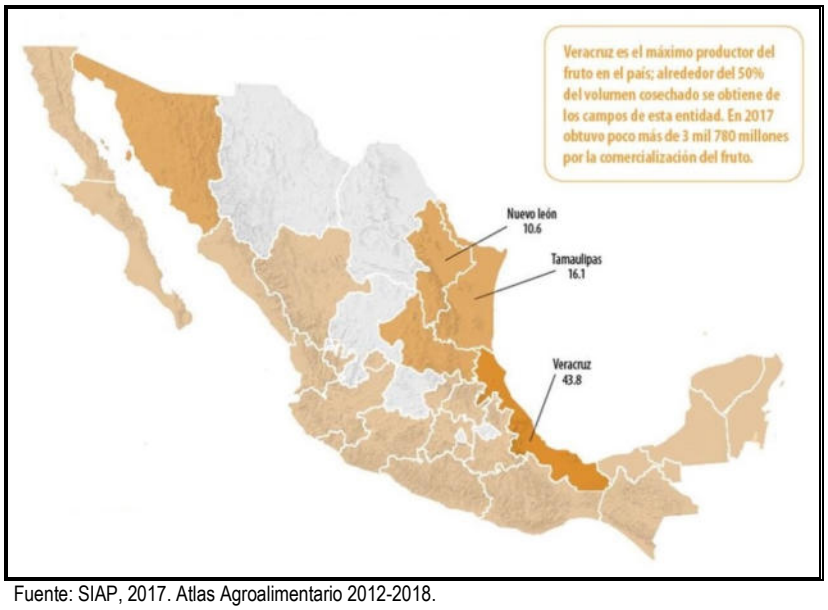
De acuerdo a la Cédula de Información Municipal 2010 clave 21064 (https://bit.ly/2Ee7wC0) de Francisco Z. Mena, la población ocupada se distribuyó mayoritariamente en las actividades del sector primario con vocación hacia las actividades agropecuarias, siendo de entre sus principales cultivos la naranja y el maíz grano, pero concentrándose en la producción del cítrico que en el año señalado la superficie sembrada representó 8,800 hectáreas con un valor en producción de 96,800 toneladas. En la ganadería se dedicaron a la producción en pie y de carne en canal principalmente de bovinos y porcinos, y en menor proporción de aves, ovinos y guajolotes.

Tabla IV.2.1.1.5-15.- Proporción del área de influencia sobre los municipios.

Municipio	Estado	Incidencia de la superficie del área de influencia en los municipios	
		Superficie (Km²)	Porcentaje (%)
Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	74.892	53.62
Álamo Temapache		41.162	29.47
Francisco Z. Mena	Puebla de Zaragoza	23.614	16.91
Total		139.668	100.00

La naranja es la fruta de mayor consumo en México y es una de las más accesibles por su precio, llegando a todos los estratos económicos de la población y generando una gran actividad económica en toda la red de valor, desde las actividades de provisión de insumos, mantenimiento y producción de huertos, transportación, empaque de fruta, industrialización, comercialización y servicios. En el país, cada mexicano consume anualmente alrededor de 37 kilogramos de esta fruta y es cultivada en 26 entidades federativas de acuerdo con los datos anuales de estadísticas agrícolas a nivel nacional, estatal y municipal que el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera dispone en su portal (SIAP, 2018).

En la consulta realizada en el Atlas Agroalimentario 2012-2018 (SIAP, 2018) destacaron en el Top 10 nacional de las principales entidades productoras de naranja, los estados de Veracruz y Puebla que ocuparon el primero y quinto lugares respectivamente en 2017 con los volúmenes de 2,331,660.00 y 239,340.00 toneladas de producción. Por lo anterior, en conjunto con el resto de las entidades, México obtuvo el 5° lugar con un volumen total de 4,629,758.00 toneladas en el mismo año en el Ranking mundial de las 10 principales naciones productoras de este cítrico, lo que se vio reflejado en la generación de valores significativos de millones de pesos por su venta.



Fuente: SIAP, 2017. Atlas Agroalimentario 2012-2018.

Figura IV.2.1.1.5-6.- Principales estados productores de naranja en México.

Las estadísticas agrícolas a nivel nacional, estatal y municipal al cierre 2018 (SIAP, 2018) posicionaron en el Top 10 nacional de los principales municipios productores de este cítrico a aquellos en los que incide el área de influencia. En la Tabla siguiente se presenta la superficie utilizada para la siembra de este fruto, así como su porcentaje representativo con respecto al área total de cada municipio.

Tabla IV.2.1.1.5-16.- Los municipios donde incide el área de influencia destacaron en el Top 10 del 2018 de los principales productores de naranja en México.

No. Top 10	Municipio	Estado	Superficie del municipio (Ha)	Producción anual (Ton)	Superficie sembrada (Ha)	Incidencia del cultivo de naranja sobre cada municipio (%)
1	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	127,900.0	782,628.98	43,822.50	34.26
4	Castillo de Teayo		272,000.0	157,032.72	10,761.0	3.95
7	Francisco Z. Mena	Puebla de Zaragoza	53,579.0	133,150.0	17,200.0	32.10

Se observó de este análisis que el municipio de Francisco Z. Mena aumentó la superficie con dedicación al cultivo de naranja, pasando en 2010 de reportar 8,800 hectáreas a casi el doble en 2017 con 17,200 hectáreas.

En cuanto al maíz, éste es el cultivo más representativo de México por su importancia económica, social y cultural. Con un consumo promedio per cápita al año de 196.4 kg de maíz blanco, especialmente en tortillas, representa 20.9% del gasto total en alimentos, bebidas y tabaco por las familias mexicanas (SAGARPA, 2017).

Se consultó nuevamente el Atlas Agroalimentario 2012-2018 (SIAP, 2018) destacando en el Top 10 nacional de las principales entidades productoras de maíz grano, los estados de Veracruz y Puebla que ocuparon el octavo y décimo lugares respectivamente en 2017 con volúmenes de 1,268,916 y 1,027,726 toneladas de producción, no logrando superar a los estados de Sinaloa, Jalisco y México que son los principales productores del país. Aún, con la mínima contribución, en conjunto con el resto de las entidades, México obtuvo el 5° lugar con un volumen total de 27,762,481 toneladas en el mismo año en el Ranking mundial de

las 10 principales naciones productoras de este grano, reflejándose en la generación de valores significativos de millones de pesos por su venta.

Lo anterior, conlleva el uso de fertilizantes, herbicidas y productos contra plagas o microorganismos del suelo lo que origina procesos de erosión del suelo y la suspensión de partículas y contaminantes a través del aire.

Respecto de la ganadería, que resulta en el cambio de uso de suelo para el pastoreo, crianza y el establecimiento de pastizales cultivados, que, aunque en menor proporción, pero es llevado a cabo en la región, propiciándose la oxidación del CH_4 que surge de la descomposición de la materia orgánica que defeca el ganado. Así mismo, la actividad pecuaria requiere del uso de productos químicos para baño por inmersión a los animales y/o aspersión en pastizales para el control de garrapatas y otros parásitos, provocando la movilización de estos químicos también a través del aire.

La industria petrolera

La actividad petrolera es una de las principales actividades económicas del país que ha impulsado durante décadas su desarrollo, fuente de empleos y muchas otras actividades de servicios, producción y comercialización relacionadas con este campo.

La Cuenca Tampico-Misantla de un área aproximada de 61,569 km^2 se ubica en el oriente de México y comprende desde el extremo sur del estado de Tamaulipas hasta la parte central de Veracruz y una porción en la parte oriental de los estados de San Luis Potosí, Hidalgo y norte de Puebla, y hasta la isobata de 200 metros en la plataforma continental del Golfo de México. Tampico-Misantla fue la primera provincia petrolera explotada de manera industrial, siendo el sustento petrolero de México durante los primeros periodos (1900 a 1958) de la industria (Hernández, 2017).

Dentro de esta Cuenca está inmersa el ACM que se encuentra a 39 km al nornoroeste (NNW) de la ciudad de Poza Rica, Veracruz. Geológicamente se ubica en la porción sur, el campo principal es Miquetla, el cual fue descubierto en el año de 1948 con la perforación del pozo Miquetla 1.

De acuerdo con el Resumen Ejecutivo Miquetla Contratos Integrales EP 2013 Chicontepec (PEP, 2013) el primer pozo productor fue el Miquetla 3 en el año de 1959 y finalmente con el pozo Miquetla 57 en el año 1960, se confirman las reservas en la formación Tamabra. Después del descubrimiento, el área fue desarrollada alcanzando una producción máxima 3,586 bpd en el mes de octubre de 1981 con 50 pozos productores activos. La producción del ACM se procesa en las Baterías de Separación Miquetla I y Miquetla II.

Por lo anterior, la presencia del sector petrolero en el área de influencia, al intervenir con actividades de carácter antropogénico, contribuye con emisiones que son producto de la operación de equipos auxiliares en los procesos, la quema de gas en sus instalaciones, y olores, gases y partículas fugitivas que emanan a la atmósfera por sus procesos e infraestructura, como CO_2, CO, SO_2 y NO_X, entre otros. Ahora bien, al suroeste del SAR se identificó actividad también por parte de este sector en el Área Contractual Humapa.

Infraestructura del transporte

Actualmente la energía para generar el movimiento de los vehículos se extrae principalmente de combustibles fósiles como la gasolina y el diésel, cuyo proceso de combustión ocasiona la contaminación del aire de las zonas urbanas.

La infraestructura del transporte y movilidad está relacionada como una de las fuentes principales de aportación de contaminantes al aire -el incremento de vehículos automotores, la demanda de viajes, el tráfico constante en zonas urbanas y el transporte público y de carga- que impactan considerablemente en el deterioro de su calidad por la combustión y concentración de contaminantes.

En consulta realizada al Programa Estatal de Infraestructura y Comunicaciones 2017-2018, el Estado de Veracruz cuenta con 15,864 km de carreteras (4.24% del nacional) de las cuales 488 km son de cuota, 7,055 km libres y 8,341 km de caminos rurales.

De acuerdo con el Gobierno del Estado de Veracruz (PROAIRE VERACRUZ, 2018), quienes aportaron la mayor cantidad de contaminantes de CO y NO_X fueron las fuentes móviles:

- El CO es un contaminante generado por la combustión incompleta y en este inventario se identificaron como fuentes generadoras los vehículos automotores o fuentes móviles, por orden de importancia de mayor a menor cantidad de emisiones fueron los autos particulares, camionetas pick up, tractocamiones, taxis, vehículos de más de tres toneladas, motocicletas […].
- En cuanto a los NO_X, el principal emisor fue la vegetación como un proceso natural, sin embargo, los principales generadores antropogénicos por orden de importancia fueron: los autos particulares, los tractocamiones, los vehículos de carga de más de tres toneladas, la generación de energía eléctrica, las embarcaciones marítimas comerciales, los autobuses, […].
- Las fuentes más relevantes de CO_2 fueron: […] los autos particulares, tractocamiones y vehículos de carga de más de tres toneladas.

Tabla IV.2.1.1.5-17.- Inventario de emisiones desagregado por sector y subcategoría de emisión para el Estado de Veracruz, año base 2012.

Subsector/Categoría	Emisión (ton/año)									
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN	SO_2	CO	NO_X	COV´s	NH_3	CH_4	CO_2
Fuentes móviles	**2,227**	**1,869**	**1,263**	**2,627**	**426,163**	**90,376**	**47,142**	**1,392**	**N/E**	**9,224,931**
Autos particulares	200	107	65	569	288,223	32,049	29,963	684	N/E	**2,662,775**
Taxis	27	14	9	80	16,881	2,000	1,295	120	N/E	423,366
Vagonetas de pasajeros	3	2	1	11	3,446	321	310	13	N/E	56,639
Medibuses	69	61	38	43	927	2,249	691	4	N/E	135,695
Autobuses	165	144	91	259	3,699	7,272	815	10	N/E	829,365
Camionetas Pick Up	42	23	23	184	46,618	2,966	6,817	112	N/E	926,024
Vehículos de carga de hasta 3 ton	33	21	21	109	22,634	2,037	2,876	142	N/E	527,790
Vehículos de carga de más de 3 ton	1,078	970	970	767	14,163	18,076	2,822	263	N/E	1,760,309
Tractocamiones	586	513	513	585	18,310	22,962	2,540	38	N/E	1,827,152
Motocicletas	23	14	14	20	11,262	444	2,014	8	N/E	75,818

[1]FUENTE: Programa de gestión para mejorar la calidad del aire en el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.
N/E: No es posible que la suma difiera debido al redondeo de cifras.

Durante las actividades en las etapas del proyecto, se requerirá del uso de transportes vehiculares y maquinaria de construcción para el traslado de personal, suministro de equipo, abastecimiento de materiales y el desarrollo de la secuencia de operaciones por lo que se utilizarán como vía de acceso, carreteras federales, calles pavimentadas y caminos rurales sin pavimentar que inciden con el área de influencia y SAR.

Respecto de las emisiones por fuentes móviles, de acuerdo con el Inventario de Emisiones año base 2008 del ProAire Puebla 2012-2020, en 17 municipios se albergó el mayor parque vehicular con el 68% del total de la flota registrada en la entidad. Cabe destacar que dentro de éstos no se encontró Francisco Z. Mena.

En lo que respecta a las emisiones de gases de efecto invernadero CO_2, N_2O y CH_4 para este inventario en Puebla, se estimaron mediante el método AP-42, observándose que la subcategoría que generó más emisiones fueron los vehículos pesados aportando la cuarta parte de las emisiones móviles totales que fueron de 10,720,591 tCO_2eq (toneladas de dióxido de carbono equivalente).

Actividades domésticas

Se detectó como fuente de contaminación del aire la práctica de uso doméstico siendo la quema de combustibles sólidos como la leña (principalmente residuos agrícolas y carbón) al encender fogones, chimeneas y estufas para cocinar los alimentos del hogar y de venta al público.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en la página https://cutt.ly/OwsbFW3 cita que una gran parte de la población mundial utiliza leña para cocinar y calentar el hogar, sobre todo en los países en desarrollo.

La leña que no arde debidamente se convierte en CO_2 lo que da lugar a productos de combustión incompleta: básicamente CO, pero también benceno, butadieno, formaldehído, HAP y muchos otros compuestos que contaminan el aire y son peligrosos para la salud.

IV.2.1.1.5.5 Dirección y velocidad de los vientos

En este apartado se realizó un análisis estadístico descriptivo sobre la dirección y velocidad máxima del viento en el área de influencia y SAR (ráfaga) medida en m/s con base en los registros de las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA) y Estaciones Sinópticas Meteorológicas (ESIME) de la Comisión

Nacional del Agua (CONAGUA), su selección se caracterizó por su influencia cercana (Tabla IV.2.1.1.5-18, Figura IV.2.1.1.5-7). Estas estaciones como lo dice su nombre son automáticas y toman registros cada 5, 10 y 15 minutos sobre diferentes variables meteorológicas, dicha información es enviada vía satélite en intervalos de 1 a 3 horas, y generalmente son datos completos o escasamente faltantes.

Tabla IV.2.1.1.5-18.- EMA seleccionadas.

No.	Nombre	Ubicación		Coordenadas Geográficas		Período de referencia
		Municipio	Estado	Latitud	Longitud	
1	Huauchinango	Huauchinango	Puebla	20°10'41"	98°03'59"	2016
2	Teziutlán	Teziutlán		19°53'16"	97°23'26"	2017
3	Citláltepec	Citlaltépetl	Veracruz de Ignacio de la Llave	21°20'04"	97°52'43"	2016
4	Terrerillos	Chicontepec		21°02'23"	98°09'11"	2015
5	Tuxpan	Tuxpan		20°57'35"	97°25'21"	2014

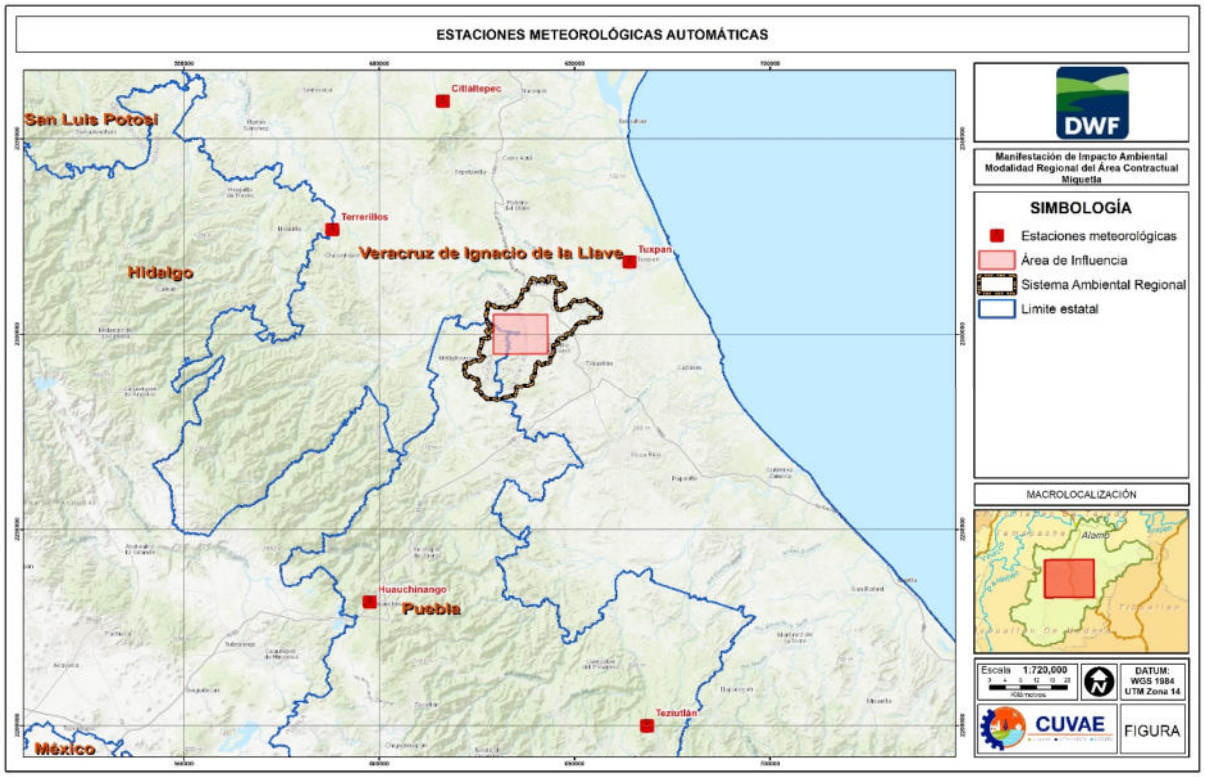


Figura IV.2.1.1.5-7.- EMA seleccionadas.

La dirección del viento reportada numéricamente se convirtió a dirección simbólica, como se muestra en la Tabla IV.2.1.1.5-19, posteriormente para conseguir un valor mensual se obtuvo la frecuencia de ocurrencia de la dirección y la velocidad. Respecto de la dirección y velocidad anual, se procedió de la misma manera que a nivel mensual, y a partir de los datos mensuales se obtuvo el dato de la frecuencia anual.

Tabla IV.2.1.1.5-19.- Ángulos de referencia que determinaron la dirección del viento.

Dirección simbólica		Dirección numérica (Sexagesimal)	
		Mayor > =	< Menor
N	Norte	348.75	11.25
NNE	Nor-noreste	11.25	33.75
NE	Noreste	33.75	56.25
ENE	Este-noreste	56.25	78.75
E	Este	78.75	101.25
ESE	Este-sureste	101.25	123.75
SE	Sureste	123.75	146.25
SSE	Sur-sureste	146.25	168.75
S	Sur	168.75	191.25
SSW	Sur-suroeste	191.25	213.75
WSW	Oeste-suroeste	213.75	236.25
SW	Suroeste	236.25	258.75
W	Oeste	258.75	281.25
WNW	Oeste-noroeste	281.25	303.75
NW	Noroeste	303.75	326.25
NNW	Nor-noroeste	326.25	348.75

La bondad de las estaciones automáticas radica en que se tienen muy pocos o nulos datos perdidos. Como se trabaja con frecuencia de datos y se tienen suficientes registros de información no es necesario estimar datos perdidos, sino que simplemente no se contabilizan.

Interpolación espacial

Para resolver el sentido de la dirección y velocidad del viento se interpolaron las frecuencias obtenidas de estas variables en cada una de las cinco EMA, referente al período de tiempo determinado, usando como técnica el método Distancia Inversa Ponderada (Inverse Distance Weighting, IDW) la cual determinó los valores de celda a través de una combinación ponderada linealmente de un conjunto de puntos de muestra.

La interpolación se generó directamente en el ArcGis en la extensión Geostatistical Analyst y la fórmula del método IDW fue la siguiente:

$$Z(x,y) = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{z_i}{d_i^p}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{d_i^p}}$$

Dónde:

$Z\ (x,y)$ = Punto de interés
z_i = Punto del entorno
p = Exponente de ponderación
d_i = Distancia entre puntos

Una vez que se dispuso de la distribución espacial numérica, se generó una malla de puntos regulares que sirvió de base para el sentido de la dirección del viento, este sentido se representó por un ángulo de inclinación en grados sexagesimales tomado como base de la Tabla IV.2.1.1.5-19.

Resultados

A nivel anual la dirección del viento predominante (ráfaga) en el área de influencia y SAR, indicó direcciones en cuatro rumbos (E, N, S y NE) con velocidades entre los 2.45 y los 20.58 m/s (Tabla IV.2.1.1.5-20 y Figura IV.2.1.1.5-8).

Tabla IV.2.1.1.5-20.- Dirección y velocidad (ráfaga) del viento anual.

No.	Nombre de la EMA	Dirección	Velocidad (m/s)
1	Huauchinango	E	2.45
2	Teziutlán	N	4.44
3	Citláltepec	N	20.58
4	Terrerillos	S	3.87
5	Tuxpan	NE	2.96

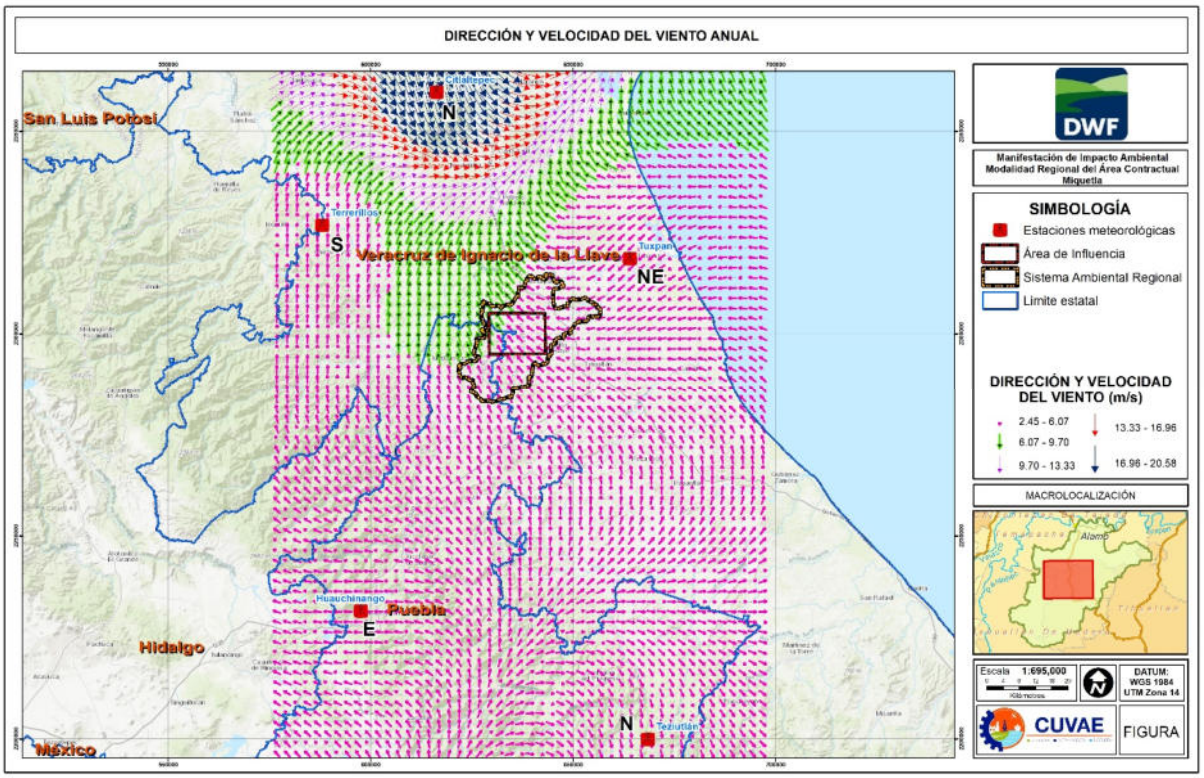


Figura IV.2.1.1.5-8.- Dirección y velocidad del viento anual en el área de influencia y SAR.

Anualmente, la distribución porcentual de los vientos dominantes en las estaciones de estudio indicó que, en la Estación Tuxpan la más cercana espacialmente, el 10.29% de los vientos soplaron del noreste (NE), el 14.23% en la Estación Huauchinango soplaron del este (E), el 19.55% en la Estación Terrerillos soplaron del sur (S), el 20.04% en la Estación Teziutlán soplaron del norte (N), y el 61.50% en la Estación Citláltepec soplaron del norte (N) (Tabla IV.2.1.1.5-21).

Tabla IV.2.1.1.5-21.- Distribución porcentual de la dirección del viento anual en m/s (ráfagas).

Dirección	Vientos (m/s)									Total
	0.50 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80	>= 80	
	Porcentaje									
Huauchinango										
ENE	11.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.30
E	**14.23**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**14.23**
WNW	13.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.14
Sub-Total	**0.21**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**99.99**	**99.78**
Teziutlán										
N	**18.19**	**1.85**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**20.04**
NNE	14.44	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00
SSW	11.30	0.27	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.59
Sub-Total	**94.58**	**5.13**	**0.03**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**99.74**
Citláltepec										
N	**2.04**	**0.73**	**0.87**	**1.31**	**1.97**	**2.28**	**2.02**	**1.27**	**31.01**	**61.50**
NE	5.92	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.68
SSW	8.50	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.55
Sub-Total	**5.47**	**0.86**	**1.29**	**1.93**	**2.24**	**1.99**	**1.25**	**30.55**	**95.37**	**49.79**
Terrerillos										
ESE	11.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.84
SSE	17.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.02
S	**19.55**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**19.55**
Sub-Total	**0.80**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**98.38**	**97.58**
Tuxpan										
NE	**10.29**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**10.29**
ENE	7.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.72
SW	7.56	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.65
Sub-Total	**0.16**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**50.92**	**50.76**

Espacialmente, las estaciones más cercanas a los polígonos del área de influencia y SAR correspondieron a Terrerillos y Tuxpan. Anualmente para la EMA Terrerillos su distribución arrojó que los vientos predominantes correspondieron al 19.55% que soplaron del sur (S), el 17.02% del sursureste (SSE) y el 11.84% procedieron del estesureste (ESE) durante 0.80% de los días del periodo de referencia, alcanzando ráfagas hasta los 10 m/s.

También, de forma anual la ESIME Tuxpan, distribuyó la predominancia de sus vientos registrados con el 10.29% que soplan del noreste (NE), el 7.72% corresponden al estenoreste (ENE) y el 7.65% del suroeste

(SW) durante 0.16% de los días del periodo de referencia, alcanzando ráfagas hasta los 10 m/s. Cabe mencionar que esta estación presentó un 49.08% de datos perdidos, motivo por lo cual sólo se usó como referencia.

En la Figura IV.2.1.1.5-9 se presenta a detalle la dirección de los vientos al interior del área de influencia y SAR.

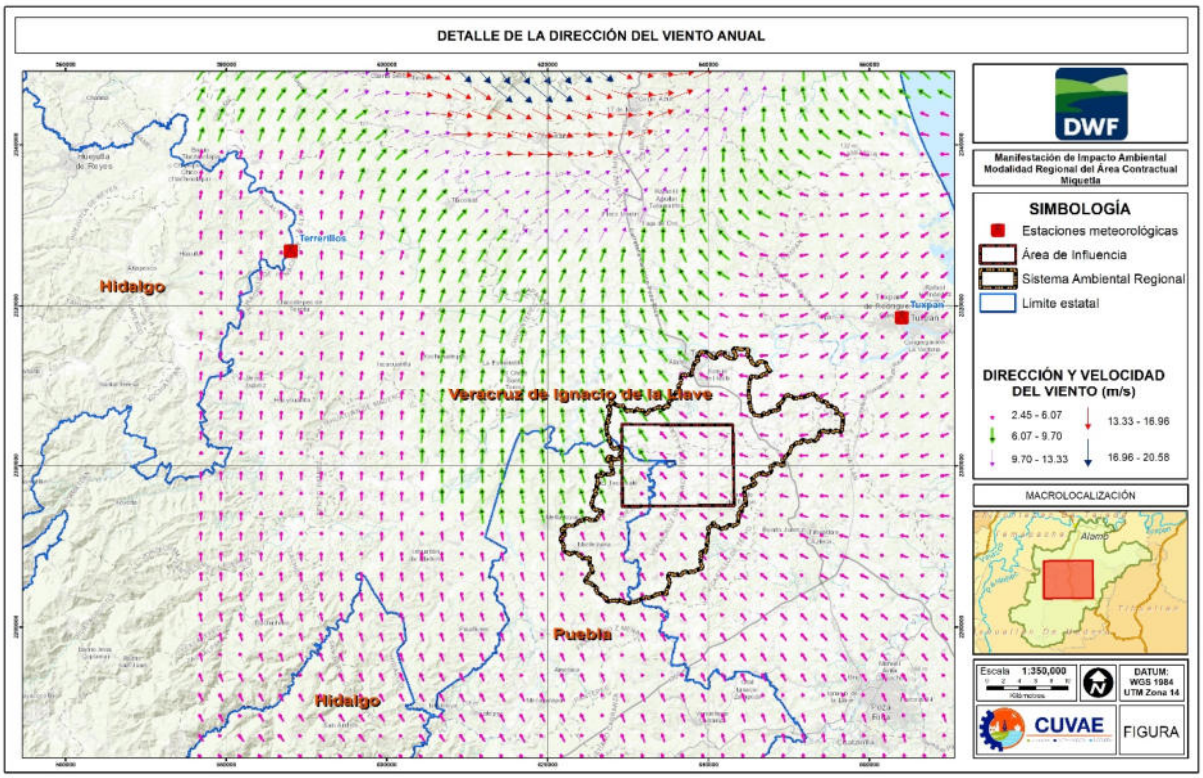


Figura IV.2.1.1.5-9.- Detalle de la dirección y velocidad de los vientos anuales en el área de influencia y SAR.

Para una representación más gráfica, se generaron Rosas de los vientos para las Estaciones Citláltepec, Huauchinango, Teziutlán y Terrerillos.

Anualmente, se obtuvo que sólo la Estación Citláltepec presentó registros en las nueve clasificaciones de vientos de la Tabla IV.2.1.1.5-21, la estación Teziutlán presentó registros de ráfagas de hasta los 30 m/s, y

el resto de las estaciones, es decir, Huauchinango, Terrerillos y Tuxpan (Ésta última utilizada como referencia), presentaron ráfagas de vientos máximas de hasta los 10 m/s.

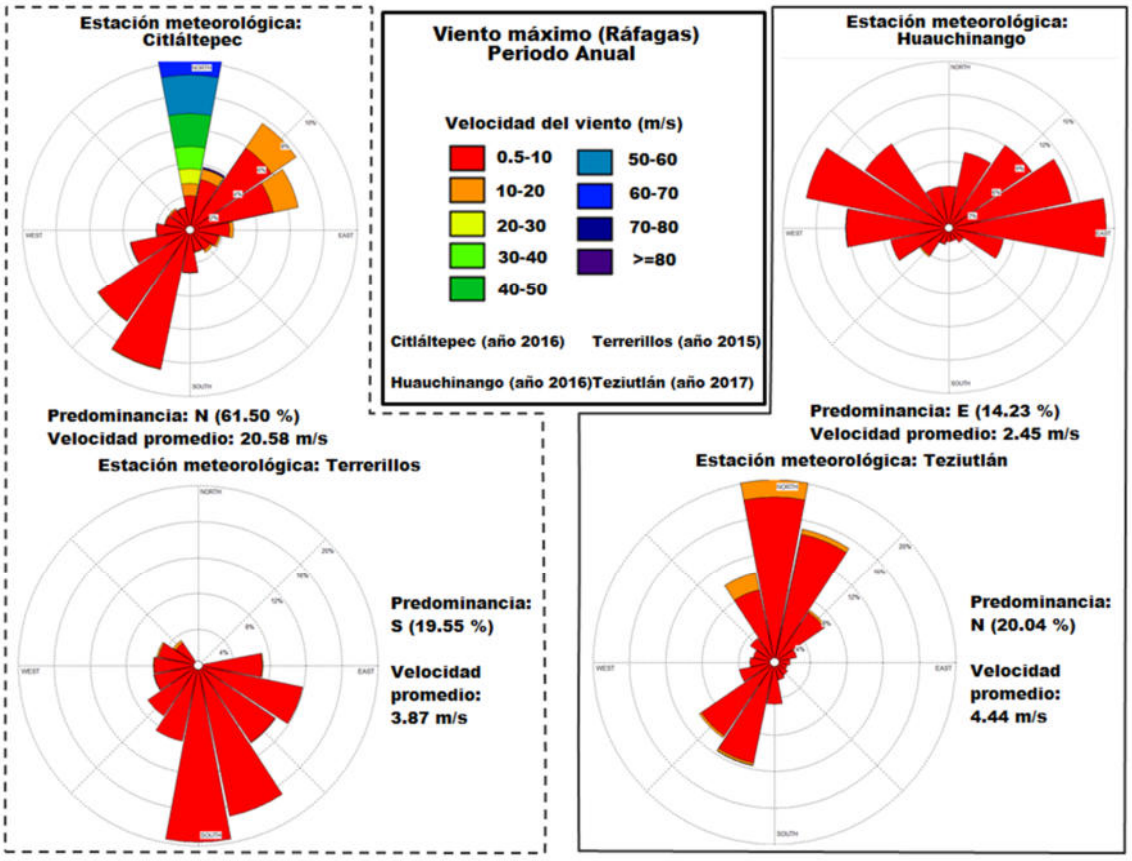


Figura IV.2.1.1.5-10.- Rosa de vientos anual, Estaciones Meteorológicas Citláltepec, Huauchinango, Terrerillos y Teziutlán.

IV.2.1.1.5.6 Conclusiones

Con base en los resultados de laboratorio obtenidos de las instalaciones Batería de Separación Miquetla I, Batería de Separación Miquetla II y Pozo Miquetla 27 administradas por DWF se concluye:

- Al observar los resultados del ICA 2018 y EAF 2019 para cada una de las instalaciones se documentó que en las tres instalaciones se generó un decremento del CH_4, pero siendo el más representativo

en la Batería de Separación Miquetla II, que presentó una reducción de 0.1798 µg/m^3 en el monitoreo del EAF 2019 con respecto al ICA 2018

- Al apreciar los resultados del ICA 2018 y EAF 2019 para cada una de las instalaciones se documentó el decremento de H_2S en la Batería de Separación Miquetla II, que presentó una reducción de 0.0025 mg/m^3 de su concentración en el monitoreo del EAF 2019 con respecto al ICA 2018. Mientras que en la Batería de Separación Miquetla I y el pozo Miquetla 27 permanecieron las mismas concentraciones en ambos estudios de monitoreo.

En la Batería de Separación Miquetla I, durante su monitoreo en los dos estudios ICA 2018 y EAF 2019, se concluye:

- La determinación de los contaminantes criterio PM10, PM2.5, CO, NO_2, SO_2 y O_3 no rebasaron los límites máximos permisibles que señalan las Normas Oficiales Mexicanas en materia de salud ambiental que competen.
- Los parámetros PST, NO, NOX, CO2, HCT, HAP y el negro de carbono no cuentan de legislación en materia de aire ambiente que les regule.

Por lo anterior, del total de los parámetros que fueron medidos, se concluye que PM10, PM2.5, CO, NO_2, SO_2, O_3, NO, NO_X, CO_2, HTC y H_2S presentaron incrementos en su concentración en el EAF 2019, mientras que solo las PST y el CH_4 se decrementaron sus concentraciones. Por su parte, en cumplimiento con el plan de desarrollo se menciona que *.."la estrategia planteada toma como base las metas descritas en el artículo 39 de la Ley de Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética, con relación a elevar el factor de recuperación y la obtención del volumen máximo de petróleo en condiciones económicamente viables, reposición de reservas de hidrocarburos, aplicación de la tecnología adecuada, cumplimiento de los procesos administrativos y de un* ***programa de aprovechamiento del gas natural asociado****".*. se destaca que DWF ha venido implementando buenas prácticas ambientales, tal es el caso del decremento del CH_4, debido al aprovechamiento de gas, el cual se extrae junto con la producción de aceite de los pozos y es enviado por sistema de ductos para su uso en los equipos de compresión en la Batería de Separación Miquetla II y posterior entrega a PEMEX, en tanto también es utilizado para la alimentación de las unidades de bombeo

para los sistemas artificiales de producción que están instaladas en pozos que se encuentran actualmente en la etapa de operación y mantenimiento dentro de la infraestructura existente, lo que ha implicado bajar los volúmenes de quema del gas.

En lo concerniente a los resultados de los obtenidos dos puntos de monitoreo de la LBA 2019 dentro del área de influencia, se reflejó que la calidad del aire se ve afectada debido a una gran cantidad de actividades antropogénicas desarrolladas de manera cotidiana:

- De acuerdo con las estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018) la actividad económica predominante es la agropecuaria. Sus principales cultivos son la naranja y el maíz grano, pero concentrándose mayormente en la producción de cítricos, lo que conlleva al uso de fertilizantes, herbicidas y productos contra plagas o microorganismos del suelo, que originan procesos de erosión del suelo y provocan la suspensión de partículas y gases a través del aire.
- La cosecha de los productos cítricos es prácticamente durante todo el año (temprana y tardía) lo que lleva al incremento de corte y acarreo de los frutos. El acarreo se realiza en vehículos que no siempre se encuentran en buen estado lo que genera una combustión incompleta, por falta de tecnología en sus motores y la ausencia de mantenimientos preventivos a los mismos, por ende, a no cumplir con las verificaciones vehiculares que les aplican, emitiendo principalmente CO, SO_2 y NO_X proveniente del uso de combustibles fósiles como la gasolina y el diésel.
- En las áreas, además de la agricultura se dedican a la ganadería, mayormente a la producción en pie y carne en canal de bovinos y porcinos que resulta en el cambio de uso de suelo para el pastoreo y crianza de estos animales y el establecimiento de pastizales cultivados que, aunque en menor proporción, pero se lleva a cabo en la región. Lo anterior es causa de la oxidación del metano CH_4 el cual surge de la descomposición de la materia orgánica que defeca el ganado. Así mismo, la actividad pecuaria requiere del uso de productos químicos para baño por inmersión a los animales y/o aspersión para el control de garrapatas y otros parásitos, lo que conlleva a la movilización de estos químicos también a través del aire.

- Cocinar los alimentos en fogones y chimeneas es una práctica común entre los pobladores de las localidades, el combustible sólido que se utiliza es la leña y ésta al no arder debidamente genera el CO_2, CO y entre otros compuestos que contaminan el aire.
- El sector petrolero también converge en las áreas y es causa de contaminación, esto por la quema de combustibles, el venteo de gas en sus instalaciones, la emisión de olores, gases y partículas fugitivas que emanan a la atmósfera por sus procesos e infraestructura, como lo son el CO_2, CO, SO_2 y NO_X, entre otros.
- Como parte del párrafo anterior, las emisiones que generan las fuentes móviles al hacer uso de vehículos para el transporte de personal y de unidades pesadas para la carga y abastecimiento de líquidos, maquinaria, materiales y equipos en las etapas de construcción y la operación y mantenimiento del proyecto. La base del funcionamiento de las unidades de transporte son los combustibles fósiles, por lo que generan emisiones a la atmósfera como CO_2, CO, NO_X y la suspensión de partículas PM10 y PM2.5, entre otros.

De lo anterior, si bien originan impacto sobre la calidad del aire, dependerá de la duración, y a su vez el desplazamiento de los contaminantes dependerá de la velocidad y la dirección de los vientos, la metodología desarrollada en el apartado IV.2.1.1.5.5 obtuvo que en el área de influencia y SAR soplan en cuatro rumbos, este, norte, sur y noreste (E, N, S y NE) con velocidades entre los 2.45 y los 20.58 m/s, esto significa que mientras mayor sea la velocidad del viento, menor será su concentración siendo altamente reversibles y facilitando su dispersión.

Es importante señalar que las direcciones y velocidades del viento no reflejan las condiciones medias dado que se tiene que hacer un monitoreo continuo por un periodo a largo plazo, sin embargo, es un factor que ayuda en gran medida en la determinación de la dispersión de los contaminantes atmosféricos.

IV.2.1.2 Medio biótico

IV.2.1.2.1 Vegetación

IV.2.1.2.1.1 Introducción

De acuerdo con la guía para la elaboración de manifestación de impacto ambiental regional del Sector Hidrocarburos (MIA Regional-ASEA), como parte de la caracterización del sistema ambiental regional (SAR) es relevante la descripción de la condición actual de los componentes bióticos y los procesos ecológicos asociados a los mismos, utilizando indicadores biológicos de tal forma que sea posible determinar el estado actual de conservación dentro SAR.

Acerca de los factores bióticos, uno de los componentes más importantes para caracterizar es la vegetación, ya que se relaciona intrínsecamente con otros factores abióticos conformando la base de las comunidades vegetales y procesos ecológicos. Por lo tanto, contiene atributos destacables para la caracterización biológica dentro del SAR. Bajo esta premisa, en este capítulo se realizará la descripción de los tipos de comunidades vegetales que se presentan en la superficie del SAR, el AIP y el AP.

Es importante considerar que en el área de estudio gran parte de la vegetación primaria ha sufrido una notable reducción en su superficie por causas antropogénicas, por ello no es posible encontrar todos los elementos característicos de la vegetación original, en este caso de selvas altas perennifolias. La acelerada reducción de los ecosistemas se vuelve imprescindible, por lo tanto, es necesario realizar las evaluaciones de calidad que nos permitan llevar a cabo un mejor manejo de recursos, logrando que las comunidades vegetales que aún se conservan persistan, ya que estas áreas potencialmente resguardan gran variedad de especies nativas y en muchos casos algunas en estatus de conservación (NOM-059-SEMARNAT-2010; CITES; IUCN).

Finalmente se resalta que los análisis realizados son útiles para conocer el estado actual de las comunidades vegetales dentro de la superficie del SAR, a partir de un análisis exhaustivo sobre la composición y estructura de las comunidades vegetales que se presentan.

Específicamente los objetivos de este capítulo fueron:

Objetivos:

1.) Realizar un inventario de las especies que se encuentran en el SAR, destacando las especies presentes en el AIP y AP.
2.) Analizar la riqueza y diversidad de especies.
3.) Examinar los tipos de vegetación presentes en el SAR, AIP y AP, destacando su cobertura, estructura y composición florística.
4.) Identificar especies de que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 especificando el estado de sus poblaciones

IV.2.1.2.1.2 Metodología

Para la caracterización de las comunidades vegetales se utilizaron principalmente datos de campo, en este apartado se describe de manera explícita los métodos utilizado en las diferentes etapas ***a) fase de gabinete***, ***b) fase de campo***, y posteriormente **c*) Análisis de datos de campo***

Área de estudio:

Las áreas de estudio que se analizan en este capítulo forman parte del SAR, el cual, pertenece a la provincia biogeográfica del Golfo de México, principalmente en el estado de Veracruz y parte del estado de Puebla. El área de influencia (AIP: área contractual Miquetla), así como el área de proyecto (AP: obras nuevas de esta manifestación de impacto) se encuentran compuestas por los mismos tipos de vegetación y usos de suelo.

Florística del área de estudio: El SAR pertenece mayormente al estado de Veracruz, con 398.7871 Km^2 de superficie y en menor medida en el estado de Puebla con 114.0128 Km^2. El estado de Veracruz posee una gran diversidad de comunidades vegetales, dentro de las que destacan: selvas perennifolias, selvas caducifolias, bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo, pastizal, popal-tular, manglar, entre otros tipos (INEGI, 2017). Veracruz se considera uno de los Estados con mayor biodiversidad de especies en México (Rzedowsky, 1993). No obstante, la acelerada deforestación que presenta el Estado, mayormente con fines

agropecuarios, ha reducido la superficie de la vegetación original en más de 85% (Castillo-Campos *et al.*, 2011).

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI Serie VI (2017), se sustenta la presencia vegetación secundaria de selva alta perennifolia (Vs/SAP) dentro del SAR, principalmente en zonas de difícil acceso como en la cima de los lomeríos. La comunidad de SAP cuando se encuentra en estado primario suele presentarse sobre suelos aluviales profundos y bien drenados. Algunas de especies de árboles poseen troncos rectos y con "contrafuertes" prominentes" como lo son *Terminalia amazonia*, *Vochysia guatemaltensis*, *Andira galeottina, Sweetia panamensis*, *Guatteria anomala*, *Pterocaropus rohrii, Brosimum alicastrum, Ficus spp., Cedrela odorata,* entre otros árboles. También son comunes las especies de hábitos trepadores, epifitas y especies de palmas *Chamaedora* spp. a nivel de sotobosque.

A) Fase de gabinete

Recopilación bibliográfica: En esta fase se realizó la búsqueda y consulta de información bibliográfica de la florística en la zona, principalmente se recopilaron investigaciones realizadas acerca de la composición y estructura de la vegetación presente en el SAR y zonas aledañas. Para la identificación botánica se revisaron guías, así como herbarios virtuales para la corroboración de especies.

Además de eso se recabaron datos acerca de la existencia y distribución de especies protegidas dentro del SAR, haciendo uso de los recursos disponibles en diferentes páginas Webs que contienen mapas de distribución de especies:

- Trópicos® - herbario virtual
- REFLORA - herbario virtual
- The Plant List - revisión de nomenclatura
- Plantminer - revisión de sinonimias
- Red de herbarios del noreste de México
- Neotropiacal Flora
- Herbario virtual Austral americano

- Geoportal Conabio

Diseño de muestreo: El esfuerzo de muestreo y tamaño de muestra debe permitir registrar en campo una riqueza aproximada mayor al 50% y como mínimo debe tener cinco muestreos por cada unidad de cobertura vegetal (Ministerio del Ambiente, 2015). En la selección de los sitios de muestreo se utilizó el diseño básico estratificado, esta es una técnica de muestreo probabilístico en donde se divide a toda la población en diferentes subgrupos o estratos, posteriormente selecciona aleatoriamente a los sujetos finales de los diferentes estratos en forma proporcional, como se observa en la imagen 2.1.2.1, esta técnica es utilizada cuando el área a muestrear presenta heterogeneidad en ecosistemas, y es la más indicada para el SAR puesto que el área presenta ciertas diferencias (Ellenberg & Mueller-Dombois, 1974). En este estudio para los estratos fueron considerados los tipos de vegetación presentes en el SAR. La metodología utilizada se resume a continuación:

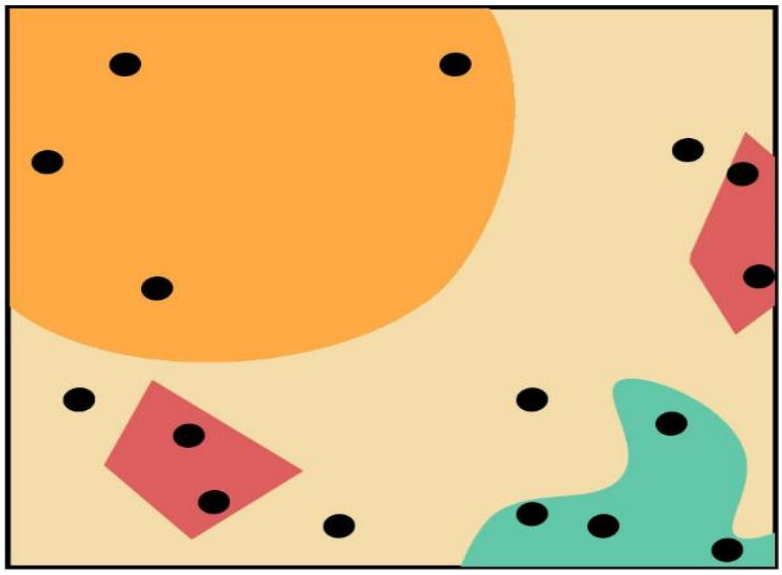


Imagen 2.1.2.1-1.- Distribución al azar de unidades de muestreo en el método básico estratificado (Colores rojo, verde y naranja representan diferentes estratos) (Los puntos negros equivalen a las unidades de muestreo).

1. Se realizó la consulta de las cartas de uso de suelo y vegetación para la zona y se decidió utilizar la carta “Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación” escala 1:250 000 Serie VI (INEGI, 2017), por ser la carta con la información más actualizada de la zona.

2.- Haciendo uso de dicha carta y de la capa de delimitación del SAR, se realizó un recorte de los tipos de vegetación existentes dentro del SAR con la herramienta “Clip” del software ArcMap 10.5.

3.- A partir de este nuevo clip, la carta de uso de suelo y vegetación marca 9 usos de suelo diferentes dentro del SAR (Tabla 2.1.2.1-1), para la realización del muestreo al azar estratificado, proponemos conformar tres biotipos, entendiendo que biotipo se refiere a un estrato conformado por uno o varios de los uso de suelo del mismo tipo que se visualizan en la carta de uso de suelo y vegetación INEGI serie VI (Figura 2.1.2.1-1). En este caso, todas las formas de agricultura se consideran un solo biotipo, los pastizales se manejan como uno diferente y las áreas de vegetación secundaria de selva alta perennifolia como un tercer biotipo.

Tabla 2.1.2.1-1.- Biotipos para realización de e muestreos.

Clave	Vegetación y uso de suelo	Biotipo
HAP	Agricultura de humedad anual y permanente	Agricultura
TA	Agricultura de temporal anual	
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	
TP	Agricultura de temporal permanente	
TSP	Agricultura de temporal semipermanente y permanente	
PC	Pastizal cultivado	Pastizal Cultivado
VSa/SAP	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	Vegetación secundaria de selva alta perennifolia (Vs/SAP)
VSA/SAP	Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia	
VSh/SAP	Vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia	

B) Fase de campo

Sitios de muestreo: Considerando el diseño de muestreo descrito, se realizaron muestreos en toda el área de importancia y considerando que el SAR y el AIP comparten los mismos ecosistemas vegetales, se consideró que lo más correcto fue la realización de un solo diseño de muestreo para describir las comunidades vegetales de ambas áreas.

En total se utilizó la información de 24 puntos de muestreo para el SAR y AIP, es preciso aclarar que parte la información utilizada para la descripción del SAR y del AIP fue tomada del estudio de la Línea Base Ambiental (LBA) de acuerdo a lo estipulado en la "Guía para elaboración y presentación de la línea base ambiental previo al inicio de las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en áreas terrestres", donde se menciona que "*La Línea Base Ambiental es un insumo para la Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que el Regulado tiene como alternativa llevarla a cabo considerando una superficie adicional al Área Contractual (área de influencia)*, que corresponden a los primeros 12 sitios de muestreo (PM1 – PM12. Por tanto, solamente se generaron otros 12 sitios nuevos a muestrear (PM13 – PM24).

En la Tabla 2.1.2.1-2 se pueden apreciar los sitios y sus coordenadas. La ubicación de los muestreos se visualiza en el mapa de la Figura 2.1.2.1-1, de igual manera en el **Anexo "O"** se presentan archivos editables, shape y kml de la ubicación de los sitios de muestreo.

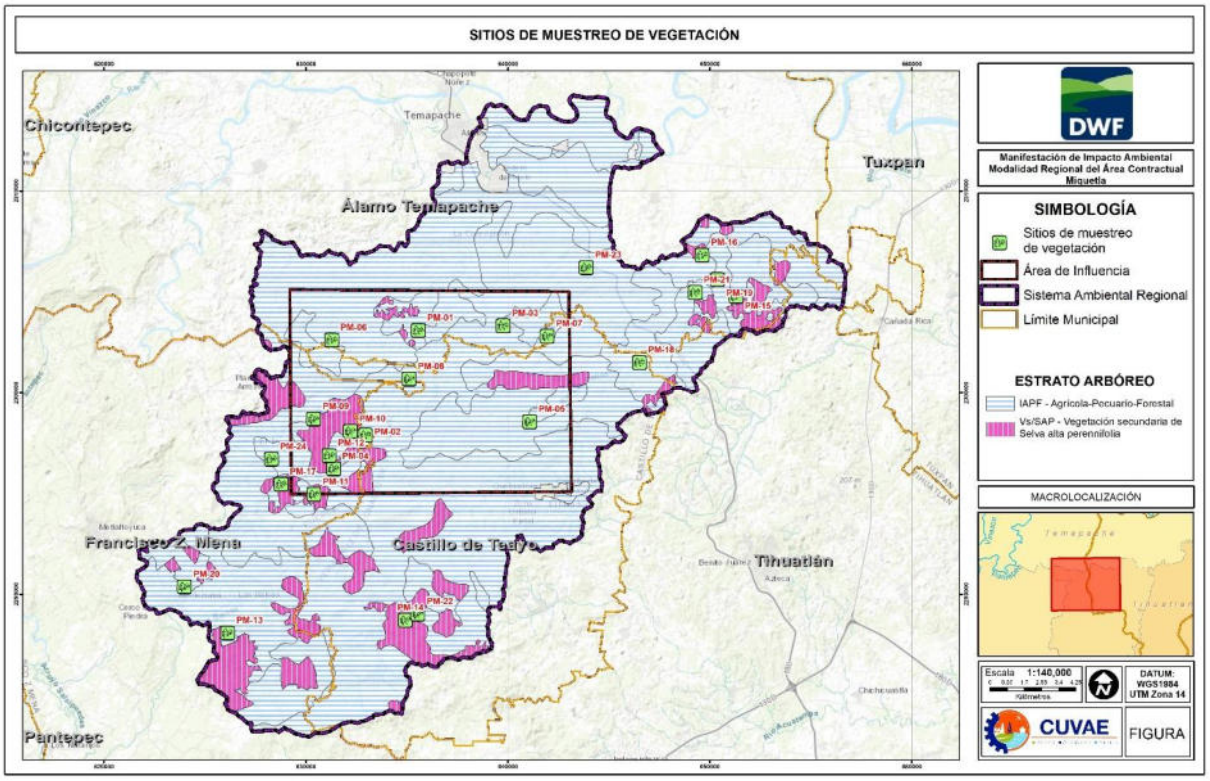


Figura 2.1.2.1-1.- Mapa de la ubicación final de los 24 puntos de muestreo realizados.

Tabla 2.1.2.1-2.- Coordenadas de los puntos seleccionados para el muestreo y coordenadas finales donde se realizaron los muestreos.

Sitio	Tipo			Información
PM-01	PC	Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la línea base ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.		LBA
PM-02	PC			LBA
PM-03	PC			LBA
PM-04	PC			LBA
PM-05	Agr			LBA
PM-06	Agr			LBA
PM-07	Agr			LBA
PM-08	Agr			LBA
PM-09	V			LBA
PM-10	Vs/SAP			LBA
PM-11	Vs/SAP			LBA
PM-12	Vs/SAP			LBA
PM-13	Vs/SAP	626113	2288092	Miq 2020
PM-14	Vs/SAP	634918	2288721	Miq 2020
PM-15	Vs/SAP	651286	2304802	Miq 2020
PM-16	Vs/SAP	649606	2306842	Miq 2020
PM-17	PC	628764	2295455	Miq 2020
PM-18	PC	646498	2301530	Miq 2020
PM-19	PC	650366	2305624	Miq 2020
PM-20	PC	623984	2290380	Miq 2020
PM-21	Agr	649257	2304986	Miq 2020
PM-22	Agr	635538	2289029	Miq 2020
PM-23	Agr	643871	2306217	Miq 2020
PM-24	Agr	628277	2296704	Miq 2020

AP:

Para el caso de las áreas de proyecto: el área del gasoducto se encuentra sobre un derecho de vía existente, y en el caso del pozo Infill 16 sobre una macropera existente. Por lo que no fue necesario la realización de muestreos, debido a que ambas áreas se encuentran desprovistas de vegetación. Por lo que únicamente se elaboró el listado florístico mediante recorridos en la superficie que corresponde al AP, además se generó evidencia fotográfica de las especies y se corroboró su identidad taxonómica en gabinete.

Unidades de muestreo y toma de datos: Las unidades de muestreo de cada tipo de vegetación fueron distintas, esto para realizar la descripción de cada comunidad vegetal dentro del SAR con los métodos más adecuados debido a las marcadas diferencias entre estos.

Inventario en Agricultura: En el caso de los muestreos para las áreas de agricultura, fueron realizados como puntos de verificación, y se elaboró un inventario florístico, así como evidencia fotográfica tanto del cultivo como de las especies presentes, las cuales se identificaron y se agregaron al inventario general.

Muestreo en Pastizal Cultivado: Se tomó en cuenta que el área mínima sugerida para el muestreo en pastizales es de 50-100 m² (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Así que utilizamos un cuadrante por sitio de muestreo (Cain & Castro, 1992), y clasificamos las especies en tres clases diamétricas. Usamos cuadrantes de 10m x 10m (100m²) para el estrato superior (cuando fueron encontrados árboles en los pastizales) donde se incluyeron todos los individuos con un DAP >10cm (Cain & Castro, 1992). En el estrato medio se incluyeron todos los árboles juveniles y arbustos con diámetro <10 cm y utilizamos cuadrantes de 5 x 5 (25 m²). Para el estrato inferior utilizamos cuadrantes de 1m x 1m, y medimos todas las especies herbáceas en dicha superficie (Imagen 2.1.2.1-2).

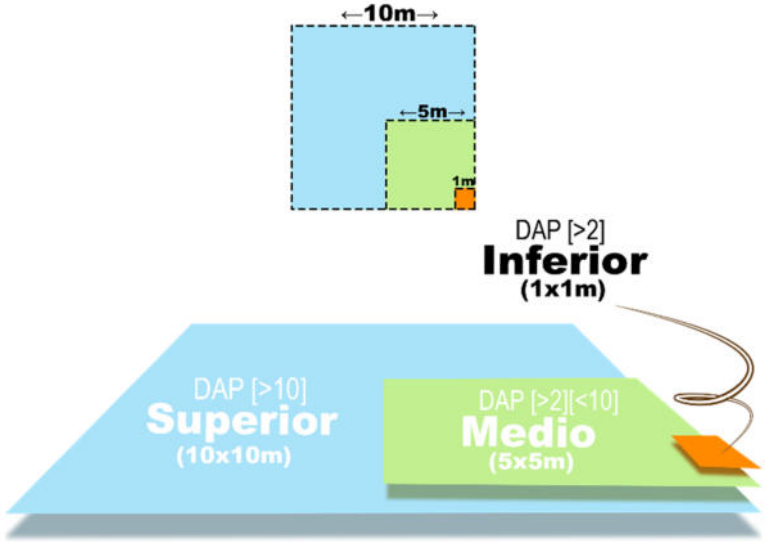


Imagen 2.1.2.1-2.- Ejemplificación de los cuadrantes utilizados en el muestreo de pastizal cultivado.

Muestreo de Selva (vs/SAP): Dentro del SAR, este tipo de vegetación se encuentra en estado secundario con predominancia de especies arbustivas. La modificación de la vegetación original en la región es consecuencia de actividades antropogénicas, principalmente actividades agro-pastoriles.

Con el objetivo de realizar una correcta descripción de este tipo de vegetación, se realizaron recorridos de verificación, los cuales consisten en seleccionar sitios a partir de la literatura e imágenes satelitales que muestren vegetación de selva. Posterior a ello, se visitaron los sitios para confirmar la presencia de manchones de selva que persisten en el área.

El diseño de muestreo consistió en cuadrantes (Cain & Castro, 1992), se establecieron tres de manera consecutiva por sitio de muestreo. Para definir el tamaño de la unidad de muestreo (cuadrante) se tomó en cuenta el área mínima sugerida por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) para el muestreo de selvas, la cual corresponde a 50-200 m²

Para asegurar un muestreo eficiente, se establecieron cuadrantes de diferentes tamaños para medir a los individuos, los cuales se clasificaron por clase diamétrica resultando en tres estratos: superior, medio e inferior. Esta clasificación se recomienda para zonas tropicales donde hay gran diversidad de formas como en vegetación de selva (Cain & Castro, 1992).

Se establecieron cuadrantes de 10m x 10m (300 m² por sitio) para el estrato superior donde se incluyeron los individuos con un DAP >10cm (Cain & Castro, 1992). En el estrato medio se incluyeron todos los árboles juveniles y arbustos con diámetro <10 cm y utilizamos cuadrantes de 5 x 5 (75 m² por sitio). Para el estrato inferior o sotobosque utilizamos cuadrantes de 1m x 2m (6 m² por sitio) y medimos todas las especies que se encontraran (Imagen 2.1.2.1-3).

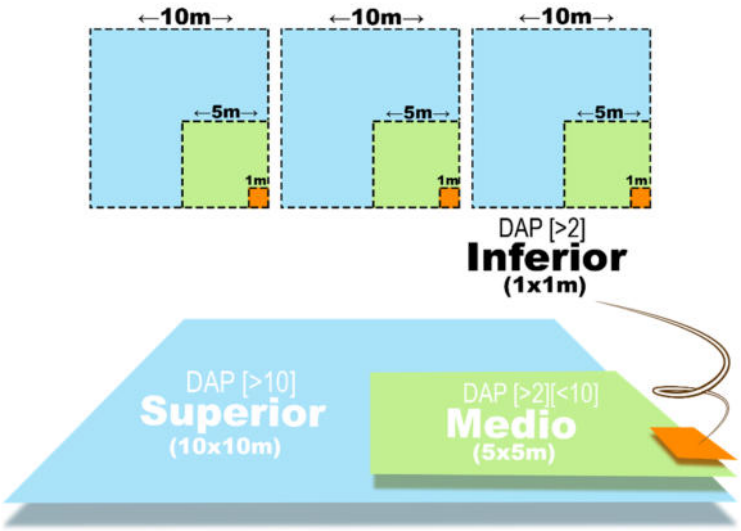


Imagen 2.1.2.1-3.- Ejemplificación de las parcelas utilizadas en el muestreo en Vsa/ SAP.

Para todos los individuos registrados se tomaron los siguientes datos: **identidad taxonómica**, **forma de crecimiento** (árbol, arbusto, hierba, rastrera, bejuco;), **altura** (desde el suelo hasta la altura de la copa u

hojas), **diámetro** (i.e., al nivel del suelo para los arbustos y a 130 cm para árboles), y **cobertura** (Fotografías 2.1.2.1-1 y 2.1.2.1-2).

Los reportes de campo de todos los muestreos con fotografías de las metodologías y formatos de campo se encuentran en el **Anexo "O"**.

Fotografía 2.1.2.1-1.- Medición de la altura de *Chamaedorea pinnatifrons* (palma)**.**

Fotografía 2.1.2.1-2.- Medición del DAP y toma de datos de *Ficus máxima* (Higuerón).

C) Análisis de datos de campo

Los datos obtenidos del muestreo fueron capturados en hojas de cálculo de Excel, donde mediante tablas dinámicas se obtuvieron los datos de una forma sintetizada, que nos permitieron hacer cálculos del valor de importancia y los diferentes índices que se presentan en este apartado

Inventario de especies: Para realizar el inventario: fueron utilizados la determinación taxonómica de los muestreos que ya han sido explicados con anterioridad; además, se realizaron recorridos por el SAR, AIP y AP para fotografiar y determinar especies, con el fin de poseer un registro más completo del inventario florístico de la zona. Algunos de los datos que se incluyen en el listado son: epíteto específico, género, familia y autor. A su vez se recurrió a diversos portales en línea para corroborar datos de la biología general de cada especie: nombre común, forma de vida, fenología, estatus migratorio, además de datos acerca de su estatus de conservación.

Riqueza y diversidad de especies: Utilizadas principalmente la riqueza de especies que es posiblemente la forma más directa y clara de medir la diversidad biológica (Sarkar, 2002; Magurran, 2004). Posteriormente calculamos índices de diversidad alfa uno de riqueza específica (Maragalef) y dos de equitatividad (Shannon-Wiener y Equitatividad de Pielou). El índice de riqueza específicamente Margalef nos permite conocer la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados; los índices de equitatividad nos permiten medir el grado de uniformidad de los valores de importancia en todas las especies de la muestra (A. E. Magurran, 2004).

Tipos de vegetación Para analizar los tipos de vegetación en el área, primeramente, se consultó la carta de uso de suelo y vegetación para la zona y se decidió utilizar la carta "Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, serie VI (Conjunto Nacional) 2017. Posteriormente, con el objeto de no incurrir en error de la capa en cuestión, o en la imagen satelital; se realizaron recorridos en campo, de tal manera que se verificaron y delimitaron los fragmentos de Vs/SAP aun existentes, principalmente en el AIP.

Para describir el estado ambiental de las comunidades vegetales utilizamos los datos de los muestreos para analizar tres atributos de estas, diversidad, composición y estructura. Para algunos análisis no utilizamos la información de los puntos de verificación Agrícola-Pecuaria-Forestal, ya que de estos sitios solo obtuvimos datos de incidencia y no de abundancia.

Composición: Uno de los atributos principales para describir una comunidad vegetal, es su composición florística. En este estudio evaluamos cuantas especies, géneros y familias encontramos en cada comunidad vegetal.

Estructura vertical: La estructura vertical se obtuvo mediante la estratificación de los individuos muestreados a partir de su altura. De tal forma que fueron clasificados de la siguiente forma: A_1 cuando el individuo en cuestión medía menos de un metro de alto; A_2 cuando el individuo medía más de un metro, pero era inferior a 10; por último, A_3 cuando la altura era superior a los 10 m. Con base en a esta agrupación se obtuvo el

porcentaje que representaba cada uno de estos grupos respecto a la abundancia total de la comunidad en cuestión (Vs/SAP o Pastizal cultivado).

Estructura horizontal: los atributos de la comunidad que utilizamos para describir su estructura horizontal fueron la cobertura, riqueza, abundancia y el área basal, que son los atributos comúnmente utilizados para describir la estructura comunitaria. De acuerdo con los procedimientos descritos por Mueller-Dombois y Ellenberg (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974) se calculó el valor de importancia de cada especie que es un Parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, el valor máximo es 300%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia la abundancia y la frecuencia (House P., et al 2006). Los parámetros utilizados en la evaluación del IVIE, se describen en la Tabla 2.1.2.1-3.

Tabla 2.1.2.1-3.- Obtención de los parámetros ecológicos de las comunidades vegetales de la unidad de análisis.

PARÁMETROS	Clases Diamétricas		
	Clase Superior (<2cm DAP)	**Clase Media** (<10 cm DAP)	**Clase Inferior** (>10cm DAP)
Densidad (D)	No. de individuos por unidad de superficie.	No. de individuos por unidad de superficie.	No. de individuos por unidad de superficie.
Densidad relativa (DR)	(Individuos de una especie / total de individuos) X 100.	(Individuos de una especie / total de individuos) X 100.	(Individuos de una especie / total de individuos) X 100.
Frecuencia (F)	Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras	Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras	Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras.
Frecuencia relativa (FR)	F. de una especie/ F. total spp. x 100.	F. de una especie/ F. total spp x100.	F. de una especie/ F. total spp. x 100.
Dominancia (Do)	Do. horizontal cobertura de copa de cada sp. por unidad de superficie.	Do. horizontal: cobertura de copa de cada sp. por unidad de superficie.	Dominancia en estructura vertical: Altura promedio de cada especie.
Dominancia relativa (DoR)	(Do. de una especie / Do. de todas las especies X 100.	(Do. de una especie / Do. de todas las especies) X 100.	(Do. de una especie / Do. de todas las especies) X 100.
Valor de importancia (IVIE)	Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa	Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa	Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa

Especies Normadas: Con base el listado florístico, se realizó la búsqueda de las especies bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para ello se consultó el documento oficial disponible Online (https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf), esto con el objetivo de no incurrir en información equivocada o desactualizada por parte de algunos portales científicos. Así como el documento oficial de los apéndices de CITES (https://www.cites.org/esp/app/appendices.php) y el portar de IUCN (https://www.iucnredlist.org).

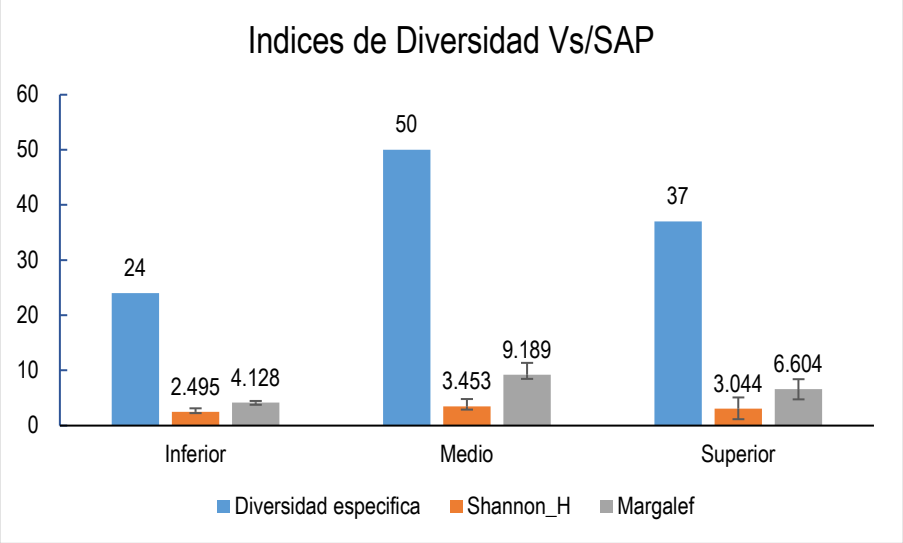
IV.2.1.2.1.3 Resultados

Inventario de especies

Basados únicamente en los sitios de muestreos de Agricultura, Pastizal Cultivado y vegetación secundaria de Selva Alta Perennifolia: se tuvo una acumulación de al menos 1,093 individuos muestreados y 172 especies registradas en el proceso. Adicionalmente se registraron especies durante los recorridos en campo, obteniéndose un inventario final de 79 Familias vegetales; 222 géneros; y al menos 278 especies. El listado florístico del SAR Miquetla y la memoria con fotografías de las principales especies en el **"Anexo O**".

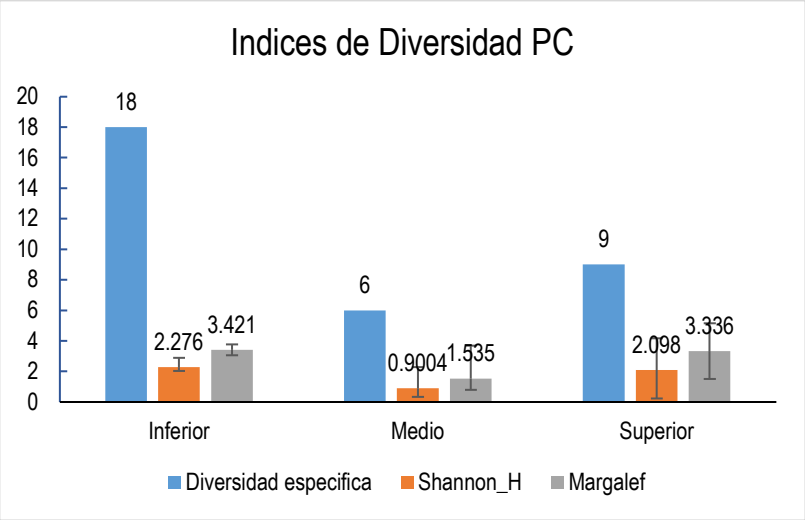
Riqueza y diversidad de especies

Acerca de la diversidad en la vegetación secundaria de selva alta perennifolia (Vs/SAP), el estrato con mayor riqueza observada fue la Clase diamétrica Media, con 50 especies, seguido de la Clase Superior y por último la Inferior (Gráfica 2.1.2.1-1). Lo anterior, se corroboró con los resultados obtenidos en el índice de Margalef, en donde la Clase Media presentó el mayor valor con 9.18. Respecto al índice de Shannon, el cual indica que además de una alta riqueza también la distribución de las abundancias de las especies se encuentra de manera más equitativa (menor dominancia de una o pocas especies), se presentó el mismo patrón con un valor 3.45 para la Clase Media (Tabla 2.1.2.1-4). Esta clase se compone de un estrato que se estructura de árboles en desarrollo y arbustos con un DAP entre 2 y 10 cm, de acuerdo con esto, se verificó el estatus de vegetación secundaria arbustiva sugerido por INEGI (2017).



Gráfica 2.1.2.1-1.- Índices de diversidad obtenidos para cada Clase diamétrica en Vs/SAP.

En la vegetación de pastizal cultivado la mayor diversidad específica fue para la Clase Inferior (<2 cm DAP) con 18 especies, seguido por la Clase Superior y por último la media (Gráfica 2.1.2.1-2). El índice de Margalef corroboró lo anterior, en donde la Clase Inferior tuvo el mayor valor con 3.42. En cuanto al índice de Shannon se obtuvo el mismo patrón, el estrato Inferior fue más diverso y equitativo con un valor de 2.27. Es importante resaltar que los resultados obtenidos en este tipo de vegetación fueron los esperados, ya que generalmente en los pastizales cultivados se conservan algunos elementos arbóreos de la vegetación original que brindan sombra al ganado, por ello la Clase Superior se presentó como la segunda más diversa en todos los parámetros de diversidad aplicados (Tabla 2.1.2.1-4).



Gráfica 2.1.2.1-2.- Índices de diversidad obtenidos para cada Clase diamétrica en PC.

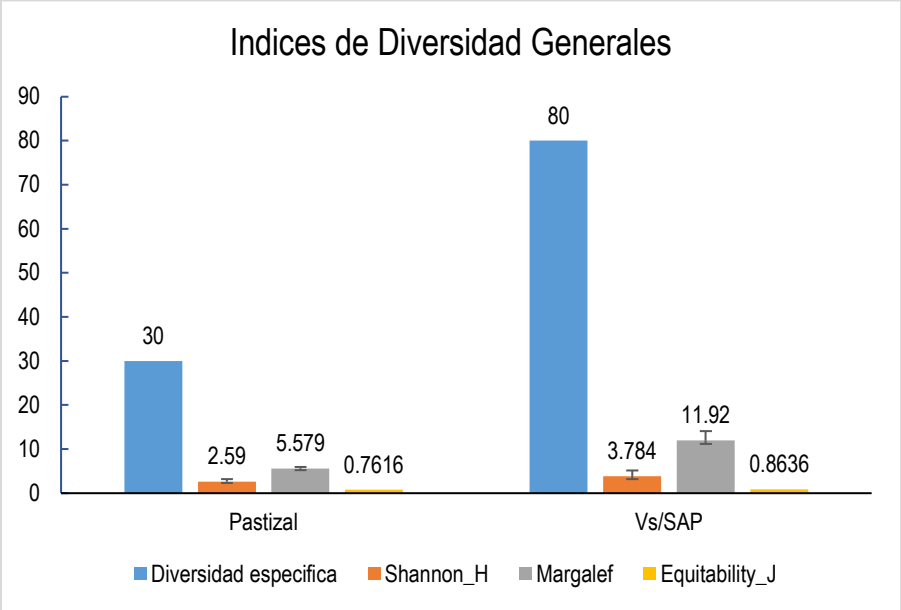
Como se esperaba, la vegetación secundaria de selva alta perennifolia obtuvo los valores más altos de diversidad general con 80 especies entre las tres clases comparado con el pastizal cultivado, el cual contiene 30 especies en total. En cuanto a la agricultura, estas áreas tuvieron una diversidad específica de 62 especies en total (Tabla 2.1.2.1-4), este resultado es concerniente al tipo de especies que se presentan en las áreas de cultivo. Las especies más frecuentes asociadas a los cultivos son malezas o ruderales, las cuales, son de fácil propagación porque tienen ciclos de vida cortos: anuales o bianuales, además tienen la característica de que se desarrollan bien en sitios que han sido alterados. Es importante considerarlas porque forman parte de la diversidad encontrada en el sitio de estudio, conjuntamente son útiles para inferir en el grado de alteración o modificación de una comunidad vegetal. Por otro lado, muchas veces se encuentran especies con potencial ornamental, como las orquídeas o las bromelias sobre árboles de cultivo, las cuales podrían encontrarse protegidas por las leyes mexicanas (NOM-059-SEMARNAT-2010) y de ahí su importancia.

Tabla 2.1.2.1-4.- Valores de riqueza observados e índices de diversidad.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD					
Tipo de vegetación	**Índice**	**Clase inferior**	**Clase media (DAP 2<10)**	**Clase superior (DAP>10)**	**General**
Pastizal Cultivado	Diversidad específica	18	6	9	30
	Shannon	2.27	0.90	2.09	2.59
	Margalef	3.42	1.53	3.33	5.57
VSa/SAP	Diversidad específica	24	50	37	80
	Shannon	2.49	3.45	3.04	3.78
	Margalef	4.12	9.18	6.60	11.92
Agricultura	Diversidad específica	62			

Dejando en claro lo anterior, en este estudio consideramos de especial relevancia los valores de diversidad que presentan la Vs/SAP y el pastizal cultivado. Por lo tanto, se obtuvieron valores generales de diversidad para cada tipo de vegetación que incluyeron las tres clases (Gráfica 2.1.2.1-3). La vegetación secundaria de selva alta perennifolia tuvo los valores más altos de diversidad, fue mayor en diversidad específica, en abundancia de individuos, así como en la equitatividad de las especies, este último valor se refleja en los resultados obtenidos en el índice de Shannon como en el de equitatividad de Pielou (*Equitability*_J).

Respecto al índice de Shannon, la diferencia entre la Vs/SAP y el pastizal cultivado es amplia debido a que este índice le da más peso a la diversidad específica que a la abundancia, la cual es mayor en la vegetación secundaria de selva. La equitatividad de Pielou aumenta a medida que la uniformidad entre las especies se incrementa, para la selva se obtuvo un valor de 0.863, mientras que, para el pastizal de 0.761. Esto sugiere que el pastizal a pesar de que tiene un menor número de especies mantiene un cierto equilibrio dentro de la comunidad, lo cual hace referencia a que el pastizal cultivado todavía resguarda algunos elementos arbóreos y arbustivos de la vegetación original de bosques tropicales, por lo tanto, es importante considerar la existencia de procesos ecológicos que también se deben conservar en este tipo de vegetación.



Gráfica 2.1.2.1-3.- Índices de diversidad obtenidos por tipo de vegetación: pastizal cultivado y vegetación secundaria de selva alta perennifolia.

Todas las bases de datos y memorias de cálculo utilizadas en la realización de estos índices se encuentran en el **Anexo "O"**.

Tipos de vegetación y usos de suelo

Sistema Ambiental Regional:

De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI (Serie VI), los ecosistemas existentes dentro del SAR Miquetla son: **Vegetación secundaria de selva alta perennifolia**, más específicamente en las fases arbórea (**VsA/SAP**), arbustiva (**Vsa/SAP**) y herbácea (**Vsh/SAP**).

Con las vistas en campo y lo derivado de los análisis de datos, se decidió unificar las fases y referir este tipo de vegetación como vegetación secundaria de selva alta perennifolia, de manera que su descripción fuera clara y precisa.

La vegetación secundaria de selva alta perennifolia ocupa el 10.96 % del área total del SAR con una superficie de 5,624.471 ha. En cuanto a los dos tipos de uso de suelo de **IAPF**: el **Pastizal Cultivado** ocupa el 8.89 % con una superficie de 4,561.025 ha; la **Agricultura** ocupa el 78.99 % del total del área del SAR con una superficie de 40,506.697 ha (Tabla 2.1.2.1-5, Figura 2.1.2.1-2).

Tabla 2.1.2.1-5.- Superficie de uso de suelo y tipos de vegetación dentro del SAR.

Clave	Vegetación y uso de suelo		Ha	Km²	Porcentaje
AH	Asentamientos humanos		514.158	5.141	1.00
H_2O	Cuerpos de agua		73.636	0.736	0.14
HAP	IAPF	Agricultura de humedad anual y permanente	40,506.697	405.066	78.99
TA		Agricultura de temporal anual			
TAP		Agricultura de temporal anual y permanente			
TP		Agricultura de temporal permanente			
TSP		Agricultura de temporal semipermanente y permanente			
PC		Pastizal cultivado	4,561.025	45.610	8.89
VSa/SAP	Vegetación secundaria de selva alta perennifolia (Vs/SAP)	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	5,624.471	56.244	10.96
VSA/SAP		Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia			
VSh/SAP		Vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia			
Total			**51,279.9**	**512.799**	**100%**

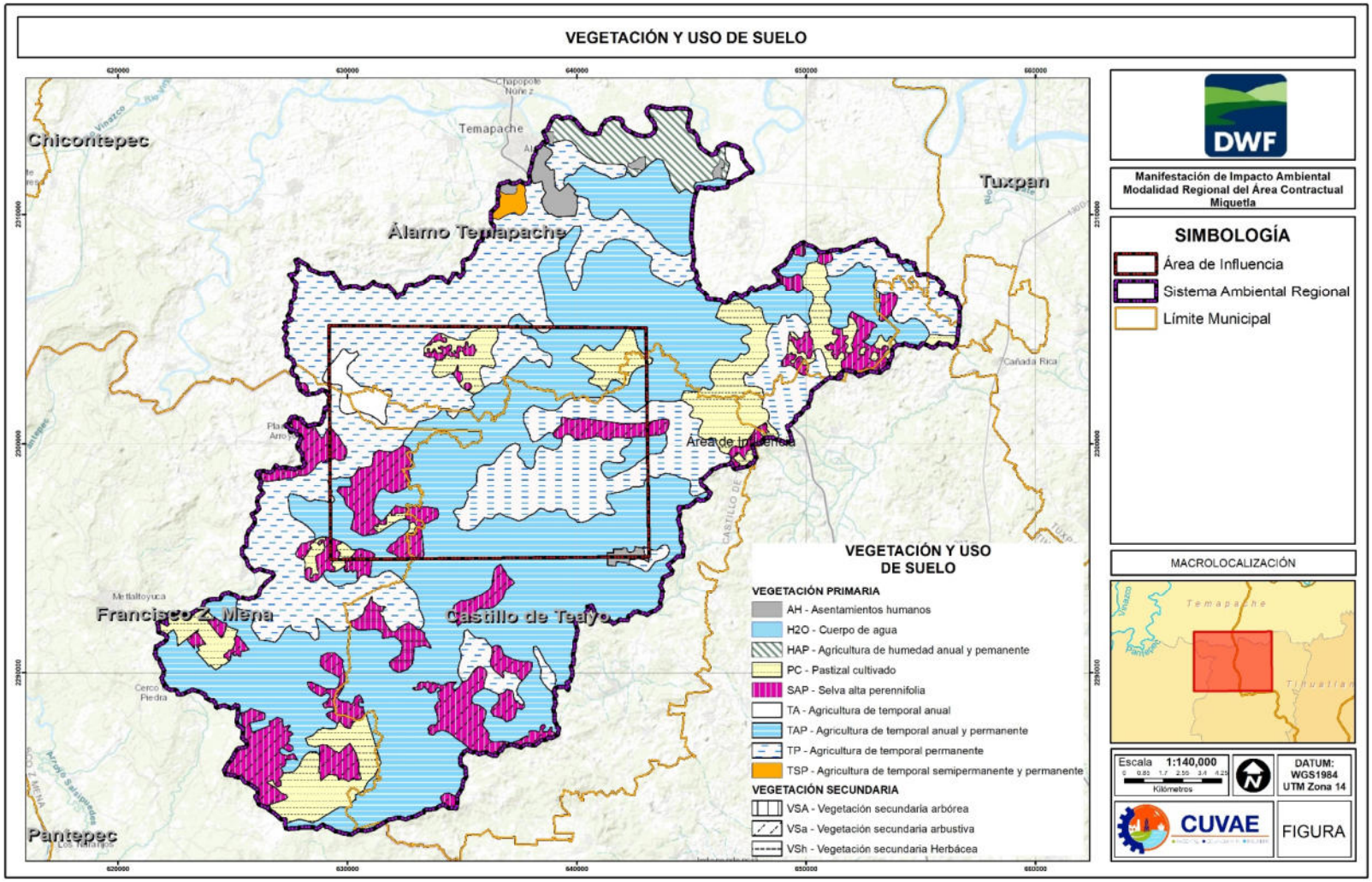


Figura 2.1.2.1-2.- Tipos de vegetación en SAR y AIP Miquetla.

Área de influencia del proyecto:

Acerca de las comunidades encontradas dentro del AIP se confirmó la presencia de las áreas de agricultura (principalmente citrícolas), pastizales cultivados y vegetación secundaria de selva alta perennifolia (Vs/SAP) de acuerdo con lo proyectado en la Carta de Uso de suelo y vegetación Serie VI (Tabla 2.1.2.1-6).

Tabla 2.1.2.1-6.- Comunidades vegetales, superficie y porcentaje aproximado que ocupan actualmente en el AIP.

Uso de Suelo	Vegetación	INEGI (Serie VI)		Verificado en campo	
		Ha	Porcentaje	Ha	Porcentaje
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	Vsa/SAP	1403.68	10.07	531.14	3.81
Agrícola –Pecuario -Forestal (IAPF)	Agricultura	11501.69	82.59	13342.54	95.81
	Pastizal Cultivado	968.29	6.95		
Otros (ZU, AH)	Otros	52.08	0.37	52.08	0.37
Superficie Total		**13925.75**	**100%**	**13925.77**	**100%**

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación (INEGI, serie VI) existen dentro del AIP Miquetla 1403.68 Ha de Vsa/SAP, sin embargo, a través de los recorridos de campo que se planearon con ayuda de imágenes satelitales, se observó que la mayor parte de la superficie de Vsa/SAP ha sido desmontada y en su lugar se encuentran actualmente cultivos citrícolas.

De acuerdo con los recorridos en campo, dentro del AIP aproximadamente existen actualmente 531.14 ha de vegetación secundaria de selva alta perennifolia, aproximadamente 3.81 % del área total del AIP. La vegetación de IAPF ocupa alrededor del 95% de la superficie del área total del AIP con 13,342.54 ha (Figura 2.1.2.1-2).

Descripción las comunidades en el Área de proyecto

Infraestructura existente

De acuerdo con INEGI serie VI, el área ocupada actualmente por la infraestructura existente (caminos, DDV de ductos, Plataformas y otras instalaciones), se encuentra sobre zonas de Agricultura con 205.91 ha y Pastizal cultivado con 5.69 ha (Tabla 2.1.2.1-7). Con las visitas a campo, se verifico que actualmente esa área se encuentra desprovista de vegetación por la ocupación de infraestructura destinada a actividades del sector hidrocarburos (Figura 2.1.2.1-3). En los cálculos para obtener las hectáreas de las líneas de descarga, los derechos de vía se calcularon de manera independiente.

Tabla 2.1.2.1-7.- Uso de suelo de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación en la superficie ocupada por la infraestructura existente

Tipo	Vegetación	Ha	m²
Caminos	Agricultura de temporal anual y permanente	40.39	403866.10
	Agricultura de temporal permanente	28.75	287520.49
	Pastizal cultivado	4.21	42102.13
	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	0.20	1964.82
Líneas de Descarga	Agricultura de temporal anual y permanente	60.12	601163.06
	Agricultura de temporal permanente	32.91	329140.52
	Pastizal cultivado	0.55	5536.59
Instalaciones	Agricultura de temporal anual y permanente	1.02	10175.44
	Agricultura de temporal permanente	0.32	3151.45
Plataformas	Agricultura de temporal anual y permanente	22.62	226209.13
	Agricultura de temporal permanente	19.58	195802.50
	Pastizal cultivado	0.93	9261.10

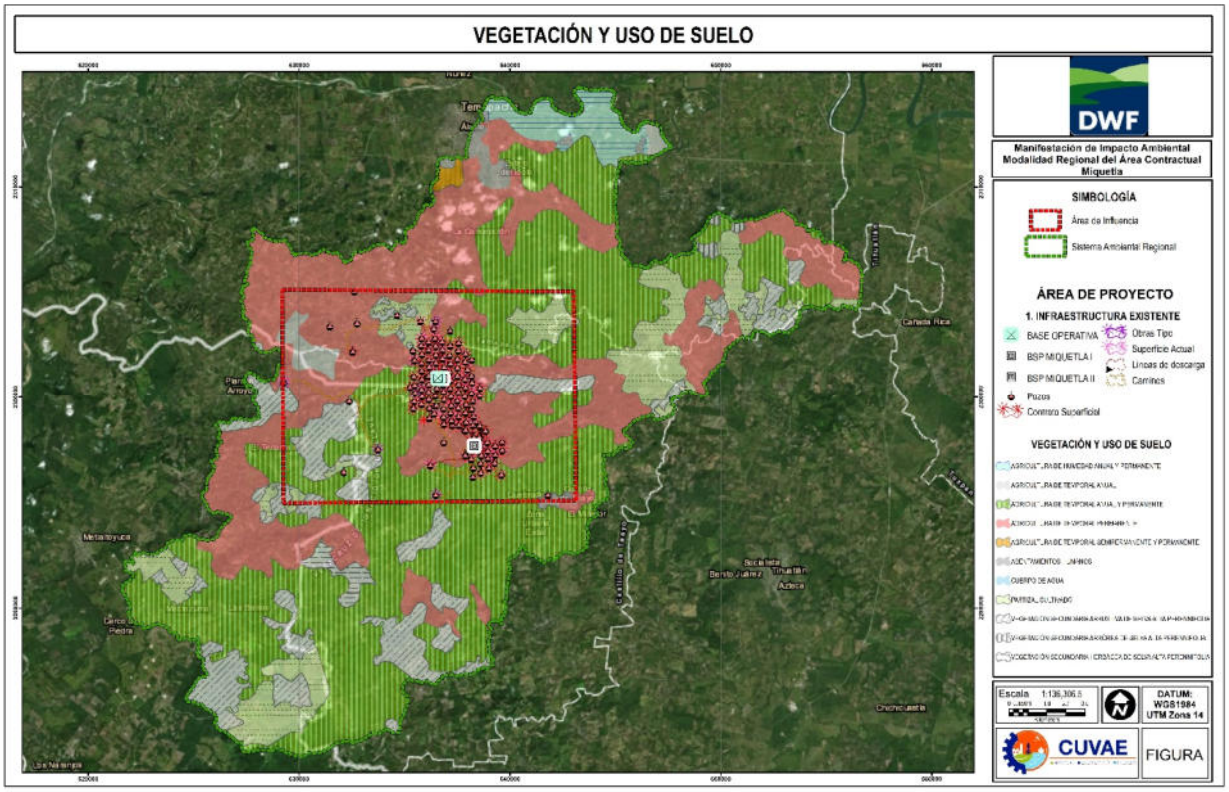


Figura 2.1.2.1-3.- Plano de infraestructura existente con el tipo de uso de suelo.

Infraestructura nueva

Basados en la carta de vegetación y uso de suelo de INEGI Serie VI y en los recorridos en campo, tanto el pozo Infill 16 como el Ducto, corresponden a información agrícola-pecuario-forestal (IAPF); específicamente Agricultura de temporal permanente. No obstante, como se menciona a continuación, el área que ocupan ambas obras se encuentra dentro de un derecho de vía existente.

Pozo INFILL 16

Debido a que el área de proyecto se encuentra ya sobre una macropera existente, y gracias al inventario florístico realizado durante el recorrido de la periferia de la zona en cuestión se tiene que las especies encontradas fueron en su mayoría herbáceas y arbustivas, típicamente ruderales (Fotografía 2.1.2.1-3)

(Figura 2.1.2.1-4). Estas plantas suelen invadir áreas descubiertas rápidamente. En la Tabla 2.1.2.1-8 se puede observar el listado de especies encontradas.

Tabla 2.1.2.1-8.- Especies asociadas al área del proyecto.

Familia	Especie	Nombre común
Amaranthaceae	*Amaranthus retroflexus*	Amaranto
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra
Asteraceae	*Bidens pilosa*	Amor seco
Poaceae	*Cenchrus echinatus*	Zacate cadillo
Euphorbiaceae	*Croton argenteus*	-
Poaceae	*Eragrostis pectinacea*	-
Asteraceae	*Erigeron canadensis*	Arrocillo
Asteraceae	*Helenium elegans*	*Helenium*
Primulaceae	*Jacquinia macrocarpa*	Tulliviejo
Malvaceae	*Malvastrum coromandelianum*	Escobillo
Poaceae	*Panicum máximum*	
Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Huiguerilla
Asteraceae	*Sida acuta*	Escoba
Poaceae	*Sorghum halepense*	Zacate Johnson
Asteraceae	*Wedelia hispida*	Wedelia de Acapulco
Fabaceae	*Crotalaria incana*	Cascabelillo
Euphorbiaceae	*Euphorbia heterophylla*	Golondrina
Euphorbiaceae	*Euphorbia indica*	Golondrina
Convolvulaceae	*Ipomoea lindheimeri*	-

Fotografía 2.1.2.1-3.- Visita a macropera (Infill 16) existente para la realización del listado florístico asociado al área.

Fotografía 2.1.2.1-4.- Algunas de las especies ruderales asociadas a las áreas de proyecto.

Gasoducto

El área comprendida por el gasoducto se encuentra sobre un derecho de vía existente, por lo que para la elaboración del listado florístico se realizó el recorrido (Figura 2.1.2.1-5). Las especies encontradas fueron en su totalidad especies herbáceas y arbustivas, típicamente invasoras de espacios abiertos (Fotografía 2.1.2.1-4). En la Tabla 2.1.2.1-8 se puede observar el listado de especies encontradas.

Fotografía 2.1.2.1-5.- Derecho de vía existente.

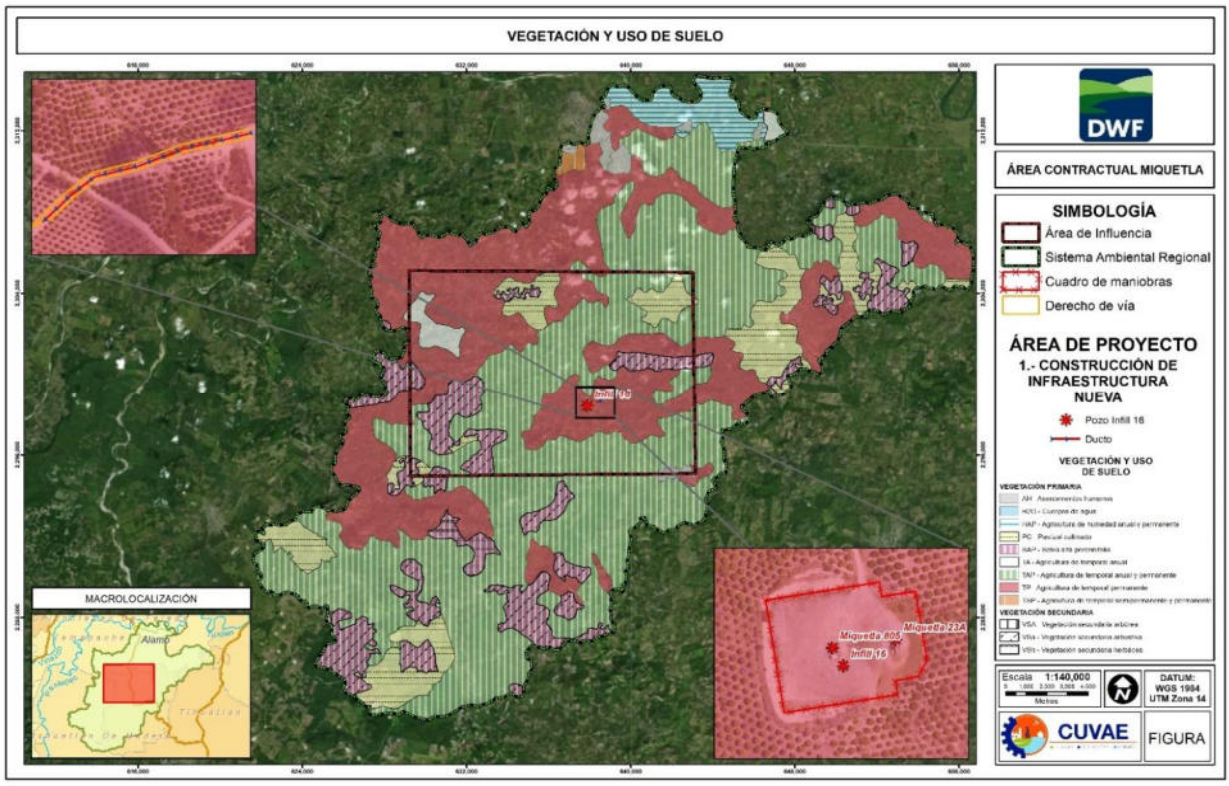


Figura 2.1.2.1-4.- Plano de infraestructura nueva con el tipo de Uso de Suelo y Vegetación basados en INEGI.

Descripción de las comunidades de SAR y AIP

Todos los datos de los muestreos de campo utilizados en la siguiente descripción de las comunidades, así como las memorias de cálculo de los análisis de diversidad y estructura se encuentran en versión editable en el **Anexo "O"**.

Vegetación secundaria de Selva Alta Perennifolia Vs/SAP

Las selvas altas perennifolias están formadas por árboles de hasta 30 m de alto o más, de muy diversas especies y que conservan su follaje todo el año. Además, abundan las lianas, epífitas y palmas. Perennifolio hace referencia a que menos del 25% de las especies que conforman la comunidad pierden sus hojas en la época seca del año. Originalmente ocupaban una extensión de cerca del 9.2% de la República Mexicana que se ha reducido a 4.7% (91, 566 km²). En México se distribuye casi exclusivamente en la vertiente del

Atlántico, desde el sur de San Luis Potosí a lo largo de Veracruz hasta Tabasco y en el sur de la Península de Yucatán.

Con base en los muestreos dentro de las áreas marcadas como Vs/SAP, y a los cálculos generados, fueron registradas un total de 80 especies distintas y una abundancia acumulada de 722 individuos muestreados,12 de las especies registradas en Vs/SAP fueron epifitas. De acuerdo al índice de valor de importancia ecológico (IVIE): De las especies correspondientes a Clase Superior (DAP > 10 cm) se registraron, el valor de importancia más alto lo presentó *Bursera simaruba* (31.15), seguido por *Ficus máxima* (27.49), *Guazuma ulmifolia* (22.31), *Brosimum alicastrum* (19.32), *Piscidia piscipula* (17.42), *Cupania glabra* (12.54), *Manilkara zapota* (12), el resto de las especies obtuvieron valores de importancia menores a 10; Mientras que los muestreos correspondientes a Clase Medio, el mayor valor lo tuvo *Tabernaemontana alba* (19.89), seguido de *Bahuinia divaricata* (18.78), *Eugenia capulí* (13.98), Pimenta dioica (12.10), *Gymnanthes lucida* (11.49), *Piper amalago* (10.75), *Acacia cornígera* (10.21), entre otras especies; En Clase Inferior presentó *Lasiacis divaricata* el mayor valor (88.12), seguido de *Syngonium podophyllum* (36.64), *Chamaedorea elegans* (23.89), *Tectaria heracleifolia* (18.74), *Philodendron hederaceum* (15.06), *Adiantum capillus-veneris* (14.84), *Bactris major* (14.82), entre otras especies con valores menor a 10 (Tabla 2.1.2.1-9).

Tabla 2.1.2.1-9.- Valores de importancia en la vegetación secundaria de Selva Alta Perennifolia. *La memoria de cálculo de estos análisis se encuentra en el* ***Anexo "O"*** *en el archivo "Cálculos IVIE SAP".*

No.	Especie	NOM-059	Abundancia	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVIE
Clase Superior (DAP>10)							
1	*Albizia purpusii*	---	3	1.29	2.78	1.61	5.67
2	*Annona reticulata*	---	1	0.43	1.39	1.13	2.94
3	*Aphananthe monoica*	---	8	3.43	2.78	1.33	7.54
4	*Berrya cubensis*	---	9	3.86	5.56	3.48	12.90
5	*Brosimum alicastrum*	---	22	9.44	6.94	2.94	19.32
6	*Bursera simaruba*	---	38	16.31	11.11	3.42	30.84
7	*Castilla elastica*	---	3	1.29	1.39	2.67	5.34
8	*Cedrela odorata*	Pr	12	5.15	2.78	3.22	11.15
9	*Chiococca alba*	---	1	0.43	1.39	1.66	3.48

Continuación Tabla 2.1.2.1-9

No.	Especie	NOM-059	Abundancia	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVIE
10	*Cojoba arborea*	---	2	0.86	1.39	1.43	3.68
11	*Cupania glabra*	---	12	5.15	2.78	5.60	13.53
12	*Dendropanax arboreus*	---	6	2.58	2.78	2.91	8.26
13	*Diospyros oaxacana*	---	2	0.86	1.39	1.13	3.37
14	*Ehretia anacua*	---	1	0.43	1.39	0.43	2.24
15	*Ficus cotinifolia*	---	3	1.29	1.39	0.67	3.34
16	*Ficus insipida*	---	6	2.58	2.78	1.94	7.29
17	*Ficus maxima*	---	1	0.43	1.39	0.60	2.42
18	*Guazuma ulmifolia*	---	29	12.45	4.17	4.49	21.10
19	*Gymnanthes lucida*	---	6	2.58	2.78	4.36	9.71
20	*Lysiloma divaricatum*	---	2	0.86	1.39	0.17	2.41
21	*Machaerium chiapense*	---	4	1.72	1.39	2.16	5.26
22	*Maclura tinctoria*	---	1	0.43	1.39	1.15	2.97
23	*Mangifera indica*	---	1	0.43	1.39	23.99	25.81
24	*Manilkara zapota*	---	8	3.43	5.56	1.57	10.56
25	*Parmentiera aculeata*	---	4	1.72	2.78	3.92	8.41
26	*Pimenta dioica*	---	2	0.86	2.78	3.85	7.49
27	*Piscidia piscipula*	---	16	6.87	5.56	2.20	14.63
28	*Pithecellobium lanceolatum*	---	1	0.43	1.39	1.85	3.67
29	*Protium copal*	---	6	2.58	4.17	2.17	8.91
30	*Quararibea funebris*	---	6	2.58	1.39	2.67	6.63
31	*Randia monantha*	---	2	0.86	2.78	1.59	5.23
32	*Sideroxylon capiri*	---	2	0.86	2.78	0.77	4.41
33	*Tabebuia rosea*	---	1	0.43	1.39	0.43	2.24
34	*Tabernaemontana alba*	---	1	0.43	1.39	3.08	4.90
35	*Thevetia peruviana*	---	1	0.43	1.39	1.71	3.52
36	*Wimmeria concolor*	---	7	3.00	1.39	0.43	4.82
37	*Yucca guatemalensis*	---	3	1.29	1.39	1.31	3.98
Total		**---**	**233**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**
Clase Medio ([>2 cm][<10cm] DAP)							
1	*Acacia collinsii*	---	1	0.48	1.32	0.32	2.12
2	*Acacia cornigera*	---	10	4.83	3.95	1.44	10.22
3	*Annona globiflora*	---	2	0.97	1.32	0.87	3.15
4	*Annona reticulata*	---	1	0.48	1.32	0.72	2.52
5	*Aphananthe monoica*	---	1	0.48	1.32	1.41	3.20
6	*Bauhinia divaricata*	---	22	10.63	5.26	2.89	18.79

Continuación Tabla 2.1.2.1-8

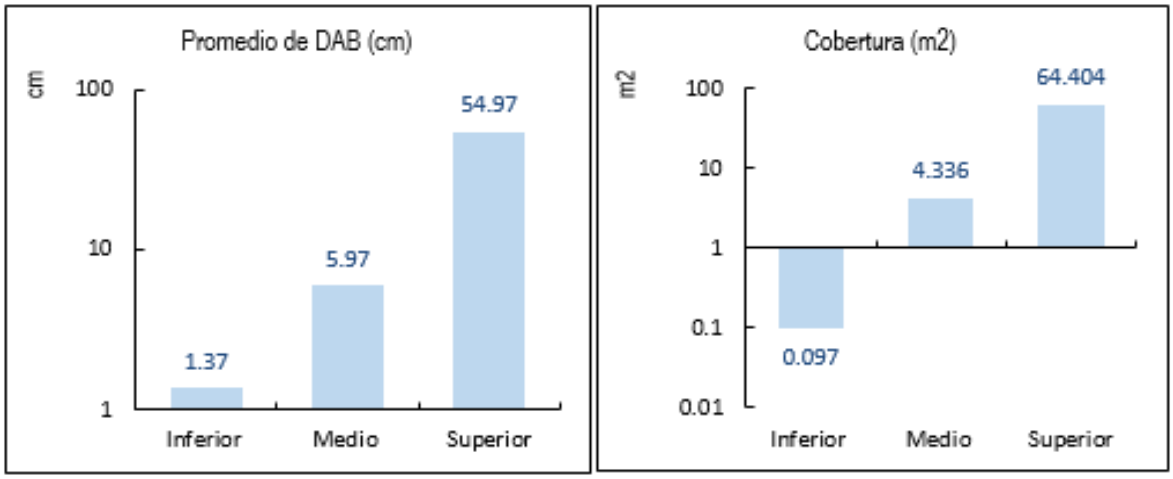
No.	Especie	NOM-059	Abundancia	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVIE
7	*Berrya cubensis*	---	5	2.42	1.32	2.46	6.19
8	*Brosimum alicastrum*	---	4	1.93	3.95	2.27	8.15
9	*Bursera simaruba*	---	4	1.93	3.95	1.11	6.99
10	*Chamaedorea elegans*	---	1	0.48	1.32	0.42	2.22
11	*Chamaedorea pinnatifrons*	---	14	6.76	1.32	0.27	8.35
12	*Chiococca alba*	---	4	1.93	1.32	2.99	6.24
13	*Cojoba arborea*	---	1	0.48	1.32	0.21	2.01
14	*Croton draco*	---	4	1.93	2.63	0.69	5.25
15	*Croton niveus*	---	10	4.83	1.32	1.41	7.55
16	*Cupania glabra*	---	6	2.90	2.63	1.61	7.14
17	*Dendropanax arboreus*	---	1	0.48	1.32	2.41	4.21
18	*Ehretia anacua*	---	1	0.48	1.32	0.62	2.42
19	*Eugenia capuli*	---	13	6.28	3.95	3.76	13.99
20	*Faramea occidentalis*	---	1	0.48	1.32	6.45	8.25
21	*Ficus cotinifolia*	---	2	0.97	1.32	6.03	8.31
22	*Guazuma ulmifolia*	---	2	0.97	1.32	1.44	3.72
23	*Gymnanthes lucida*	---	8	3.86	1.32	6.31	11.49
24	*Jacquinia macrocarpa*	---	1	0.48	1.32	2.41	4.21
25	*Licaria misantlae*	---	1	0.48	1.32	0.54	2.34
26	*Machaerium chiapense*	---	2	0.97	1.32	0.54	2.82
27	*Manilkara zapota*	---	2	0.97	1.32	1.61	3.90
28	*Maytenus repanda*	---	1	0.48	1.32	2.87	4.67
29	*Omphalea oleifera*	---	1	0.48	1.32	0.32	2.12
30	*Pimenta dioica*	---	6	2.90	5.26	3.94	12.11
31	*Piper amalago*	---	7	3.38	5.26	2.11	10.76
32	*Piper auritum*	---	4	1.93	1.32	1.30	4.55
33	*Pisonia aculeata*	---	2	0.97	2.63	3.12	6.72
34	*Pisonia capitata*	---	1	0.48	1.32	0.05	1.85
35	*Protium copal*	---	3	1.45	1.32	2.71	5.48
36	*Psychotria flava*	---	1	0.48	1.32	2.41	4.21
37	*Psychotria gracilenta*	---	5	2.42	1.32	0.98	4.71
38	*Psychotria pubescens*	---	2	0.97	1.32	0.50	2.79
39	*Quararibea funebris*	---	1	0.48	1.32	6.45	8.25
40	*Quercus sp.*	---	1	0.48	1.32	0.20	2.00
41	*Randia armata*	---	5	2.42	1.32	1.65	5.38
42	*Randia monantha*	---	2	0.97	1.32	1.99	4.27

Continuación Tabla 2.1.2.1-9

No.	Especie	NOM-059	Abundancia	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVIE
43	*Sapindus saponaria*	---	3	1.45	1.32	3.37	6.13
44	*Sapranthus microcarpus*	---	1	0.48	1.32	2.41	4.21
45	*Smilax spinosa*	---	1	0.48	1.32	1.34	3.14
46	*Tabernaemontana alba*	---	18	8.70	9.21	1.99	19.89
47	*Trichilia havanensis*	---	4	1.93	1.32	4.04	7.29
48	*Trophis racemosa*	---	2	0.97	1.32	1.99	4.27
49	*Wimmeria concolor*	---	10	4.83	1.32	0.68	6.82
50	*Yucca guatemalensis*	---	2	0.97	1.32	0.35	2.63
Total		**---**	**207**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**
Clase Inferior (>2 cm DAP)							
1	*Adiantum capillus-veneris*	---	15	5.32	8.93	0.60	14.84
2	*Bactris major*	---	1	0.35	1.79	12.68	14.82
3	*Bauhinia divaricata*	---	1	0.35	1.79	0.95	3.09
4	*Brosimum alicastrum*	---	2	0.71	1.79	0.70	3.20
5	*Chamaedorea elegans*	---	34	12.06	8.93	2.91	23.89
6	*Chamaedorea pinnatifrons*	---	9	3.19	3.57	2.88	9.64
7	*Croton draco*	---	2	0.71	1.79	0.17	2.66
8	*Dorstenia contrajerva*	---	17	6.03	5.36	0.13	11.51
9	*Habenaria sp.*	---	1	0.35	1.79	2.94	5.08
10	*Lasiacis divaricata*	---	40	14.18	7.14	66.79	88.12
11	*Lygodium venustum*	---	3	1.06	3.57	0.87	5.51
12	*Manilkara zapota*	---	1	0.35	1.79	1.41	3.55
13	*Oeceoclades maculata*	---	6	2.13	1.79	0.33	4.24
14	*Philodendron hederaceum*	---	16	5.67	7.14	2.25	15.06
15	*Piper amalago*	---	2	0.71	1.79	0.22	2.71
16	*Piper auritum*	---	8	2.84	1.79	0.23	4.86
17	*Polypodium vulgare*	---	6	2.13	1.79	0.04	3.95
18	*Sarcoglottis schaffneri*	---	3	1.06	1.79	0.57	3.41
19	*Smilax aristolochiifolia*	---	1	0.35	1.79	0.17	2.31
20	*Smilax spinosa*	---	1	0.35	1.79	1.06	3.20
21	*Syngonium podophyllum*	---	67	23.76	12.50	0.38	36.64
22	*Tectaria heracleifolia*	---	20	7.09	10.71	0.94	18.75
23	*Thelypteris ovata*	---	12	4.26	3.57	0.62	8.45
24	*Tropidia polystachya*	---	14	4.96	5.36	0.18	10.50
Total		**---**	**282**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

Estructura horizontal de la Vs/SAP

Para analizar la estructura horizontal fueron, en primer lugar, el diámetro basal (DAB): donde los individuos pertenecientes a Clase Inferior obtuvieron valores en promedio de 1.37 cm; El estrato de Clase Medio se caracterizó por poseer en promedio de 5.97 cm; Mientras que, en los individuos de Clase Superior, el promedio de DAB fue de 54.97 cm (Gráfica 2.1.2.1-4). El de cobertura para la Clase Inferior fue de .09 m; 4.33 m para Clase Medio; mientras que para la clase superior el promedio de Cobertura fue de 64.40 m.

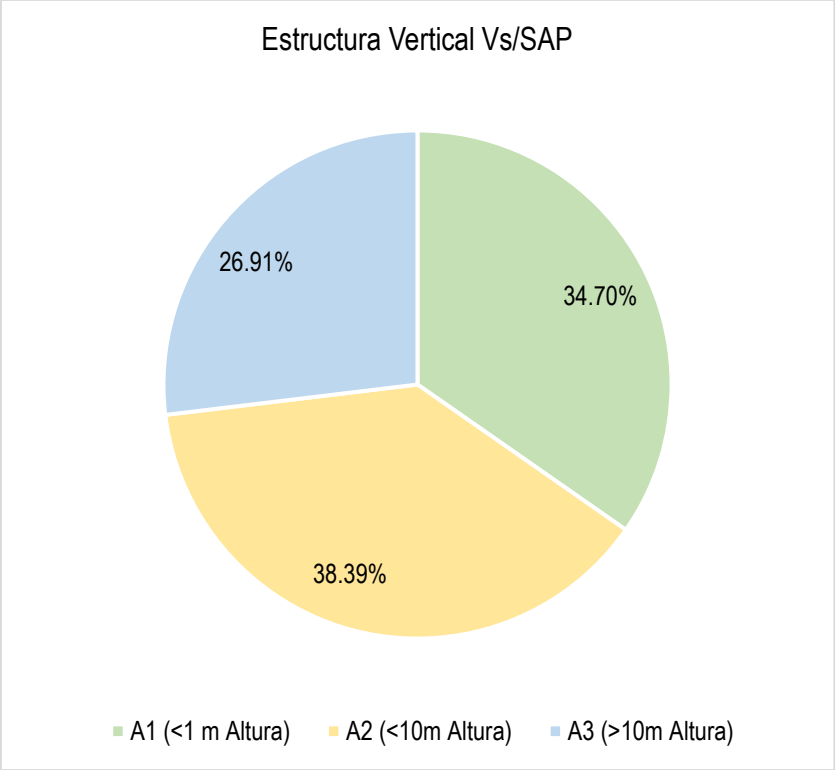


Gráfica 2.1.2.1-4.- A) Promedio de DAB para los diferentes estratos. B) Promedio de cobertura para los estratos de SAP.

Estructura vertical de la Vs/SAP

Respecto a la estructura vertical en Vs/SAP, el 34.70% de los individuos poseen altura igual o menor a 1m (A1) Las especies comunes en este estrato fueron: *Adiantum capillus-veneris*, *Chamaedorea elegans*, *Dorstenia contrajerva*, *Lasiacis divaricata*, *Philodendron hederaceum*, *Syngonium podophyllum*, *Tectaria heracleifolia*, etc; Los individuos cuya altura fue mayor a un metro, pero menor a 10m (A2: 1m – 10m Altura) representaron el 38.39%. Las especies comunes en este estrato fueron*: Bahuinia divaricata*, *Bursera simaruba*, *Chamaedorea pinnatifrons*, *Eugenia capuli*, *Tabernaemontana alba*, etc.; Mientras que individuos con altura mayor a 10 m (A3: >10m Altura) representaron el 26.91%, algunos de las especies con mayor

altura fueron*: Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Cojoba arborea*, *Ficus maxima*, *Piscidia piscipula*, entre otras (Gráfica 2.1.2.1-5, Fotografía 2.1.2.1-6).



Gráfica 2.1.2.1-5.- Proporción en la altura de individuos muestreados.

Fotografía 2.1.2.1-6.- *Brosimum alicastrum* (ojite), uno de los elementos arbóreos que alcanzan mayor altura en Vs/SAP.

Pastizal Cultivado

El pastizal cultivado es un sistema de aprovechamiento pecuario, un sistema pastoril en el cual se han introducido, intencionalmente, pastos nativos o bien exóticos: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará) entre otras muchas especies, bajo un programa de productividad.

Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.

Dentro del SAR los pastizales ocupan cerca 8.89 % del total del área, y suelen ser áreas abiertas donde se coloca ganado bovino. Se compone principalmente de herbáceas, pero es común que en una práctica selectiva se dejen árboles y arbustos de la vegetación original, para utilizarse como árboles de sombra, o para "cercos vivos" como en el caso de *Bursera simaruba.*

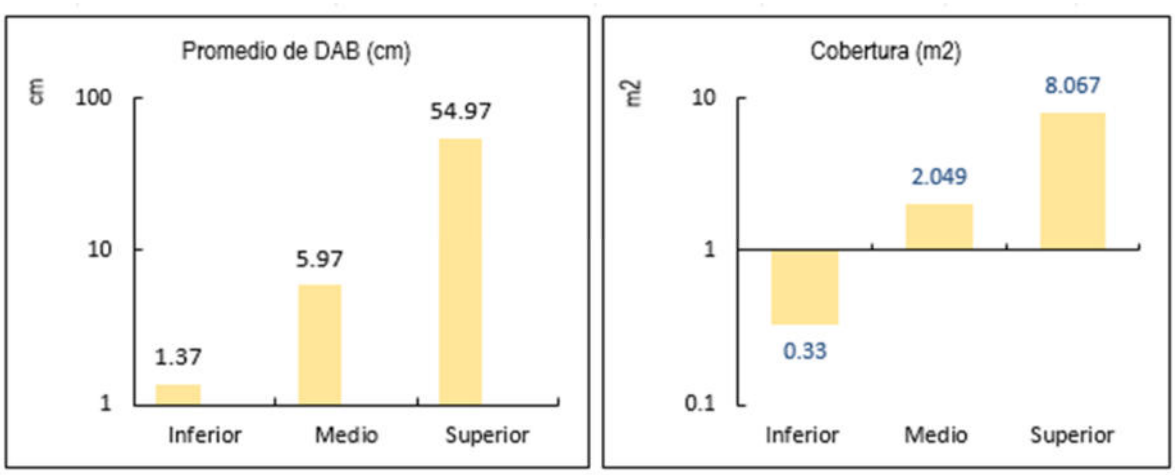
Basado en los muestreos realizados en zonas con pastizal cultivado, se registraron 30 especies distintas y se obtuvo una abundancia total de 181 individuos: En el caso de Clase Superior, se registraron 9 especies distintas, y la abundancia de 11 individuos. La especie con el mayor valor de importancia fue Cedrela odorata (53.54), seguido de *Parmentiera aculeata* (52.18), *Ceiba pentandra* (39.93), *Maclura tinctoria* (37.61), entre otros con valores menores a 30; En Clase Medio se registraron seis especies distintas, y la abundancia fue de 26 individuos. La especie con el mayor valor de importancia fue *Acacia farnesiana* (192.91), seguido de *Pisonia aculeata* (27.04), *Psidium guajava* (23.80), entre otras especies con IVIE menor a 20; En el caso de la Clase Inferior se registraron al menos 18 especies distintas y la acumulación de la abundancia fue de 298. La especie con el valor de importancia más alto fue de *Cynodon dactylon* (44.01), *Brachiaria brizantha* (29.13), *Acacia farnesiana* (25.76) (Tabla 2.1.2.1-10).

Tabla 2.1.2.1-10.- Valores del índice de valor de importancia para el pastizal cultivado. *La memoria de cálculo de estos análisis de encuentra en el **Anexo "O"** en el archivo "Cálculos IVIE Pastizal".*

No.	Especie	NOM-059	Abundancia	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVIE
Clase Superior (DAP>10)							
1	*Bursera simaruba*	---	1	9.09	10.00	6.80	25.89
2	*Cedrela odorata*	---	1	9.09	10.00	34.45	53.54
3	*Ceiba pentandra*	---	1	9.09	10.00	20.84	39.93
4	*Citrus sinensis*	---	1	9.09	10.00	0.34	19.43
5	*Maclura tinctoria*	---	1	9.09	10.00	18.52	37.61
6	*Parmentiera aculeata*	---	3	27.27	20.00	4.91	52.19
7	*Psidium guajava*	---	1	9.09	10.00	0.95	20.04
8	*Salix humboldtiana*	---	1	9.09	10.00	8.23	27.32
9	*Spondias mombin*	---	1	9.09	10.00	4.91	24.00
Total		**---**	**11**	**100.00**	**100.00**	**100**	**300.00**
Clase Medio ([>2 cm][<10cm] DAP)							
1	*Acacia cornigera*	---	2	7.69	11.11	0.59	19.40
2	*Acacia farnesiana*	---	20	76.92	44.44	71.54	192.91
3	*Croton reflexifolius*	---	1	3.84	11.11	1.98	16.94
4	*Pisonia aculeata*	---	1	3.84	11.11	12.08	27.04
5	*Psidium guajava*	---	1	3.84	11.11	8.84	23.80
6	*Randia aculeata*	---	1	3.84	11.11	4.93	19.89
Total		**---**	**26**	**100.00**	**100.00**	**100**	**300.00**
Clase Inferior (>2 cm DAP)							
1	*Acacia cornigera*	---	2	0.67	4.76	5.78	11.21
2	*Acacia farnesiana*	---	9	3.02	7.14	15.59	25.76
3	*Asclepias curassavica*	---	12	4.02	11.90	3.40	19.34
4	*Brachiaria brizantha*	---	52	17.44	7.14	4.53	29.12
5	*Brachiaria decumbens*	---	1	0.33	2.38	8.63	11.35
6	*Croton ciliato-glandulifer*	---	1	0.33	2.38	3.83	6.55
7	*Croton fruticulosus*	---	9	3.02	9.52	10.22	22.76
8	*Cynodon dactylon*	---	90	30.20	11.90	1.90	44.00
9	*Echinochloa colona*	---	30	10.06	2.38	0.47	12.91
10	*Helenium elegans*	---	21	7.04	9.52	1.82	18.39
11	*Jacquinia macrocarpa*	---	7	2.34	7.14	9.80	19.29
12	*Malvastrum coromandelianum*	---	12	4.02	4.76	3.57	12.35
13	*Phyla stoechadifolia*	---	19	6.37	4.76	2.29	13.43
14	*Phylla nodiflora*	---	15	5.03	2.38	0.77	8.19
15	*Pithecellobium lanceolatum*	---	1	0.33	2.38	12.43	15.15
16	*Randia armata*	---	6	2.01	4.76	12.98	19.76
17	*Rhynchosia minima*	---	10	3.35	2.38	0.95	6.69
18	*Verbena halei*	---	1	0.33	2.38	0.95	3.67
Total		**---**	**298**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

Estructura horizontal de Pastizal Cultivado (PC)

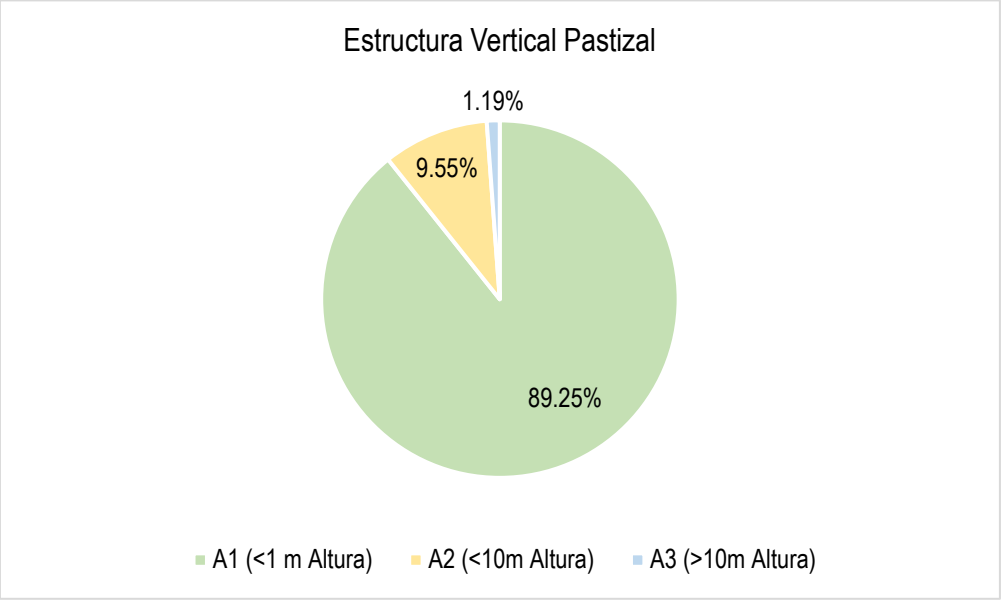
Para obtener la estructura horizontal fueron analizados, en primer lugar, el diámetro basal (DAB: Donde los individuos pertenecientes a Clase Inferior obtuvieron valores en promedio de 1.37 cm; El estrato de Clase Medio se caracterizó por poseer en promedio de DAB 5.97 cm; Mientras que, en los individuos de Clase Superior, el promedio de DAB fue de 54.97 cm. La cobertura para la Clase Inferior fue de .33 m; 2.04 m para Clase Medio; mientras que para la clase superior el promedio de Cobertura fue de 8.06 m (Gráfica 2.1.2.1-6).



Gráfica 2.1.2.1-6.- Promedio de DAB para las diferentes clases. Promedio de cobertura para las clases diamétricas de PC.

Estructura vertical de pastizal cultivado

Respecto a la estructura vertical en pastizal, el 89.25 de los individuos poseen altura igual o menor a 1m (A1); Los individuos cuya altura fue mayor a un metro, pero menor a 10 m (A2: 1m – 10 m); Mientras que individuos con altura mayor a 10m (A3: >10 m Altura) representan tan solo el 1.19% (Gráfica 2.1.2.1-7). Las especies con mayor altura encontradas fueron: *Cedrela odorata* y *Ceiba pentandra*; Dichas especies suelen presentarse en los campos de pastizal con el objetivo de generar sombra para el ganado bovino, por lo que son bien apreciados por las personas locales (Fotografía 2.1.2.1-7).



Gráfica 2.1.2.1-7.- Proporción en la altura de individuos muestreados en PC.

Fotografía 2.1.2.1-7.- Pastizal cultivado para el ganado vacuno, en el fondo se pueden observar especies arbóreas que dan sombra al ganado.

Cultivos Agrícolas

Dentro de los puntos de verificación se lograron identificar para el SAR y AIP, áreas de cultivo principalmente de *Citrus sinensis y Zea mays* (Fotografía IV.2.1.2.1-8). Las especies acompañantes de los cultivos fueron principalmente herbáceas y arbustivas, usualmente plantas ruderales invasores exóticas y/o exóticas. También se pueden encontrar algunas especies arbóreas que se utilizan para sombra.

Fotografía 2.1.2.1-8.- Cultivo de *Citrus sinensis* (naranja).

Especies indicadoras / Especies en alguna categoría de protección

Con el objeto de reconocer el estado de protección de las diferentes especies de flora y fauna, se han establecido diversos acuerdos de organizaciones y normas nacionales e internacionales, algunos de las más importantes son: La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), en ella se enlistan mediante tres apéndices distintos (I, II y III): El Apéndice I incluye especies que se encuentran en peligro de extinción por lo que CITES prohíbe su comercialización; En el caso del Apéndice II circunscribe especies cuyo estatus en particular no es precisamente "en peligro de extinción", sin embargo, su comercialización descontrolada podría diezmar sus poblaciones; El Apéndice III engloba especies cuya comercialización está permitida bajo reglamentos y certificados internacionales. "The international Union for Conservation of Nature's Red List" (IUCN Red List) está conformada por distintas naciones y tiene como fin brindar información acerca del estado de conservación actual de las especies de flora y fauna. Las categorías en las que la IUCN engloba las especies son: Información deficiente (DD); De menor preocupación (LC); Casi amenazada (NT); Vulnerable (VU); En peligro de extinción (EN); Críticamente en peligro de extinción (CR); Extinto en la naturaleza (EW); Extinto (EX). Por último, la Norma Oficial Mexicana 059-Semarnat-2010, es el instrumento legal que tiene como objetivo evaluar el estado de conservación en que se encuentra la biodiversidad propia del territorio mexicano, en dicho instrumento se cuenta con las categorías de: Bajo protección especial (Pr); Amenazado (A); Probablemente extinto en el medio silvestre (E).

Las especies registradas que figuran dentro del listado de **CITES**, particularmente en el Apéndice II, por ser integrantes de Familias vegetales como Cactaceae y Orchidaceae: *Acanthocereus tetragonus, Catasetum,integerrimum, Catasetum sp., Govenia liliacea, Habenaria sp., Hylocereus undatus, Nopalea dejecta, Oeceoclades maculata, Opuntia cochenillifera, Porosthechea cochleata, Rhipsalis baccifera, Sarcoglottis schaffneri, Trichocentrum hoegei* y *Tropidia polystachia. Además del árbol Swietenia humulis* Continuando con CITES, *Cedrela odorata* aparece contemplada en el Apéndice III; En el caso de la **IUCN** únicamente *C. odorata* se encuentra con grado de vulnerable (VU), el resto de especies no presentan ninguna categoría o se les asigna el estatus de menor importancia (LC), como lo es el caso de *Chamaedorea pinnatifrons* y *O. cochenillifera* ; Dos de las especies registradas poseen categoría de riesgo según la **NOM-**

059-SEMARNAT 2010: *C. odorata* y *T. hoegei* aparece bajo protección especial (Pr); Mientras que *C. pinnatifrons* se encuentra con la categoría de amenazada (A) (Tabla 2.1.2.1-11).

Las especies de orquídeas epifitas y terrestres encontradas parecen ser indicio del grado de conservación de algunos de los parches de selva. No obstante, algunas de estas especies fueron encontradas asociadas (sobre todo especies epifitas) a pastizales, usualmente creciendo sobre árboles de considerable tamaño, o como plantas deliberadamente ornamentales dentro de los cultivos.

Tabla 2.1.2.1-11.- Listado de especies con algún grado de riesgo registradas.

Especie	Estatus migratorio	CITES	NOM-059	IUCN	AP	AIP	SAR
Acanthocereus tetragonus	Nativa en México	Apéndice II	-	-	-	X	X
Catasetum integerrimum	Nativa en México	Apéndice II	-	-	-	X	X
Catasetum sp.	Nativa en México	Apéndice II	-	-	-	-	X
Cedrela odorata	Nativa en México	Apéndice III	Pr	VU	-	X	X
Chamaedorea pinnatifrons	Nativa en México	-	A	LC	-	X	X
Epiphyllum phyllanthus	Nativa en México	-	-	LC	-	-	X
Govenia liliacea	Nativa en México	Apéndice II	-	-	-	-	X
Habenaria sp.	Nativa en México	Apéndice II	-	-	-	-	X
Hylocereus undatus	Nativa en México	Apéndice II	-	-	-	X	X
Nopalea dejecta	Nativa en México	Apéndice II	-	-	-	X	X
Oeceoclades maculata	Nativa de África	Apéndice II	-	-	-	-	X
Opuntia cochenillifera	Nativa en México	Apéndice II	-	LC	-	X	X
Prosthechea cochleata	Nativa en México	Apéndice II	-	-	-	-	X
Rhipsalis baccifera	Nativa en México	Apéndice II	-	-	-	X	X
Sarcoglottis schaffneri	Nativa en México	Apéndice II	-	-	-	-	X
Swietenia humilis	Nativa en México	Apéndice II	-	-	-	X	X
Trichocentrum hoegei	Nativa en México	Apéndice II	Pr	-	-	-	X
Tropidia polystachya	Nativa en México	Apéndice II	-	-	-	X	X

Especies Exóticas

Las especies nativas o autóctonas de un sitio son aquellas que se encuentran dentro de su área de distribución natural u original, estas especies tienen relaciones evolutivas y ecológicas con otras especies con las que han compartido su historia y están adaptadas a las condiciones locales. En contraste, el término de especies exóticas hace referencia a aquellos organismos que se encuentran fuera de su patrón de distribución geográfica natural, esto puede haber sido provocado por causas antropogénicas o no. De igual forma, estas especies foráneas pueden o no provocar alteraciones en el funcionamiento natural de las comunidades, al desplazar a especies nativas, afectando directamente a los organismos autóctonos; muchas especies vegetales presentan comportamientos alelopáticos, impidiendo que otras plantas germinen y crezcan. O bien al ocupar nichos ecológicos que ocuparían normalmente las especies nativas; dado que muchas veces suelen estar en desventaja ante las altas tasas de reproducción de especies invasivas y su desarrollo considerablemente más eficaz para ocupar espacios en la comunidad, en otros casos, las estrategias para la polinización y dispersión de semillas se ven fuertemente afectadas por la competencia que suponen las especies ajenas a la asociación vegetal. No obstante, algunas especies nativas pueden llegar a comportarse de manera invasiva igualmente.

En total se registraron al menos 67 especies categorizadas como Exóticas/Invasoras, estas especies estuvieron asociadas a lugares con cambios abruptos de las condiciones naturales, típicamente cambios antropogénicos, tales modificaciones permiten la proliferación de plantas oportunistas. En otras ocasiones algunas especies son introducidas deliberadamente por los pobladores, tal es el caso de muchas de las especies de cultivos y pastos que se encuentran en la zona (Tabla 2.1.2.1-12).

Tabla 2.1.2.1-12.- Listado de especies Invasoras y/o exóticas registradas.

Especie	Nombre común	Forma de vida	Exóticas	Invasoras	Estatus migratorio
Achyranthes aspera	Malpica	H	X	-	Nativa de Europa
Aeschynomene americana	Guajillo americano	-	-	X	Nativa en México
Amaranthus retroflexus	Amaranto	H	X	X	Nativa de Sudamérica
Anoda acerifolia	Quesitos	H	-	X	Nativa en México
Arundo donax	Carrizo gigante	Cn	X	X	Nativa de Asia
Bambusa vulgaris	Bambú	Cn	X	X	-
Brachiaria brizantha	Zacate horquetilla	Cn	-	X	Nativa en México
Byttneria aculeata	Rabo de iguana	Enr	-	X	Nativa en México
Cenchrus ciliaris	Zacate buffel	Gr	X	X	Nativa de África
Cissus verticillata	Tripa de vaca	Enr	-	X	Nativa en México
Citrus sinensis	Naranja	A	X	-	Cultivo introducido
Crotalaria incana	Cascabelillo	Ar	-	X	-
Crotalaria retusa	Ala de pico	H	X	-	-
Croton ciliato-glandulifer	Canelilla	H	-	X	Nativa en México
Croton fruticulosus	Croton	Ar	-	X	Nativa en México
Croton niveus	Copalchi	Ar	-	X	Nativa en México
Cucurbita argyrosperma	Calabacilla	H	-	X	Nativa en México
Cynodon dactylon	Zacate pata de gallo	Gr	X	-	Nativa de África
Delonix regia	Framboyan	A	X	-	Nativa de Madagascar
Desmodium incanum	mozote	H	-	X	Nativa en México
Desmodium tortuosum	Frijolito	Enr	-	X	Nativa en México
Echinochloa colona	Arrocillo silvestre	Gr	X	-	Nativa de Eurasia
Emilia fosbergii	Lechuguilla roja	H	-	X	Nativa en México
Epipremnum aureum	Poto	Enr	X	X	-
Eragrostis japonica	Pasto	Gr	X	X	Nativa de Asia
Eragrostis pectinacea	-	Gr	X	X	Nativa de Asia
Erythrina herbacea	Colorín	H	-	X	Nativa en México
Euphorbia hypericifolia	Golondrina	H	-	X	Nativa en México
Euphorbia hirta	Golondrina	H	-	X	Nativa en México
Indigofera jamaicensis	Frijolito de monte	Enr	-	X	Nativa en México
Ipomoea indica	Manto azúl de la mañana	Enr	-	X	-
Ipomoea lindheimeri	-	Enr	-	X	-
Ipomoea squamosa	Amole blanco	Enr	-	X	Nativa en México
Jacquinia macrocarpa	Tulliviejo	Ar	-	X	Nativa en México

Continuación Tabla 2.1.2.1-12

Especie	Nombre común	Forma de vida	Exóticas	Invasoras	Estatus migratorio
Lantana camara	Cinco negritos	H	-	X	Nativa en México
Lepidium virginicum	Lentejilla de campo	H	-	X	Nativa en México
Malachra capitata	Malvilla	H	-	X	Nativa en México
Melanthera nivea	Totolquelite	H	-	X	Nativa en México
Melinis repens	Pasto rosado	Gr	X	X	Nativa de África
Merremia dissecta	Correhuela de las doce	Enr	-	X	Nativa en México
Merremia umbellata	Correhuela	Enr	-	X	Nativa en México
Mimosa pudica	Dormilona	H	-	X	Nativa en México
Momordica charantia	Melón amargo	Enr	X	X	Nativa de África
Mucuna pruriens	Frijol terciopelo	Enr	X	X	-
Oeceoclades maculata	Orquídea monja africana	H	X	X	Nativa de África
Phyla nodiflora	Fila	H	-	X	Nativa en México
Phyla stoechadifolia	Verbenilla	H	-	X	Nativa en México
Piper auritum	Hoja santa	Ar	-	X	Nativa en México
Plantago major	Llantén mayor	H	X	-	Nativa de Europa
Pluchea carolinensis	-	Ar	-	X	Nativa en México
Polypodium vulgare	Helecho	H	-	X	Nativa en México
Portulaca oleracea	Verdolaga	H	-	X	Nativa en México
Priva lappulacea	-	H	-	X	Nativa en México
Pseudogynoxys chenopodioides	Arnica	H	-	X	Nativa en México
Rhynchosia minima	Frijolillo	H	-	X	Nativa en México
Ricinus communis	Huiguerilla	Ar	X	-	Nativa en África
Sabal mexicana	Palma	A	-	X	Nativa en México
Sclerocarpus uniserialis	Mozote amarillo	H	-	X	Nativa en México
Setaria parviflora	Zacate sedoso	Cn	-	X	Nativa en México
Sonchus oleraceus	Lechuguilla común	H	X	X	Nativa de Europa
Sorghum halepense	Zacate Johnson	Gr	X	-	Nativa del Mediterráneo
Thunbergia alata	Ojo de pájaro	Enr	X	X	Nativa en África
Verbena halei	Vervena	H	-	X	Nativa en México
Vigna unguiculata	Limoncillo	Enr	X	-	-
Wedelia acapulcensis	Wedelia	H	-	X	Nativa en México
Xanthosoma robustum	Hoja elegante	H	-	X	Nativa en México
Youngia japonica	-	H	X	-	Nativa de Asia

IV.2.1.2.1.4 Conclusiones

- 1.- De manera general, el inventario florístico estuvo conformado por 278 especies, el listado se encuentra disponible para su consulta en el **Anexo "O"**.

- 2.- Comparativamente la mayor riqueza y diversidad de especies se presentó en la comunidad de Vs/SAP, esto si se compara con los agroecosistemas de Pastizal Cultivado y Cultivos Agrícolas.
    - Mediante los recorridos en áreas de proyecto (AP), se corroboró que en ambas áreas solo existe presencia de especies ruderales, es decir, plantas herbáceas que típicamente crecen rápidamente en áreas descubiertas de la vegetación original: Razón por la cual su diversidad es similar a la de un cultivo agrícola.

- 3.- Basados en los análisis resultantes de los muestreos y del inventario florístico general dentro del SAR y del AIP:
    - La mayor parte de la superficie del SAR y del AIP se encontró ocupada por IAPF: en particular por pastizal cultivado y agricultura: Estas zonas típicamente se encuentran dominadas por especies herbáceas o arbustivas invasoras/exóticas.
    - Considerando la carta de Uso de suelo y vegetación INEGI Serie VI, dentro del AIP se encuentran 1403 ha de vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia. Sin embargo, de acuerdo con los datos de campo se observó una reducción en las zonas que poseen este tipo de vegetación. Además, se confirmó solo la existencia de vegetación secundaria en distintos estratos lo cual se refleja en los valores diversidad y estructura vertical y horizontal obtenidos para cada Clase Diamétrica, donde árboles en desarrollo (particularmente con fustes menores a 10 cm) y arbustos dominan principalmente el AIP, mientras que árboles de tallas mayores (con fustes mayores a 10 cm) son más frecuentes en otros sitios del SAR.
- 4.- El AIP posee el 50% de las especies que se encuentran en alguna categoría de protección; mientras que en el AP no se encontró ninguna especie protegida

IV.2.1.2.2 Fauna silvestre

IV.2.1.2.2.1 Introducción

México es uno de los países con mayor riqueza biológica, siendo considerado un país "megadiverso" debido a que alberga alrededor del 65% y 70% de la biodiversidad mundial. (Sarukhán *et al.* 2017; Martínez-Mayer, Sosa-Escalante y Álvarez, 2014). Nuestro país posee, además, una extraordinaria riqueza faunística, ocupando el segundo lugar mundial en número de especies de reptiles con 908 especies, tercer lugar en mamíferos con 564 especies, quinto lugar en anfibios con 399 especies y 11vo lugar en aves con 1150 especies (Llorente-Bousquets y Ocegueda. 2008, Flores-Villela y García-Vázquez, 2014, Navarro-Sigüenza et al. 2014).

Por otro lado, como resultado de una alta complejidad fisiográfica, así como de su historia geológica y climática, la república mexicana alberga un alto número de especies endémicas. Entre los grupos con mayor número de endemismos podemos encontrar a los peces dulceacuícolas con 289 especies (57%), los anfibios con 258 especies (60%) y reptiles 509 especies (57%) (Espinoza-Pérez 2014; Flores-Villela y García-Vázquez; 2014, Parra-Olea, Flores-Villela, Mendoza-Almeralla, 2014).

Desafortunadamente, el cambio de uso de suelo y la pérdida de hábitat han ocasionado la pérdida de biodiversidad, los cuales pueden tener impactos directos sobre los servicios ecosistémicos (Altieri 1999). En este sentido, es importante evaluaciones ambientales para conocer el estado actual de la fauna silvestre de manera que se puedan identificar poblaciones y especies vulnerables a impactar para elaborar planes de conservación y mitigación eficiente para la biodiversidad.

El objetivo de esta sección es describir y caracterizar las comunidades de vertebrados terrestres (Anfibios Reptiles, Aves y Mamíferos) registrados a través de métodos directos e indirectos en el **Sistema Ambiental Regional (SAR) del Área Contractual Miquetla, su Área de Influencia (AIP) y Área de proyecto (AP).** Para el SAR se utilizaron índices ecológicos como la riqueza, la abundancia y diversidad de especies de los diversos ecosistemas presentes en el SAR, destacando especies en riesgo, endémicas y exóticas para

describir el estado actual de integridad de los ecosistemas. La caracterización de la fauna del AIP y AP se realizó en términos de riqueza y abundancia, destacando especies en riesgo.

Sitio de Estudio

Descripción de SAR y AIP

El Sistema Ambiental Regional (SAR) se encuentra ubicado en la provincia biogeográfica del Golfo de México, principalmente en el estado de Veracruz y parte del estado de Puebla.

De acuerdo con la Carta de Cambio de Usos de suelo y vegetación INEGI Serie IV, los tipos de vegetación presentes en el SAR son Agricultura de humedad anual y permanente (HAP), Agricultura de temporal anual (TA), Agricultura de temporal anual y permanente (TAP), Agricultura de temporal permanente (TP), Agricultura de temporal semipermanente y permanente (TSP), Pastizal cultivado (PC), Vegetación secundaria herbácea de Selva alta perennifolia (Vsh/SAP), Vegetación secundaria arbustiva de SAP (Vsa/SAP) y Vegetación secundaria arbórea de SAP (VsA/SAP) (Figura IV.2.1.2.2-1).

El Área de influencia se encuentra inmerso dentro del SAR, encontrándose compuesto por los mismos tipos de vegetación y uso de suelo, siendo principalmente zonas agrícolas, unas cuantas zonas de pastizal y manchones de vegetación secundaria (Figura IV.2.1.2.2-1).

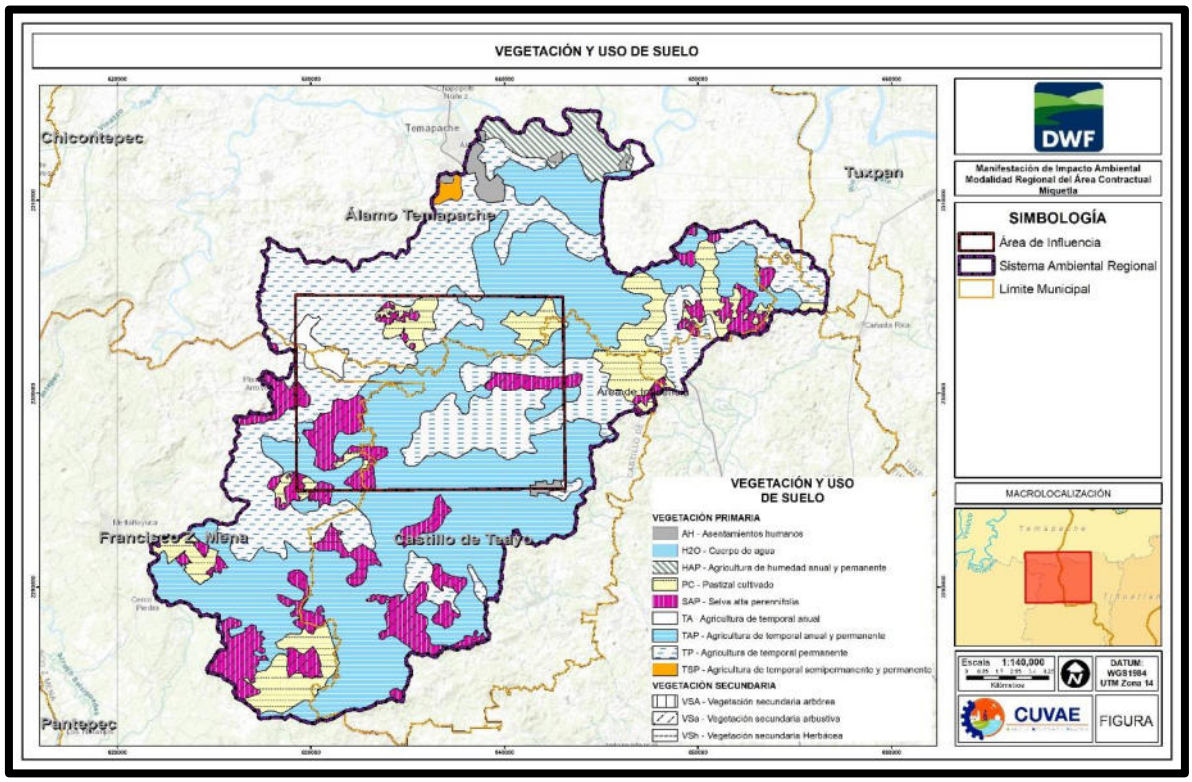


Figura IV.2.1.2.2-1.- Uso de suelo y tipos de vegetación de acuerdo con INEGI presentes en el SAR y AIP Miquetla.

En el contexto de la fauna silvestre, el SAR Miquetla se ubica en la provincia zoogeográfica llamada “Tierras bajas del Atlántico” en la subprovincia “Costa Atlántico Centro” (Edwards, 1968; Figura IV.2.1.2.2-2). Esta provincia se extiende a lo largo del golfo de México, y la fauna de la zona está integrada por elementos de origen Neártico y Neotropical.

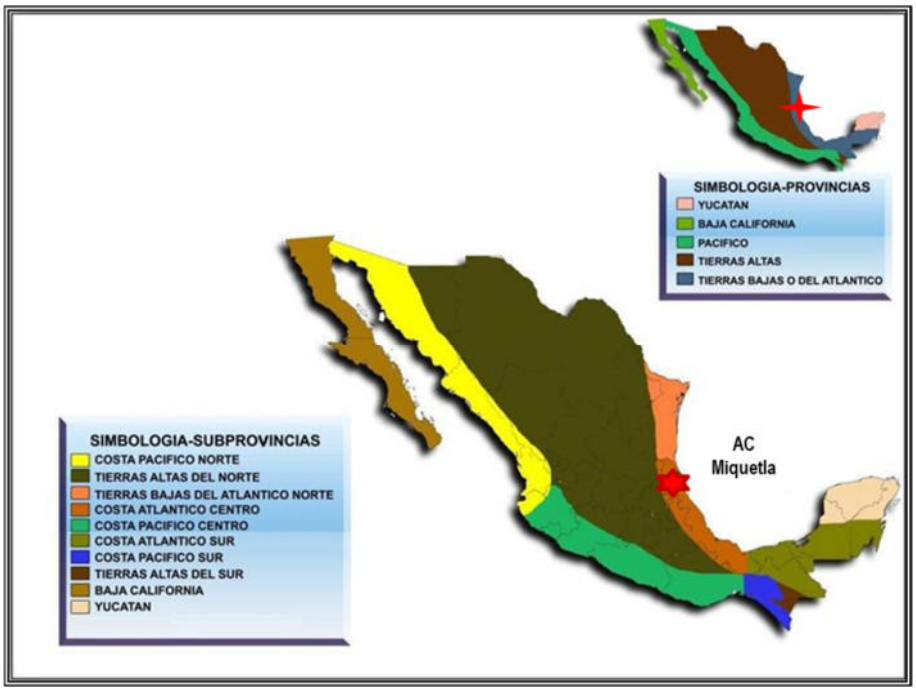


Figura IV.2.1.2.2-2.- Ubicación del Sistema Ambiental Regional Miquetla (estrella roja) en las provincias y subprovincias zoogeográficas de México propuestas por Edwards (1968).

La zona se caracteriza por una alta diversidad de aves (Navarro-Sigüenza et al. 2014), un gran número de endemismos mesoamericanos de herpetofauna (Casas y Reina-Trujillo, 1991, Flores-Villela, 1993), y un gran número de especies protegidas de mamíferos (López-Wilchis et al. 1992). En cuanto a especies endémicas, el estado de Veracruz posee alrededor de 200 especies endémicas de México, de las cuales 60 son únicas del estado (Hernández-Huerta, 2020).

Sin embargo, a pesar de su importancia biológica, el estado se enfrenta a un panorama complicado en términos de conservación como resultado de la transformación del paisaje. Algunas de las especies más emblemáticas han sido extirpadas del estado mientras que en algunas zonas la diversidad de especies se ha reducido (Hernández-Huerta, 2020). El cambio de uso de suelo y pérdida de hábitat es una de las principales amenazas a la biodiversidad. El SAR y AIP del Área Contractual Miquetla presenta un alto grado

de fragmentación y perturbación al encontrarse un paisaje dominado por áreas agrícolas, principalmente cultivo de naranja, con algunos parches remanentes de vegetación secundaria de selva alta perennifolia.

IV.2.1.2.2.2 Metodología

IV.2.1.2.2.2.1 Diseño y ubicación de puntos de muestreo SAR y AIP

Se realizó un muestreo al azar estratificado, el cual es preferible al muestreo al azar simple cuando el ambiente a muestrear es heterogéneo y la probabilidad de encontrar individuos es diferente en las distintas partes del hábitat. Para aumentar la eficiencia del muestreo se suele subdividir el hábitat en estratos para que la muestra esté constituida por elementos de cada uno de ellos. Un estrato es una porción del terreno de características homogéneas. La ubicación de las unidades muestréales en cada estrato se elige al azar (Martella. *et al* 2012). Considerando lo anterior, el criterio para subdividir fueron los tipos de vegetación presentes en el SAR y AIP Miquetla y se agruparon los diferentes tipos de vegetación y uso de suelo (INEGI) presentes en dos (2): **1)** "**Información agrícola- pecuaria- forestal** (**IAPF**)" conformado por los diferentes tipos de agricultura y el pastizal cultivado; y **2)**, conformado por las "**vegetaciones secundarias de selva alta perennifolia** (**Vs/SAP**)".

Para los muestreos de fauna no existe una metodología específica que nos indique cuantos muestreos son suficientes para áreas determinadas en cuanto a tipos de vegetación se requieren si no se tiene un estudio previo o muestreo piloto. Para que un muestreo sea suficientemente representativo y confiable, el tamaño muestra (número de sitios de muestreo) debe considerar la mayor variabilidad existente en una población estadística. Por lo tanto, la representatividad está en función del número de réplicas y los factores que influyen en la variabilidad de los datos (Mostacedo y Fredericksen, 2000). El esfuerzo de muestreo y tamaño de muestra debe permitir registrar en campo una riqueza aproximada mayor al 50% y como mínimo debe tener cinco muestreos por cada unidad de cobertura vegetal (Ministerio del Ambiente, 2015). Tomando en cuenta la bibliografía consultada, así como el tamaño del SAR y la heterogeneidad que presenta, se realizaron un total de 16 sitios de muestreo de fauna silvestre, ocho (8) sitios en cada uno de los tipos de vegetación (IAPF y Vs/SAP) y ocho (8) sitios para murciélagos. Los muestreos de murciélagos se manejan

por separado porque al ser organismos cosmopolitas, se consideraron muestreos en el SAR como un solo estrato de muestreo.

Parte de los datos utilizados para el análisis de fauna fueron tomados del estudio de la **Línea Base Ambiental (LBA)** de acuerdo a lo estipulado en la "**Guía para elaboración y presentación de la línea base ambiental previo al inicio de las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en áreas terrestres**", donde se menciona que "*La Línea Base Ambiental es un insumo para la Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que el Regulado tiene como alternativa llevarla a cabo considerando una superficie adicional al Área Contractual (área de influencia)…*" Los 11 sitios de muestreo utilizados de la LBA (7 de fauna silvestre y 4 de quirópteros) pueden encontrarse en las Memorias de Cálculo en el "Anexo H" de la Línea Base Ambiental y sus coordenadas se muestran en la Tabla IV.2.1.2.2-1, los cuales fueron renombrados para fines de este estudio y así se encontrarán en el Anexo "P". Estos mismos sitios de muestreo tomados de la LBA fueron utilizados para hacer la descripción del AIP, debido a que se encuentran inmersos dentro del mismo. Por último, es importante destacar que la metodología empleada para el muestreo de fauna tanto en la LBA como para este proyecto fue exactamente la misma.

Tabla IV.2.1.2.2-1.- Coordenadas de los sitios de muestreo de fauna silvestre y murciélagos dentro del SAR Miquetla.

Grupo faunístico	Tipo de vegetación	Sitios de muestreo LBA[1]	Sitios de muestreo [2]	Coordenadas UTM	
				X	Y
Fauna silvestre (Anfibios, reptiles, aves y mamíferos).	IAPF	F3		Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la línea base ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
		F1			
		-	F3	628843	2293520
		-	F4	627902	2292353
		-	F5	648328	2304934
		F4		Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la línea base ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
		-	F7	632466	2285570
		-	F8	627106	2283678
	Vs/SAP	F5		Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la línea base ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
		F6			
		F7			
		-	F12	626980	2298927
		F8		Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la línea base ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113	
		-	F14	629775	2288609
		-	F15	625130	2290914
		-	F16	634228	2284553
Quirópteros		-	M1	643579	2306123
		-	M2	636152	2305055
		M2		Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la línea base ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
		M3			
		-	M5	648600	2305242
		M1	M6*	641455	2302596
		M4		Coordenadas de ubicación de sitios de muestreo de la línea base ambiental (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.	
		-			

[1] La columna "Sitios de muestreo LBA" contiene el no

[2] Estos fueron renombrados para fines de este estudio en la columna "*Sitios de muestreo".*

*Sitios utilizados para la descripción de la fauna silvestre del Área de Influencia (AIP).

Los 13 sitios de muestreo restantes del SAR fueron generados de manera aleatoria en el SAR, mediante la herramienta "Puntos aleatorios en los límites de la capa" del programa QGIS para los dos tipos de vegetación (IAPF y Vs/SAP) de muestreo. Para este procedimiento se utilizaron todas las áreas de IAPF del SAR como un solo elemento, y dentro de este elemento se generaron puntos de muestreo al azar con una separación

mínima de 1.5 km entre puntos. El mismo procedimiento se realizó para ubicar los sitios en Vs/SAP (Imagen IV.2.1.2.2-1).

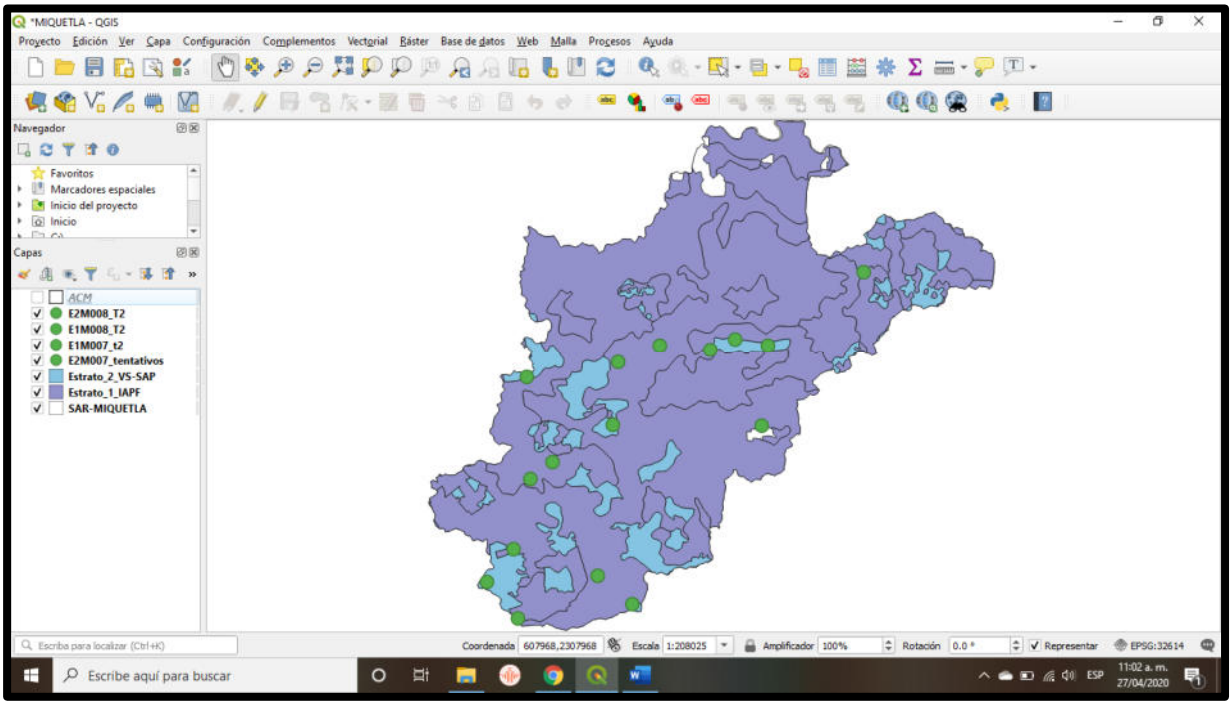


Imagen IV.2.1.2.2-1.- Puntos de muestreo aleatorios tentativos generados con la herramienta "Puntos aleatorios dentro de los límites de la capa" del programa QGIS en ambas microcuencas.

Cabe mencionar que estos puntos fueron verificados una vez en campo para constatar la viabilidad de establecerlo en dichas coordenadas. Algunos de los sitios de muestreo fueron reubicados debido a la falta de acceso y permisos o a que no eran el tipo de vegetación de interés.

En la Figura IV.2.1.2.2-3 se muestran los sitios de muestreo de fauna silvestre muestreados, los sitios nuevos muestreados en color rojo y los sitios tomados del estudio de LBA en color verde.

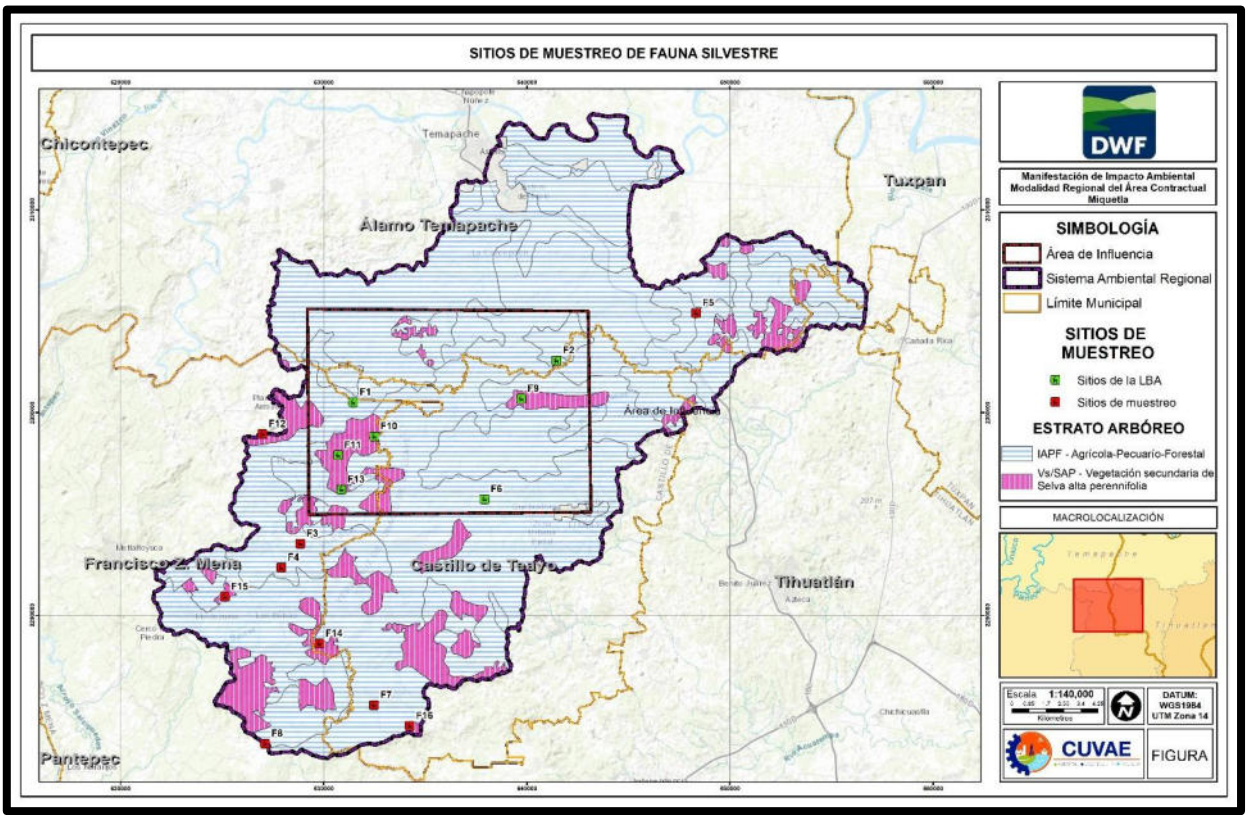


Figura IV.2.1.2.2-3.- Ubicación de los puntos de muestreo de fauna dentro del AC Miquetla y su SAR generados con ayuda del programa QGIS en ambas microcuencas.

Este diseño de muestreo se utilizó para todos los grupos faunísticos a caracterizar. Sin embargo, en cada sitio de muestreo se aplicaron las técnicas específicas para cada uno de estos grupos faunísticos adaptándose a las necesidades. Los criterios establecidos para la zonificación y selección de puntos donde se aplicaron las técnicas fueron los siguientes:

- Vegetación: en base a los tipos y superficies, con respecto del SAR y AIP del Área Contractual Miquetla y su Sistema Ambiental, grado de perturbación y zonas de transición entre los tipos de vegetación. (Carta de Cambio de Usos de suelo y vegetación INEGI).
- Presencia de cuerpos de agua: ríos y arroyos (temporales o permanentes), presas, lagunas, etc. (Carta de hidrología superficial. Fotografía aérea, Google Earth 2020).
- Accesibilidad a los sitios de muestreo (cercanos a caminos, carreteras y brechas existentes).

Para el grupo de mamíferos voladores (Quirópteros) se corrió el programa QGIS para obtener puntos de muestreo tentativos para toda el área contractual. Por ser individuos cosmopolitas no se corrieron los puntos en cada uno de los estratos; se tomará toda SAR como un solo estrato a muestrear. Se unificarán los tipos de vegetación para generar un solo estrato, y que los puntos tentativos serán distribuidos por toda el área de estudio (Imagen IV.2.1.2.2-2). Estos fueron corroborados en campo y algunos de estos sitios se movieron de acuerdo con los permisos conseguidos y donde las condiciones de seguridad eran óptimas. En la Figura IV.2.1.2.2-4 se muestran la ubicación de los sitios de muestreo nocturnos, incluyendo los tomados de la LBA (rojo) y los nuevos sitios muestreados (verde).

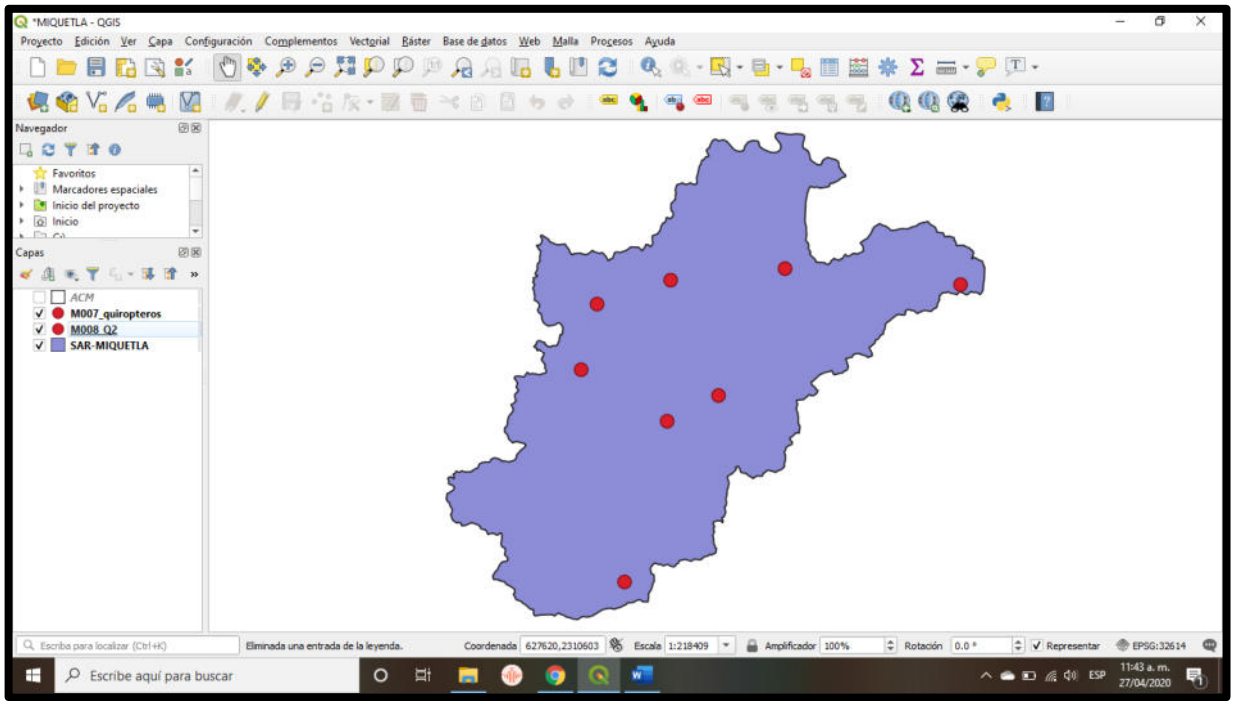


Imagen IV.2.1.2.2-2.- Puntos tentativos de muestreo aleatorios generados con ayuda del software QGIS y la herramienta “Puntos aleatorios dentro de los límites de la capa” dentro del AC Miquetla y su SAR.

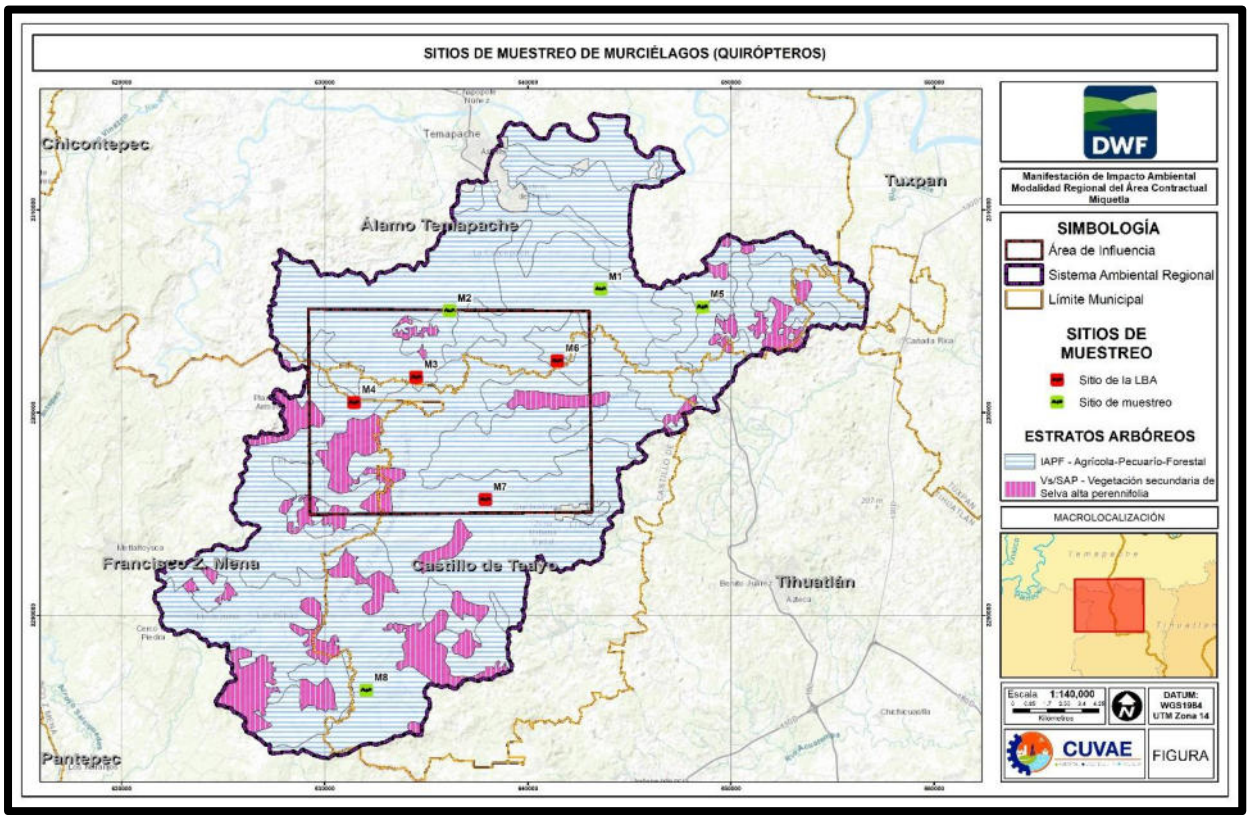


Figura IV.2.1.2.2-4.- Ubicación de puntos de muestreo al azar de Quirópteros dentro del AC Miquetla y su Sistema Ambiental con ayuda del software QGIS.

Gestión de permisos

Para llevar a cabo la gestión de permisos para trabajar dentro de propiedades privadas se entregó un oficio a las autoridades correspondientes como son:

- Presidencia municipal
- Autoridad ejidal
- Propietarios

Presidencia municipal

Se visitará la presidencia municipal para presentarnos y dar a conocer nuestra presencia en la zona o municipio donde estaremos trabajando; posteriormente se hará la entrega del oficio de comisión de actividades, mismo que es sellado y aprobado por la autoridad correspondiente.

El oficio de gestión cuenta con la siguiente información:

- Empresa a la que pertenecemos: Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Tipo de trabajo: trabajos de investigación con carácter ambiental.
- Objetivo del estudio: realizar la toma de datos para estimar el estado actual de las comunidades faunísticas presentes en el área.
- Actividades que se realizan en el área:
- Recorridos dentro del área a pie y en vehículo con logotipos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas y número económico visible.
- Ubicación por medio de GPS de diferentes sitios y toma de datos de interés faunístico.
- Toma de evidencia fotográfica.
- Toma de datos de riqueza y abundancia por medio de trampeo de fauna silvestre en sitios específicos dentro de las comunidades y/o propiedades particulares.

Autoridad ejidal

Se presentó el personal con la autoridad correspondiente a la población o ejido en el cual se realizaron los muestreos correspondientes. También se explicaron las actividades que se realizaron y los predios en los cuales se realizaron los trabajos de monitoreo.

Las autoridades ejidales pueden ser:

- Comisariado ejidal
- Agente ejidal
- Inspector ejidal
- Presidente de asamblea ejidal

Por último, se visitó a los propietarios de los predios de interés, solicitando el permiso correspondiente y dejando un oficio de comisión, mismos que autorizaron el ingreso a las áreas para iniciar con las actividades de monitoreo dentro del predio; en alguno de los casos se reubicó el sitio.

Revisión bibliográfica

Un primer acercamiento para determinar la riqueza de especies presentes en el Sitio de estudio es la recopilación de información disponible acerca de la fauna presente en el sureste mexicano, teniendo en cuenta las citas presentes en la literatura y en diversas colecciones zoológicas. A partir de estos datos se elaboró una base de datos, la cual se utilizó para corroborar por medio de las técnicas de campo la presencia de estas especies.

Para la caracterización faunística del área de estudio, como primera fase se realizó una consulta de información de instituciones nacionales, teniendo como soporte principal la Base de datos Biodiversidad de México CONABIO; así como bases de datos regionales de Colecciones científicas de vertebrados. También se utilizó la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF) y la base de datos denominada VertNet (http://www.vertnet.org/about/about.html).

Por último, se revisaron los mapas de distribución publicados en las diferentes guías de campo y publicaciones de los diferentes grupos de vertebrados, las referencias bibliográficas consultadas serán para aves en Howell, S. N. G. y S. Webb, (1995); Check-list de las Aves de Norteamérica Suplemento 61 (2020) National Geographic Society (2002); Navarro, S.A. y A. Gordillo (2006), y Garza Torres, Héctor A. (2007); para mamíferos a Arita Héctor T y Gerardo Ceballos (1997); Ceballos, G. (2002); Ramírez-Pulido, J. & A. Castro-Campillo. (1993); Ramírez, P. J. (1999); para los reptiles y anfibios a Flores-Villela, 0. (1993); Lazcano Villarreal, D. (1997); Flores Villela, O. (1998); Lazcano Villarreal, D., (1999); CONABIO (comp.). 2009 a; CONABIO (comp.). 2009 b; con lo que se generará un listado potencial de especies reportadas para el área de estudio.

Metodología de muestreo del SAR por grupo faunístico

Los Estudios Ambientales han sido establecidos como un instrumento de política ambiental, analítico y de carácter preventivo, que permiten la integración de un proyecto a su ambiente. Una de las características importantes de estos estudios es la de obtener información confiable, con validez científica (aplicada por personal capacitado en cada área) y en un periodo de tiempo relativamente corto. En este aspecto es importante resaltar que, debido a la premura de los mismos, muchas de las veces los estudios no tienen un perfil de investigación científica. Por lo tanto, es imperativo que la metodología escogida responda al objetivo fundamental, que es caracterizar las condiciones de la fauna silvestre en un área delimitada dentro de uno o varios ecosistemas.

Para enfrentar este desafío se recurrió a las metodologías propuestas en el trabajo denominado "Evaluaciones Ecológicas Rápidas" publicado por The Nature Conservancy (Sobrevila y Bath 1992) y retomado en el trabajo "Un Enfoque en la Naturaleza Evaluaciones Ecológicas Rápidas" (Sayre 2000) en los que se explican metodologías útiles para realizar evaluaciones con características compatibles a las requeridas en el presente estudio. Las Evaluaciones Ecológicas Rápidas (EER) se definen, de acuerdo a estos autores, como un estudio flexible acelerados y enfocados de los tipos de vegetación y especies, que utilizan una combinación de diferentes metodologías de campo y son aplicables para la caracterización eficiente de la biodiversidad a nivel de terreno y de especie de grandes áreas sobre las cuales se sabe relativamente poco.

En el Anexo "P" se encuentra la tabla donde se describen las técnicas utilizadas para la obtención de datos sobre las comunidades de fauna silvestre incluidas en el artículo de las EER y que fue usada como modelo para designar la metodología del presente trabajo, donde se aplicaron y se adecuaron las técnicas las técnicas descritas.

Los muestreos se realizaron dentro del SAR de manera puntual, para corroborar y ampliar los datos bibliográficos previamente recopilados. A continuación, se describe la logística del trabajo de campo para cada grupo faunístico: anfibios, reptiles, aves y mamíferos, de acuerdo con las metodologías de los EER. Se presentan además fotografías para ejemplificar las técnicas de muestreo.

Anfibios y Reptiles

Las actividades diurnas para la obtención de información de estos grupos se basan en la búsqueda intensiva y revisiones de los posibles micros hábitat, como, mantillo, troncos, rocas, hoyos, etc. (Fotografía IV.2.1.2.2-1) con ayuda de pinzas y gancho herpetológico a lo largo de una caminata de 1 km el sitio de muestreo. Por el comportamiento que presenta la mayoría de las especies del grupo de los anfibios en cuanto a sus hábitos nocturnos y acuáticos, se buscaron cuerpos de agua cercanos al sitio de muestreo en el SAR y se revisaron, identificando todos los ejemplares observados y/o capturados, de forma directa.

Fotografía IV.2.1.2.2-1.- Búsqueda intensiva de anfibios y reptiles con ayuda de las pinzas y gancho herpetológico.

Así mismo, para el grupo de los testudíneos (tortugas), se revisaron de cuerpos de agua, pudiendo ser permanentes o temporales; presas, lagunas, estanques, arroyos o canales, así como los diferentes hábitats de las tortugas terrestres, Cuando fue requerida la colecta de ejemplares para su identificación taxonómica fue directa y manual (Fotografía IV.2.1.2.2-2).

Fotografía IV.2.1.2.2-2.- Búsqueda de anfibios y reptiles en cuerpos de agua.

Se instalaron estaciones por sitio de muestreo con trampas de caída con cercos conducidos (Fotografía IV.2.1.2.2-3), que consiste en establecer una barrera de 30 metros lineales con tela o lona colocada en diferentes arreglos (en zigzag, en forma de T, Z etc.) con trampas de caída libre (tubos de PVC) a nivel de suelo, a intervalos de 10 m. Esta técnica permite la captura de reptiles, anfibios y ocasionalmente pequeños mamíferos. Las trampas estuvieron instaladas durante 5 días efectuando revisiones periódicas cada 12 horas.

Fotografía IV.2.1.2.2-3.- Trampas de caída con cerco conducido para la captura de anfibios y reptiles.

Se utilizaron las guías de campo de Stebbins (1988), Conant y Collins (1991), García y Ceballos (1994) y Dixon y Werler (2000), para la determinación de los ejemplares capturados u observados; los nombres serán basados en la clasificación propuesta por Flores Villela & Canseco-Márquez (2004) y CONABIO (2012).

Los organismos herpetológicos observados y/o capturados durante la aplicación de las diferentes técnicas fueron fotografiados (cuando fue posible) con cámaras profesionales de por lo menos 50x de zoom óptico y 20 megapíxeles o alguna similar indicada por el fabricante como idónea para fotografiar fauna silvestre (Fotografía IV.2.1.2.2-4).

Fotografía IV.2.1.2.2-4.- Rana leopardo (*Lithobates berlandieri*) capturada durante un recorrido nocturno.

Aves

El listado de aves se obtuvo principalmente por observaciones directas, utilizando la técnica de puntos de conteo a lo largo transectos de 1 km, donde se ubican 10 subestaciones, una cada 100 m, con una cobertura de 25 m de radio, registrando y contabilizando durante 5 minutos en cada estación (Ralph et al. 1996) a todas las especies observadas con la ayuda de binoculares Leupold de 12X por 50 mm y escuchadas, a través de la identificación de cantos (Fotografía IV.2.1.2.2-5).

Fotografía IV.2.1.2.2-5.- Puntos de conteo para la identificación de aves.

Se utilizaron, también, para el muestreo de aves, se estableció una estación de redeo con 10 redes Ornitológicas de 3 m de alto x 12 m de largo (Fotografía IV.2.1.2.2-6). Estas redes se colocaron a lo largo de una línea de 120 m., o en dos de 60 m. etc. o como la estructura de la vegetación lo permite, en lugares estratégicos de probada presencia de aves (pasos naturales claros en la vegetación etc.). Efectuando revisiones cada 15 minutos, durante dos días consecutivos buscando que coincida la activación de estas redes con el periodo de hiperactividad de este grupo que generalmente es en el crepúsculo y el amanecer. Esta técnica permite registrar aves poco abundantes.

Fotografía IV.2.1.2.2-6.- Colocación de redes ornitológicas para captura de aves.

Para llevar a cabo la identificación de las aves, se observaron detalladamente las señas particulares que distinguen a cada especie: coloración y tamaño del cuerpo, forma de las alas, forma de la cola, forma del pico, patrones de coloración, en algunas ocasiones el tipo de vuelo que llegan a realizar característico de ciertos grupos. Todos los ejemplares observados y/o capturados se identificarán con base en las guías de Stokes y Stokes (1996), Peterson y Chaliff (1973), Peterson (1980), Robbins et al. (1983), National Geographic Society (1987), Howell y Webb (1995), Navarro, S.A. y A. Gordillo (2006), National Audobon Society (2003), Perlo (2006), Edwards (2009), Ferguson – Lees J. y D. A. Christie. (2005), Sibley D. (2000) y Smithsonian Hand Books (2002).

La actualización de los nombres científicos y comunes de las especies, su categoría de riesgo (de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010) y generalidades de cada especie, serán tomados del suplemento no. 61 del Check-list de Aves de Norteamérica de la AOS (Asociación americana de ornitólogos) así como de la

publicación: “Aves de México, lista actualizada de especies y nombres comunes” (Berlanga et al. 2017) editada por CONABIO.

Las aves observadas y/o capturadas durante la aplicación de las diferentes técnicas fueron fotografiadas (cuando fue posible) con cámaras profesionales de por lo menos 50x de zoom óptico y 20 megapíxeles o alguna similar indicada por el fabricante como idónea para fotografiar fauna silvestre (Fotografía IV.2.1.2.2-7 y IV.2.1.2.2-8).

Fotografía IV.2.1.2.2-7.- Algunas de las aves capturadas con ayuda de las redes ornitológicas en el SAR Miquetla.

Fotografía IV.2.1.2.2-8.- Algunos **e**specímenes captados durante puntos de conteo en el SAR.

Mamíferos

Para el muestreo mastozoológico, como métodos indirectos se realizaron transectos lineales con 20 m de ancho, en la búsqueda de huellas, excretas y en aquellos lugares donde se apreció actividad de este grupo como veredas, cuerpos de agua, etc. (Aranda, 2000), y otros rastros e indicios como sonidos, pelos, cadáveres, restos óseos y como método directo la identificación visual de los individuos (Fotografía IV.2.1.2.2-9).

Fotografía IV2.1.2.2-9.- Huella de mapache (*Procyon lotor*) durante transectos (método indirecto) dentro del SAR.

Con el fin de cubrir la mayor cantidad posible del hábitat, se utilizó una técnica complementaria para los mamíferos de talla pequeña (básicamente roedores) consistente en la colocación de trampas de captura tipo Sherman. Se colocarán 30 trampas Sherman una cada 10 metros (Fotografía IV.2.1.2.2-10 y IV.2.1.2.2-11); se utilizó como atrayente una mezcla de hojuelas de avena, crema de cacahuate y vainilla para inducir que el animal entre a la trampa y accione el dispositivo mecánico. Esta estrategia es específica para la captura de pequeños mamíferos (Mandujano 1994; Brower *et al*., 1990; Kays y Wilson, 2002).

Fotografía IV.2.1.2.2-10.- Colocación de cebo en Trampas tipo Sherman para la captura de pequeños mamíferos.

Fotografía IV.2.1.2.2-11.- Ejemplar de Ratón cosechero leonado (*Reithrodontomys fulvescens*) captura en cámara trampa en el SAR.

Se colocaron trampas de captura tipo Tomahawk (Fotografía IV.2.1.2.2-12) para ejemplares de talla media, las cuales se instalarán estratégicamente en el área de muestreo, la distribución espacial de las mismas obedece entre otras cosas a las características del entorno (identificación de sitios de paso y presencia de cuerpos de agua), así como, al comportamiento de los mamíferos a capturar Selem-Salas *et. al*. (2004); las trampas se cebaron con distintos atrayentes (hormonas de felino, sardinas, frutas y verduras, carne pescado etc.). Aunado a esto, se colocaron trampas tipo Havahart para ejemplares con hábitos arborícolas, principalmente de talla chica (Fotografía IV.2.1.2.2-13). Las trampas fueron cebadas con distintos atrayentes (feromonas, sardinas, frutas y verduras, carne, pescado etc.). Los organismos capturados primeramente se registraron fotográficamente, seguidos de su identificación *in situ*, para su posterior liberación en los mismos sitios de captura.

Fotografía IV.2.1.2.2-12.- Instalación y cebado de trampa Tomahawk para la captura de mamíferos medianos.

Fotografía IV.2.1.2.2-13.- Instalación de trampa Havahart para la captura de mamíferos de hábitos arborícolas.

Asociado a la instalación de los diferentes tipos de trampas, se colocaron estaciones olfativas (Fotografía IV.2.1.2.2-14 y IV.2.1.2.2-15), cebadas con diferentes atrayentes las cuales están indicadas para el muestreo e identificación de carnívoros, a través de huellas y excretas, así como por fotografías ya que se colocaron conjuntamente con estas estaciones, cámaras- trampa de vídeo digital por infrarrojos Stealth Cam Core 3.0 MP Mini Scouting y Trophy Cam Bushnell Trophy Cam 2011 Xlt las cuales se activan al detectar movimiento. Esta cámara tiene emisores de infrarrojos que permiten grabar a la vida silvestre sin flash visible con un alcance de hasta 15.24 m (50 ft). Estas estaciones se dirigieron estratégicamente en lugares con probada actividad de este tipo de fauna.

Fotografía IV.2.1.2.2-14.- Colocación de cámara trampa para detección de mamíferos medianos y grandes.

Fotografía IV.2.1.2.2-15.- Fotografía de coyote (*Canis latrans*) captada mediante cámara trampa en el SAR.

Monitoreo de murciélagos

Método de detección ultra- acústica

Para el monitoreo de los mamíferos voladores (Quirópteros) se utilizó el detector ultrasónico Song Meter SM4BAT FS & ZC Wildlife Acoustics™, el cual fue colocado en la misma área donde se situarán las redes de niebla (Fotografías IV.2.1.2.2-16 y IV.2.1.2.2-17). Ambos métodos estuvieron en operación de las 6:30 pm a las 7:00 am aproximadamente (12 horas) en cada sitio y fueron empleados simultáneamente con el propósito de incrementar la efectividad de la colecta y de esta forma tener muestreos más completos (O´Farell y Gannon 1999; Gannon et al 2004).

Fotografía IV.2.1.2.2-16.- Instalación del Song Meter SM4BAT FS & ZC Wildlife Acoustics™ para la grabación llamados de ecolocalización.

Fotografía IV.2.1.2.2-17.- Grabación de ultrasonidos de quirópteros utilizando Song Meter SM4BAT FS & ZC Wildlife Acoustics™.

Los llamados ultrasónicos de ecolocalización obtenidos con el detector ultrasónico Song Meter SM4BAT FS & ZC se descargaron a una computadora para su análisis utilizando el software Kaleidoscope 5.3.8 (Wildlife Acoustics, Inc.). La identificación de las especies se realiza de manera visual reconociendo parámetros como la frecuencia mínima (Fmin), frecuencia máxima (Fmax) y la estructura de pulso (O´Farell et al. 1999) mediante valores definidos por el software (Imagen IV.2.1.2.2-3).

Para la identificación de especies se utilizaron únicamente los llamados que presentarán mínimo cuatro pulsos bien definidos. Se utilizaron los filtros de Murciélagos de Norte América 5.2.1 y Murciélagos Neotropicales 5.2.1 y se compararon los resultados seleccionando la identificación con mayor “Match Ratio” para los casos donde había discrepancia o duda.

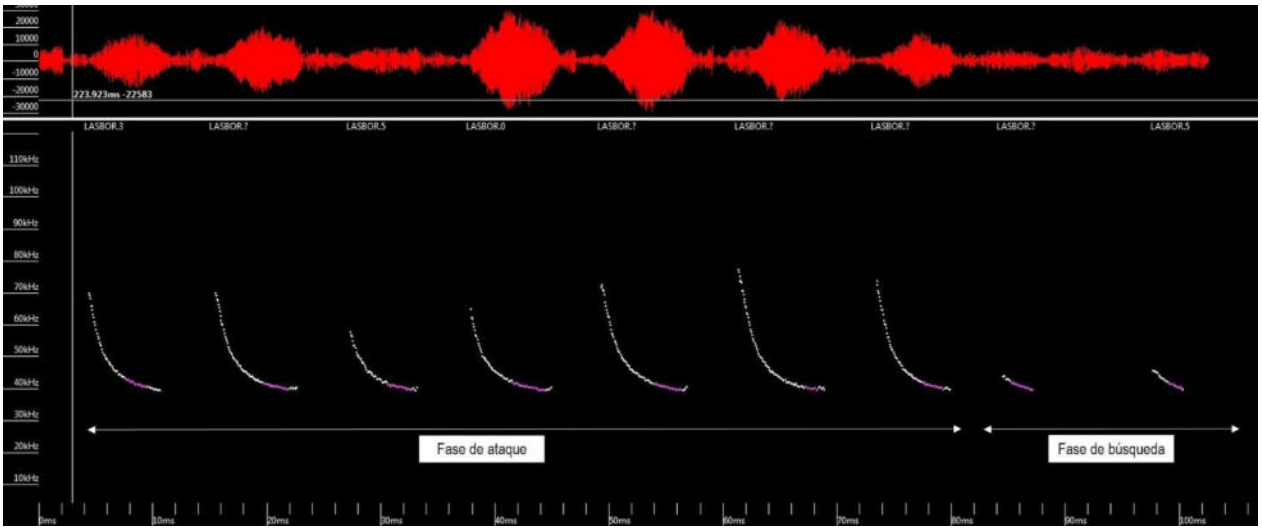


Imagen IV.2.1.2.2-3.- Ejemplo de sonograma de llamado de ecolocalización *Lasiurus borealis* con Song Meter SM4BAT FS & ZC Bat Detector/Recorders y visualizado por medio del software Kaleidoscope ™.

Redeo de murciélagos (Quirópteros)

Para la captura de quirópteros se utilizarán 10 redes de niebla de 6,12 y/o 18 m de largo por tres m de ancho con un claro de malla de 12 mm. Para maximizar la eficiencia en el método de captura se procuró elevar lo más posible las redes del suelo, se utilizaron dos extensiones telescópicas de 10 m de altura en los cuales se instalaron las redes a la par para tener una altura de red de 6 m (dos redes de 3 m) colocadas en sitios idóneos (claros en la vegetación, cuerpos de agua, oquedades) para capturar este tipo de organismos. A los organismos capturados se les tomaron datos morfométricos para su identificación y posterior liberación (Medellín, 1997, Fotografías IV.2.1.2.2-18 y IV.2.1.2.2-19).

Fotografía IV.2.1.2.2-18.- Redes de niebla para captura de murciélagos.

Fotografía IV.2.1.2.2-19.-Toma de datos morfométricos para su identificación.

Todos los ejemplares observados y/o capturados se identificarán con base en las guías de Aranda (1981); Ramírez, P. J. (1999); Ramírez-Pulido *et al.* (2005); Medellín (2008).

Aplicación de entrevistas informales

Para enriquecer los listados de los grupos de anfibios, reptiles y principalmente mamíferos, se utilizó un método adicional indirecto para la obtención de información, el cual consiste en la recopilación de datos inéditos mediante consultas a conservacionistas, naturalistas, cazadores, usuarios del campo y lugareños respaldadas con fotografías o guías de campo.

Especies que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

De la lista de especies de vertebrados que se registraron, se determinaron las especies que tienen un valor ecológico o biológico, al presentarse en una categoría de riesgo en apego a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) y el CITES (2019). Lo anterior se alcanzó al realizar una comparación del listado obtenido mediante los muestreos de campo con los listados de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) y las especies mencionadas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES 2019).

Análisis de datos

Para la parte de la riqueza y abundancia de especies, la riqueza se consideró como el número de especies registradas, mientras que la abundancia se consideró como el número de registros obtenidos de individuos (Pyron 2010). Esto se presentó para cada uno de los grupos faunísticos muestreados, analizando a por separado a los quirópteros del resto de los mamíferos debido a que se muestrearon de manera independiente por las características particulares del tipo de muestreo.

Índices de diversidad alfa, beta y gamma

Para el análisis de la biodiversidad alfa se utilizaron diferentes índices. Para la diversidad se usaron el índice Shannon-Wiener, (Shannon y Weaver, 1949) y el de Margalef (Margalef, 1972); para la dominancia de especies se utilizó el de Simpson (Simpson, 1949). Estos índices fueron calculados para los diferentes grupos faunísticos, separando a los murciélagos de los mamíferos debido a que los murciélagos son un grupo muy diverso en especies en comparación con los mamíferos medianos y grandes y el juntarlos en un solo índice puede resultar en una sobrestimación de la riqueza y sesgar los resultados de ambos grupos.

Índice de Shannon

El índice de Shannon se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia relativa; Magurran 2001). Se calcula mediante la fórmula:

$$\Sigma pi\ (\ln pi)$$

Donde pi es la proporción de individuos de una especie en una comunidad

Este índice se representa normalmente como H" y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio. (Moreno, 2001 en Orellana 2009).

El valor máximo suele estar cerca de 5.0. A mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

Índice de Margalef

El índice de Margalef fue propuesto por el biólogo y ecólogo catalán Ramón Margalef. Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, esenciales para medir el número de especies en una unidad de muestra. (Margalef. 1969).

Para obtener el índice de Margalef para las diferentes se utilizó la fórmula:

$$1=(S-1) / Ln\ N$$

Donde:
S = número de especies
N = número total de individuos.

El índice de Margalef, transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos S=kN, donde k es constante (Magurran, 1998 en Moreno, 2001). Los valores inferiores a 2.0 son considerados como relacionados con zonas de baja diversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5.0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Margalef, 1995).

Índice de dominancia de Simpson (D)

El índice de dominancia de Simpson, es uno de los parámetros que nos permiten medir la dominancia en una comunidad. En ecología, es también usado para cuantificar la diversidad de un hábitat. Este índice considera el número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. (Pielou, 1969).
Índice de Simpson de dominancia:

$$D=\Sigma pi^2$$

pi= proporción de individuos de una especie en una comunidad

Este índice pondera abundancia, es decir que cuando hay especies muy dominantes, al sumar términos al cuadrado, les da importancia a las especies muy abundantes y por tanto la dominancia dará una cifra alta, cercana a 1, que es el valor máximo que toma el índice. Entonces entre más aumente el valor a uno, la diversidad disminuye. (Pielou. 1969).

Se parte de la base de que un sistema es más diverso cuando menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. Por ello el Índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia, por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies.

Medición de la diversidad Beta

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972). A diferencia de las diversidades alfa y gamma, que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos (Magurran, 1988; Wilson y Shmida, 1984).

En el caso de la diversidad beta, esta se calculó para los grupos de fauna silvestre entre tipos de vegetación.

Índices de reemplazo de especies

Estos índices proporcionan un valor de diversidad beta en el sentido biológico descrito por Whittaker (1972). Se basan en datos cualitativos (presencia-ausencia de las especies). Una descripción más detallada de los mismos y ejemplos desarrollados se pueden encontrar en Wilson y Shmida (1984) y Magurran (1988), entre otros.

Para el cálculo de la diversidad beta, se utilizó el software PAST 4.0, utilizando una matriz de presencia-ausencia de especies en los diferentes tipos de vegetación presentes en el SAR.

Índice de Whittaker

Whittaker (1972) describe la diversidad gamma como la integración de las diversidades beta (β) y alfa (α), por lo que beta puede calcularse como la relación γ/α, es decir,

$$\beta = (S/\alpha) - 1$$

donde
S = Número de especies registradas en un conjunto de muestras (diversidad gamma)
α = Número promedio de especies en las muestras (alfa promedio)

Índice de Wilson y Schmida (1984)

Se basa en los términos de especies ganadas y pérdidas a lo largo de un transecto según el índice de Cody (1975) y el valor promedio de la riqueza de las muestras (alfa promedio) del índice de Whittaker (1972).

$$\beta = (g\,(H\,)\,p\,(H\,))/2\alpha$$

Medición de la diversidad Gamma

Whittaker (1972) define la diversidad gamma como la riqueza en especies de un grupo de hábitats (un paisaje, un área geográfica, una isla) que resulta como consecuencia de la diversidad alfa de las comunidades individuales y del grado de diferenciación entre ellas (diversidad beta). Desgraciadamente, la mayoría de los esfuerzos realizados para medir la biodiversidad en áreas que incluyen más de un tipo de comunidad se limitan a presentar listas de especies de sitios puntuales (diversidad alfa), describiendo la diversidad regional (gamma) únicamente en términos de números de especies, o bien con cualquier otra medida de diversidad alfa. Algunos estudios llegan a hacer comparaciones entre los sitios (diversidad beta), pero no incluyen esta información en una medida de la biodiversidad basada tanto en alfa como en beta.

Schluter y Ricklefs (1993) proponen la medición de la diversidad gamma con base en los componentes alfa, beta y la dimensión espacial:

Gamma =diversidad alfa promedio x sd x dimensión de la muestra

donde:
diversidad alfa promedio = número promedio de especies en una comunidad
sd = inverso de la dimensión específica, es decir, 1/número promedio de comunidades ocupadas por una especie
dimensión de la muestra = número total de comunidades.

De esta forma, el valor de diversidad gamma obtenido está expresado en número de especies y considera los elementos biológicos analizados originalmente por Whittaker (1972). Su valor suele aproximarse al número total de especies registradas en todas las comunidades.

IV.2.1.2.2.2.2 Metodología del Área de proyecto (AP)

Infraestructura existente.

Para el caso de la infraestructura existente, las actividades a considerar de impacto para la fauna son las relacionadas con operación y mantenimiento (ruido, atropellamiento), por lo que se realizó un listado de las especies susceptibles a un impacto por parte de estas actividades, tomando como base el listado de especies registradas dentro del AIP. Esta información fue recabada principalmente con la información de atropellamiento de individuos registrados en campo y la información existente de la literatura. Se añadió información sobre las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en CITES 2019 de manera que se pueda destacar aquellas especies en mayor grado de vulnerabilidad. Adicionalmente, se utilizó la información de caminos de acceso existentes y los tipos de vegetación para determinar zonas de mayor riesgo de atropellamiento, realizando un buffer de 100m a cada uno de los caminos y determinando el tipo de vegetación abarcaban. Esta distancia de buffer se seleccionó debido a que es lo suficientemente grande para considerar a todos los grupos sin sobre representar a uno o subestimar a otro; tomando en cuenta que dentro de las especies vulnerables a ser atropelladas se encuentran tanto organismos de baja movilidad como son los anfibios y reptiles, que pueden llegar a desplazarse hasta 50 m en un día, así como aves y mamíferos que pueden recorrer hasta 500 m en un día en sus actividades diarias (Lemos-Espinal 2008).

Construcción de infraestructura nueva

Para el caso de la construcción infraestructura nueva, se realizaron únicamente recorridos en campo para identificar las especies de fauna silvestre presentes en estas áreas sobre las que pueda existir algún impacto, debido a que estas se construirán en zonas de infraestructura existente (Pozo Infill dentro de una Macropera y el gasoducto en el mismo derecho de vía de una línea de descarga existente) desprovistas de vegetación (Figura IV.2.1.2.2-5). Se elaboró un listado de especies e individuos observados y se complementó con información de sobre las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en CITES 2019 de manera que se pueda destacar aquellas especies en mayor grado de vulnerabilidad.

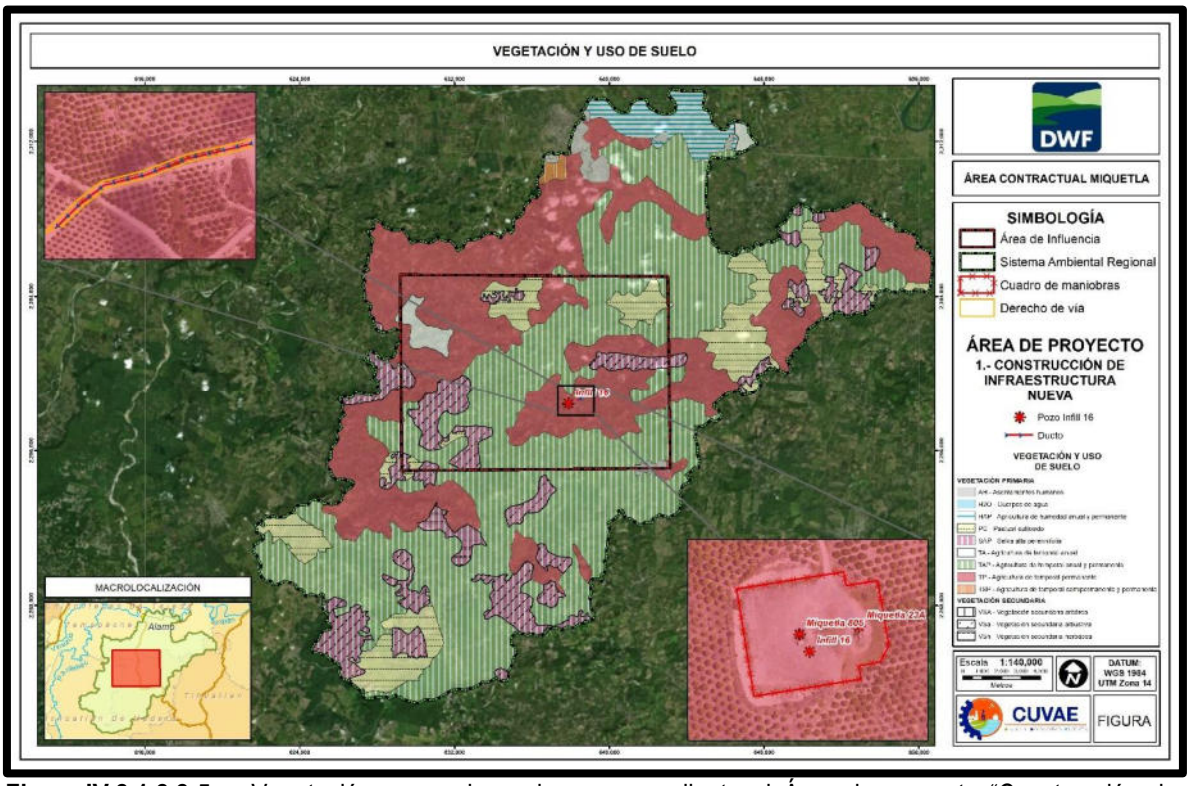


Figura IV.2.1.2.2-5.- Vegetación y uso de suelo correspondiente al Área de proyecto "Construcción de Infraestructura nueva" donde se llevaron a cabo los recorridos.

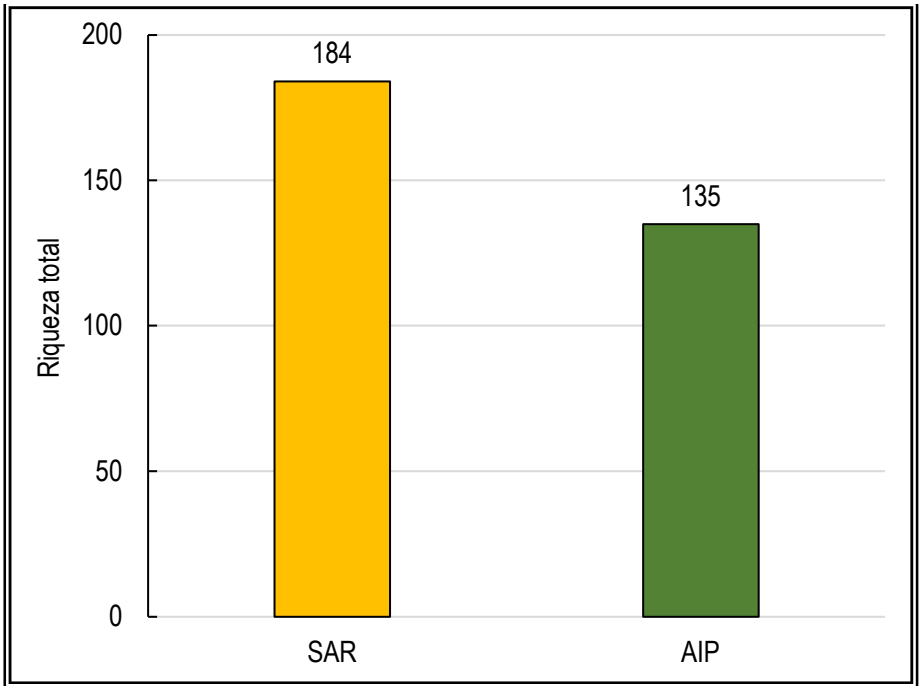
IV.2.1.2.2.3 Resultados

IV.2.1.2.2.3.1 Caracterización de fauna silvestre del SAR y AIP

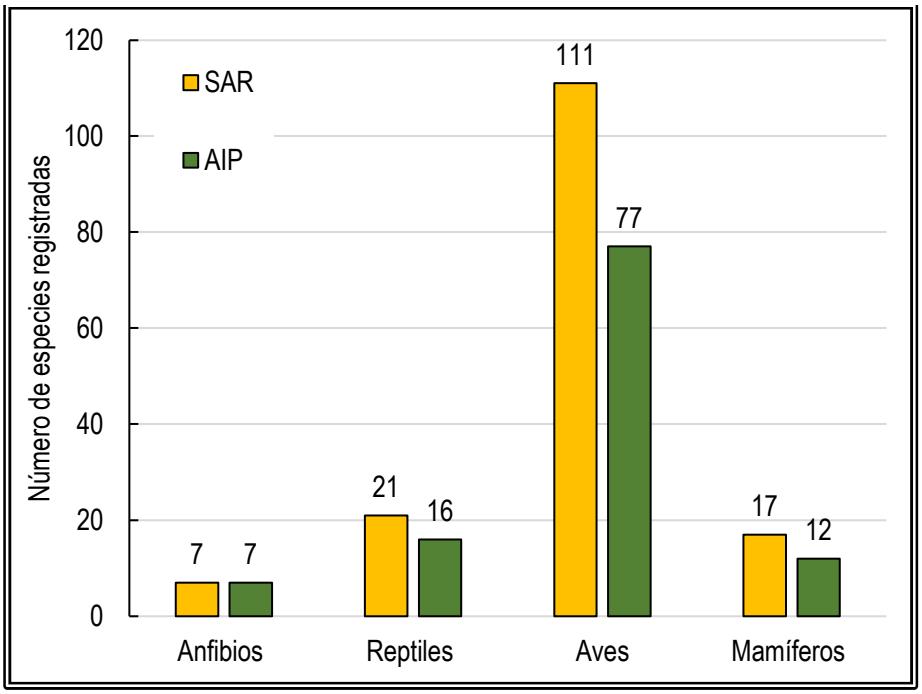
Riqueza de especies

En Sistema Ambiental Regional (SAR) Miquetla se registró una riqueza total de 184 especies (incluyendo quirópteros, Gráfica IV.2.1.2.2-1), de las cuales siete (7) de anfibios, 21 especies de reptiles, 111 especies de aves y 17 especies de mamíferos (Gráfica IV.2.1.2.2-2). Estas especies pertenecen a 28 órdenes, 71 familias y 151 géneros. Cabe mencionar que, del total de especies registradas, siete (7) fueron registradas de manera anecdótica mediante pláticas informales, de las cuales cuatro (4) corresponden a reptiles y tres (3) a mamíferos.

Del total especies registradas en el SAR, 135 se registraron en el Área de Influencia (AIP, incluyendo quirópteros, Gráfica IV.2.1.2.2-1), de las cuales siete (7) son de anfibios, 16 de reptiles, 77 de aves y 12 de mamíferos (Gráfica IV.2.1.2.2-2). En el Anexo “P” se muestra el listado de especies completo del SAR y el AIP

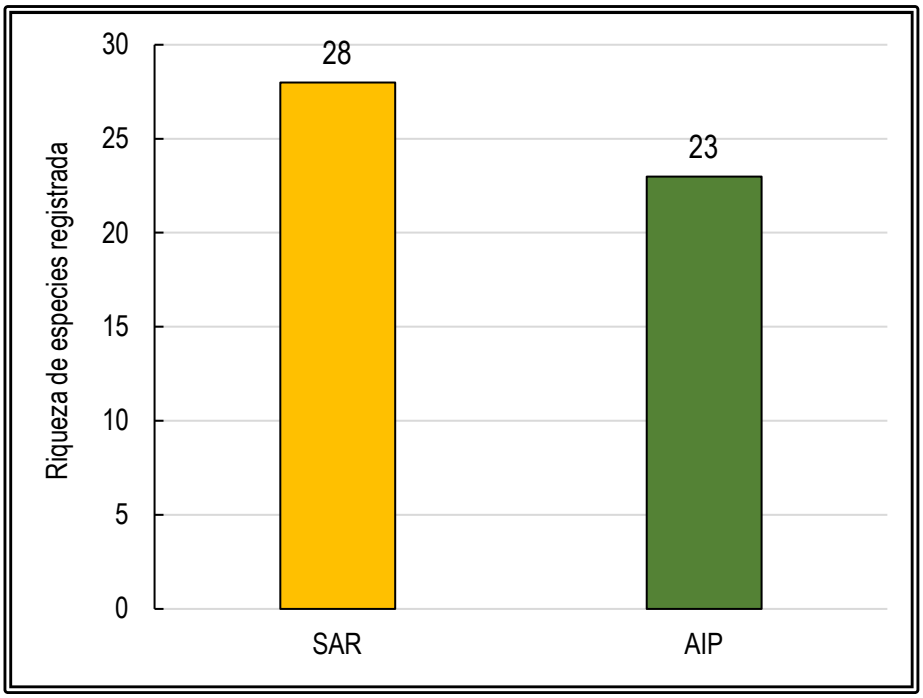


Gráfica IV.2.1.2.2-1.- Riqueza total de especies registrada en el SAR y AIP Miquetla.

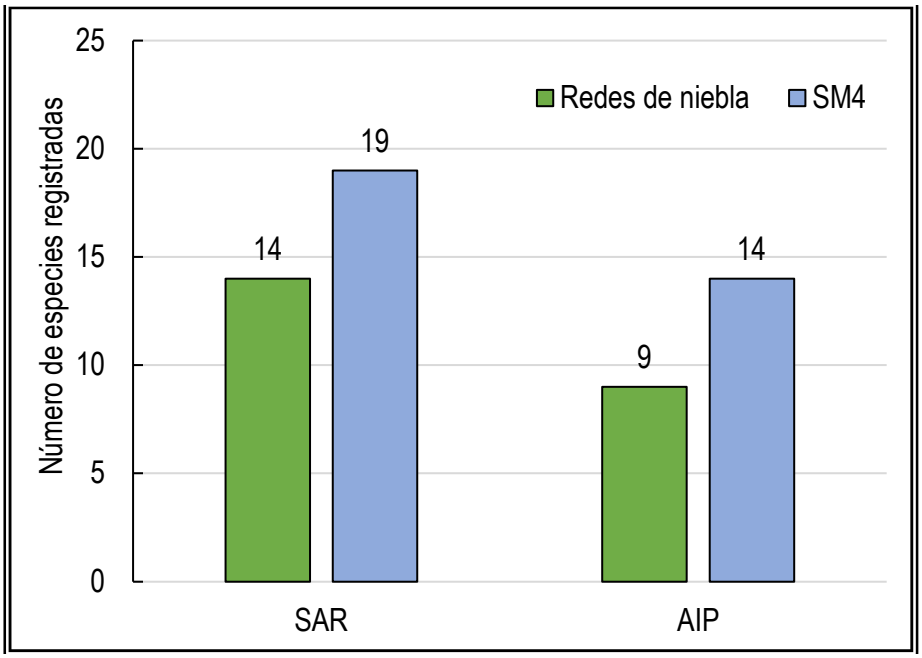


Gráfica IV.2.1.2.2-2.- Riqueza de especies registrada por grupo faunístico en el SAR y AIP.

La riqueza de quirópteros registrada en el SAR fue de 28 especies (Anexo "P"), de las cuales 14 especies se registraron mediante capturas en redes de niebla y 19 especies mediante el análisis de llamados de ecolocalización grabados con ayuda del detector ultrasónico Song Meter SM4 y cinco especies con ambos métodos; mientras que la riqueza del AIP fue de 23 especies, 9 capturadas en redes de niebla y 14 especies identificadas en los análisis de llamados de ecolocalización grabados con ayuda del Song Meter SM4 y dos especies registradas en ambos métodos (Gráfica IV.2.1.2.2-3 y IV.2.1.2.2-4). En ambos casos, las especies pertenecen a cuatro familias, siendo la mejor representada la familia Vespertilionidae (Gráfica IV.2.1.2.2-5).

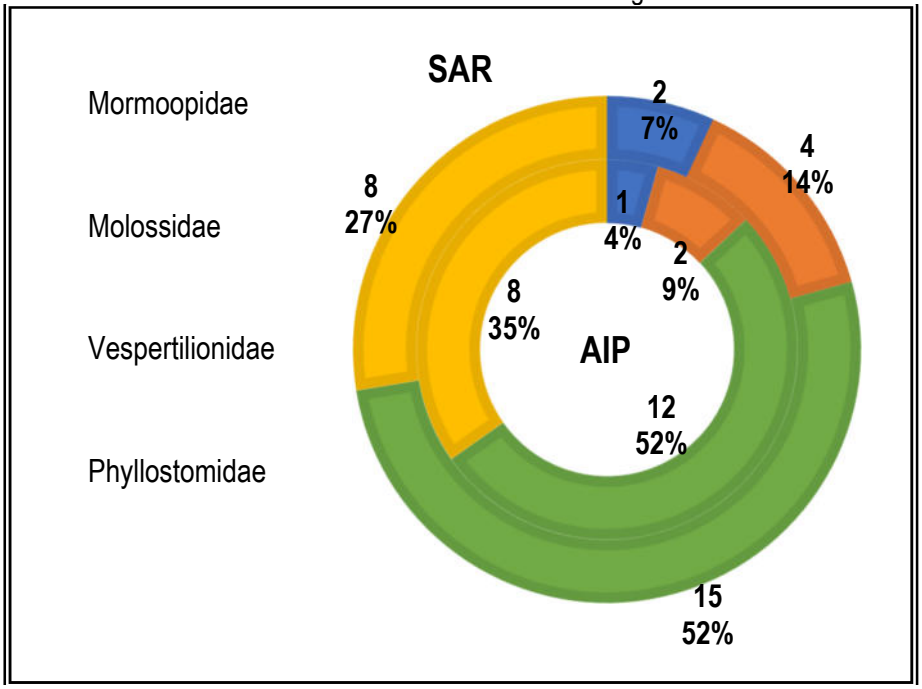


Gráfica IV.2.1.2.2-3.- Riqueza de especies de quirópteros registrada en el SAR y AIP.



Gráfica IV.2.1.2.2-4.- Número de especies registradas de quirópteros en el SAR y AIP en las diferentes metodologías: capturas mediante redes

de niebla, grabación de llamados de ecolocalización mediante el detector acústico Song Meter SM4.

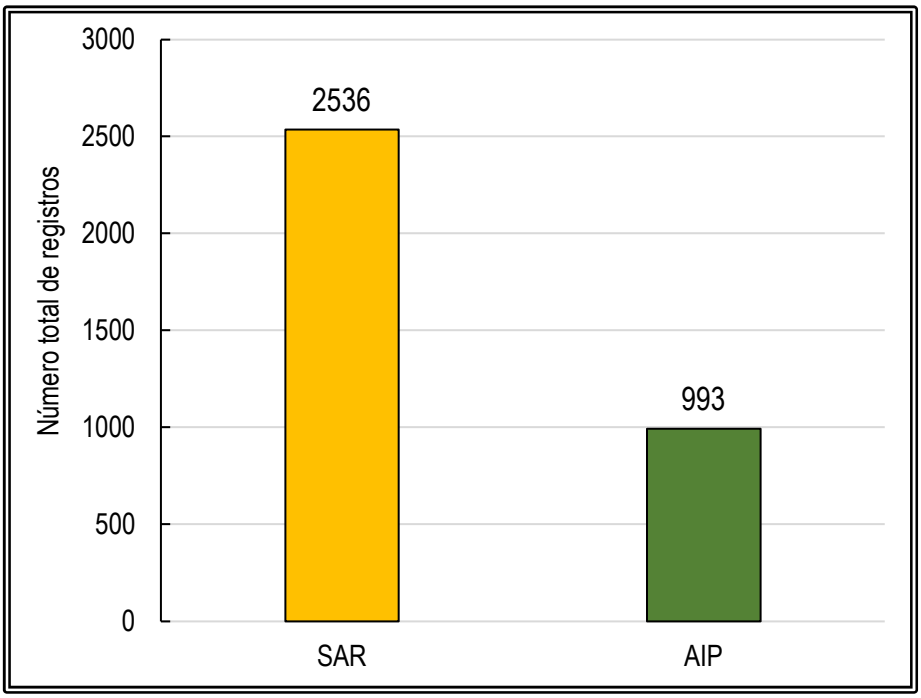


Gráfica IV.2.1.2.2-5.- Representatividad de especies por familia de quirópteros en SAR y AIP.

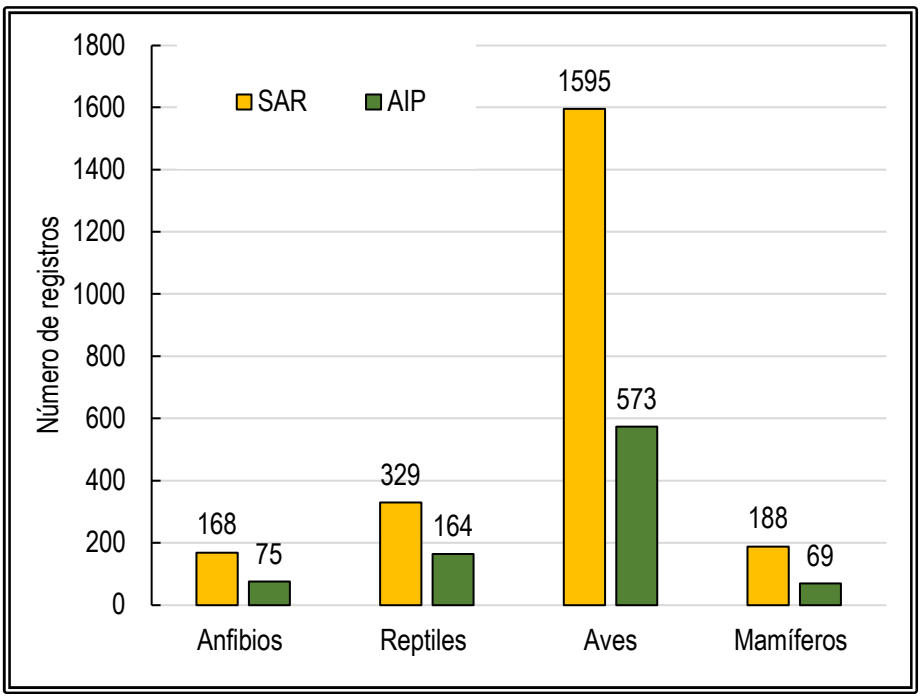
Abundancia

En cuanto al número de registros, en el SAR Miquetla se obtuvieron un total de 2536 registros, de los cuales 168 corresponden a anfibios, 329 a reptiles, 1595 a aves y 188 de mamíferos. En el AIP se registraron 993: 75 de anfibios, 164 reptiles, 573 aves y 69 mamíferos (Gráfica IV.2.1.2.2-6 y IV.2.1.2.2-7).

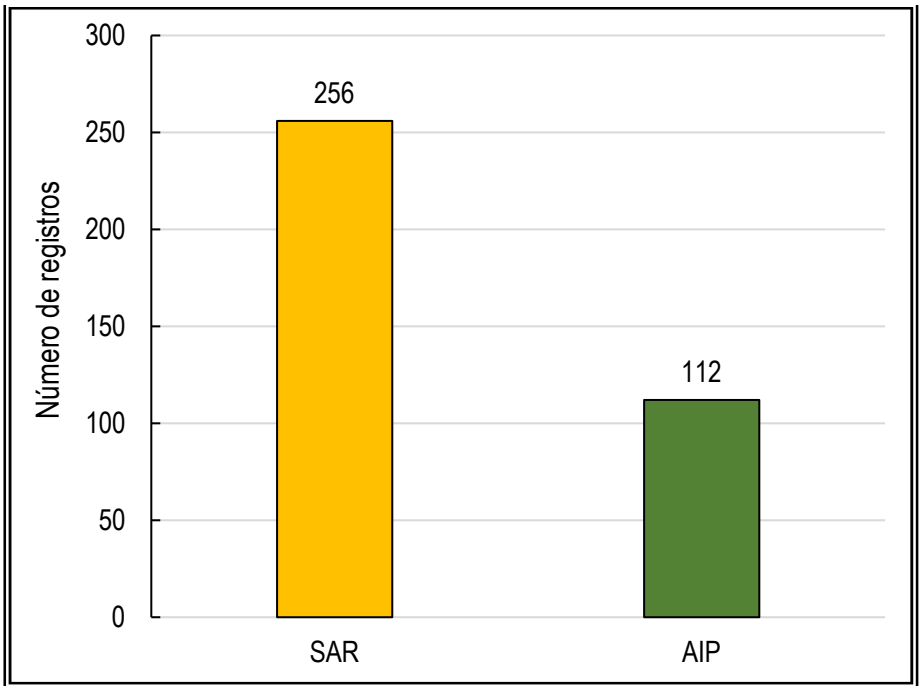
El número de capturas de quirópteros fue de 256 para el SAR y 112 para el AIP (Gráfica IV.2.1.2.2-8). Como resultado de la instalación del detector acústico se obtuvo un total de 96 horas de grabación y un total de más de 1746 llamados de ecolocalización.



Gráfica IV.2.1.2.2-6.- Número total de registros obtenidos para el SAR y AIP.



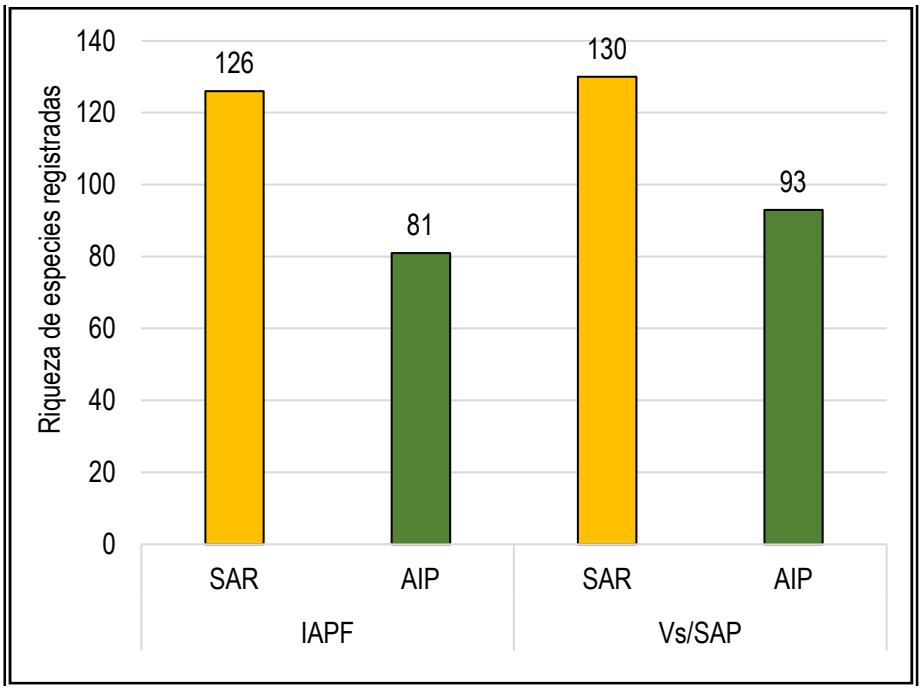
Gráfica IV.2.1.2.2-7.- Número de registros obtenidos por grupo faunístico para el SAR y AIP.



Gráfica IV.2.1.2.2-8.- Número de registros de quirópteros obtenidos para el SAR y AIP.

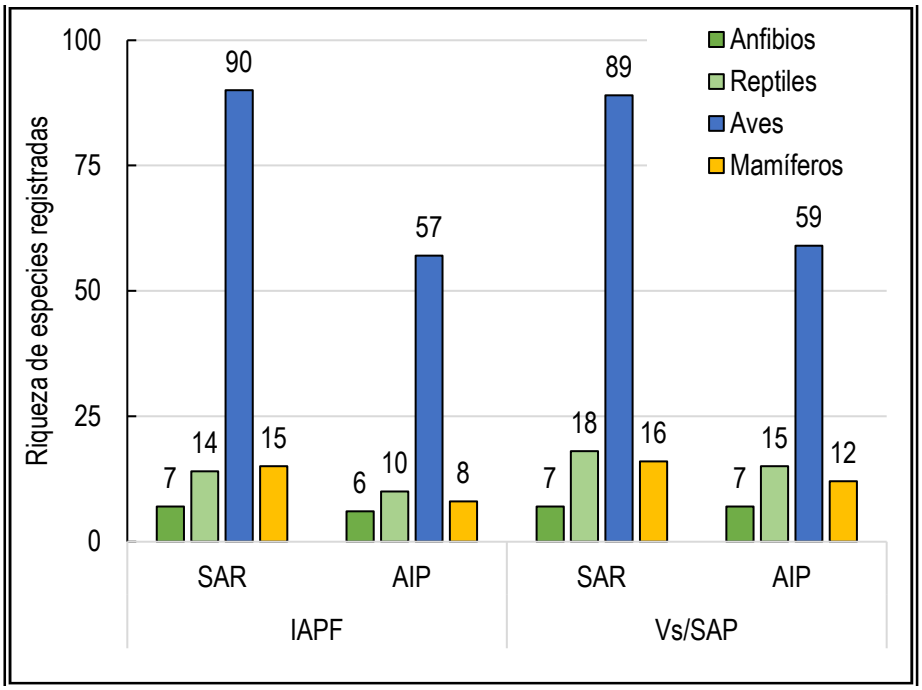
Riqueza y abundancia por tipo de vegetación

El análisis de riqueza de especies por tipo de vegetación mostró una mayor riqueza la **vegetación secundaria de selva alta perennifolia (Vs/SAP)** con un total de 130 para el SAR y 93 especies para el AIP registradas respectivamente, mientras que en **la Información agrícola-pecuaria-forestal (IAPF)** presentó una riqueza de 126 especies y 81, respectivamente (Gráfica IV.2.1.2.2-9).



Gráfica IV.2.1.2.2-9.- Riqueza de especies registrada por tipo de vegetación en el SAR y AIP.

En cuanto a la riqueza de especies por grupo faunístico en ambos tipos de vegetación, se puede observar que las riquezas en general son similares. Se registró una riqueza ligeramente mayor de especies de reptiles (18 especies) y mamíferos (16 especies) en Vs/SAP, mientras que los anfibios presentaron el mismo número de especies en ambos tipos de vegetación (7 especies) y las aves una riqueza apenas mayor en IAPF (90 especies). En el caso del AIP, todos los grupos presentaron una riqueza mayor de especies en VS/SAP (Gráfica IV.2.1.2.2-10).

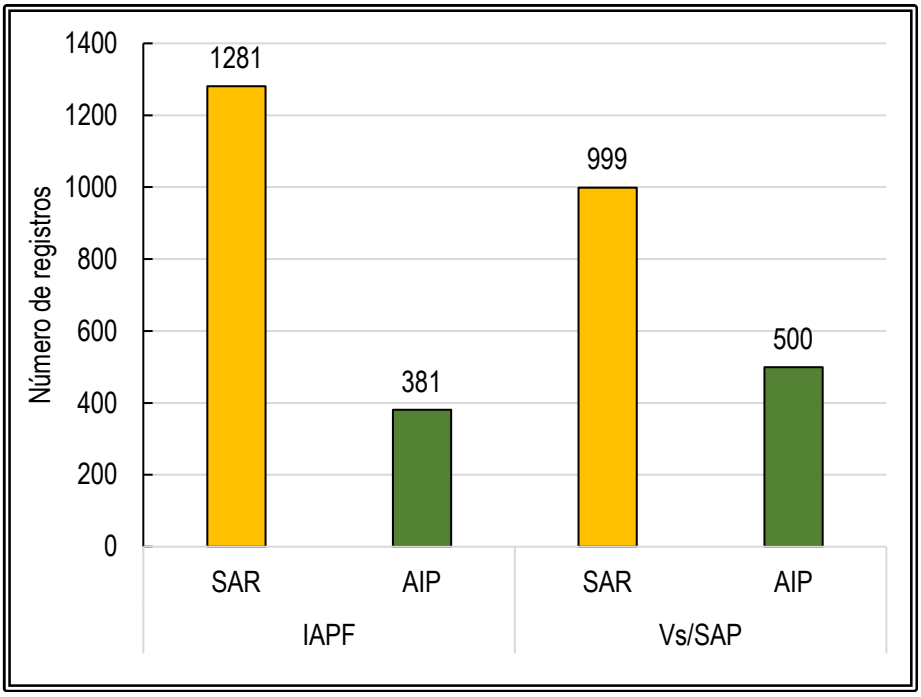


Gráfica IV.2.1.2.2-10.- Riqueza de especies registrada por grupo faunístico en los dos tipos de vegetación en el SAR y AIP.

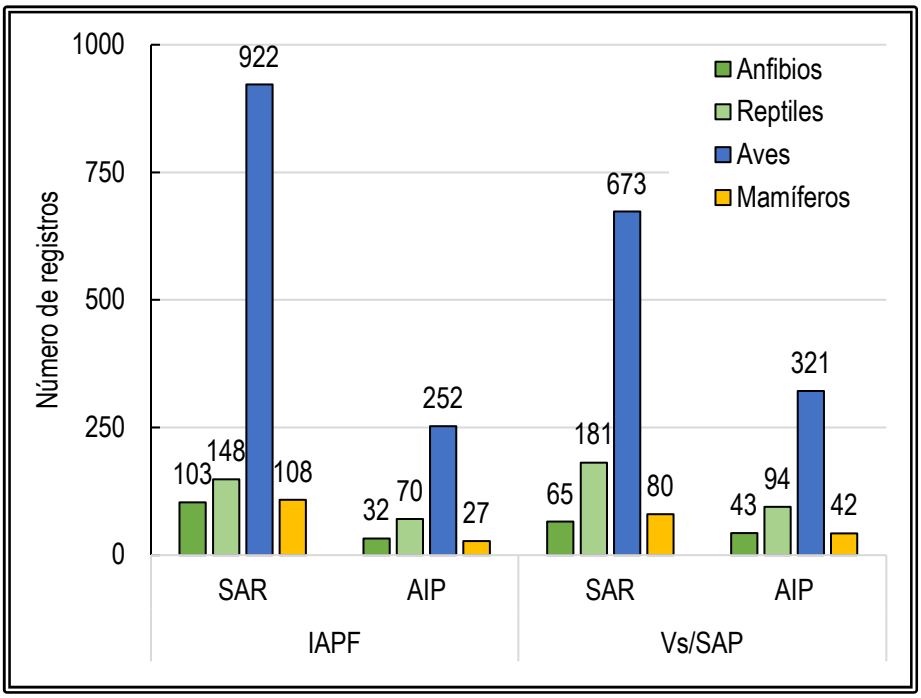
Es importante mencionar que la similitud en el número de especies registradas no significa que ambos tipos de vegetación tengan comunidades de fauna silvestre iguales. El número de individuos por especie, así como la composición de estas comunidades juegan un rol primordial en la estructura y funcionamiento de las comunidades animales. En los sitios de Vs/SAP se registraron especies únicas que no se presentaron en los sitios de IAPF, como son el ocelote (*Leopardus pardalis*), el tucán pico canoa (Ramphastos sulfuratus) y la tortuga pecho quebrado escorpión (*Kinosternon scorpioides*), especies enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como en peligro de extinción (P), amenazada (A) y sujeta protección especial (Pr), respectivamente (Fotografía IV.2.1.2.2-20); así como otras especies asociadas a vegetación más conservada de selva. Aunado a esto, en los hábitats abiertos como IAPF existe una mayor detectabilidad que en los hábitats más cerrados como la Vs/SAP lo que puede explicar el que se haya encontrado una riqueza tan similar en ambos sistemas.

Fotografía IV.2.1.2.2-20.- Especies asociadas a áreas de selva y registradas únicamente en Vs/SAP enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: A) Ocelote (*Laopardus pardalis*) en peligro de extinción (P) y B) Tucán pico canoa (*Ramphastos sulfuratus*) amenazada (A).

El número de registros totales por tipos de vegetación en el SAR fue mayor en IAPF, mientras que en el AIP se obtuvieron más registros en Vs/SAP (Gráfica IV.2.1.2.2-11). En el SAR, todos los grupos tuvieron un mayor número de registros en IAPF con excepción del grupo de los reptiles que presentó un mayor número de registros en Vs/SAP (Gráfica IV.2.1.2.2-12). Por otro lado, en el AIP todos los grupos faunísticos presentaron una mayor abundancia en Vs/SAP (Gráfica IV.2.1.2.2-12).



Gráfica IV.2.1.2.2-11.- Número de registros por tipo de vegetación en el SAR y AIP.



Gráfica IV.2.1.2.2-12.- Número de registros por grupo faunístico en los dos tipos de vegetación en el SAR y AIP.

El mayor número de individuos o registros en IAPF de los diferentes grupos faunísticos en el SAR puede ser resultado de la modificación del hábitat a zonas de ganado o huertos de naranja que pueden favorecer al establecimiento de un gran número de individuos de algunas especies, sobre todo especies generalistas y poco sensibles a la perturbación. Del mismo modo, podría ser resultado de una mayor detectabilidad en estas zonas debido a las condiciones más abiertas del hábitat.

Especies bajo categoría de riesgo y conservación

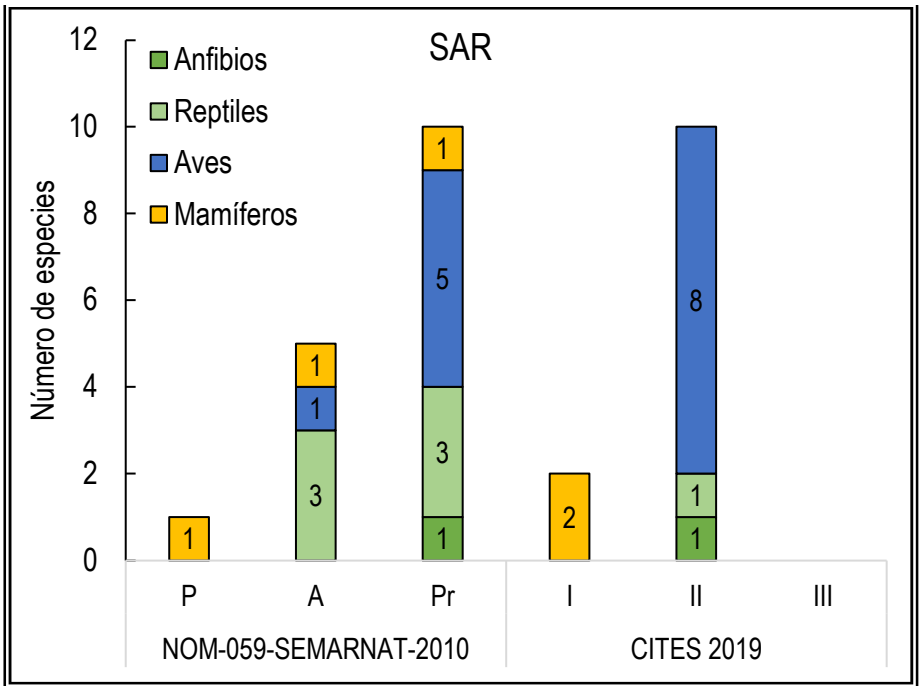
En SAR Miquetla se registraron un total de 23 especies en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT 2010 y/o presentes en alguno de los apéndices de CITES 2019: 16 en la norma y 12 en los apéndices de CITES 2019 (Tabla IV.2.1.2.2-2). Por otro lado, en el AIP, 15 de las especies registradas se encuentran enlistadas en la norma o en los apéndices de CITES 2019: ocho (8) en la norma y nueve (9) en cites.

Del total de especies en categorías de riesgo en el SAR, una (1) se encuentra en peligro de extinción (P), cinco (5) especies se encuentran amenazadas (A), 10 especies sujetas a protección especial (Pr); mientras que dos (2) especies se encuentran en el apéndice I de CITES 2019 y 10 en el apéndice II (Gráfica IV.2.1.2.2-13). En el AIP cinco (5) están en *Pr*, tres (3) en *A*, una (1) en el apéndice I de CITES 2019 y ocho (8) en el apéndice II (Gráfica IV.2.1.2.2-14).

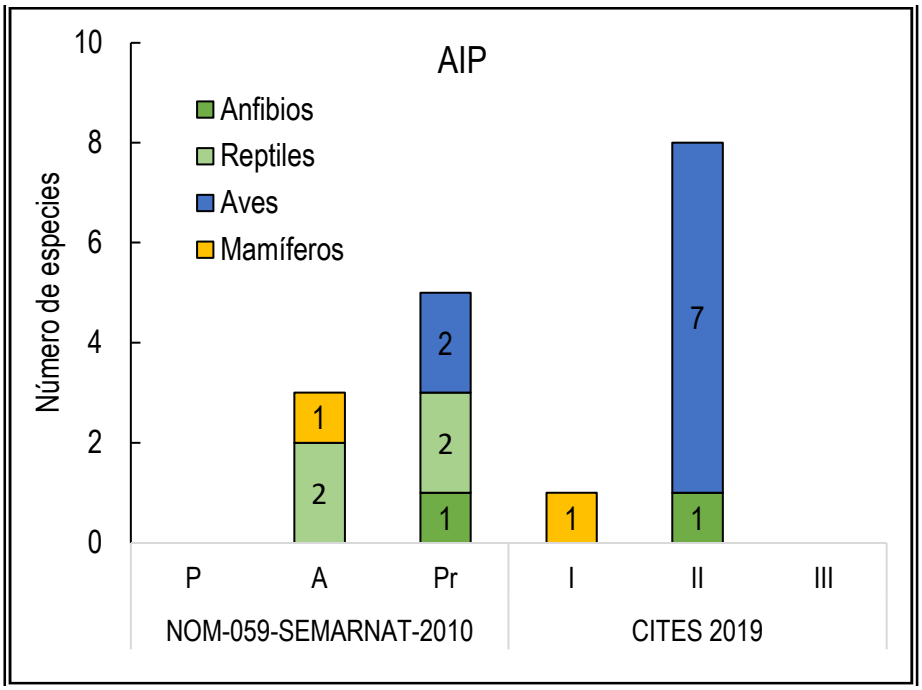
Tabla IV.2.1.2.2-2.- Especies registradas en el SAR y AIP que se encuentran enlistadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o dentro de los apéndices de CITES 2019.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	[1]NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES 2019			AIP	SAR
					I	II	III		
Anura	Ranidae	*Lithobates berlandieri*	Rana Leopardo	**Pr**		**X**		X	X
Squamata	Boidae	*Boa constrictor*	Mazacuata	**A**				X	X
Squamata	Viperidae	*Agkistrodon taylori*	Metapil	**A**					X
Squamata	Scincidae	*Plestiodon lynxe*	Eslizón de Bosque de Encinos	**Pr**				X	X
Squamata	Scincidae	*Scincella silvicola*	Eslizón de la Sierra Madre Oriental	**A**				X	X
Testudines	Emydidae	*Trachemys scripta*	Tortuga Gravada	**Pr**		**X**			X
Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga Pecho Quebrado Escorpión	**Pr**				X	X
Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre mexicana	**Pr**				X	X
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Milano tijereta	**Pr**					X
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla negra mayor	**Pr**					X
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor	**Pr**					X
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario			**X**		X	X
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño			**X**		X	X
Strigiformes	Strigidae	*Ciccaba virgata*	Búho café			**X**		X	X
Strigiformes	Strigidae	*Ciccaba nigrolineata*	Búho barrado albinegro			**X**		X	X
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán pico canoa	**A**		**X**			X
Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco			**X**		X	X
Falconiformes	Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara quebrantahuesos			**X**		X	X
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona autumnalis*	Loro de cachetes amarillos			**X**		X	X
Passeriformes	Icteridae	*Psarocolius montezuma*	Oropéndula de Moctezuma	**Pr**				X	X
Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasionycteris noctivagans*	Murciélago Pelo Plateado	**Pr**					X
Carnivora	Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Jaguarundi, Onza	**A**	**X**			X	X
Carnivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote, tigrillo	**P**	**X**				X

[1] Categorías de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010***: P***, en peligro de extinción; ***A***, amenazada; ***Pr***, Sujetas a protección especial.



Gráfica IV.2.1.2.2-13.- Número de especies registradas en el SAR de los cuatro grupos faunísticos en las diferentes categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (P, en peligro; A, amenazada; Pr, sujeta a protección especial) y los apéndices de CITES 2019 (apéndices I, II, III).



Gráfica IV.2.1.2.2-14.- Número de especies registradas en el AIP de los cuatro grupos faunísticos en las diferentes categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (P, en peligro; A, amenazada; Pr, sujeta a protección especial) y los apéndices de CITES 2019 (apéndices I, II, III).

Índices de diversidad alfa, beta y gamma del SAR

Los resultados de los índices de diversidad alfa para cada grupo faunístico se muestran en la Tabla IV.2.1.2.2-3. De acuerdo con los índices de diversidad, es posible observar que el grupo que presentó la mayor diversidad de especies fue la avifauna, presentando valores altos de diversidad de Margalef y moderadamente alto de Shannon-Weiner, y un valor muy bajo de dominancia de Simpson; mientras que el grupo de anfibios presentó la diversidad más baja, considerando ambos índices. Es importante recordar que, para el índice de Shannon y Margalef, los valores menores a 2.0 sugieren una baja diversidad de especies mientras que los valores por encima de 5.0 son de zonas con una alta diversidad de especies.

Por otro lado, el índice de Simpson va de 0-1 presentando mayor dominancia y menor diversidad conforme se acerca a 1. Los reptiles presentaron el menor valor en el índice Shannon y el mayor en índice de dominancia de Simpson, sugiriendo una diversidad baja y una mayor dominancia de unas cuantas especies. Los mamíferos y los quirópteros presentan una diversidad media y muy bajo índice de Simpson, lo que nos indica que estas comunidades no se encuentran dominadas por ninguna especie en particular.

Tabla IV.2.1.2.2-3.- Índices de diversidad de Shannon- Weiner, y Margalef e índice de dominancia de Simpson (D) por grupo faunístico.

Grupo Faunístico	Simpson (D)	Shannon-Weiner (H')	Margalef
Anfibios	0.340	1.370	1.171
Reptiles	0.541	1.220	3.451
Aves	0.029	3.986	14.916
Mamíferos	0.090	2.594	3.056
Quirópteros	0.159	2.097	2.344

La diversidad beta y gamma solo se calculó para los grupos que se muestrearon en ambos tipos de vegetación. Los resultados de la diversidad beta y gamma se muestran en la Tabla IV.2.1.2.2-4. Los índices muestran un muy bajo reemplazo de especies para todos los grupos faunísticos entre un tipo de vegetación y otro, lo que indica que las comunidades de anfibios, reptiles, aves y mamíferos son muy similares en los diferentes tipos de vegetación, ya que comparten un gran número de especies (Tabla IV.2.1.2.2-5). En el caso particular de los anfibios, el reemplazo de especies es cero debido a que se comparten todas las especies. Finalmente, la diversidad gamma, fue mayor para la avifauna, que fue la que presenta el mayor número de especies, en comparación con la herpetofauna y la mastofauna.

Tabla IV.2.1.2.2-4.- Índices de diversidad beta y gamma por grupo faunístico registrado en el SAR.

Grupo Faunístico	Diversidad Beta		Diversidad Gamma
	Whittaker	Wilson-Shmida	Schluter y Ricklefs
Anfibios	0	0	7
Reptiles	0.312	0.312	21
Aves	0.24	0.24	111
Mamíferos	0.096	0.096	17

Tabla IV.2.1.2.2-5.- Especies compartidas y exclusivas registradas de los tres grupos faunísticos dentro del SAR.

Grupo faunístico	Especies compartidas	Especies exclusivas IAPF	Especies exclusivas Vs/SAP
Anfibios	7	0	0
Reptiles	18	3	7
Aves	68	22	21
Mamíferos	14	1	2

Endemismos

Las especies endémicas son aquellas cuya distribución natural se encuentra restringida a un territorio determinado, siendo un río, una montaña, un estado, país o hasta continente. Las especies endémicas representan uno de los principales objetivos de conservación debido a la rareza de estas, ya que la reducción y extinción de dicha especie representaría en términos evolutivos y taxonómicos una gran pérdida. En México existe un gran número de especies endémicas principalmente de insectos, plantas y reptiles.

En el SAR Miquetla, el número de especies endémicas de México registradas fueron cuatro (4), tres (3) especies de reptiles y una (1) de aves (Tabla IV.2.1.2.2-6).

Tabla IV.2.1.2.2-6.- Especies endémicas de México registradas en el SAR de Miquetla.

GRUPO FAUNÍSTICO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOMBRE COMÚN EN INGLÉS
HERPETOFAUNA	Squamata	Scincidae	*Plestiodon lynxe*	Eslizón de Bosque de Encinos	Oak Forest Skink
HERPETOFAUNA	Squamata	Scincidae	*Scincella silvicola*	Eslizón de la Sierra Madre Oriental	Tsylor's Ground Skink
HERPETOFAUNA	Squamata	Viperidae	*Agkistrodon taylori*	Metapil	Taylor's Cantil
AVIFAUNA	Coraciiformes	Momotidae	*Momotus coeruliceps*	Momoto corona azul	Blue-capped Motmot

Especies exóticas e invasoras

A las especies que se han desarrollado en un ecosistema determinado y que se encuentran dentro de su área de distribución natural u original, acorde con su potencial de dispersión natural; es decir sin la ayuda o intervención del ser humano, se les llama especies nativas. Cuando un organismo (especie, subespecie o taxón inferior) ocurre fuera de su área natural (pasada o actual) y de dispersión potencial (ej. fuera del área que ocupa de manera natural o que no podría ocupar sin la directa o indirecta introducción o cuidado humano) se le conoce como especie exótica ya que es un organismo nuevo en el ambiente.

En cuanto a especies exóticas, dentro del SAR Miquetla se registraron un total de seis (6) especies exóticas, de las cuales una (1) corresponde al grupo de los anfibios, dos (2) al grupo de los reptiles y tres (3) a las aves (Tabla IV.2.1.2.2-7).

Tabla IV.2.1.2.2-7.- Especies exóticas registradas dentro del SAR Miquetla.

GRUPO FAUNÍSTICO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOMBRE COMÚN EN INGLÉS
HERPETOFAUNA	Anura	Ranidae	*Lithobates catesbeianus*	Rana Toro	Bullfrog
HERPETOFAUNA	Squamata	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona Asiática	Asian House Gecko
HERPETOFAUNA	Squamata	Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo Pardo del Caribe	Brown Anole
AVIFAUNA	Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica	Rock Pigeon
AVIFAUNA	Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca	Eurasian Collared-Dove
AVIFAUNA	Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza ganadera	Cattle Egret

Las especies exóticas pueden ser indicadoras de un estado degradado o perturbado de los ecosistemas naturales, ya que se ha demostrado que en entornos naturales bien conservados dificulta el establecimiento de estas especies, por lo que de manera indirecta puede usarse como una medida de conservación de los hábitats. El SAR Miquetla muestra un alto grado de perturbación sobre todo en las zonas con mayor presencia de influencia humana.

IV.2.1.2.2.3.2 Caracterización de la fauna silvestre del Área de Proyecto

Infraestructura existente

Con base en las especies registradas en el AIP y considerando la experiencia en campo de especies atropelladas, se obtuvo un listado de 29 especies de fauna silvestre susceptibles a ser impactadas por atropellamiento, siendo la herpetofauna el grupo más afectado (Tabla IV.2.1.2.2-8). De las especies de anfibios, una (1) especie se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en el apéndice II de CITES 2019, mientras que de las especies de reptiles dos (2) se encuentran enlistadas en esta norma.

Tabla IV.2.1.2.2-8.- Especies registradas en el AIP susceptibles a ser atropelladas en el Área de Proyecto Infraestructura existente.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nombre en inglés	[1]NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES		
						I	II	III
Anura	Bufonidae	*Incilius nebulifer*	Sapo Nebuloso	Coastal Plain Toad				
Anura	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo Gigante	Giant Toad				
Anura	Ranidae	*Lithobates catesbeianus*	Rana Toro	Bullfrog				
Anura	Ranidae	*Lithobates berlandieri*	Rana Leopardo	Río Grande Leopard Frog	**Pr**		**X**	
Squamata	Boidae	*Boa constrictor*	Mazacuata	Boa Constrictor	**A**			
Squamata	Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Culebra Corredora de Petatillo	Speckled Racer				
Squamata	Colubridae	*Spilotes pullatus*	Serpiente Tigre	Tiger Rat Snake				
Squamata	Colubridae	*Oxybelis aeneus*	Bejuquilla	Vine Snake				
Squamata	Colubridae	*Tropidodipsas sartori*	Culebra Caracolera del Oriente	Terrestrial Snail Sucker				
Squamata	Elapidae	*Micrurus tener*	Serpiente Coralillo Arlequín	Texas Coral Snake				
Squamata	Viperidae	*Bothrops asper*	Nauyaca	Central American Lancehead				
Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga Pecho Quebrado escorpión	Scorpion Mud Turtle	**Pr**			
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	Inca Dove				
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita pico rojo	Common Ground Dove				
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita canela	Ruddy Ground Dove				
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	Common Pauraque				
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	Black Vulture				
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Turkey Vulture				
Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria dorso negro mayor	Altamira Oriole				
Passeriformes	Icteridae	*Icterus graduacauda*	Calandria capucha negra	Audubon's Oriole				
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	Great-tailed Grackle				
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	Common opossum				
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	Virginia opossum				

Continuación Tabla IV.2.1.2.2-8

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nombre en inglés	[1]NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES		
						I	II	III
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo nueve bandas	Nine banded armadillo				
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo del este	Eastern cottontail				
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	Coyote				
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Gray fox				
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	Northern raccoon				
Carnivora	Mustelidae	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado	Striped skunk				

[1] Categorías de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010***:*** ***P***, en peligro de extinción; ***A***, amenazada; ***Pr***, Sujetas a protección especial. *Los colores corresponden a los diferentes grupos faunísticos: verde oscuro-anfibios, verde claro- reptiles, azul- aves y naranja-mamíferos.

No obstante, es importante mencionar que esto no excluye al resto de las especies registradas en el AI y SAR, específicamente a las especies presentes en áreas de uso agrícola-pecuario-forestal (IAPF), donde se encuentran la mayoría de la infraestructura existente. Lo anterior debido a que la fauna silvestre no se encuentra manera fija en un solo sitio, moviéndose de un sitio a otro en busca de alimento, refugio o sitios de anidación.

En este sentido, las medidas de mitigación deben aplicarse a todos los caminos cuando se hagan actividades de revisión y mantenimiento, ya que el riesgo de atropellamiento es igual en todos; teniendo especial cuidado en aquellos caminos más cercanos a fragmentos de Vs/SAP debido a que existen algunas especies que solo han sido registradas a este tipo de vegetación cómo la Serpiente tigre, Bejuquilla, Tortuga pecho quebrado escorpión, esta última sujeta a protección especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT (Figura IV.2.1.2.2-6).

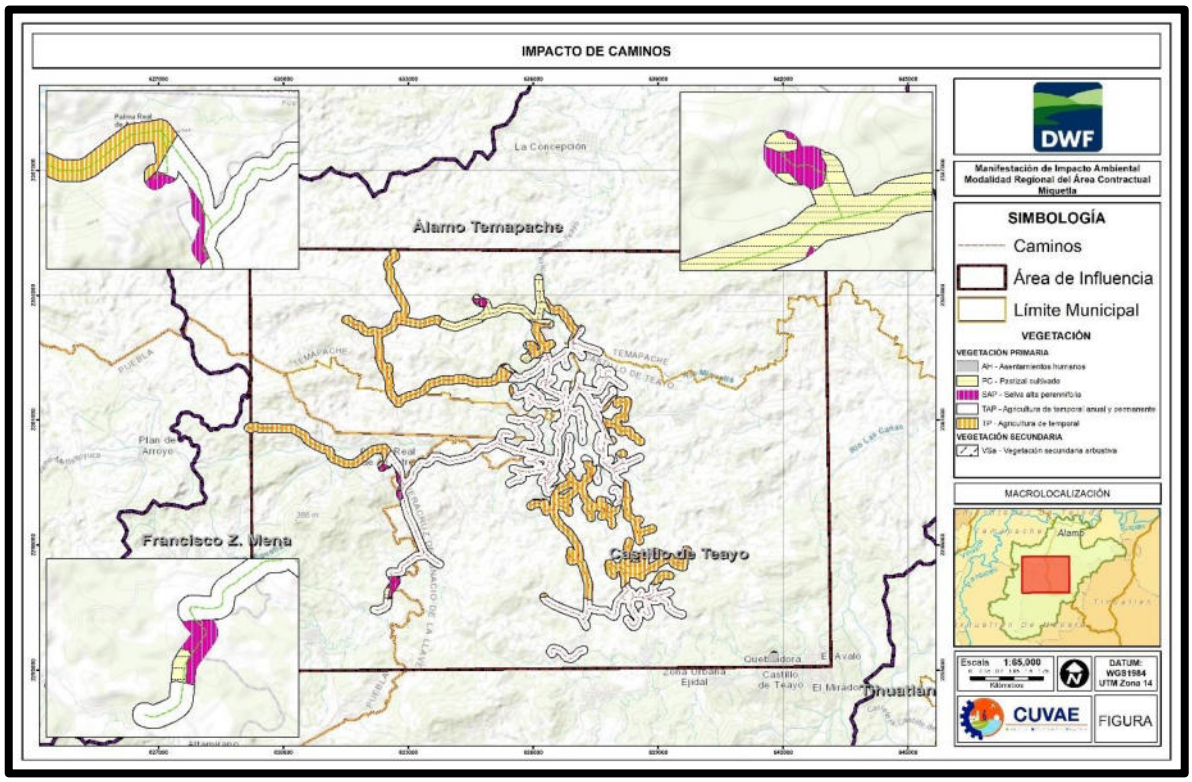


Figura IV.2.1.2.2-6.- Sitios potenciales de atropellamiento de individuos de fauna silvestre (caminos y sus alrededores) y sitios de cuidado especial entre vegetación Vs/SAP (rosa).

Construcción de infraestructura nueva

Ducto

El Gasoducto se encuentra en una zona de cultivo de naranja sobre un derecho de vía de una línea de descarga existente, por lo que se encuentra desprovista, en su mayoría, de vegetación (Fotografías IV.2.1.2.2-21 y IV.2.1.2.2-22). Durante los recorridos de campo, se observaron ocho (8) especies presentes dentro de la obra al momento de los recorridos, una (1) especie de lagartija y siete (7) especies de aves (Tabla IV.2.1.2.2-9 y Fotografía IV.2.1.2.2-23). Pertenecientes a cinco (5) órdenes, seis (6) familias y ocho (8) géneros. De estas especies, una se encuentra dentro del apéndice II de CITES 2019: el Caracara quebrantahuesos (*Caracara cheriway,* Fotografía IV.2.1.2.2-24).

Fotografía IV.2.1.2.2-21.- Recorridos de búsqueda de fauna silvestre dentro del derecho de vía existente en el que se encontrará el ducto.

Fotografía IV.2.1.2.2-22.- Derecho de vía existente en el que se encontrará el ducto.

Tabla IV.2.1.2.2-9.- Especies observadas al momento de los recorridos sobre el derecho de vía existente.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Abundancia	NOM-050-SEMARNAT-2010	CITES 2019		
						I	II	III
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija Espinosa Vientre Rosado	2				
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí vientre canelo	2				
Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	1				
Falconiformes	Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara quebrantahuesos	1			X	
Passeriformes	Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	4				
Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	1				
Passeriformes	Thraupidae	*Tiaris olivaceus*	Semillero oliváceo	2				
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de collar	1				

Fotografía IV.2.1.2.2-23.- Individuo de Aguililla caminera (*Rupornis magnirostris*) observado en el derecho de vía sobre el cual se encontrará el Gasoducto

Fotografía IV.2.1.2.2-24.- Individuo de Caracara quebrantahuesos (*Caracara cheriway*) observado en el derecho de vía sobre el cual se encontrará el Gasoducto.

Sin embargo, es importante mencionar que no son las únicas especies presentes en estas áreas que puedan ser afectadas por las actividades de construcción, operación y mantenimiento. Los grupos de vertebrados terrestres muestreados en el AIP no se encuentran de manera fija en un solo sitio, sino que se encuentran en constante movimiento. El desplazamiento de la fauna silvestre de sitios de alimentación a sitios de refugio, así como movimientos estacionales en función de la disponibilidad de alimento puede ocasionar que diferentes especies puedan utilizar estos hábitats en diferentes momentos, siendo susceptibles a ser afectadas al coincidir en el sitio con cualquiera de las actividades antes mencionadas. Por lo que no se puede excluir al resto de las especies registradas en el SAR de ser impactadas (90 especies registradas en IAPF).

Pozo INFILL 16

En el caso de pozo INFILL 16, este se construirá dentro de una instalación existente por lo que la obra se encuentra completamente desprovista de vegetación (Fotografía IV.2.1.2.2-25). Durante el recorrido fue posible observar algunas especies en los alrededores de la obra, así como especies que cruzan una parte de la misma, aunque no dentro de la misma. Entre las especies observadas se encuentran el Zanate Mayor (*Quiscalus mexicanus*), Semillero oliváceo (*Tiaris olivaceus*), semillero de collar (*Sporophila morelleti*), Tortolita cola larga (*Columbina inca*) entre otras.

Fotografía IV.2.1.2.2-25.- Macropera existente donde se encontrará el Pozo INFILL 16.

No obstante, nuevamente es necesario mencionar que las actividades relacionadas con la construcción, la operación y mantenimiento pueden potencialmente afectar a todas las especies no registradas en el área de proyecto al momento del recorrido pero que se encuentran en el AI y SAR, sobre todo aquellas especies poco vágiles, aislando individuos al funcionar como barreras físicas.

IV.2.1.2.2.4 Conclusiones

- La riqueza de especies de SAR del Área Contractual Miquetla se encuentra conformada por un total de 184 especies y una diversidad moderada de especies en comparación con otras zonas tropicales en la región. Del total de especies 23 se encontraron en la NOM-059-SEMARNAT y CITES 2019.

- El SAR es un área que posee altos niveles de fragmentación y perturbación con una matriz dominante de áreas agrícolas y pocos fragmentos remanentes de vegetación secundaria de selva. La riqueza de especies en Vs/SAP fue en general mayor a la registrada en IAPF. A pesar de que la riqueza de ambos es muy similar para todos los grupos faunísticos, la composición de especies para cada tipo de vegetación no es la misma, existiendo en Vs/SAP especies de gran importancia y características de selva alta perennifolia como son el ocelote y el tucán pico canoa, las cuales están normadas. Por lo que es importante conservar los fragmentos de vegetación de selva que aún existen en la zona.

- La diversidad beta del SAR entre tipos de vegetación fue baja, debido al poco recambio de especies que existen ya que se comparten un gran número de especies entre ambos tipos de vegetación. La mayoría de estas especies son especies que se encuentran en gran variedad de hábitats y que se adaptan bien a las áreas urbanizadas.

- Se registraron cuatro especies endémicas en el SAR, lo que resalta la importancia de realizar acciones de conservación en el área; y seis especies exóticas, confirmando el grado de modificación y alteración de los hábitats.

- Para el AIP se encuentra conformado por los mismos hábitats que el SAR. Su riqueza está conformada por 135 especies con mayor número de especies y de registros en Vs/SAP. Del total de especies 15 de ellas se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en los apéndices CITES 2019.

- En el caso del AP, para la infraestructura existente, se mostraron al menos 29 especies susceptibles a ser afectadas por las actividades de operación y mantenimiento, principalmente por atropellamiento. Por otro lado, en la construcción de obras nuevas, se registraron al momento un total de ocho (8) especies presentes en estas obras. Sin embargo, es importante resaltar, que en ambos casos no se puede asegurar que esas sean las únicas especies susceptibles a ser impactadas. Por el carácter vágil de las especies, prácticamente cualquiera de las especies registradas en el AIP puede ser potencialmente impactada.

IV.2.1.2.3 Biodiversidad y áreas sensibles

IV.2.1.2.3.1 Biodiversidad

IV.2.1.2.3.1.1 Introducción

El término biodiversidad comprende todos los componentes de la vida que se encuentran en un determinado lugar. Para su estudio, la biodiversidad se ha agrupado en tres niveles (diversidad genética, de especies y de ecosistemas), los cuales no son independientes entre sí, sino que se integran unos de otros (Imagen IV.2.1.2.3-1). El primer nivel corresponde la variación en el contenido de la información genética de cada individuo posee en el ADN de sus células. El segundo nivel corresponde a la diversidad de especies que comprende la variación de formas de vida en una región determinada. Por último, el tercer nivel, la diversidad de ecosistemas se refiere a la variedad de hábitats en un área determinada (Benítez-Badillo et al. 2010, INECC 2007).

Imagen IV.2.1.2.3-1.- Niveles de estudio de la biodiversidad: diversidad genética, de especies y de ecosistemas.

Considerando los diferentes niveles de diversidad, México se encuentra en los primeros lugares de los "países megadiversos", no solamente por la enorme diversidad de especies que posee sino también por su increíble diversidad genética y ecosistémicas (Benítez-Badillo et al. 2010). El estado de Veracruz, por otro lado, es uno de los estados de la república con mayor biodiversidad, ocupando uno de los tres estados con mayor riqueza biológica (Benítez-Badillo et al. 2010).

Ser un país megadiverso trae consigo la responsabilidad de garantizar la preservación de sus especies y de sus hábitats, pero además los servicios ecosistémicos que proporciona, los cuales son fundamentales para el bienestar del ser humano. Sin embargo, actualmente el mundo entero enfrenta una "crisis de la biodiversidad" como resultado de la pérdida acelerada de especies, genes e incluso deterioro de muchos ecosistemas. Esto por supuesto ha ocasionado a su vez el deterioro y pérdida de servicios ecosistémicos, por lo que es necesario elaborar estrategias de conservación y aprovechamiento sustentable que nos permita garantizar del mantenimiento de estos servicios y, por lo tanto, del funcionamiento de los ecosistemas y la preservación de las especies que la componen (Benítez-Díaz y Bellot-Rojas 2007).

En este sentido es importante evaluar la condición de la biodiversidad de manera que se pueda usar como indicador ambiental de la integridad o salud de un ecosistema. Por lo tanto, el objetivo de este apartado es evaluar la biodiversidad presente dentro del SAR, mediante la síntesis y comparación de la información de los capítulos de IV.2.1.2.1 Vegetación y IV.2.1.2.2 Fauna y disponible en la literatura, que permita determinar las condiciones actuales de la biodiversidad dentro del SAR.

IV.2.1.2.3.1.2 Metodología

La descripción de la biodiversidad del SAR se realizó en dos niveles: diversidad de especies y diversidad de ecosistemas. Para la diversidad de especies, se utilizó la información recopilada en campo y analizada en los capítulos IV.2.1.2.1 Vegetación y IV.2.1.2.2 Fauna, en términos de número de especies, especies sensibles o en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la información de índices de diversidad alfa, beta y gamma reportada en dichos capítulos o calculada en caso de ser necesario.

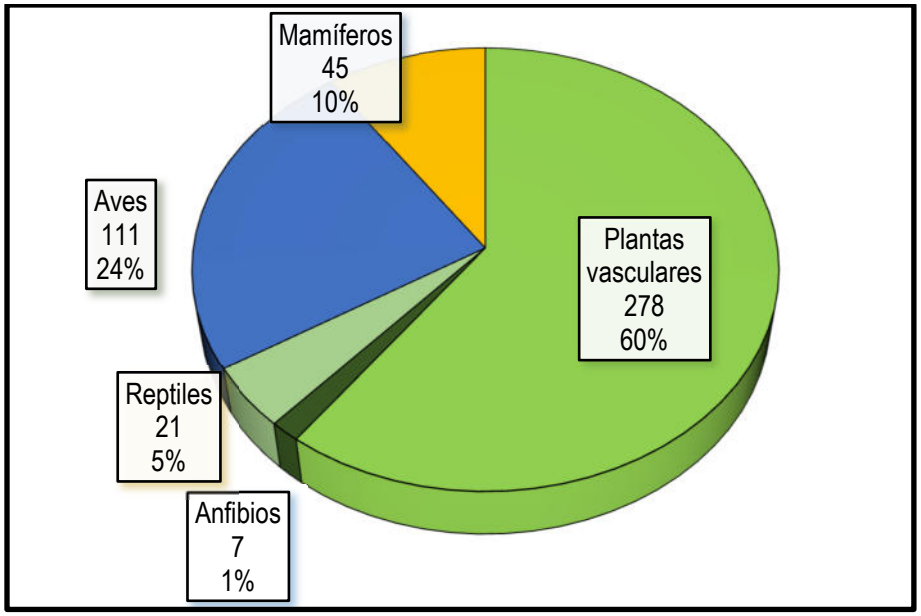
Adicionalmente se incorporó información sobre biodiversidad de los mismos grupos para México y Veracruz para comprar y poner en contexto la biodiversidad encontrada dentro del SAR.

Posteriormente, se utilizó la misma información para describir la diversidad de ecosistemas presentes en el SAR y se resumió la diversidad encontrada para cada uno de estos en el SAR.

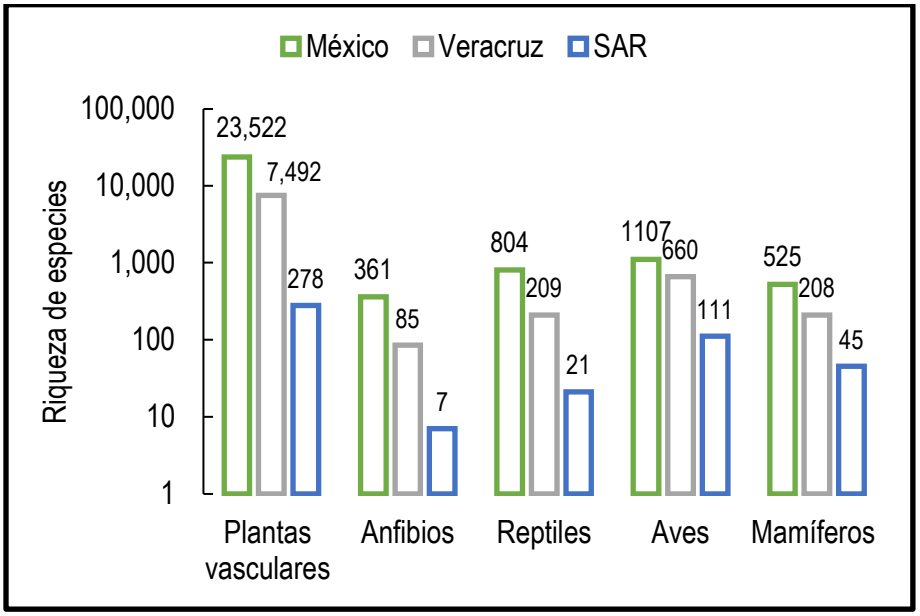
IV.2.1.2.3.1.3 Resultados

Diversidad de especies en el SAR

En el SAR Miquetla, la riqueza total de especies fue de 462, considerando únicamente los grupos trabajados en este proyecto (plantas, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, Gráfica IV.2.1.2.3-1). Esta riqueza representa el 5.3% de la biodiversidad de Veracruz y al 1.7% de la diversidad de especies de México, considerando, por supuesto, solo los grupos antes mencionados (Gráfica IV.2.1.2.3-2), lo que significa de dentro del SAR se resguarda una pequeña parte de la biodiversidad del estado y del país.



Gráfica IV.2.1.2.3-1.- Riqueza total de especies registradas en el SAR, considerando plantas vasculares, anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

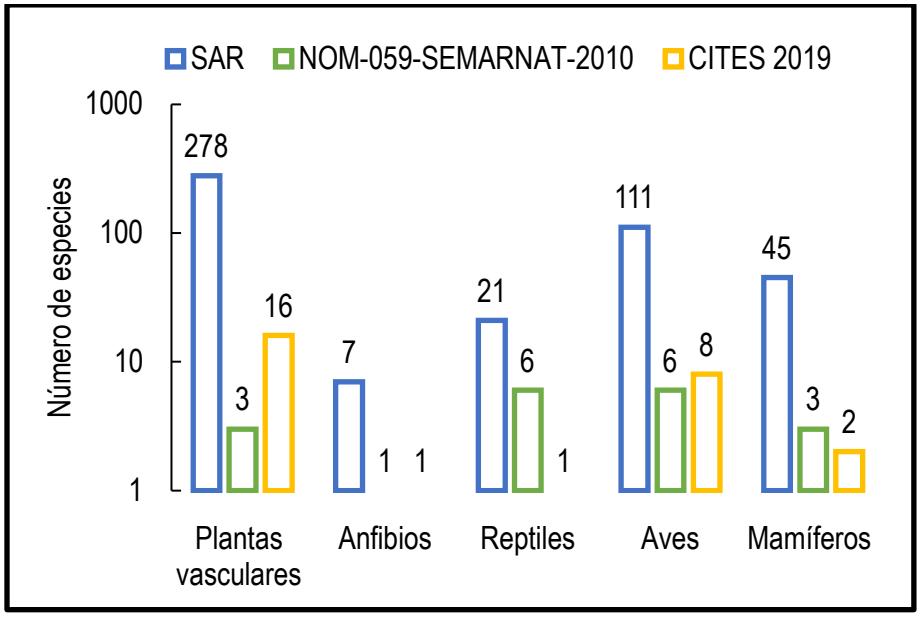


Gráfica IV.2.1.2.3-2.- Número de especies de los cinco grupos descritos presentes en México, Veracruz y SAR. La información sobre México y Veracruz fue tomada de Benítez-Badillo et al. (2010). Los datos se presentan en escala logarítmica debido a la diferencia en la magnitud de diferencia entre los valores de riqueza.

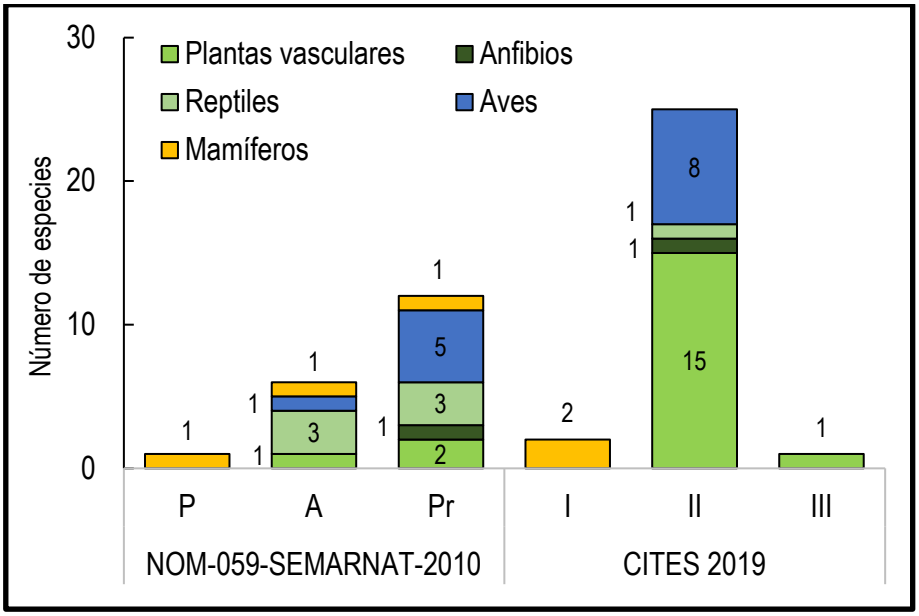
El grupo biológico que presentó menor riqueza de especies en el SAR fueron los anfibios, lo cual puede ser resultado de las condiciones de alteración en el hábitat y la alta sensibilidad de este grupo. Los anfibios son uno de los grupos biológicos más amenazados en el planeta y son particularmente sensibles a la intensificación agrícola. Se ha observado que la riqueza y abundancia de ranas disminuye conforme aumenta el tamaño de los campos de cultivo y homogeneidad de cultivos (creación de monocultivos), mientras que la riqueza y abundancia tiende a aumentar con la cobertura de bosques nativos (Collins y Fahrig 2017). Por lo que es importante preservar los fragmentos de selva remanentes en el SAR para ayudar a la conservación de estas especies.

El número de especies en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 corresponde a 19 especies, siendo los reptiles y las aves los grupos con mayor número de especies en estas categorías; mientras que 28 corresponden a especies presentes en algún apéndice de CITES 2019 (Gráfica IV.2.1.2.3-3). De estas

especies, una (1) se encuentra en peligro de extinción (P), seis (6) amenazadas (A), 12 sujetas a protección especial (Pr), dos (2) en el apéndice I de cites, 25 en el apéndice II y una (1) en el apéndice III (Gráfica IV.2.1.2.3-4).

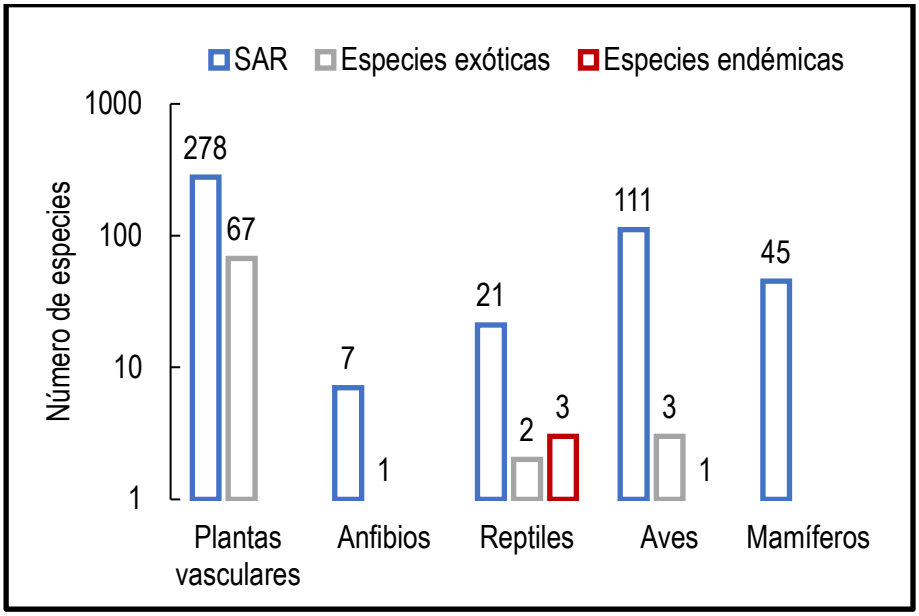


Gráfica IV.2.1.2.3-3.- Número de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (verde) y en Cites 2019 (amarillo) con respecto al total de especies registradas en el SAR (azul) de los cinco grupos.



Gráfica IV.2.1.2.3-4.- Número de especies enlistadas de los diferentes grupos biológicos dentro de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (En peligro de extinción, *P*; Amenazada, *A*; Sujeta a protección especial, *Pr*) y/o dentro de los apéndices de CITES 2019 (apéndices I, II, III).

En cuanto al número de especies endémicas de México, en el SAR se registraron cuatro (4), tres de ellas corresponden al grupo de los reptiles y una a aves. Por otro lado, el número de especies exóticas fue de 73, siendo el grupo de las plantas vasculares el que mayor número de especies presentó en este rubro con 67 (Gráfica IV.2.1.2.3-5). La mayoría de estas especies se encuentran asociadas con cambios abruptos en las condiciones naturales como resultado de las distintas actividades antropogénicas, facilitando la proliferación de estas especies oportunistas. Otras han sido introducidas por los pobladores deliberadamente, entre las cuales se encuentran especies cultivables y pastos dentro del área.



Gráfica IV.2.1.2.3-5.- Número de especies enlistadas en endémicas (rojo) y exóticas (gris) con respecto al total de especies registradas en el SAR (azul) de los cinco grupos.

El alto número de especies exóticas puede considerarse como indicador del grado de perturbación y fragmentación de los ecosistemas dentro del SAR, ya que estas especies se ven favorecidas cuando existen alteraciones en el hábitat. Por otro lado, el número de endemismos, aunque bajo, así como de especies sensibles o en categorías de riesgo muestra que, a pesar de las alteraciones a los mismos, aún existen elementos importantes para conservación y funcionalidad de los ecosistemas.

En cuanto a la diversidad en sus tres niveles (alfa, beta y gamma), en general, se puede decir que el SAR presenta una diversidad de baja a media. La diversidad alfa es baja para los anfibios, para los reptiles y mamíferos la diversidad media y alta para las especies de plantas vasculares en pastizal, Vs/SAP y aves (Tabla IV.2.1.2.3-1).

Tabla IV.2.1.2.3-1.- Resumen de índices de diversidad alfa, beta y gamma reportados para las comunidades estudiadas dentro del SAR.

Comunidades	Diversidad alfa		Diversidad beta	Diversidad gamma
	Shannon	Margalef	Whitaker	Schluter y Ricklefs
Plantas vasculares (Pastizal)	2.59	5.57	0.864[1]	30
Plantas vasculares (Vs/SAP)	3.784	11.92		80
Anfibios	1.370	1.171	0	7
Reptiles	1.220	3.451	0.312	21
Aves	3.986	14.916	0.24	111
Mamíferos	2.594	3.056	0.096	17

Para mayor detalle, véase los apartados de IV.2.1.2.1 Vegetación y IV.2.1.2.2 Fauna. [1]El valor de Whitaker para las comunidades de plantas fue calculado para fines de este apartado con la información disponible de las especies presentes en cada comunidad vegetal y representa el recambio de especies vegetales entre ambas comunidades.

Por otro lado, la diversidad beta, es decir, el recambio de especies entre tipos de vegetación, fue alta para las comunidades de plantas. Esto resulta evidente, pues las características estructurales y de composición de un pastizal cultivado son completamente diferentes a las que se presentan en una selva, incluso en Vs/SAP, como resultado del cambio de uso de suelo. Las pocas especies compartidas suelen ser algunos árboles en pie que dejan como sombra en estos pastizales.

Sin embargo, cuando se habla de fauna, todos los grupos presentaron un bajo recambio de especies, es decir, una baja diversidad beta, pues comparten una gran cantidad de especies. Lo anterior es probablemente resultado de las condiciones de fragmentación y perturbación del hábitat, pues aquellas especies que se comparten entre hábitats suelen ser especies generalistas o que se adaptan muy bien a condiciones de urbanización y perturbación, encontrándose en áreas urbanas, áreas agrícolas y fragmentos de vegetación secundaria. Las pocas especies que no se comparten entre tipos de vegetación suelen ser especies más sensibles o con nichos ecológicos muy específicos por lo que solo se encuentran en ciertos hábitats, tal es el caso de las especies asociadas a zonas más conservadas como el ocelote, que solo se presentó en un área de Vs/SAP.

La diversidad gamma, se refiere a la diversidad regional, y está por supuesto ligada a la heterogeneidad y a la diversidad de ecosistemas y hábitats. La diversidad regional es de 463 especies para el SAR Miquetla, la

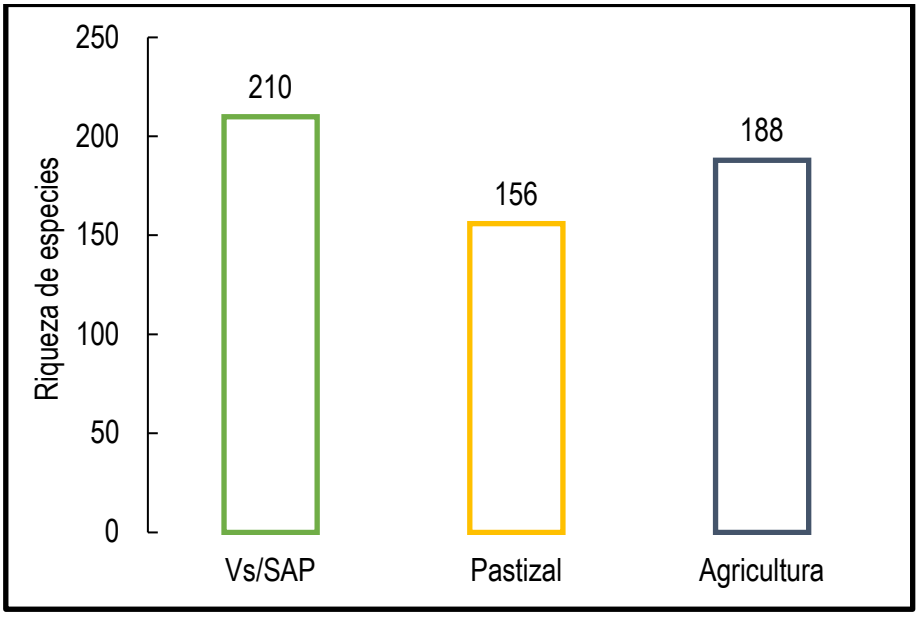
cual es una diversidad considerable de especies. A pesar de que es menor al registrado en otras áreas tropicales como resultado de las condiciones de transformación del área, es destacable la presencia de un buen número de especies normadas, así como especies de importancia ecológica y cultural para la región.

Diversidad de Ecosistemas en el SAR

En cuanto al nivel de diversidad de ecosistemas, de acuerdo con la clasificación de INEGI (Serie IV), el SAR posee tres (3) tipos de ecosistemas: Agricultura (78.74%), Vs/SAP (11.21%) y Pastizal cultivado (9.89%), Fotografía IV.2.1.2.3-1). Considerando lo anterior, es posible observar que el SAR se encuentra dominado por una matriz de áreas agrícolas con fragmentos de áreas de pastizal cultivado y Vs/SAP. Esto en general, muestra que el SAR, es muy homogéneo y poco diverso en cuanto a ecosistemas. Lo anterior por supuesto, repercute en la diversidad regional, así como la diversidad específica de cada ecosistema, ya que se ha comprobado los paisajes que presentan mayor heterogeneidad permiten la presencia de una mayor diversidad de especies como resultado de un mayor número de hábitats y recursos disponibles para explotar (Tscharntke et al. 2010).

Fotografía IV.2.1.2.3-1.- Ecosistemas encontrados dentro del SAR: a) Agricultura; b) Vegetación secundaria de selva alta perennifolia (Vs/SAP) y c) Pastizal cultivado.

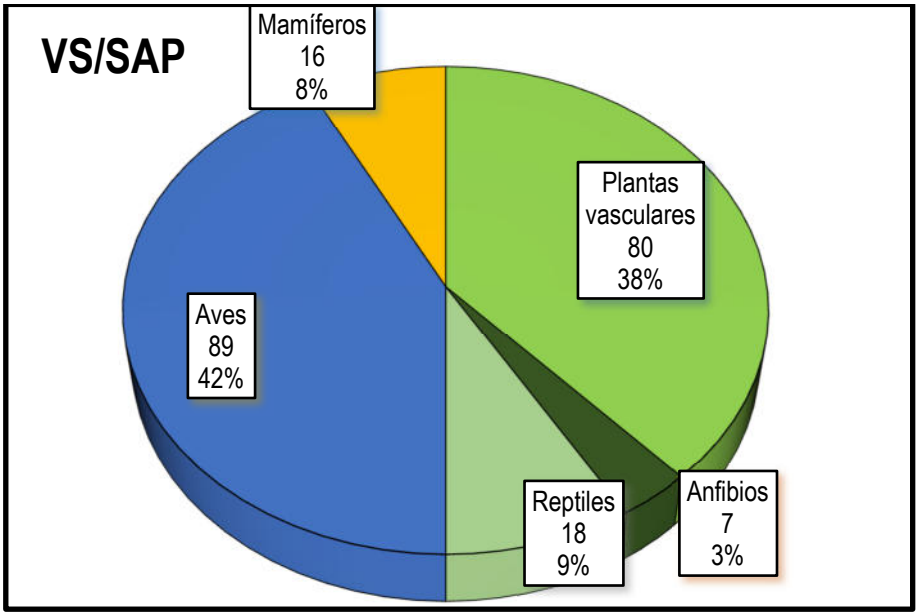
El ecosistema con mayor riqueza de especies es Vs/SAP, seguido de la Agricultura y por último el Pastizal (Gráfica IV.2.1.2.3-6). Es importante mencionar que, para el caso de la fauna silvestre, los muestreos realizados para el SAR se realizaron considerando Agricultura y Pastizal cultivado como un mismo sistema considerado como IAPF, por lo que ambas tendrán la misma riqueza (Véase Metodología del apartado IV.2.1.2.2 Fauna).



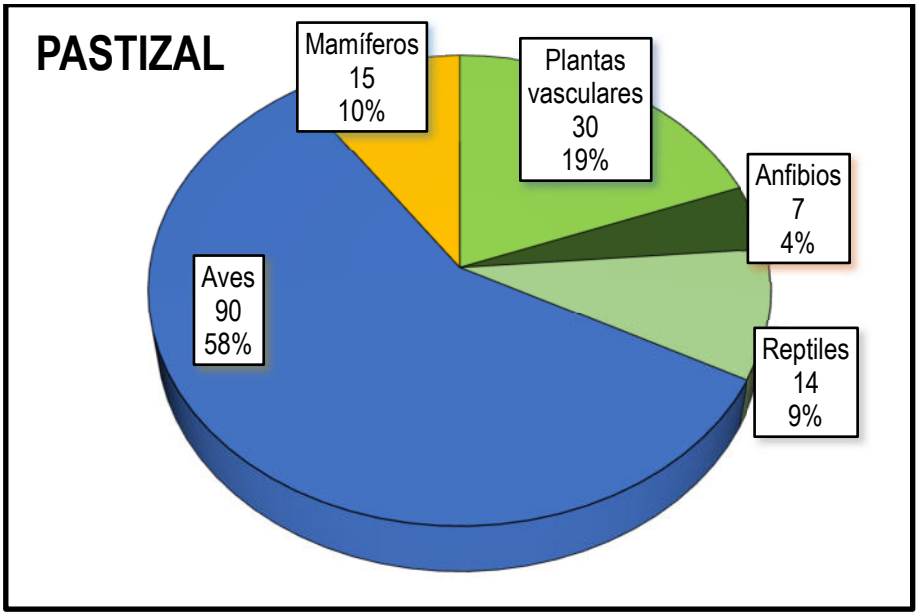
Gráfica IV.2.1.2.3-6.- Riqueza total de especies registradas en cada tipo ecosistema dentro del SAR.

En cuanto a la riqueza por grupo específico en cada uno de los ecosistemas, la riqueza de plantas vasculares fue mayor en Vs/SAP junto con la de reptiles y mamíferos, mientras que las aves y los anfibios mostraron prácticamente la misma riqueza con respecto a los otros dos ecosistemas (Gráfica IV.2.1.2.3-7). En este tipo de ecosistema se registraron especies consideradas importantes para la conservación, así como consideradas "indicadoras" de mejores condiciones de hábitat debido a su asociación con vegetación mejor conservada. Entre estas especies se encuentran el ocelote (*Leopardus pardalis*), el tucán pico canoa (*Ramphastos sulphuratus*), varias especies de orquídeas como orejita de burro manchada (*Trichocentrum hoegei),* entre otras.

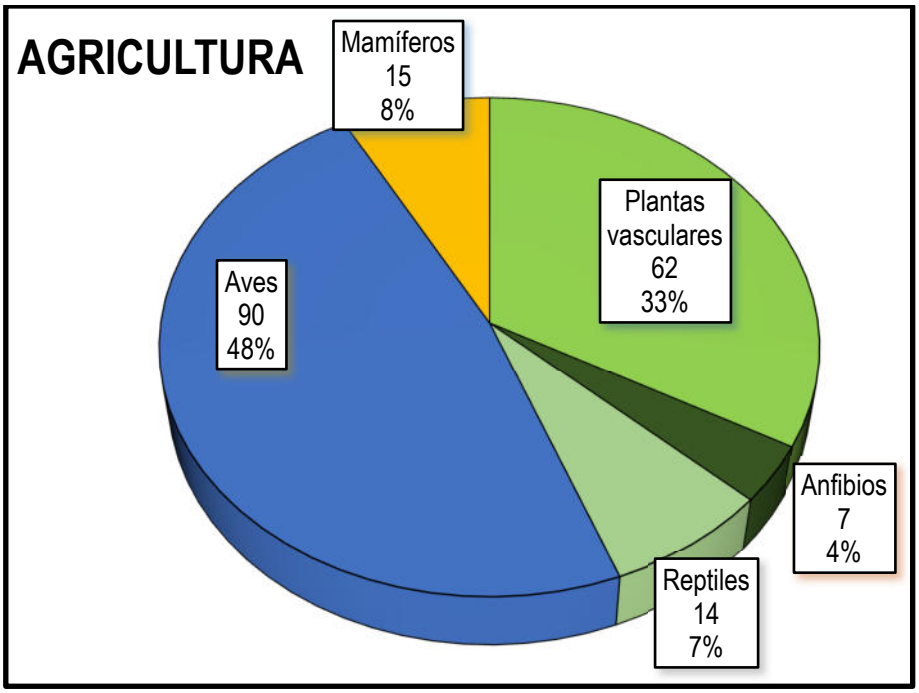
Por el contrario, el pastizal cultivado y la agricultura presentan una menor riqueza de plantas vasculares, siendo las aves el grupo biológico con mayor riqueza en estos ecosistemas (Gráfica IV.2.1.2.3-8 y IV.2.1.2.3-9). Este patrón puede ser debido a que las aves son altamente vágiles, y su gran capacidad de movimiento permite a la mayoría moverse grandes distancias y utilizar diversos recursos disponibles en distintos hábitats, a diferencia de los otros grupos biológicos cuya capacidad de dispersión es mucho más limitadas. En el caso de las plantas, el patrón también es muy claro, el pastizal y los campos agrícolas, al ser zonas de origen antropogénico y bajo constante manejo se encuentran dominadas por algunas especies de interés particular y su estructura tanto vertical como horizontal suele ser menor, lo que contribuye a una menor riqueza de especies de plantas en estos ecosistemas.



Gráfica IV.2.1.2.3-7.- Riqueza de especies de los cinco grupos biológicos registradas en Vs/SAP en el SAR.



Gráfica IV.2.1.2.3-8.- Riqueza de especies de los cinco grupos biológicos registradas en Pastizal cultivado en el SAR.



Gráfica IV.2.1.2.3-9.- Riqueza de especies de los cinco grupos biológicos registradas en Agricultura en el SAR.

Un ecosistema que no se encuentra descrito en las cartas de INEGI, debido a que son áreas muy pequeñas, pero que se considera de importancia mencionarlo y reconocerlo como tal por su grado de sensibilidad son las Orillas del río Pantepec (Fotografía IV.2.1.2.3-2). Este ecosistema corresponde a un bosque de galería. Este tipo de ecosistema se encuentran en franjas angostas a lo largo de las corrientes fluviales y posee características particulares como la capacidad de soportar inundaciones temporales, así como la capacidad de invadir rápidamente áreas expuestas (Treviño et al. 2001). Sin embargo, como resultado de las actividades agrícolas y ganaderas han sido fuertemente impactados y convertidos en zonas agrícolas y de pastizal cultivado.

Fotografía IV.2.1.2.3-2.- Orillas del Río Pantepec.

IV.2.1.2.3.1.4 Conclusiones

El SAR posee una diversidad de especies de 462 especies, siendo las plantas el grupo con mayor riqueza biológica. Esta riqueza total representa el 5.3% de la diversidad de especies del estado de Veracruz y el 1.7% de la de México. La diversidad de ecosistemas fue baja, ya que el SAR se encuentra dominado por una matriz de agricultura con fragmentos aislados de pastizal cultivado y Vs/SAP.

La baja riqueza de especies de algunos grupos biológicos como los anfibios, así como el alto número de especies exóticas pueden ser un indicador de la salud de los ecosistemas dentro del SAR. El alto grado de perturbación y fragmentación del hábitat, junto con la pérdida de vegetación nativa, tiene un impacto fuerte en estos grupos, facilitando el establecimiento de muchas especies oportunistas exóticas y limitando la dispersión y reproducción de otras especies nativas, lo que a su vez ocasiona la reducción de sus poblaciones y finalmente la pérdida de algunas especies.

Sin embargo, dentro del SAR aún se encuentran especies y elementos importantes para la conservación, como son algunas especies normadas y endémicas, así como especies asociadas a áreas más conservadas de vegetación secundaria de selva alta perennifolia (Vs/SAP) como algunas orquídeas y el ocelote, lo que sugiere que existen áreas que conservan condiciones idóneas para la preservación de estas especies. Por lo tanto, se propone crear áreas preferentemente de conservación, es decir, áreas donde no habrá actividades del sector hidrocarburos por parte de la Operadora de Campos DWF S.A. de C.V. Estas áreas corresponden a los remanentes de vegetación secundaria de selva alta perennifolia presentes dentro del AIP, de manera que se garantice el mantenimiento de la biodiversidad remanente dentro del SAR y así asegurar el mantenimiento de las funciones y servicios ecológicos que proveen.

IV.2.1.2.3.2 Áreas sensibles

IV.2.1.2.3.2.1 Introducción

La diversidad biológica es de gran importancia para el mantenimiento y funcionamiento de los sistemas necesarios para la vida y la biosfera, incluyendo todos aquellos servicios ecosistémicos primordiales para el bienestar del ser humano (Pisanty et al. 2017). Sin embargo, el cambio de uso de suelo derivado de las actividades antropogénicas ha ocasionado el deterioro de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos que proporciona.

Ante este reto, en México se han desarrollado instrumentos de política ambiental que incluyen la consolidación y ampliación de áreas naturales, planeación ambiental y ordenamientos territoriales que permitan preservar el capital natural del país, especialmente de áreas sensibles (Pisanty et al. 2017). El concepto de sensibilidad está relacionado con la fragilidad, es decir, la capacidad que tiene un sistema para resistir cualquier modificación (natural o humana) considerable de sus propiedades estructurales (composición, abundancia, riqueza y diversidad) y funcionales (hábitat y repartición de recursos) como resultado de la perturbación. Esto puede ser de gran importancia ya que, si un área pierde sus propiedades estructurales o funcionales, muy probablemente pierda aquellas características que le confieren un nivel de autenticidad. Por tanto, un “área sensible” es aquella zona que se caracteriza tanto por su relevancia como por su susceptibilidad a modificar en corto plazo aquellos atributos que lo hacen irremplazable (Cortés et al. 2010).

En este sentido es importante identificar aquellas áreas dentro del territorio que cuentan con un valor relevante, ya sea por sus características intrínsecas, el rol que juegan en la persistencia de funciones ecológicas, rasgos escénicos y culturales o por las oportunidades que brindan de hacer proyectos sustentables y de aprovechamiento. El objetivo de este apartado fue identificar aquellas áreas consideradas sensibles y describir su interacción con el SAR Miquetla para determinar posibles impactos sobre estas.

IV.2.1.2.3.2.2 Métodos

Para esto, se realizó una sobreposición de planos de las poligonales de las diferentes áreas de conservación, con el SAR. Para llevar a cabo lo mencionado anteriormente, se realizó un exhaustivo análisis bibliográfico para identificar todas las regiones geográficas dentro (de los límites) o cercanas al SAR, analizando aquellas con alguna política de conservación encaminada a preservar la fauna silvestre y/o su hábitat, para esto se tomó como antecedente las Áreas Naturales Protegidas Federales de México (CONANP, 2012) y las Áreas Naturales Protegidas de México con Decretos Estatales (INE-CONANP, 2001).

Igualmente, para el desarrollo de este apartado se consultaron las bases de datos de la CONABIO sobre Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias (Arriaga, et. Al 2000) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs, Benítez, Arizmendi y Márquez 1999).

Para determinar si el SAR se ubica en un área de manglar, se consultó el sistema nacional de información de la biodiversidad publicado en Internet en el portal de geo información de la CONABIO (http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/monmang/manglegw), con el fin de visualizar el ecosistema de manglar del mapa de manglares de México 2005.

Para determinar si el SAR se ubica en un área de Humedales y/o sitios Ramsar (la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, -Convención de Ramsar-).se consultó el portal de la CONANP (http://ramsar.conanp.gob.mx/lsr.php) y se compararon estos sitios con la ubicación geográfica del SAR.

Al igual que las áreas de conservación, algunos ecosistemas forman parte de rutas migratorias, y se consideran áreas sensibles importantes para la conservación de la biodiversidad especialmente para la fauna silvestre. En este sentido y para fines de este capítulo se describieron los ecosistemas considerados sensibles dentro del SAR y las rutas de migración de los que el SAR forma parte con base en los datos recabados y la información bibliográfica disponible.

IV.2.1.2.3.2.3 Resultados

A continuación, se hará una pequeña descripción de las diferentes áreas analizadas:

Áreas de conservación

A) Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 46 de la LGEEPA se consideran Áreas Naturales Protegidas a las Reservas de la Biosfera, los Parques Nacionales, los Monumentos Naturales, las Áreas de Protección de Recursos Naturales, las Áreas de Protección de Flora y Fauna, los Santuarios, los Parques y Reservas Estatales y las Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población.

Con la sobreposición de planos de las Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales y municipales de México (CONANP, 2012) sobre la poligonal del proyecto, se observó que ninguna de ellas interactúa directamente con el SAR Miquetla. Las más cercanas al SAR Miquetla son de carácter estatal, las cuales son la Cascada de Catenahuatl, Chicamole, El Limonar, Finca Tegolome, Pirámides de Ecuatitla, Plan Grande, Zacatepec y la Sierra de Otontepec, siendo esta última la más cercana a una distancia de 34.7 km (Figura IV.2.1.2.3-1).

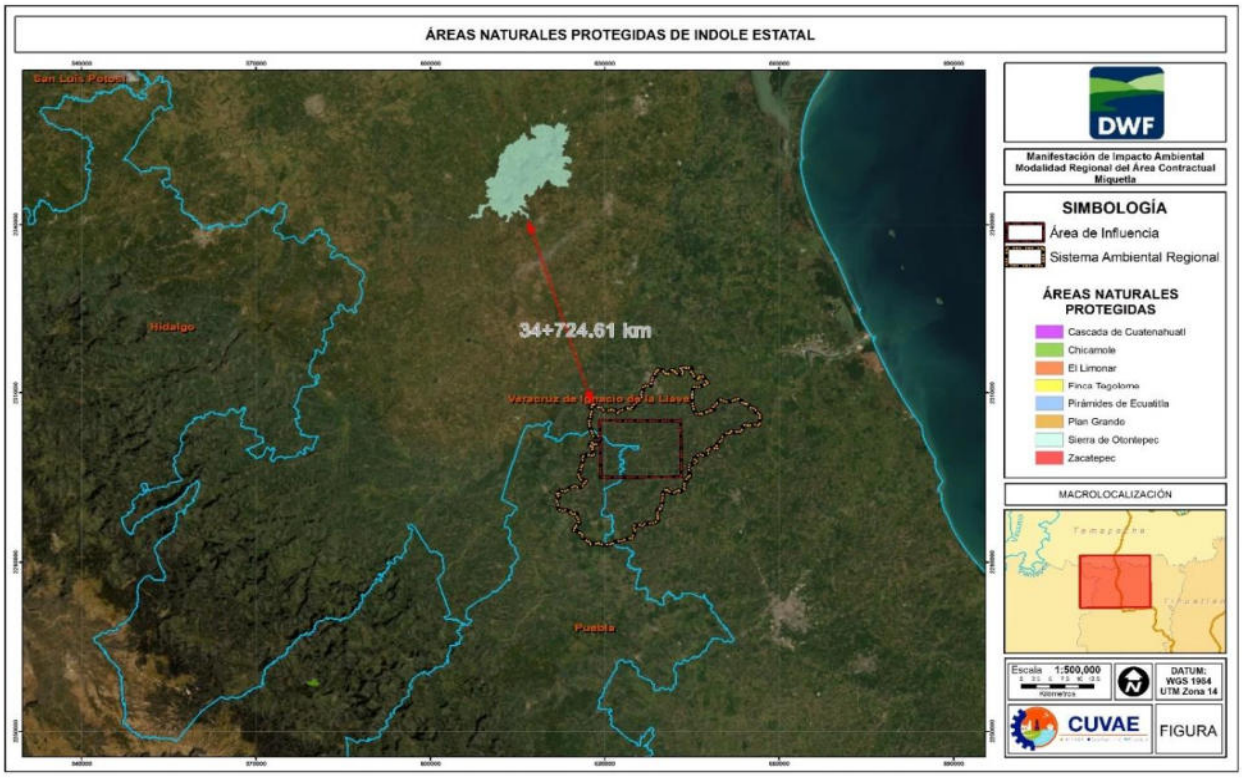


Figura IV.2.1.2.3-1.- Ubicación geográfica del SAR Miquetla con relación a las Áreas Naturales Protegidas Estatales.

De igual manera, las ANP de carácter federal cercanas no interactúan directamente con el SAR Miquetla, siendo estas la Barranca de Metztitlán y El Chico al suroeste, Sierra Gorda al noreste, el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan al noreste y la Zona Protectora Forestal Vedada (ZPFV) Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa al sur, esta última ubicada a 45.7 km del SAR Miquetla (Figura IV.2.1.2.3-2).

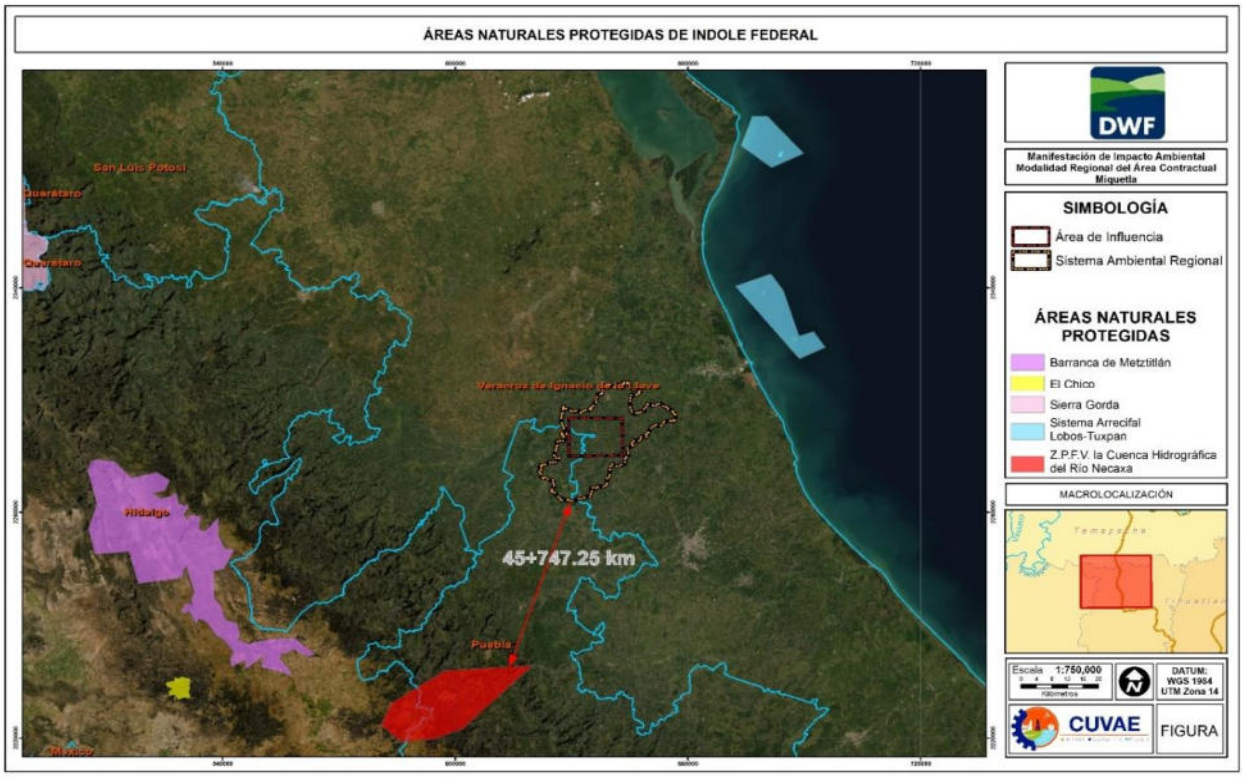


Figura IV.2.1.2.3-2.- Ubicación geográfica del SAR Miquetla con relación a las Áreas Naturales Protegidas Federales.

B) Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Corresponde a unidades ambientales en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

El SAR Miquetla no interactúa con ninguna RTP. La Figura IV.2.1.2.3-3 se muestran las RTP cercanas al SAR son Cuetzalan al sur, Laguna de Tamiahua al noreste, la Sierra Gorda-Río Moctezuma y Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental hacia el oeste, este último ubicado a 38.3 km del SAR Miquetla y reconocidos por su alto valor para la conservación debido a su función como corredor biológico e integridad

ecológica funcional de los parches de vegetación natural que albergan especies indicadoras de un buen estado de conservación.

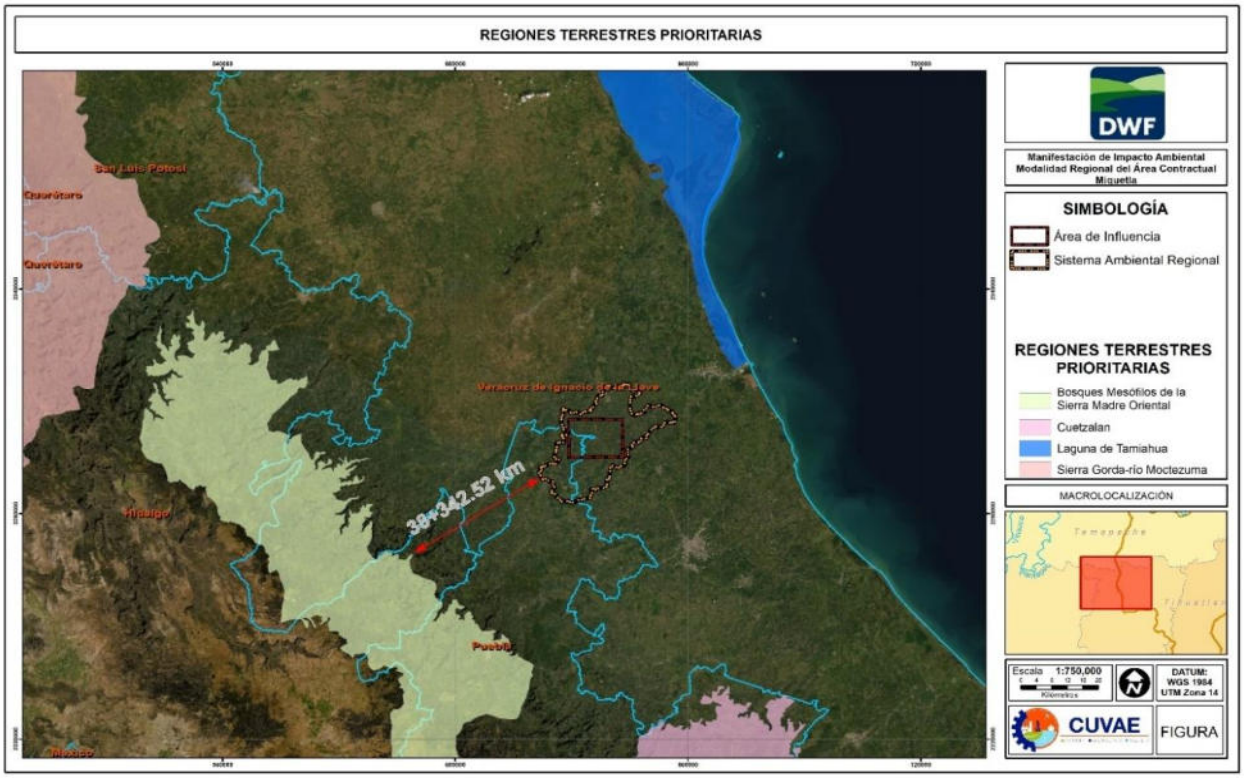


Figura IV.2.1.2.3-3.- Ubicación geográfica del SAR Miquetla con relación a las Regiones Terrestres Prioritarias.

C) Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

EL programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias tiene el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de la biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. En total, se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su diversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se

identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

Al realizar el análisis para verificar las RHP marcadas por la CONABIO, se observó que el SAR Miquetla no interactúa directamente con algunas de ellas. La Confluencia de las Huastecas es la más cercana ubicada a 26.7 km al oeste del SAR Miquetla, además del Río Tecolutla y los Llanos de Apan al sr y suroeste respectivamente (Figura IV.2.1.2.3-4).

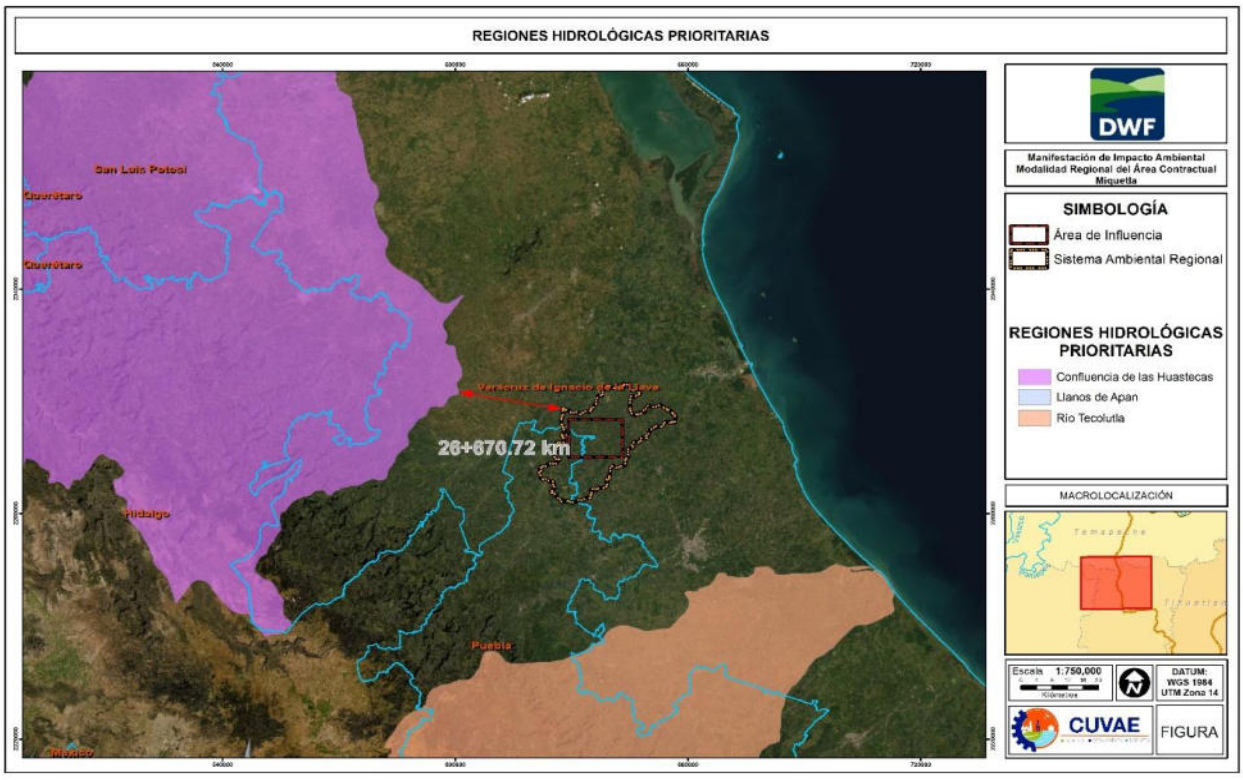


Figura IV.2.1.2.3-4.- Ubicación geográfica del SAR Miquetla con relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

D) Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAs)

El programa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves surge como una idea conjunta de CIPAMEX y BirdLife International en 1996, con el propósito de crear una red regional de sitios que destaquen por su importancia en el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones de aves que ocurren de manera natural en ellos. Cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye características bióticas y abióticas, un listado avifaunístico con las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área.

Finalmente contiene un directorio con los especialistas que participaron en el llenado de las fichas correspondientes. El listado completo incluye un total 230 áreas, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3 por ciento del total de especies para México según el American Ornithologist's Union). Adicionalmente, se incluye en al menos un área, al 90.2 por ciento de las especies listadas como amenazadas por la ley mexicana (306 de 339 especies) y al 100 por ciento de las especies incluidas en el libro de Collar et al. (1994, Birds to Watch). Las 95 especies endémicas de México están registradas en al menos un área.

Se observa en la Figura IV.2.1.2.3-5 que el AICA Huayacocotla es la más cercana al SAR Miquetla, ubicada al oeste a 53.5 km, además de otras AICAs de importancia como Cuetzalan al sur, Tecolutla al sureste, y la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda y Tlanchinol al noroeste.

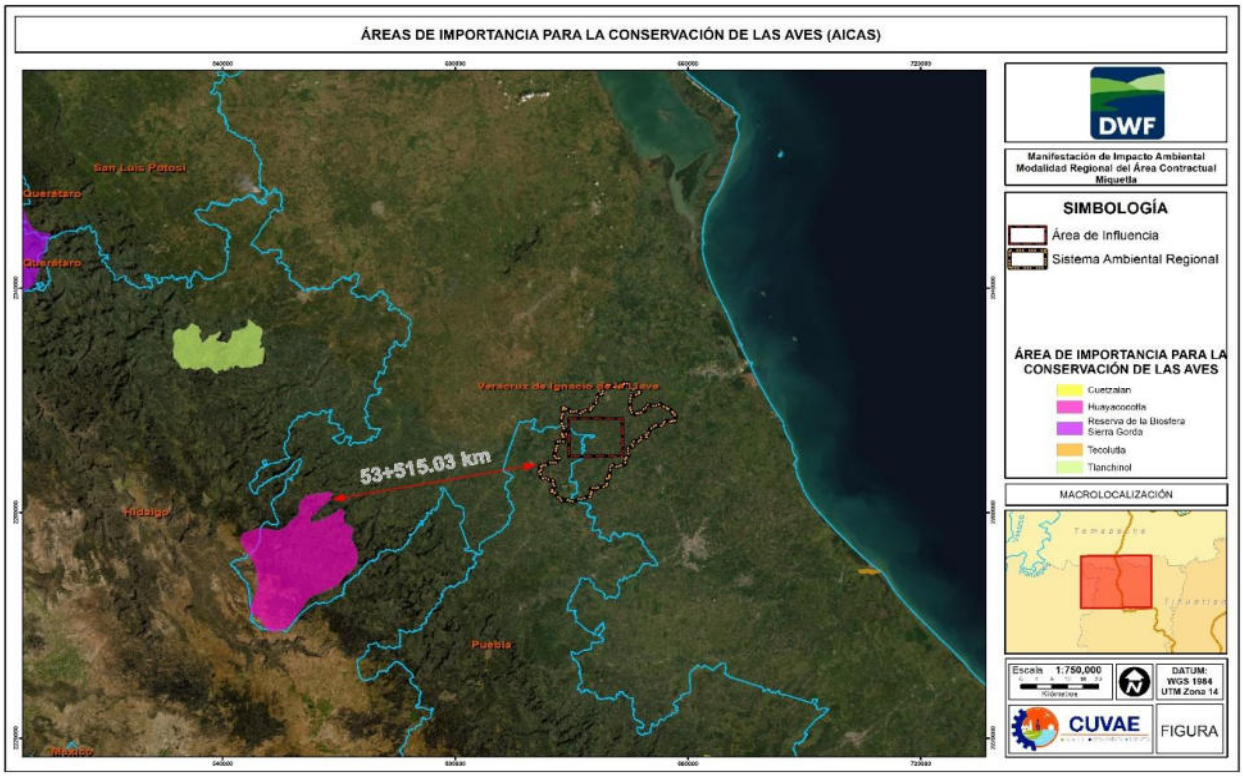


Figura IV.2.1.2.3-5.- Ubicación geográfica del SAR Miquetla con relación a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

E) Humedales (Sitios RAMSAR)

El Convenio de Ramsar o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas, tiene como objetivo la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, actualmente reconoce la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad, con importantes funciones (regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos, estabilización del clima local), valores (recursos biológicos, pesquerías, suministro de agua) y atributos (refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural, usos tradicionales).

Este acuerdo internacional es el único de los modernos convenios en materia de medio ambiente que se centra en un ecosistema específico, los humedales, y aunque en origen su principal objetivo estaba orientado a la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, actualmente reconoce la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad, con importantes funciones como la regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, la recarga de acuíferos, la estabilización del clima local.

En la Figura IV.2.1.2.3-6 se puede observar que se encuentran cuatro sitios RAMSAR cercanos al SAR; el Sistema de Represas y Corredores Biológicos de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa al suroeste, la Laguna de Metztitlán al oeste, la Laguna de Tamiahua al norte y los Manglares y Humedales de Tuxpan al noreste, siendo este último el más cercano ubicado a 15.6 km del SAR Miquetla.

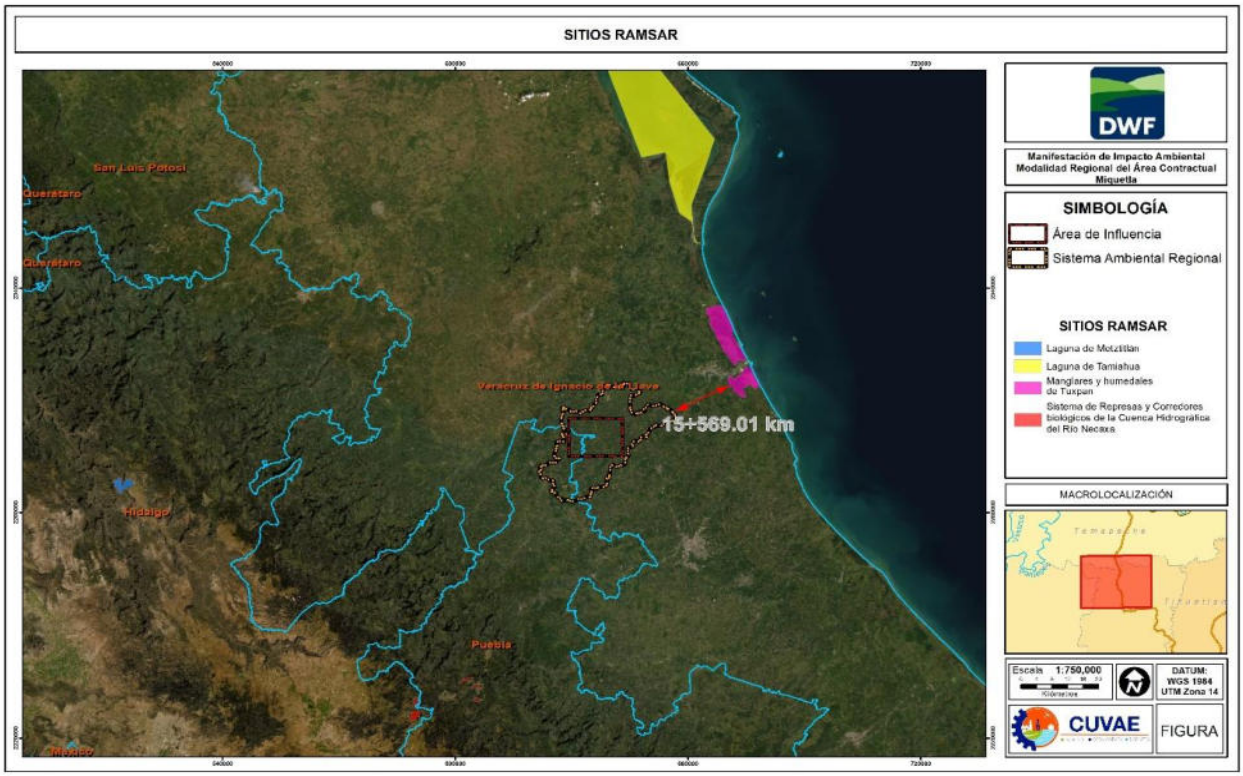


Figura IV.2.1.2.3-6.-Sitios RAMSAR cercanos al SAR Miquetla.

F) Manglares

Los manglares son una formación vegetal leñosa, densa, arbórea o arbustiva de 1 a 30 metros de altura, compuesta de una o varias especies de mangle y con poca presencia de especies herbáceas y enredaderas. Los manglares se desarrollan en las planicies costeras de los trópicos húmedos, principalmente alrededor de esteros y lagunas costeras, cerca de las desembocaduras de ríos y arroyos. Los manglares son una transición entre los ecosistemas terrestres y los marinos.

Existe una conectividad entre los manglares, los pastos marinos y los arrecifes de coral que permite el flujo entre las especies que viven en estos ecosistemas, brindando una gran variedad de servicios ambientales: son zonas de alimentación, refugio y crecimiento de juveniles de crustáceos y alevines, por lo que sostienen gran parte de la producción pesquera, son utilizados como combustible (leña), contribuyen en el mantenimiento de procesos naturales tales como respuestas a cambios en el nivel del mar, mantienen procesos de sedimentación y sirven de refugio de flora y fauna silvestre, entre otros.

Aunque a nivel mundial desde el año 2000 se ha registrado una tasa decreciente de deforestación de los manglares (excepto en el Sudeste Asiático), existen otras amenazas como el cambio climático que actualmente toman un papel relevante (Hamilton y Casey 2016). En México, el ecosistema de manglar representa 5% del total mundial y ubica al país en 4º lugar entre los 125 países y territorios que poseen este tipo de humedal, el cual cubre en nuestro país tan sólo el 0.4% de su superficie. No obstante, los ecosistemas de manglar han sido afectados principalmente por la tala o remoción llevada a cabo como consecuencia de las actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y turísticas.

La CONABIO realizó un inventario utilizando Sistemas de información geográfica y publicó en el 2005 un mapa de distribución de manglares de México línea base (2005), generado principalmente a través de 134 imágenes multiespectrales del satélite SPOT-5 (Satellite Pour l'Observation de la Terre). El principal resultado de este proceso fue la cartografía de los manglares de México a una escala 1:50,000, que permitió cuantificar para el año 2005 una superficie total de 774,090 hectáreas de manglares en México.

Utilizando la información mencionada anteriormente y de acuerdo a la ubicación geográfica del SAR Miquetla, se puede concluir que no existe ninguna asociación de Manglar que interactúe con el área del proyecto, ubicando el manglar más cercano a 18.2 km del SAR Miquetla (Figura IV.2.1.2.3-7).

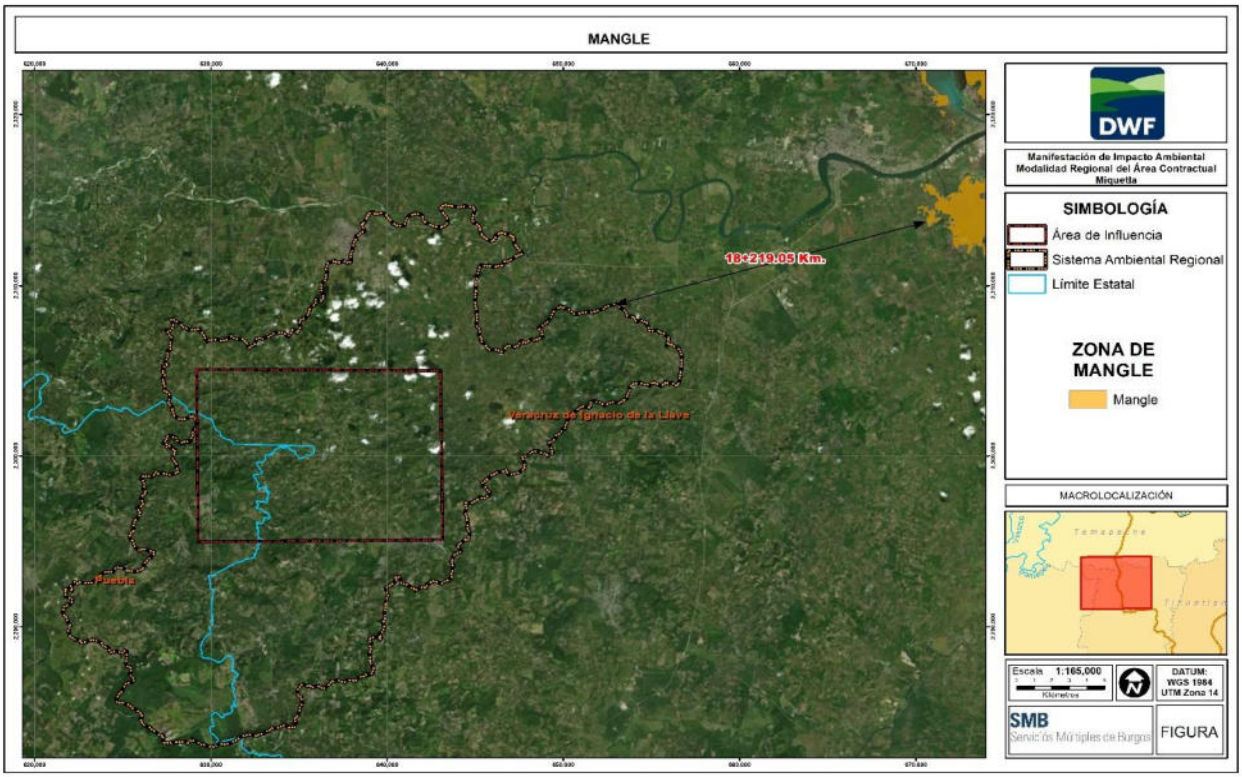


Figura IV.2.1.2.3-7.- La zona de Manglar no se encuentra interactuando con el SAR Miquetla y su Sistema Ambiental.

G) Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs)

Predios de propietarios o poseedores que voluntariamente los destinan al aprovechamiento sustentable de las especies silvestres que ahí habitan. Asimismo, dan respuesta a la necesidad de conservar la biodiversidad y dar impulso a la producción y el desarrollo socioeconómico del país.

Las UMAs pueden ser intensivas o extensivas, las primeras promueven la reproducción de ejemplares de especies nativas o exóticas, mediante manipulación directa y manejo zootécnico, bajo condiciones de estricto confinamiento. Entre sus objetivos están la investigación, conservación, exhibición y comercialización, por lo que incluye a los aviarios, herpetarios, zoológicos, criaderos de mamíferos, bioterios y viveros, entre otros. Las segundas operan mediante técnicas de conservación y manejo de especies que se desarrollen en condiciones naturales; considerando los aspectos biológicos, sociales y culturales vinculados a los ecosistemas y a sus componentes.

Se tienen registradas 12 mil 578 UMAs en México, que corresponden a 38.8 millones de hectáreas, donde se protege una gran riqueza de especies de flora y fauna silvestre. De estas UMAs, el 75.1% son extensivas y el 24.9 intensivas, y en su mayoría se encuentran localizadas en el norte del país (Nuevo León, Sonora, Coahuila y Tamaulipas), con aprovechamiento principalmente extractivo-cinegético. Pero este sistema está permeando en otras regiones del país como es el caso de Veracruz (SEMARNAT, 2015).

En la Figura IV.2.1.2.3-8 se observa que ninguna de las UMAs cercanas interactúa con el SAR Miquetla, siendo Kolijke la más próxima ubicada a 47.9 km con dirección suroeste. De igual manera se encuentran otras UMAs de importancia como Agua Bendita, El Guajolote y la Reserva Cinegética de Santa Ana en la misma dirección.

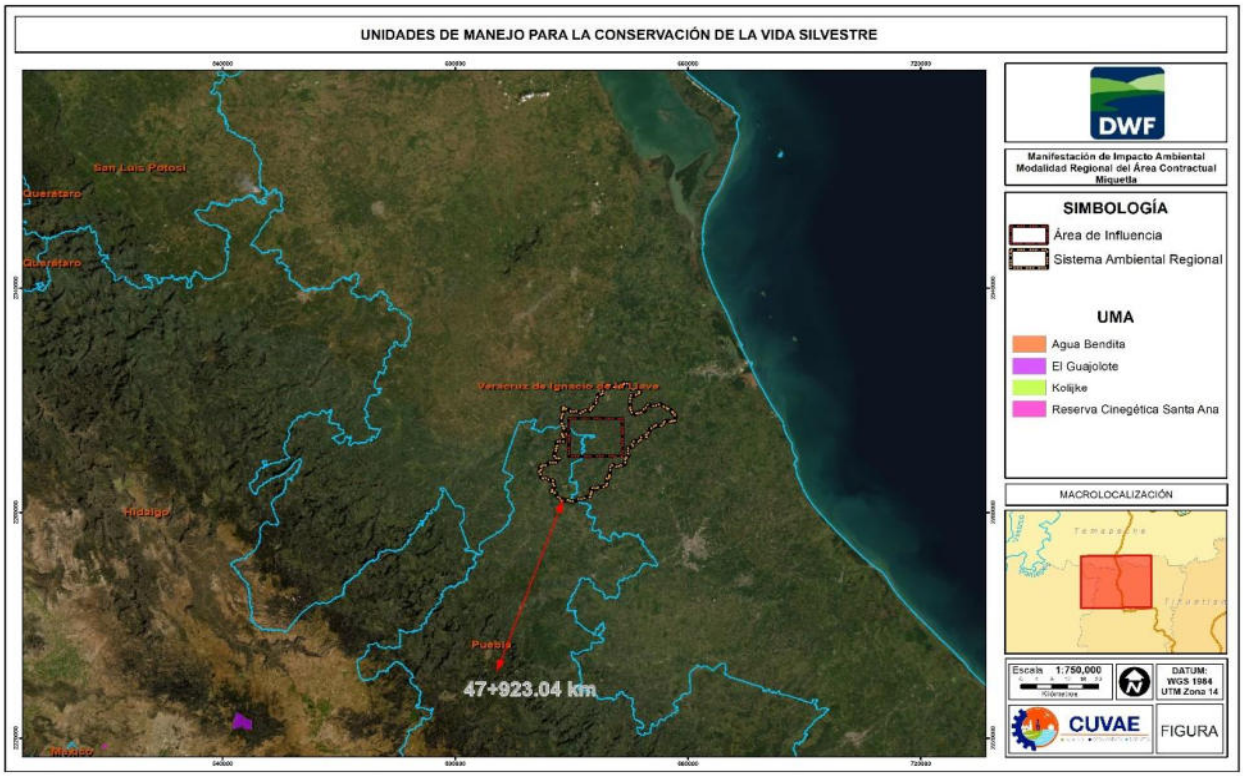


Figura IV.2.1.2.3-8.- Ubicación geográfica del SAR Miquetla con relación a las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre

Rutas de migración

La migración se define como el movimiento estacional y cíclico de animales relacionado con los cambios periódicos del clima, disponibilidad de alimento o para asegurar las mejores condiciones para la reproducción. Las especies migratorias incluyen a una gran variedad de grupos taxonómicos, desde insectos hasta mamíferos Las especies migratorias representan uno de los retos de mayor complejidad para la conservación debido a que involucran múltiples factores y en múltiples regiones (Medellín *et al.* 2009).

Durante la migración, muchas especies siguen rutas establecidas y fijas hacia sus zonas donde pasan el invierno. Sin embargo, este trayecto no se realiza de un solo movimiento por lo que requieren de hábitats de

diferentes tipos que les sirven como sitios de descanso y alimentación para continuar la travesía. Estos sitios son de gran importancia para que las aves lleguen a zonas de descanso invernal en buenas condiciones.

A continuación, hablaremos de las principales rutas migratorias que cruzan de manera importante el SAR.

a) Rutas de migración de murciélagos

Los murciélagos son el segundo grupo de mamíferos con mayor número de especies en el mundo. Se distribuyen en casi todas las zonas templadas y tropicales del planeta. Muchas especies de murciélagos realizan migraciones de sus zonas de reproducción en el verano a hábitats de invierno. La migración parece ser importante para algunos murciélagos que habitan en ecosistemas altamente estacionales, ya sea para evitar las bajas temperaturas o la escasez de recursos, especialmente insectos.

En México, se han identificado 29 especies de murciélagos migratorios (alrededor del 3% de las especies), de las cuales siete de ellas están consideradas en peligro de extinción. Estas especies son particularmente vulnerables debido a que tienden a congregarse en grandes números a lo largo de sus rutas migratorias, por lo que representan un verdadero reto para la conservación. Algunas de las principales amenazas para su conservación son cambio de uso de suelo y pérdida de hábitat, el uso de insecticidas entre otros, así como la destrucción de cuevas y refugios (Wiederholt *et al,* 2013).

Algunas especies de murciélagos migratorios utilizan el territorio mexicano como corredor, otras que pasan el invierno en el país y algunas más que se reproducen en México y pasan el invierno más al sur (Medellín, *et al.* 2009). Sin embargo, muy poco se conoce sobre las rutas migratorias de estas especies.

Una especie de murciélago migratorio conocida es el Murciélago de cola libre (*Tadarida brasilensis*). Ésta especie es de distribución amplia que va desde Argentina hasta Estados Unidos, donde muchas de sus poblaciones son migratorias. Las colonias del suroeste de Estados Unidos y norte de México son migratorias, pasando el invierno en el centro del México. Sin embargo, parece que únicamente son las hembras las que

migran. Algunas poblaciones de esta especie que se reproducen en el este de Nuevo México, Kansas, Oklahoma y Texas migran a lo largo de la Sierra Madre Oriental, no como una ruta fija sino como una nube difusa de murciélagos utilizando distintos sitios de descanso, alimentación y sitios de invierno (Russel et al. 2005). En la Figura IV.2.1.2.3-9 se pueden observar algunos de los sitios de verano y de invierno de *Tadarida brasiliensis mexicana*, migrante tropical de larga distancia en la República Mexicana.

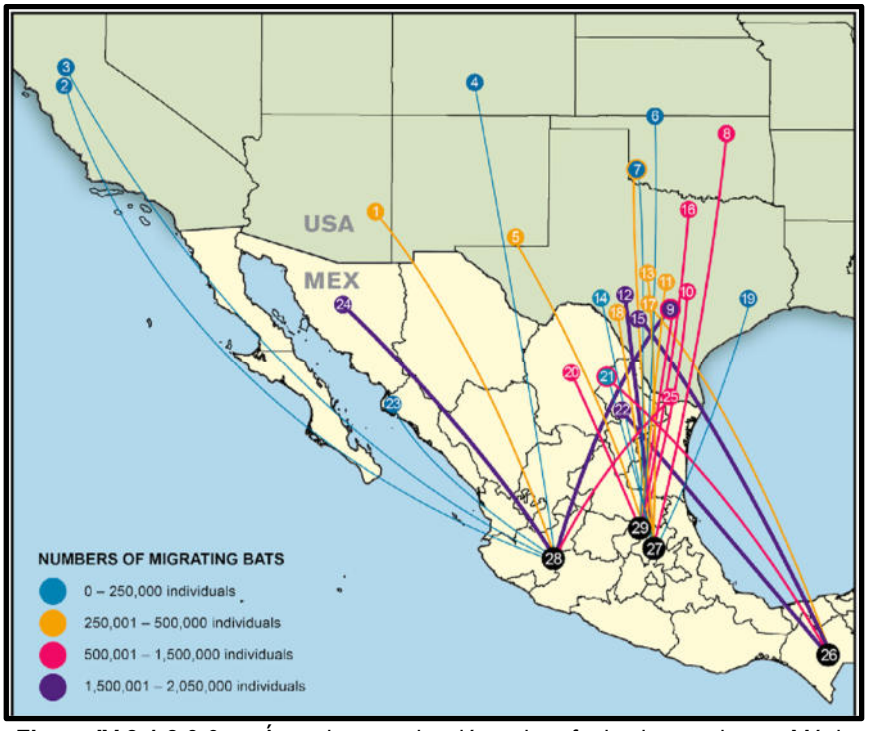


Figura IV.2.1.2.3-9.- Área de reproducción y de refugios invernales en México de la especie migratoria *Tadarida brasiliensis mexicana.* Tomado de Wiederholt *et al. (*2013).

Dentro del SAR Miquetla, el Murciélago de cola libre fue registrado mediante llamados de ecolocalización en sitios de IAPF. Se desconoce si pertenecen a poblaciones migratorias, aunque por las fechas posiblemente sean individuos reproductores. Sin embargo, es posible que los diferentes hábitats del SAR representen áreas potenciales descanso invernal de estas y muchas otras especies de murciélagos migratorios.

b) Rutas de migración de aves

La migración de las aves ha sido uno de los fenómenos más estudiados por los científicos en Norteamérica y en el mundo. La migración para las aves representa un enorme gasto energético, ya que implica cambios en su metabolismo y comportamiento, por lo que muchas especies de aves hacen paradas estratégicas para abastecer sus reservas de energía. Completar este largo viaje implica para las aves algunos costos muy altos entre los que se encuentran los siguientes (Gill 1995):

- Mortalidad de más del 50 % de los individuos que migran
- Jornadas largas, que para algunas especies incluyen atravesar océanos y desiertos
- Vulnerabilidad ante fenómenos naturales como huracanes
- Exposición a predadores que muchas veces aprovechan el agotamiento extremo de los migrantes
- Actividades antrópicas como la cacería

La República Mexicana alberga la mayor cantidad de especies de aves migratorias de Norteamérica, ya que más del 80% de las especies clasificadas como migratorias neotropicales llegan al país y la mitad de ellas pasan aquí entre seis a ocho meses del año (Rappole *et al*. 1993).

De acuerdo con los estudios de largo plazo realizados a través de los años, se han identificado los principales corredores utilizados por las aves, los cuales pueden resumirse en cuatro grandes rutas migratorias (Figura IV.2.1.2.3-10).

- La ruta migratoria del oeste o del Pacífico donde las aves del oeste de Estados Unidos y Canadá migran recorriendo las costas del Pacífico o utilizando las cadenas montañosas como corredores.
- La ruta del centro, utilizada por las aves del este de las Rocallosas que van hacia México, Centro y Sudamérica pasando por el Golfo de México o las zonas costeras del país.
- La ruta del Mississippi, utilizada por especies que migran de Florida y el sureste de Estados Unidos y las Antillas cruzando el Golfo de México.

- La ruta del Atlántico, usada por algunas pocas especies que vuelan de Nueva Escocia y el este de Canadá hasta Sudamérica sobre Atlántico.

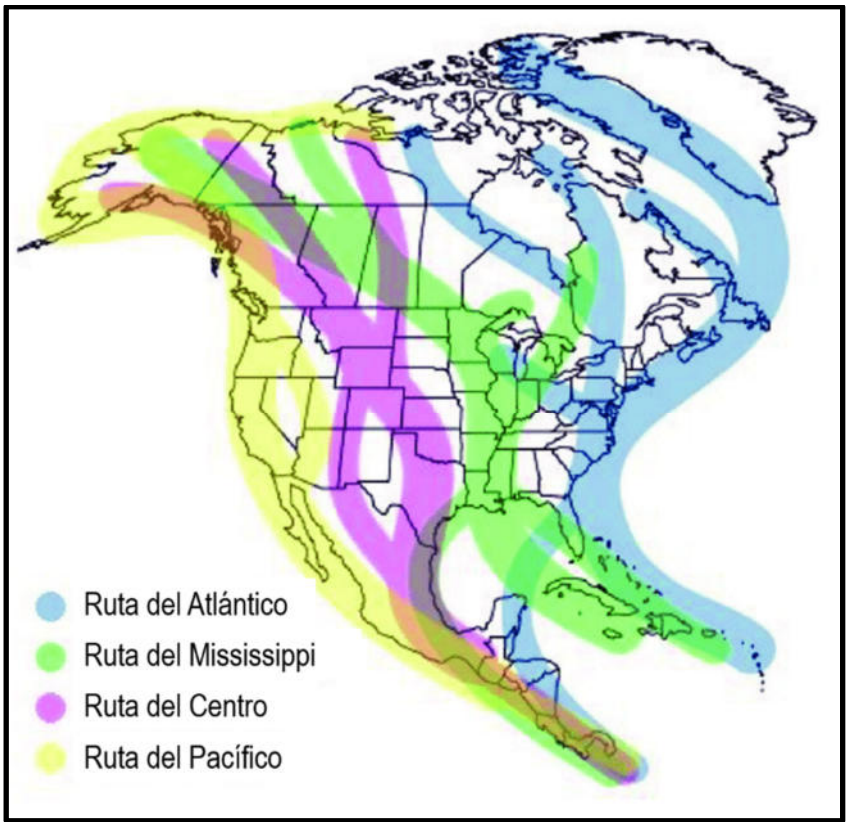


Figura IV.2.1.2.3-10.- Principales rutas migratorias de las aves. Modificada de http://birding.about.com/od/birdingbasics/ss/North-America-Migration-Flyways.htm.

Como se observa en la Figura IV.2.1.2.3-10, el SAR Miquetla forma parte de la ruta migratoria del centro (en color morado) y Mississippi (color azul) donde alrededor de 325 especies de aves viajan al sur (audubon.org) y se han registrado en algunos puntos de la ruta 4.5 millones de aves de 22 especies de rapaces se han registrado en el proyecto durante el otoño, así como un promedio de 700,000 aves acuáticas, entre las que destacan el pelícano blanco americano, cigüeñas, anhingas, entre otras (veracruzrioderapaces.org). Lo anterior, resalta la importancia de los hábitats dentro del SAR como áreas y sitios potenciales de descanso y alimentación para estas especies.

Durante los muestreos del SAR fue posible observar unas cuantas especies migratorias de invierno, así como especies consideradas de paso o de transición (**Anexo "P"**) que utilizan los hábitats y recursos disponibles para aguantar la travesía al sur, entre ellas se encuentra el Milano tijereta (*Elanoides forficatus*, Fotografía IV.2.1.2.3-3).

Fotografía IV.2.1.2.3-3.- Individuo de Milano tijereta (*Elanoides forficatus*) registrado durante los muestreos del SAR Miquetla.

Ecosistemas ambientalmente sensibles

a) Vegetación secundaria de selva alta perennifolia

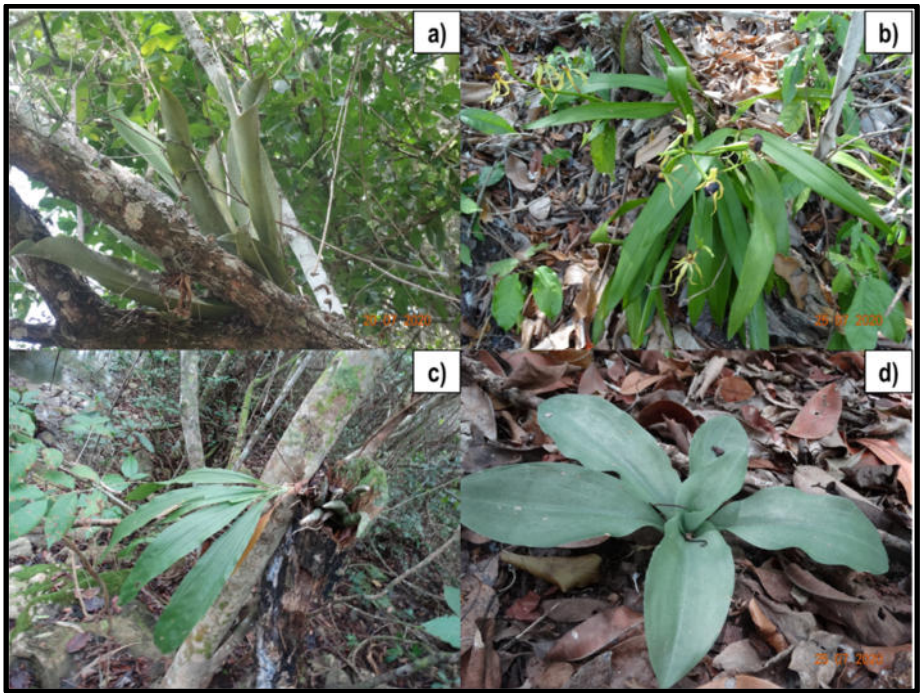
La selva alta perennifolia es una de las comunidades vegetales más exuberantes y diversas en especies, constituida por árboles de 30 m o más que conservan su follaje todo el año. Está comunidad también posee una buena representación de especies bromelias epífitas, orquídeas, lianas y palmas (Rzedowski 2006). Dentro del SAR Miquetla, la vegetación de selva alta se encuentra en estado sucesional secundario (Vs/SAP), Fotografía IV.2.1.2.3-4), donde los valores más altos de abundancia y diversidad fueron

alcanzados en el estrato “arbustivo” (Clase Media), siendo las especies más representativas de este estrato cojón de gato (*Tabernaemontana alba*) y pata de cabra (*Bauhinia divaricata)*, además de árboles no propios de selva alta perennifolia como guásima (*Guazuma ulmifolia)* y palo de agua (*Piscidia piscipula)*. Lo anterior corrobora el estado sucesional de la selva, ya que se ha mencionado que los muchos hábitats secundarios de selva contienen una mayor presencia de especies arbustivas, o árboles de tallas menores (Bautista-Bello et al. 2019). No obstante, fueron encontrados elementos típicos de la comunidad vegetal en cuestión, como lo son palo mulato (*Bursera simaruba)*, ramón (*Brosimum alicastrum,* Fotografía IV.2.1.2.3-4), higo grande (*Ficus máxima*), entre otras especies.

Fotografía IV.2.1.2.3-4.- Vegetación secundaria de selva alta perennifolia presente dentro del SAR.

Fotografía IV.2.1.2.3-5.- Individuo de ramón (*Brosimum alicastrum)*, uno de los elementos arbóreos que alcanzan mayor altura en Vs/SAP.

En algunos de los sitios mejor conservados estuvieron presente algunas especies que bien se pueden valorar como “indicadoras” de un buen estado del ecosistema: particularmente la presencia de algunas especies de orquídeas terrestres como *Tropidia polystachya*, *Govenia liliácea*, Orquídea habernaria (*Habernaria sp*.), orquídea monja africana (*Oeceoclades maculata)* y orquídea sarcoglotis (*Sarcoglottis schaffneri)*; así como elementos de hábito epífito como cola de pato (*Catasetum integerrimum)*, pulpito (*Prosthechea cochleata*,), *Rhipsalis baccifera,* dama de noche (*Epiphyllum phyllanthus)*, pitaya (*Hylocereus undatus)* y orejita de burro manchada (*Trichocentrum hoegei)*, esta última enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial (*Pr*, Fotografía IV.2.1.2.3-6).



Fotografía IV.2.1.2.3-6.- Especies de orquídeas registradas en Vs/SAP dentro del SAR: a) orejita de burro manchada (*Trichocentrum hoegei*), b) pulpito (*Prosthechea cochleata)*, c) cola de pato (*Catasetum integerrimum)* y d) orquídea sarcoglotis (*Sarcoglottis schaffneri)*.

En cuanto a la fauna presente en estos remanentes de Vs/SAP se encontró una riqueza y diversidad de vertebrados terrestres mayor a la registrada en otros tipos de vegetación en el SAR, aunque esta no es la riqueza y diversidad reportada para otras selvas tropicales bien conservadas del estado de Veracruz. Sin embargo, los fragmentos más conservados de este tipo de vegetación presentaron especies asociadas a selvas más o menos conservadas entre las que se encuentran trogones (*Trogon calligatus* y *T. elegans*), tucán pico canoa (*Ramphastos sulfuratus*), y el ocelote (*Leopardus pardalis*), entre otras. Estas dos últimas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como Amenazada (A) y en peligro de extinción (P), respectivamente (Fotografía IV.2.1.2.3-7). Estas especies pueden considerarse hasta cierto punto "indicadoras" de que las condiciones en dichas selvas aún son adecuadas para mantener estas especies y que con tiempo y las medidas de conservación adecuadas podrían llegar a recuperarse.

Fotografía IV.2.1.2.3-7.- Especies asociadas a Vs/SAP mejor conservada dentro del SAR: a) Coa violácea norteña (*Trogon caligatus*), b) Coa elegante (*T. elegans*), c) Tucán pico canoa (*Ramphastos sulfuratus*) amenazado (*A*), d) Ocelote (*Leopardus pardalis*) en peligro de extinción (*P*).

Por otro lado, estos ecosistemas proporcionan un gran número de servicios ecosistémicos de gran importancia para el mantenimiento de muchos procesos ecológicos, entre los cuales encontramos retención de agua y suelos, regulación del clima, mantenimiento de biodiversidad al proporcionar hábitat y condiciones específicas para diferentes especies, así como regulación de polinizadores y plagas. Aunado a esto, otros servicios de las selvas están ligados al aprovechamiento de la misma por parte de los pobladores locales y comunidades indígenas, como la extracción de maderas preciosas, así como plantas y animales para sustento (Benítez-Badillo et al. 2010).

No obstante, en el SAR este ecosistema se encuentra altamente fragmentado, encontrándose distribuida en fragmentos aislados alrededor del SAR, lo que limita el movimiento libre de los individuos de fauna silvestre,

recortando el espacio y territorios de muchas especies y ocasionando problemas de aislamiento reproductivo, no sólo de las especies animales sino también de las especies de plantas que dependen de dispersores y polinizadores. Así mismo, la degradación del ecosistema provoca la disminución en la calidad de los servicios ecosistémicos o incluso la pérdida de los mismos. Por este motivo, la Vs/SAP es considerado un ecosistema altamente sensible y sobre el cual deben implementarse estrategias de conservación que permitan la preservación de la biodiversidad y los procesos ecológicos, y debe ser considerado como sitios prioritarios para la conservación.

b) Orillas del Río Pantepec

El río Pantepec (Fotografía IV.2.1.2.3-8), tiene una longitud cercana a los 130 km y se origina en la sierra del estado de Hidalgo, atraviesa la sierra Norte de Puebla y baja hacia la llanura costera en el estado de Veracruz para finalmente descargar sus aguas al río Tuxpan (INEGI 2016).

Fotografía IV.2.1.2.3-8.- Vista de las orillas del Río Pantepec.

El tipo de vegetación presente a las orillas del Río Pantepec corresponde a bosque de galería. Los elementos arbóreos persistentes en este tipo de ecosistema fueron especies características de bosque de galería sauces (*Salix humboldtiana*) y álamos (*Populus sp.,* Fotografías IV.2.1.2.3-9 y IV.2.1.2.3-10). Sin embargo, a lo largo del río es posible encontrar especies de rápido crecimiento (invasoras) como *Ricinus communis*, entre otras (Fotografía IV.2.1.2.3-11).

Fotografía IV.2.1.2.3-9.- Ejemplar de sauce (*Salix humboldtiana*) registrado en las orillas del Río Pantepec.

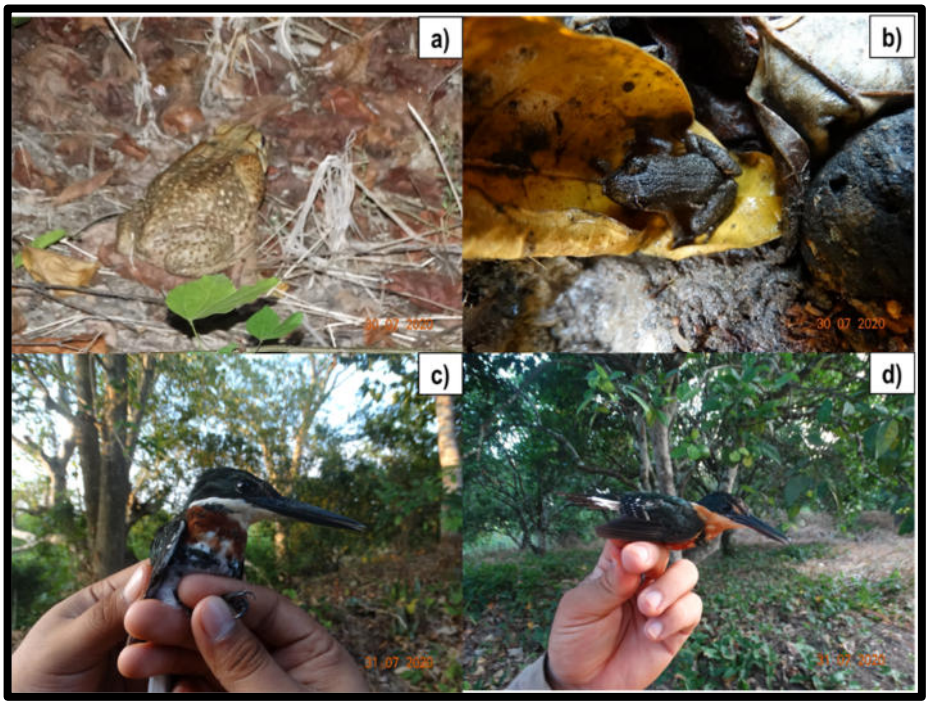
Fotografía IV.2.1.2.3-10.- Ejemplar de álamo (*Populus sp.*) registrado en las orillas del Río Pantepec.

Fotografía IV.2.1.2.3-11.- Ejemplar de ricino (*Ricinus communis*) registrado en las orillas del Río Pantepec.

Los bosques de galerías se encuentran en franjas angostas a lo largo de las corrientes fluviales y posee características particulares como la capacidad de soportar inundaciones temporales, así como la capacidad de invadir rápidamente áreas expuestas. La vegetación de galería es una comunidad muy variada tanto en su estructura como su fisonomía cuyo espacio está representado por una línea que se extiende por ambos márgenes de un rio diferenciándose de las áreas contiguas en su comunidad florística (composición y estructura, Treviño et al. 2001).

No obstante, el aumento de la población humana y el continuo crecimiento de la frontera agrícola ha ocasionado deterioro y contaminación de estas comunidades, posicionándolo como un ecosistema ambientalmente sensible. Los servicios ecosistémicos que estas comunidades proporcionan son de gran importancia debido a que ayudan a mantener la calidad del agua, al servir como filtro entre el río y los ambientes adyacentes, impidiendo el paso de agroquímicos y otros desechos, así como proveer protección contra inundaciones, amortiguar procesos de sedimentación y servir como reservorio de biodiversidad (Treviño et al. 2001).

En cuanto a fauna silvestre, este tipo de ecosistema contribuye a la conservación de la biodiversidad, ya que ofrece condiciones adecuadas para la presencia de una gran diversidad de especies, tanto terrestres como acuáticas, como por ejemplo aves, anfibios, peces e insectos acuáticos (Fotografía IV.2.1.2.3-12), especies que además sirven de alimento para muchos otras. La sombra de los árboles permite que las condiciones de luz y la temperatura sean propicias para estos organismos, mientras que la hojarasca acumulada en el cauce del río sirve como sustrato, refugio y/o alimento. Debido a que se encuentran a lo largo de los ríos, este tipo de ecosistema forma corredores que favorecen el movimiento de plantas y animales (Vásquez et al. 2020). Estos sitios, además representan un refugio importante para las aves migratorias durante la migración, proporcionando alimento y agua.



Fotografía IV.2.1.2.3-12.- Ejemplos de algunas especies asociadas a ríos y cuerpos de agua: a) Sapo gigante (*Rhinella horribilis*), b) Rana hojarasquera (*Leptodactylus melanonotus*), c) Martín pescador verde (*Chloroceryle americana*), d) Martín pescador enano (*Chloroceryle aenea*).

IV.2.1.2.3.2.4 Conclusiones

El SAR no interactúa directamente con las áreas de conservación consideradas sensibles. Sin embargo, dentro del mismo se pueden encontrar dos ecosistemas considerados ambientalmente sensibles, Vs/SAP y las orillas del río Pantepec, debido a los elementos y especies de importancia ecológica y de conservación que albergan, así como por los servicios ecosistémicos que proveen. Ambos ecosistemas poseen cierto grado de perturbación y requieren de acciones puntuales de conservación para proteger la biodiversidad dentro de los mismos y asegurar un buen funcionamiento ecológico. Por lo que, se propone que los remanentes de vegetación secundaria de selva alta perennifolia presentes dentro del AIP, las cuales representan el 2% de su área (Figura IV.2.1.2.3-11, **Anexo "Q"**), sean consideradas áreas preferentemente de conservación (ACP), donde no se lleven a cabo actividades del sector hidrocarburos por parte de la

Operadora de Campos DWF S.A. de C.V. de manera que se pueda mantener y conservar la biodiversidad presente en dicho ecosistema, así como los servicios ecosistémicos que proporcionan.

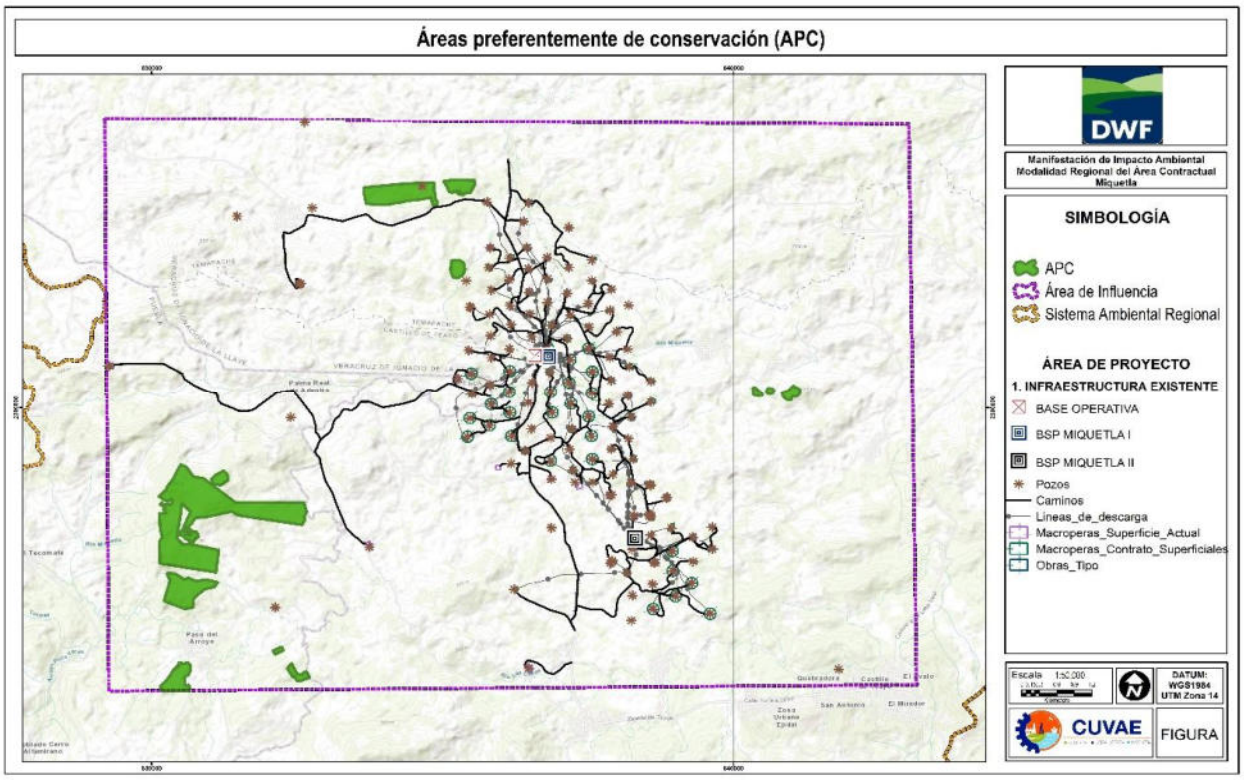


Figura IV.2.1.2.3-11.- Áreas preferentemente de conservación (ACP) de Vs/SAP propuestas para asegurar el mantenimiento y conservación de la biodiversidad en el AIP.

IV.2.1.3 Medio socioeconómico

IV.2.1.3.1 Metodología

Para la estructuración del presente título, se realizó consulta, recopilación, análisis, tratamiento y descripción de información estadística oficial, de fuentes tales como: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Consejo Nacional de Población, Censo de Población y Vivienda 2010, el Marco Geoestadístico Nacional y bibliografía diversa, entre otros.

IV.2.1.3.2 Ubicación

El Sistema Ambiental Regional, se encuentra en la porción noroeste del estado de Veracruz y Noreste del estado de Puebla. Este tiene cobertura en los municipios Castillo de Teayo (38.05%), Álamo Temapache (36.74%), Tihuatlán (2.63%) y Tuxpan (0.34%) del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, así como del municipio de Francisco Z. Mena (22.23%) en el estado de Puebla.

En lo que respecta al Área de Influencia, esta se sitúa en la porción noroeste del Estado de Veracruz y Noreste del estado de Puebla, además de tener correspondencia en los municipios de Castillo de Teayo (53.10%), Álamo Temapache (29.81%) en el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave; y Francisco Z. Mena (17.10%) en el estado de Puebla.

Para mejor referencia, ver Figura IV.2.1.3-1 de Macrolocalización del Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia.

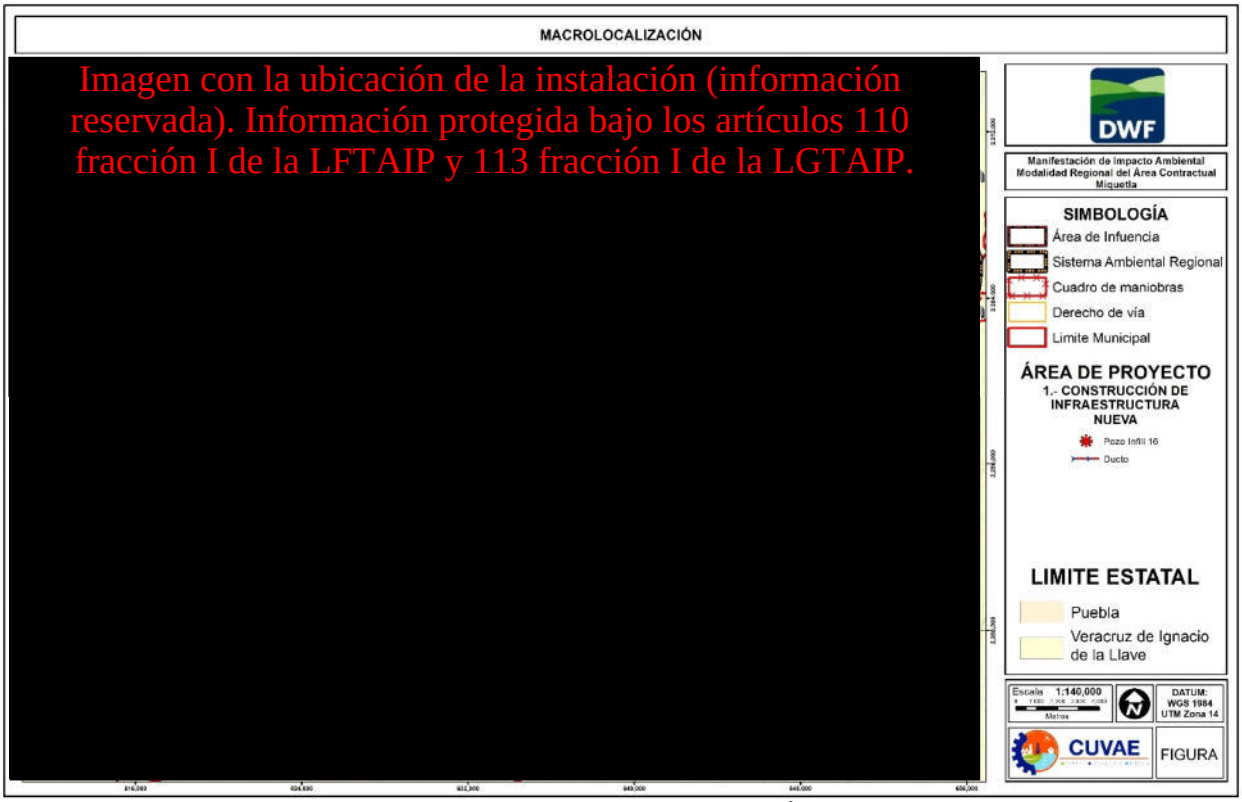


Figura IV.2.1.3-1.- Macrolocalización del Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia.
Fuente: Elaboración propia con Información de Operadora de Campos DWF S. A. de C. V., y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

IV.2.1.3.3 Población

El Sistema Ambiental Regional, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, registró 40,251 habitantes dispersos en 119 localidades. De estas, sólo 59 se destacan por tener más de 100 habitantes. Asimismo, tales localidades con población de 100 o más habitantes, concentran 39,136 habitantes, lo que equivale al 97.23% de la población total del sistema.

Por otra parte, en particular, el Área de Influencia registró 9,379 habitantes dispersos en 33 localidades. En lo que refiere a localidades de 100 o más habitantes, el Área de Influencia registró 17 y concentran 9,152 habitantes, representando así, el 97.58% de la población total del área de influencia.

Todas las localidades citadas con antelación se desglosan en la Tabla IV.2.1.3-1, que se muestra a continuación.

Tabla IV.2.1.3-1.- Población de localidades situadas en el interior del Sistema Ambiental y Área de Influencia.

No.	Localidad	Municipio	Entidad	Área	Población
1	Adolfo López Mateos	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	188
2	Agua Zarca	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	305
3	Américas Chicas	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	150
4	Aquiles Serdán (El Nueve)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	588
5	Arely	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	8
6	Casa Quemada	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	42
7	Cerro Chino (Ex-Hacienda Sicuao)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	3
8	El Bejucal	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	764
9	El Humo	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	4
10	El Naranjal	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	344
11	El Nuevo Naranjal (Las Carmelitas)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	370
12	El Porvenir	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	4
13	Héroes del Cuarenta y Siete (Otatal)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	777
14	Huasco (Paso de Huasco)	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	8
15	La Lima Nueva	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	452
16	La Milpa	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	2
17	La Pimienta	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	7
18	La Unión Chiquita	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	44
19	Laguna Verde	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	22
20	Leonilo Francisco Cruz	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	6
21	Lima Vieja	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	560
22	Mequetla	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	1,507

Continuación Tabla IV.2.1.3-1

No.	Localidad	Municipio	Entidad	Área	Población
23	Moralillo	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	112
24	Nuevo Jalisco	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	268
25	Palma Real de Adentro	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	576
26	Paso de Valencia	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	19
27	Paso del Arroyo	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	452
28	Rancho Alegre (El Tarral)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	19
29	San Antonio	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	9
30	San Diego	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	6
31	Santa Fe (La Grava)	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	24
32	Tincontlán	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	1,162
33	Venustiano Carranza	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	577
34	Buenos Aires (San Isidro)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,042
35	Castillo de Teayo	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	4,297
36	Cerro Dulce	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	778
37	Citlaltépetl	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	517
38	El Aguacate (Jardín Viejo)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	184
39	El Arbolito	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	199
40	El Ávalo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	5
41	El Cafetal	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	3
42	El Cantón	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	3
43	El Caracol	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	5
44	El Carril	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	6
45	El Carril	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	16
46	El Catorce (Buenavista Molino)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	78
47	El Catorce (Hidalgo Amajac)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	77
48	El Cerrito (La Concepción)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	157

Continuación Tabla IV.2.1.3-1

No.	Localidad	Municipio	Entidad	Área	Población
49	El Cerro Altamirano	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	269
50	El Coyolar	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	35
51	El Coyote	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	26
52	El Crucero	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	5
53	El Mangar	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	61
54	El Mante	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	488
55	El Nueve (La Concepción)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1
56	El Ojital	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	415
57	El Paraíso (Ampliación de la Unión)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	109
58	El Pital	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	339
59	El Rayo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	23
60	El Recuerdo	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	4
61	El Tecomate	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	794
62	El Treinta y Cinco (Estero del Ídolo)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	64
63	El Tumbadero	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	4
64	El Volador	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	10
65	El Xúchitl	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	989
66	Esperanza	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	3
67	Estero del Ídolo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	3,833
68	Francisco Luján Adame (Dos Pasos)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	276
69	Francisco Luján Adame (El Totomoxcle)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	258
70	Hidalgo Amajac	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,241
71	Huizotate	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	6
72	Jardín Viejo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	604
73	José María Pino Suárez	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	133
74	Juan Gallardo Cruz	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	13

Continuación Tabla IV.2.1.3-1

No.	Localidad	Municipio	Entidad	Área	Población
75	Kilómetro Treinta y Tres (Paso Real)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	685
76	La Ceiba	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	368
77	La Concepción	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,134
78	La Defensa	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	983
79	La Esmeralda	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	5
80	La Esperanza Nueva	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	490
81	La Esperanza Vieja	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	446
82	La Gloria	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	11
83	La Granadilla	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	522
84	La Piedra Encontrada (Florida)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	630
85	La Providencia	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	577
86	La Puerta	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	52
87	La Reforma	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	710
88	La Unión	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,268
89	La Unión	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	2
90	La Unirio (El Paso)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	4
91	Las Adjuntas	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	10
92	Las Américas Grandes	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	390
93	Las Balsas	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	505
94	Las Camelias	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	6
95	Las Cañas de Abajo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	765
96	Las Cañas de Arriba	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	49
97	Los Lobos	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	5
98	Los Pinos	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	3
99	Los Tarros	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	67
100	María del Rosario	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	2

Continuación Tabla IV.2.1.3-1

No.	Localidad	Municipio	Entidad	Área	Población
101	Miralejos	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	20
102	Moctezuma (Guayabal)	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	557
103	Nuevo Jardín	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	4
104	Ojo de Agua	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	7
105	Paso de las Flores	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	106
106	Paso del Arroyo (Nuevo Paso)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	86
107	Piedra Grande	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	11
108	Rancho Alegre (La Espuma)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	77
109	Rancho los Tarros	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	2
110	Rey Lugo Sánchez	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	4
111	San Daniel	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	2
112	Santa Cruz	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	500
113	Santa Martha	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	184
114	Santa Verónica	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	6
115	Tabasco	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	5
116	Teayo	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,349
117	Tixtepec	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	237
118	Zanja del Bote	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	469
119	Zona Urbana Ejido el Mante	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	187
Total Área de Influencia					9,379
Total Sistema Ambiental Regional					40,251

Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda 2010, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

Adicionalmente, en la Figura IV.2.1.3-2, se aprecian las localidades dispersas geográficamente dentro del Sistema Ambiental y Área de Influencia:

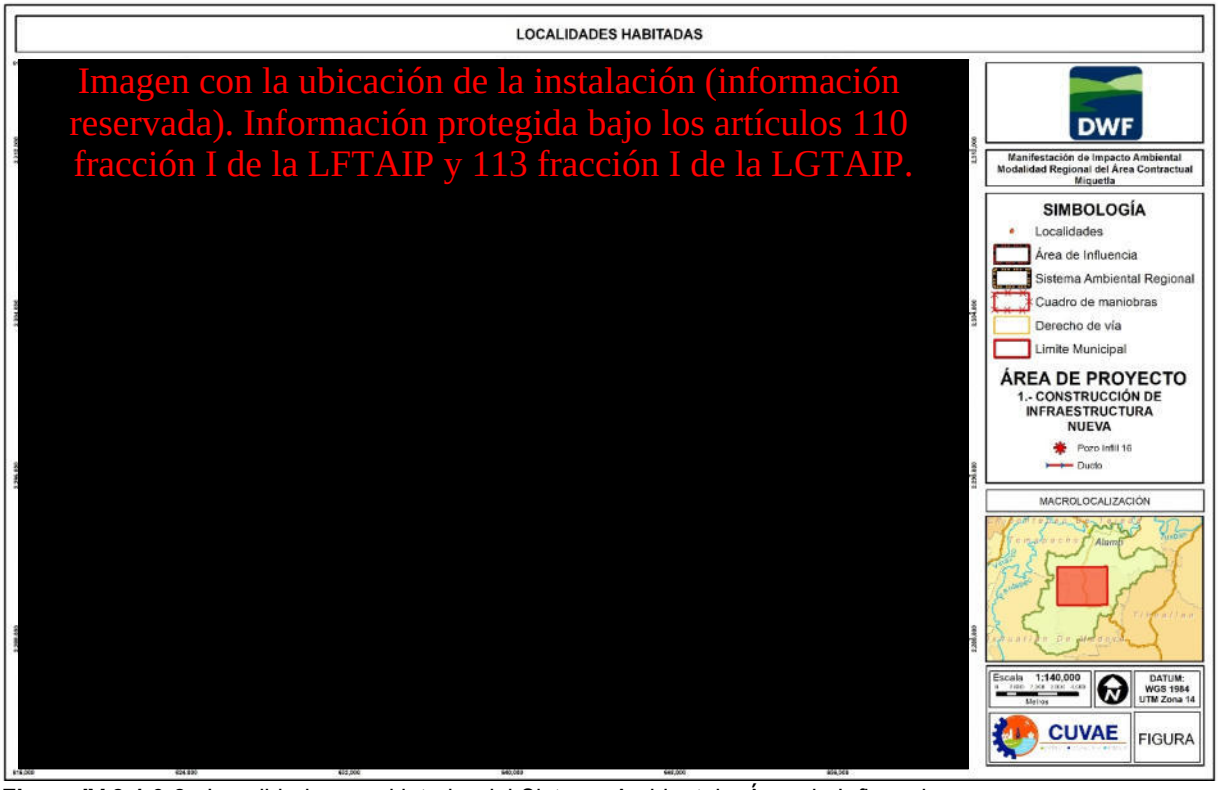


Figura IV.2.1.3-2.- Localidades en el interior del Sistema Ambiental y Área de Influencia.
Fuente: Elaboración propia con Información de Operadora de Campos DWF S. A. de C. V., y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

IV.2.1.3.3.1 Estructura Poblacional

Como ya se puntualizó antes, el Sistema Ambiental Regional, registró 40,251 habitantes dispersos en 119 localidades, sin embargo, las estadísticas disponibles a nivel localidad, emitidas por el INEGI conforme el Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, sólo permiten caracterizar la estructura poblacional de 82 localidades del Sistema Ambiental Regional, mismas que concentran 40,065 habitantes, equivalente al 99.54% de la población total del Sistema Ambiental Regional. De estas 82 localidades, 23 se insertan en el interior del Área de Influencia.

Dado lo anterior, las estadísticas disponibles, corresponden a las localidades que se enlistan a continuación en la Tabla IV.2.1.3-2.

Tabla IV.2.1.3-2.- Localidades con información estadística disponible para caracterizar la estructura poblacional del Área de Influencia y Sistema Ambiental Regional.

No.	Localidad	Municipio	Entidad	Área	Población
1	Adolfo López Mateos	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	188
2	Agua Zarca	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	305
3	Américas Chicas	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	150
4	Aquiles Serdán (El Nueve)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	588
5	Casa Quemada	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	42
6	El Bejucal	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	764
7	El Naranjal	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	344
8	El Nuevo Naranjal (Las Carmelitas)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	370
9	Héroes del Cuarenta y Siete (Otatal)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	777
10	La Lima Nueva	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	452
11	La Unión Chiquita	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	44
12	Laguna Verde	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	22
13	Lima Vieja	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	560
14	Mequetla	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	1,507
15	Moralillo	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	112
16	Nuevo Jalisco	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	268
17	Palma Real de Adentro	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	576
18	Paso de Valencia	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	19
19	Paso del Arroyo	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	452
20	Rancho Alegre (El Tarral)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	19
21	Santa Fe (La Grava)	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	24
22	Tincontlán	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	1,162
23	Venustiano Carranza	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	577
24	Buenos Aires (San Isidro)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,042
25	Castillo de Teayo	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	4,297

Continuación Tabla IV.2.1.3-2

No.	Localidad	Municipio	Entidad	Área	Población
26	Cerro Dulce	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	778
27	Citlaltépetl	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	517
28	El Aguacate (Jardín Viejo)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	184
29	El Arbolito	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	199
30	El Carril	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	16
31	El Catorce (Buenavista Molino)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	78
32	El Catorce (Hidalgo Amajac)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	77
33	El Cerrito (La Concepción)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	157
34	El Cerro Altamirano	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	269
35	El Coyolar	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	35
36	El Coyote	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	26
37	El Mangar	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	61
38	El Mante	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	488
39	El Ojital	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	415
40	El Paraíso (Ampliación de la Unión)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	109
41	El Pital	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	339
42	El Rayo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	23
43	El Tecomate	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	794
44	El Treinta y Cinco (Estero del Ídolo)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	64
45	El Volador	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	10
46	El Xúchitl	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	989
47	Estero del Ídolo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	3,833
48	Francisco Luján Adame (Dos Pasos)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	276
49	Francisco Luján Adame (El Totomoxcle)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	258
50	Hidalgo Amajac	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,241

Continuación Tabla IV.2.1.3-2

No.	Localidad	Municipio	Entidad	Área	Población
51	Jardín Viejo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	604
52	José María Pino Suárez	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	133
53	Kilómetro Treinta y Tres (Paso Real)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	685
54	La Ceiba	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	368
55	La Concepción	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,134
56	La Defensa	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	983
57	La Esperanza Nueva	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	490
58	La Esperanza Vieja	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	446
59	La Gloria	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	11
60	La Granadilla	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	522
61	La Piedra Encontrada (Florida)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	630
62	La Providencia	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	577
63	La Puerta	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	52
64	La Reforma	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	710
65	La Unión	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,268
66	Las Américas Grandes	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	390
67	Las Balsas	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	505
68	Las Cañas de Abajo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	765
69	Las Cañas de Arriba	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	49
70	Los Tarros	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	67
71	Miralejos	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	20
72	Moctezuma (Guayabal)	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	557
73	Ojo de Agua	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	7
74	Paso de las Flores	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	106
75	Paso del Arroyo (Nuevo Paso)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	86

Continuación Tabla IV.2.1.3-2

No.	Localidad	Municipio	Entidad	Área	Población
76	Rancho Alegre (La Espuma)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	77
77	Santa Cruz	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	500
78	Santa Martha	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	184
79	Teayo	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,349
80	Tixtepec	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	237
81	Zanja del Bote	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	469
82	Zona Urbana Ejido el Mante	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	187
Total Área de Influencia					9,322
Total Sistema Ambiental Regional					40,065

Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda 2010, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

De acuerdo con la información anterior, el sistema ambiental regional y el área de influencia, presentan la siguiente estructura poblacional, presentada en la Tabla IV.2.1.3-3.

Tabla IV.2.1.3-3.- Indicadores de Estructura Poblacional del Sistema Ambiental y Área de Influencia.

Zona	Indicador de estructura poblacional	Masculino	Femenino	Total
Sistema Ambiental Regional	Población por sexo	19,921	20,144	40,065
	Población de 0 a 14 años	5,874	5,714	11,588
	Población de 15 años a 59 años	11,607	12,101	23,708
	Población de 60 años y más	2,440	2,329	4,769
Área de Influencia - Sistema Ambiental	Población por sexo	4,667	4,655	9,322
	Población de 0 a 14 años	1,361	1,325	2,686
	Población de 15 años a 59 años	2,740	2,800	5,540
	Población de 60 años y más	566	530	1,096

Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda 2010, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

Con relación a la Tabla IV.2.1.3-3, que antecede, es importante recalcar que no se encuentra información detallada de 37 de las 119 localidades ubicadas en el interior del Sistema Ambiental. Asimismo, estas suman

186 habitantes, que representan el 0.46% de la población total registrada en el Sistema Ambiental. De estas 37 localidades, particularmente 10 se localizan en el interior del polígono del Área de Influencia.

Ahora bien, considerando la información existente, para el 99.54% de la población total se tiene que, en estructura por sexo, en el sistema ambiental, el 49.72% de la población, corresponde al género masculino y el 50.28% al femenino. En el área de influencia, el 50.06% de la población corresponde al género masculino y el 49.94% al femenino.

En estructuras por edad, se tiene que la población de 0 a 14 años en el Sistema Ambiental concentra el 28.92%, mientras que, en el área de influencia, es el 28.81%. En el rango de edad de 15 a 59 años, el 59.17% y 59,43%, y finalmente, con 11.90% y 11.76% la población con 60 años, de manera respectiva para el Sistema Ambiental y el Área de Influencia.

IV.2.1.3.3.2 Población Económicamente Activa

En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía define a la Población económicamente activa (PEA), como a las personas de 12 años y más que están en posibilidades de trabajar. La PEA, se divide en la Población ocupada y desocupada. La población ocupada es aquella que está conformada por personas de 12 a 130 años de edad que trabajaron o que no trabajaron, pero sí tenían trabajo en la semana de referencia al levantamiento del Censo de Población y Vivienda 2010. Por su parte la desocupada, es la integrada por personas de 12 a 130 años de edad que no tenían trabajo, pero buscaron trabajo en la semana de referencia al Censo. Adicionalmente se sitúa la Población no económicamente activa. Esta, se define como las 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.

Dado lo anterior, el Sistema Ambiental Regional y el Área de Influencia, reflejan en este tópico, lo que se muestra en la siguiente Tabla IV.2.1.3-4.

Tabla IV.2.1.3-4.- Población Económicamente Activa del Sistema Ambiental y Área de Influencia.

Zona	Población económicamente activa (PEA)	PEA Ocupada	PEA Desocupada
Sistema Ambiental Regional	13,622	13,148	474
Área de Influencia – Sistema Ambiental Regional	3,062	3,010	52

Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

La Tabla IV.2.1.3-4, expone que el 96.52% y 98.30% de la Población Económicamente Activa, en el sistema ambiental y el área de influencia, correspondientemente, se encuentra ocupada. Esto a su vez, representa el 34.00% y 32.85% de la población total registrada en el sistema ambiental y área de influencia, conforme al Censo de Población y Vivienda de 2010.

IV.2.1.3.3.3 Educación

Con el firme propósito de perfilar la situación en el tema de educación en el Área de Influencia y el Sistema Ambiental Regional, se abordan los indicadores de Población de 15 años y más, Población de 15 años analfabeta y Grado promedio de escolaridad. Para el caso de la Población de 15 años analfabeta, esta se define de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, como las Personas de 15 a 130 años de edad que no saben leer ni escribir.

En lo que respecta a Grado promedio de escolaridad, este se define como el resultado de dividir el monto de grados escolares aprobados por las personas de 15 a 130 años de edad entre las personas del mismo grupo de edad y excluye a las personas que no especificaron los grados aprobados. Dado esto, se registra lo siguiente en la Tabla IV.2.1.3-5.

Tabla IV.2.1.3-5.- Población de 15 años y más, Población de 15 años y más, analfabeta y Grado promedio de escolaridad en el Sistema Ambiental y Área de Influencia.

Zona	Población de 15 años y más	Población de 15 años y más analfabeta	Grado promedio de escolaridad
Sistema Ambiental Regional	28,477	3,615	6.31
Área de Influencia – Sistema Ambiental Regional	6,636	841	6.42

Fuente: Elaboración propia con información del Consejo Nacional de Población, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Censo de Población y Vivienda 2010 (2020).

De acuerdo con la información emitida por el Consejo Nacional de Población, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía con base en el Censo de Población y Vivienda 2010, en el Sistema Ambiental, el 12.69% de la población de 15 años y más es analfabeta. En el caso del área de influencia, este indicador es de 12.67%. En cuanto a Grado promedio de escolaridad, reflejan 6.31 y 6.42 en el Sistema Ambiental y Área de Influencia respectivamente.

IV.2.1.3.3.4 Salud y Seguridad Social

En el área de influencia y el sistema ambiental, de acuerdo con la información del Consejo Nacional de Población, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía y el Censo de Población y Vivienda 2010, se registran las condiciones de acceso a los servicios de salud y seguridad social, mostradas en la siguiente Tabla IV.2.1.3-6.

Tabla IV.2.1.3-6.- Población sin derechohabiencia y con derechohabiencia a servicios de salud, en Sistema Ambiental y Área de Influencia.

Zona	Población total	Población sin derecho-habiencia a servicios de salud	Población derecho-habiente a servicios de salud	Población derecho-habiente al IMSS	Población derecho-habiente al ISSSTE	Población derecho-habiente al ISSSTE Estatal	Población derechohabiente del seguro popular o seguro médico para una nueva generación
Sistema Ambiental Regional	40,065	18,781	21,090	4,883	878	18	14,953
Área de Influencia – Sistema Ambiental Regional	9,322	3,742	5,573	2,164	109	3	3,250

Fuente: Elaboración propia con información del Consejo Nacional de Población, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Censo de Población y Vivienda 2010 (2020).

Dada la Tabla IV.2.1.3-6 el Sistema Ambiental Regional, registra que el 46.88% de la población total no cuenta con derechohabiencia a servicios de salud y el 52.64% si cuenta con esta cobertura. En este sobresale el seguro popular o seguro médico para una nueva generación, ya que brinda cobertura al 70.90% de la población con derechohabiencia.

Por otra parte, en el área de influencia, el 40.14% de la población total, no tiene derechohabiencia en algún sistema de servicio salud, mientras que el 59.78% si cuenta con esta cobertura. De manera similar que el sistema ambiental, la predominancia de derechohabiencia se posiciona en el seguro popular o seguro médico para una nueva generación, ya que brinda cobertura al 58.32% de la población que es derechohabiente a servicios de salud.

IV.2.1.3.4 Infraestructura y Servicios

En el tópico de infraestructura y servicios, el área de influencia y el sistema ambiental, revela los siguientes indicadores.

Tabla IV.2.1.3-7.- Viviendas Particulares Habitadas y accesibilidad a servicios públicos, del Sistema Ambiental y Área de influencia.

Zona	Viviendas particulares habitadas (VPH)	VPH con electricidad	VPH sin electricidad	VPH con agua potable dentro de la vivienda	VPH con agua potable fuera de la vivienda	VPH con excusado	VPH con drenaje	VPH sin drenaje	VPH con todos los servicios
Sistema Ambiental Regional	9,713	9,353	289	2,892	6,747	9,434	5,277	4,353	2,043
Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	2,134	2,053	78	727	1,406	2,091	1,242	881	577

Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda. 2010, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

Con relación a la Tabla IV.2.1.3-7, el sistema ambiental registra 9,713 viviendas particulares habitadas, de las cuales 2,134 se encuentran dentro del área de influencia. De las 9,713 viviendas, el 96.29% disponen electricidad, 29.77% con agua potable dentro de la vivienda, 97.13% cuenta con excusado, 54.33% tiene drenaje y sólo el 21.03% cuenta con todos estos servicios de manera simultánea.

En lo que toca al área de influencia, de las 2,134 viviendas registradas, 96.20% disponen de electricidad, 34.07% cuenta con agua potable dentro de la vivienda, 97.99% dispone de excusado, 58.20% drenaje y de manera mínima, sólo el 27.04% dispone de estos servicios en conjunto de manera simultánea.

En lo que atañe a infraestructura educativa, en los municipios de Francisco Z. Mena, Tuxpan, Tihuatlán, Castillo de Teayo y Álamo Temapache, conforme al Anuario estadístico y geográfico de Veracruz del año 2016 y el Anuario estadístico y geográfico de Puebla del Año 2017, reflejan lo siguiente.

Tabla IV.2.1.3-8.- Planteles, aulas, bibliotecas, laboratorios, talleres y anexos en uso a inicio de cursos Ciclo escolar 2015/16 en los municipios que cubre el Sistema Ambiental Regional.

Municipio	Entidad Federativa	Planteles	Aulas	Bibliotecas	Laboratorios	Talleres	Anexos a/
Francisco Z. Mena	Puebla	86	223	0	4	1	347
Tuxpan	Veracruz de Ignacio de la Llave	347	1,758	55	71	70	2,472
Tihuatlán	Veracruz de Ignacio de la Llave	247	1,105	48	38	27	1,438
Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	86	302	18	18	6	397
Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	422	1,562	51	72	39	2,037

a/ Comprende: área administrativa, bodega, cafetería, dirección, gimnasio, intendencia, plaza cívica, prefectura, sanitarios, servicio médico y otros.

Fuente: Elaboración propia con información del Anuario estadístico y geográfico de Veracruz del año 2016 y Anuario estadístico y geográfico de Puebla del Año 2017 (2020).

Acorde a lo mostrado en la Tabla IV.2.1.3-9, los municipios al interior del Sistema Ambiental presentan 1,188 planteles educativos, 4,950 aulas, 172 bibliotecas, 203 laboratorios y 143 talleres.

De igual forma, conforme a los catálogos de Veracruz y Puebla, de Centros escolares de Educación Básica, Media Superior, Superior, Especial e Inicial del año 2015 y registrados por la Secretaría de Educación Pública, se tiene lo siguiente.

Tabla IV.2.1.3-9.- Centros escolares de Educación Básica, Media Superior, Superior, Especial e Inicial del año 2015, registrados como activos, en el interior del Sistema Ambiental Regional y el Área de Influencia.

Zona	Nivel Educativo						
	Inicial	Preescolar	Primaria	Centro de atención múltiple	Secundaria	Medio Superior	Superior
Sistema Ambiental Regional	2	58	69	2	30	24	0
Área de Influencia– Sistema Ambiental Regional	0	17	18	0	7	5	0

Fuente: Elaboración propia con información de la Secretaría de Educación Pública (2020).

En consonancia con la Tabla IV.2.1.3-9, en el Sistema Ambiental Regional, son Preescolar y Primaria, los niveles educativos que presentan mayor cantidad de planteles activos, con 31.85% y 37.30% respectivamente. Le sigue el nivel de Educación Secundaria y Media Superior, con 16.22% y 12.97% respectivamente.

El Área de Influencia, concentra el 25.41% de los centros escolares que se encuentran dentro del Sistema Ambiental, con 47 planteles. De estos, los de predominancia son Preescolar, Primaria, Secundaria, y Media Superior, con 9.19%, 9.73%, 3.78% y 2.70%, del total del Sistema Ambiental.

Resulta relevante enfatizar en que no se registran planteles de educación superior, tanto en el Área de Influencia como en el Sistema Ambiental.

Los centros escolares anteriormente mencionados, se pueden apreciar en la Figura IV.2.1.3-3.

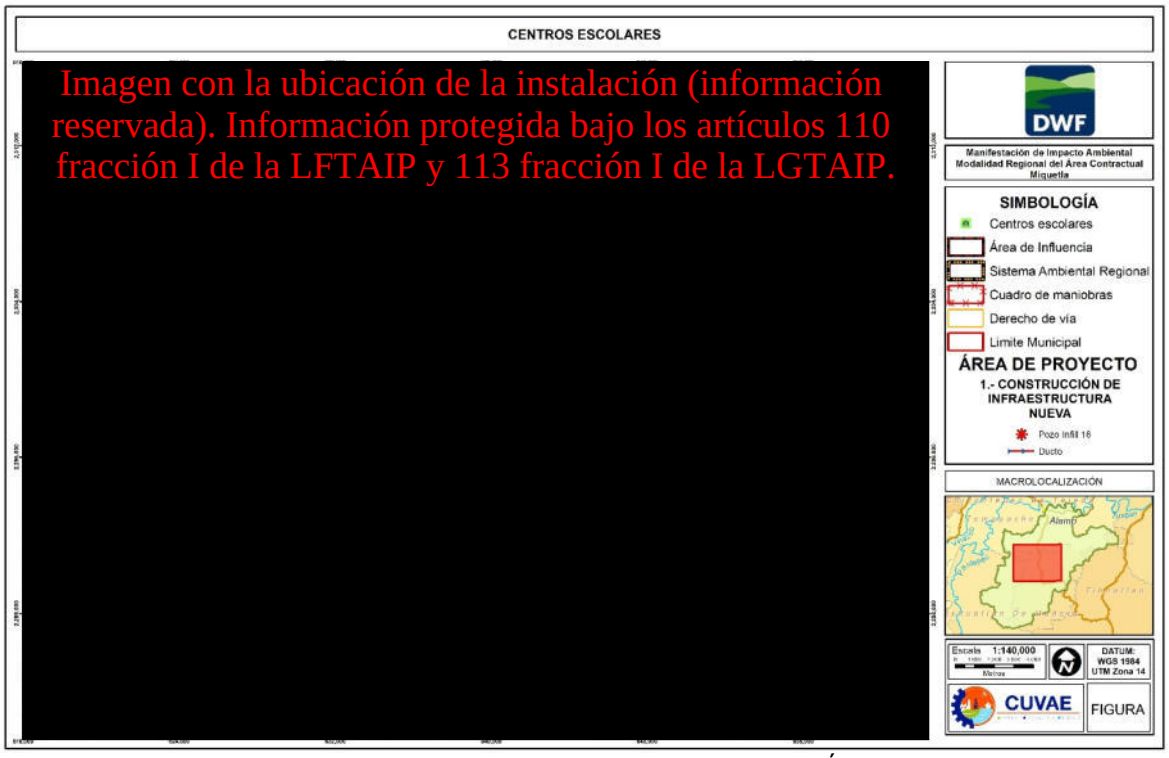


Figura IV.2.1.3-3.- Centros escolares en el interior del Sistema Ambiental y Área de Influencia
Fuente: Elaboración propia con Información de Operadora de Campos DWF S. A. de C. V., y Secretaría de Educación Pública (2020)

IV.2.1.3.5 Índice de marginación

El Consejo Nacional de Población (2012), acota que la marginación es entendida como el conjunto de problemas (desventajas) sociales de una comunidad o localidad y hace referencia a grupos de personas y familias. Esta visión difiere de aquella que privilegia las carencias de los individuos que habitan en la periferia de las ciudades, según el concepto de marginalidad. En este sentido, el objeto de estudio de la marginación es mucho más inclusivo y permite estudiar y comparar distintos estratos de la sociedad.

Adicionalmente, señala que el índice de marginación busca establecer un parámetro analítico que permita entender cuando un sector de la sociedad se encuentra en una situación donde no están presentes las oportunidades para el desarrollo, ni la capacidad para encontrarlas.

Por lo antes expuesto, contextualizar los niveles de marginación, a través del Índice de Marginación en el Sistema Ambiental Regional y el Área de Influencia es de vital importancia, con el firme propósito de obtener una vista rápida de la situación social en este tema, se expone la Tabla IV.2.1.3-10.

Tabla IV.2.1.3-10.- Índice y Grado de Marginación 2010 a nivel localidad en el Área de Influencia y Sistema Ambiental.

No.	Localidad	Municipio	Entidad Federativa	Área	Índice de marginación	Grado de marginación
1	Adolfo López Mateos	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	0.136464938	Alto
2	Agua Zarca	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.313692225	Alto
3	Américas Chicas	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	0.423269631	Alto
4	Aquiles Serdán (El Nueve)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.469621753	Alto
5	Casa Quemada	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	0.489932481	Alto
6	El Bejucal	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.372683745	Alto
7	El Naranjal	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.237104608	Alto
8	El Nuevo Naranjal (Las Carmelitas)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.216085176	Alto
9	Héroes Del Cuarenta Y Siete (Otatal)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	0.03408719	Alto
10	La Lima Nueva	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.584946206	Alto
11	La Unión Chiquita	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	1.112838211	Muy alto
12	Laguna Verde	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	0.807188609	Muy alto
13	Lima Vieja	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.378508468	Alto
14	Mequetla	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.756854487	Alto

Continuación Tabla IV.2.1.3-10

No.	Localidad	Municipio	Entidad Federativa	Área	Índice de marginación	Grado de marginación
15	Moralillo	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.3364872	Alto
16	Nuevo Jalisco	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.493806702	Alto
17	Palma Real De Adentro	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.827091019	Medio
18	Paso De Valencia	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.892808339	Medio
19	Paso Del Arroyo	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.283625452	Alto
20	Rancho Alegre (El Tarral)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	0.463519809	Alto
21	Santa Fe (La Grava)	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.57575638	Alto
22	Tincontlán	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.64827833	Alto
23	Venustiano Carranza	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia / Sistema Ambiental Regional	-0.406793787	Alto
24	Buenos Aires (San Isidro)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.428762005	Alto
25	Castillo De Teayo	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.687134158	Alto
26	Cerro Dulce	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.084073989	Alto
27	Citlaltépetl	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.272506816	Alto
28	El Aguacate (Jardín Viejo)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.866312692	Medio
29	El Arbolito	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.070293284	Alto
30	El Carril	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1.377872597	Muy alto
31	El Catorce (Buenavista Molino)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.197860343	Alto
32	El Catorce (Hidalgo Amajac)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	0.011416786	Alto
33	El Cerrito (La Concepción)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.112328641	Alto
34	El Cerro Altamirano	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	-0.425900844	Alto
35	El Coyolar	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	0.645319843	Alto

Continuación Tabla IV.2.1.3-10

No.	Localidad	Municipio	Entidad Federativa	Área	Índice de marginación	Grado de marginación
36	El Coyote	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.016635445	Alto
37	El Mangar	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	0.018104632	Alto
38	El Mante	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.35979605	Alto
39	El Ojital	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.035760657	Alto
40	El Paraíso (Ampliación De La Unión)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.030721774	Alto
41	El Pital	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.637442175	Alto
42	El Rayo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1.665007308	Muy alto
43	El Tecomate	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	-0.353198657	Alto
44	El Treinta Y Cinco (Estero Del Ídolo)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.465983554	Alto
45	El Volador	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	0.674179767	Alto
46	El Xúchitl	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.426029209	Alto
47	Estero Del Ídolo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.802244168	Alto
48	Francisco Lujan Adame (Dos Pasos)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.414624676	Alto
49	Francisco Lujan Adame (El Totomoxcle)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	0.238590342	Alto
50	Hidalgo Amajac	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.43966391	Alto
51	Jardín Viejo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.571008906	Alto
52	José María Pino Suarez	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	0.349886008	Alto
53	Kilometro Treinta Y Tres (Paso Real)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.537607195	Alto
54	La Ceiba	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.586608862	Alto
55	La Concepción	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.745964547	Alto
56	La Defensa	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.212645833	Alto
57	La Esperanza Nueva	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.441870143	Alto
58	La Esperanza Vieja	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.291198666	Alto

Continuación Tabla IV.2.1.3-10

No.	Localidad	Municipio	Entidad Federativa	Área	Índice de marginación	Grado de marginación
59	La Gloria	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.820315072	Medio
60	La Granadilla	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.309643802	Alto
61	La Piedra Encontrada (Florida)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.126797882	Alto
62	La Providencia	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.408270248	Alto
63	La Puerta	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.424423117	Alto
64	La Reforma	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.00078074	Alto
65	La Unión	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.469024867	Alto
66	Las Américas Grandes	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	0.093943806	Alto
67	Las Balsas	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	-0.159320427	Alto
68	Las Cañas De Abajo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.399277734	Alto
69	Las Cañas De Arriba	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.36237881	Alto
70	Los Tarros	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	-0.243856931	Alto
71	Miralejos	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	1.175949375	Muy alto
72	Moctezuma (Guayabal)	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	-0.324319839	Alto
73	Ojo De Agua	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	1.655007925	Muy alto
74	Paso De Las Flores	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	0.234455503	Alto
75	Paso Del Arroyo (Nuevo Paso)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	0.241108772	Alto
76	Rancho Alegre (La Espuma)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.129635936	Alto
77	Santa Cruz	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.045456978	Alto
78	Santa Martha	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.379428333	Alto
79	Teayo	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.763957629	Alto
80	Tixtepec	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	-0.0203068	Alto
81	Zanja Del Bote	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	-0.144000499	Alto
82	Zona Urbana Ejido El Mante	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	0.259583032	Alto

Fuente: Elaboración propia con información de estimaciones del Consejo Nacional de Población con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010, Principales resultados por localidad.

Dada la Tabla IV.2.1.3-10 y de acuerdo con la información disponible a nivel localidad, de las 82 localidades en el sistema ambiental, no se registran comunidades con grado de marginación muy bajo, ni bajo. El nivel de marginación de estas localidades oscila entre medio y muy alto. En lo que respecta a grado de marginación medio, son 4 localidades las que presentan esta calificación, de las cuales 2 se ubican en el Área de Influencia. En grado de marginación alto, están 72 localidades y de éstas, 19 se encuentran en el Área de Influencia. Por último, con grado de marginación muy alto, se identifican 6 localidades de las cuales 2, corresponden al Área de Influencia.

La Figura IV.2.1.3-4 muestra la ubicación de estas localidades, con simbología del nivel de marginación, y se presenta a continuación.

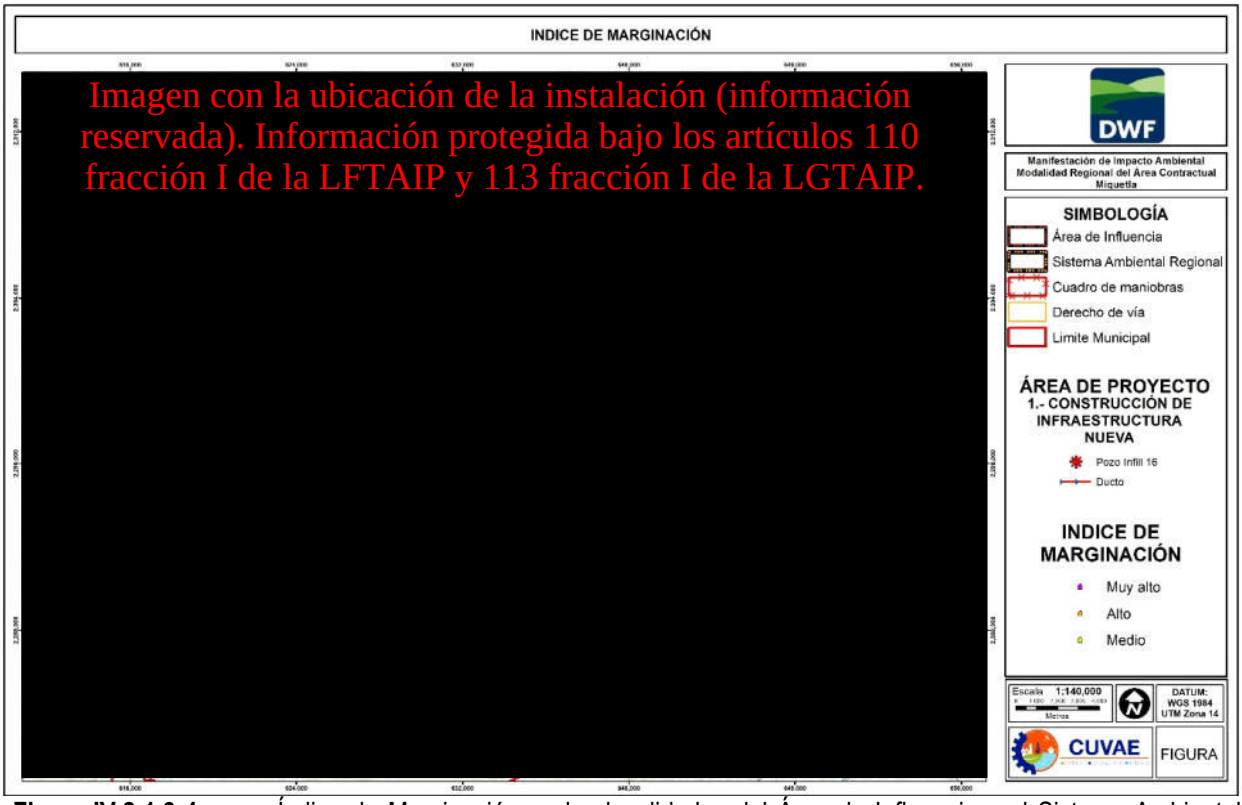


Figura IV.2.1.3-4.- Índice de Marginación en las localidades del Área de Influencia y el Sistema Ambiental Regional.

Fuente: Elaboración propia con Información de Operadora de Campos DWF S. A. de C. V., y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

IV.2.1.3.6 Actividades económicas por sectores

Tomando como referencia el Anuario estadístico y geográfico de Veracruz, emitido por el INEGI (2016), y el Anuario estadístico de Puebla, de igual forma emitido por INEGI (2017) la población ocupada en los municipios de Francisco Z. Mena, Tuxpan, Tihuatlán, Castillo de Teayo y Álamo Temapache, así como su distribución porcentual según división ocupacional al 15 de marzo de 2015, es la siguiente:

Tabla IV.2.1.3-11.- Población ocupada y su distribución según división ocupacional al 15 de marzo de 2015, de los municipios que cubre el Sistema Ambiental Regional.

Municipio	Entidad Federativa	TOTAL	División ocupacional a/ porcentaje				
			Funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos b/	Trabajadores agropecuarios	Trabajadores en la industria c/	Comerciantes y trabajadores en servicios diversos d/	No especificado
Francisco Z. Mena	Puebla	5,037	8.48	55.97	9.13	25.00	1.43
Tuxpan	Veracruz de Ignacio de la Llave	62,196	29.76	7.60	18.77	42.60	1.28
Tihuatlán	Veracruz de Ignacio de la Llave	32,620	15.77	18.14	20.37	45.09	0.63
Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	6,013	10.68	50.31	9.68	29.04	0.30
Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	37,238	13.68	35.26	13.39	36.27	1.40

a/ Corresponde a las ocupaciones agrupadas del Sistema Nacional de Clasificación de Ocupaciones (SINCO, 2011).
b/ Comprende: funcionarios, directores y jefes; profesionistas y técnicos; así como trabajadores auxiliares en actividades administrativas.
c/ Comprende: trabajadores artesanales; así como operadores de maquinaria industrial, ensambladores, choferes y conductores de transporte.
d/ Comprende: comerciantes, empleados en ventas y agentes de ventas; trabajadores en servicios personales y vigilancia; así como trabajadores en actividades elementales y de apoyo.
Fuente: Elaboración propia con información del Anuario estadístico y geográfico de Veracruz (2016) y Anuario estadístico y geográfico de Puebla (2017) / Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020)

Aunado a la Tabla IV.2.1.3-11, se aprecia que la división ocupacional con mayor participación es la de trabajadores agropecuarios, con un porcentaje de participación que oscila entre el 7.60% y 55.97%,

siguiéndole los comerciantes y trabajadores en servicios diversos con un rango entre 25.00% y 45.09%. Para el caso de funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos, el rango va de 8.48% a 29.76%.

Adicionalmente, la Población ocupada en los municipios de Francisco Z. Mena, Tuxpan, Tihuatlán, Castillo de Teayo y Álamo Temapache, así como su distribución porcentual según sector de actividad económica al 15 de marzo de 2015, es la siguiente.

Tabla IV.2.1.3-12.- Población ocupada y su distribución según sector de actividad económica al 15 de marzo de 2015, de los municipios que cubre el Sistema Ambiental Regional.

Municipio	Entidad Federativa	TOTAL	Sector de actividad económica (porcentaje)				
			Primario a/	Secundario b/	Comercio	Servicios c/	No especificado
Francisco Z. Mena	Puebla	5,037	64.30	8.76	9.23	16.06	1.65
Tuxpan	Veracruz de Ignacio de la Llave	62,196	9.59	21.03	17.98	49.33	2.07
Tihuatlán	Veracruz de Ignacio de la Llave	32,620	22.78	18.88	20.26	37.37	0.71
Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	6,013	62.27	11.11	8.22	17.98	0.43
Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	37,238	43.72	12.14	16.72	25.98	1.44

a/ Comprende: agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza.
b/ Comprende: minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción.
c/ Comprende transporte, gobierno y otros servicios.
Fuente: Elaboración propia con información del Anuario estadístico y geográfico de Veracruz (2016) y Anuario estadístico y geográfico de Puebla (2017) / Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020)

La Tabla IV.2.1.3-12 que antecede expone que, los municipios en los que tiene correspondencia el sistema ambiental, entre el 9.59% y el 64.30% de la población se enfoca al sector de actividad económica primario. Le siguen los sectores de servicios y secundario. El primero oscila entre el 16.06% y 49.33% y el secundario entre 8.76% y 21.03%.

IV.2.1.3.7 Vías carreteras

En lo que atañe al tema de vías carreteras, el Sistema Ambiental Regional y el Área de Influencia reflejan lo siguiente.

Tabla IV.2.1.3-13.- Tipo y longitud de las vías de acceso (kilómetros) en el Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia.

Zona	Vía de acceso	Longitud en Km	Porcentaje
Sistema Ambiental Regional	Terracería	155.95	10.19%
	Brecha	665.76	43.52%
	Calle	289.79	18.94%
	Carretera Estatal	31.09	2.03%
	Vereda	362.67	23.71%
	Carretera Federal	24.50	1.60%
Área de Influencia -Sistema Ambiental Regional	Terracería	49.82	10.70%
	Brecha	180.60	38.80%
	Calle	68.21	14.65%
	Carretera Estatal	3.91	0.84%
	Vereda	161.45	34.68%
	Carretera Federal	1.53	0.33%

Fuente: Elaboración propia con información del Marco Geoestadístico Nacional 2020 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

En concordancia con la Tabla IV.2.1.3-13, se observa que, en el sistema ambiental es la brecha la vía de acceso con mayor predominancia, cubriendo el 43.52% de la extensión total de las registradas. A esto le sigue la vereda, como segunda vía de acceso con 23.71%.

Por otra parte, en el área de influencia, la brecha también es la vía de acceso que destaca con 38.80%, siguiéndole con 34.68% la vereda.

Estas vías de acceso en el interior del Sistema Ambiental Regional se pueden observar en la Figura IV.2.1.3-5 que se muestra a continuación.

Figura IV.2.1.3-5.- Vías de Acceso en el Sistema Ambiental y Área de Influencia
Fuente: Elaboración propia con Información de Operadora de Campos DWF S. A. de C. V., y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

IV.2.1.3.8 Uso de suelo

De acuerdo con la Información de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000 serie V, generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía durante el periodo 2011 y 2013, la distribución de este dentro del Sistema Ambiental Regional y el Área de Influencia se enuncia en la Tabla IV.2.1.3-14, que se muestra a continuación:

Tabla IV.2.1.3-14.- Tipo de uso de Suelo en el Sistema Ambiental y Área de Influencia

Zona	Tipo de suelo	Has.	Km²	Porcentaje
Sistema Ambiental Regional	Agrícola	39,199.86	392.00	76.44%
	Pecuario	4,587.19	45.87	8.95%
	Ecológica-Florística-Fisonómica	6,961.69	69.62	13.58%
	Asentamientos humanos	124.89	1.25	0.24%
	Zona Urbana	332.73	3.33	0.65%
	Cuerpo de agua	73.64	0.74	0.14%
Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	Agrícola	11,501.68	115.02	82.59%
	Pecuario	985.70	9.86	7.08%
	Ecológica-Florística-Fisonómica	1,386.28	13.86	9.95%
	Asentamientos humanos	12.70	0.13	0.09%
	Zona Urbana	39.39	0.39	0.28%

Fuente: Elaboración propia con Información de Operadora de Campos DWF S. A. de C. V., y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

La Tabla IV.2.1.3-14, permite apreciar que es el uso de suelo agrícola el que prevalece en el Sistema Ambiental Regional, dado que cubre el 76.44% de la superficie total. Le sigue en segunda instancia el uso de suelo Ecológica-Florística-Fisonómica con 13.58%. En tercer orden se encuentra el uso de suelo pecuario con 8.95%.

En lo que respecta al Área de Influencia, de la misma forma el uso de suelo que predomina es el agrícola que abarca el 82.59% de la superficie total del Área. En segundo lugar, se encuentra la Ecológica-Florística-Fisonómica con el 9.95%. Y por último el uso de suelo pecuario que cubre el 7.08%.

Lo anterior puede observarse también en la Figura IV.2.1.3-6.

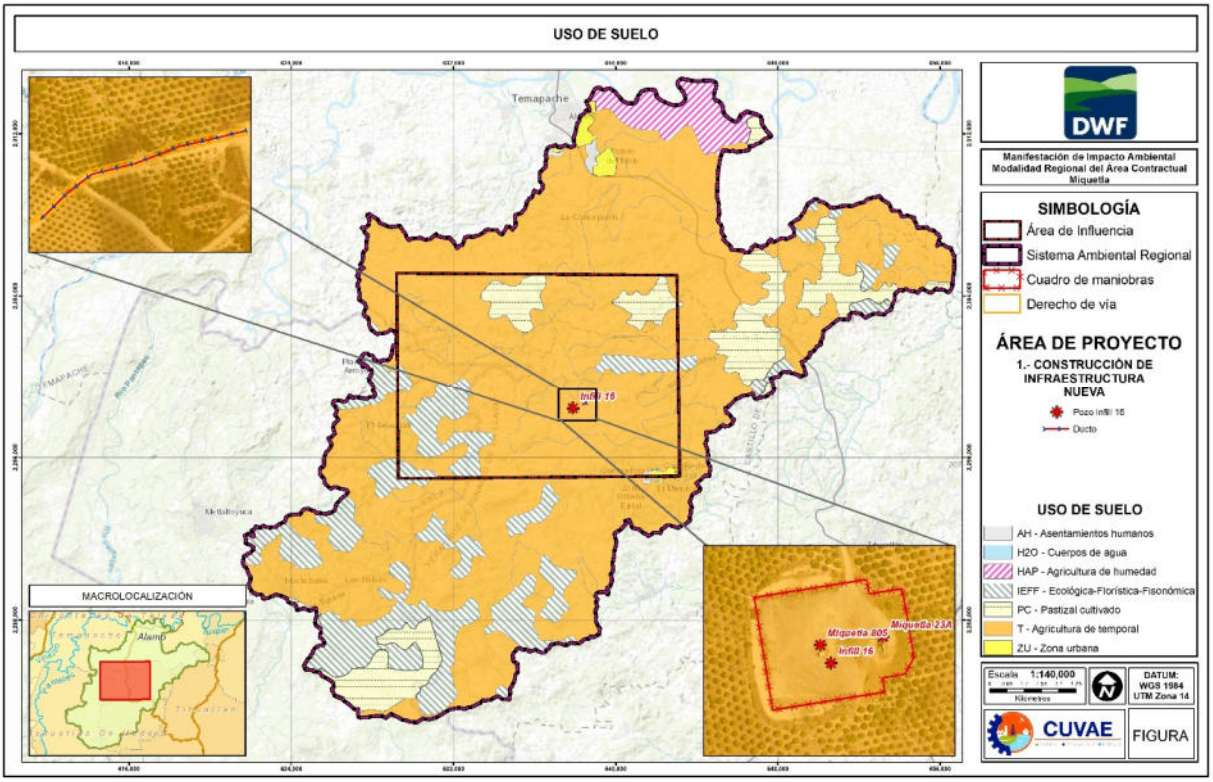


Figura IV.2.1.3-6.- Uso de Suelo en el Sistema Ambiental y Área de Influencia
Fuente: Elaboración propia con Información de Operadora de Campos DWF S. A. de C. V., y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

IV.2.1.3.9 Comunidades indígenas

Para el desarrollo de este tema, es importante señalar que la Comisión Nacional Para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas de México (CDI) (2020), considera población indígena (PI) a todas las personas que forman parte de un hogar indígena, donde el jefe(a) del hogar, su cónyuge y/o alguno de los ascendientes (madre o padre, madrastra o padrastro, abuelo(a), bisabuelo(a), tatarabuelo(a), suegro(a)) declaró ser hablante de lengua indígena. Además, también incluye a personas que declararon hablar alguna lengua indígena y que no forman parte de estos hogares.

De acuerdo con la información estadística y geográfica generada por la CDI, en conjunto con el uso de sistemas de información geográfica, es de señalar que, respecto a la población hablante de alguna lengua

indígena dentro del Sistema Ambiental, existe registro de población indígena y puede apreciarse en la siguiente Figura IV.2.1.3-7.

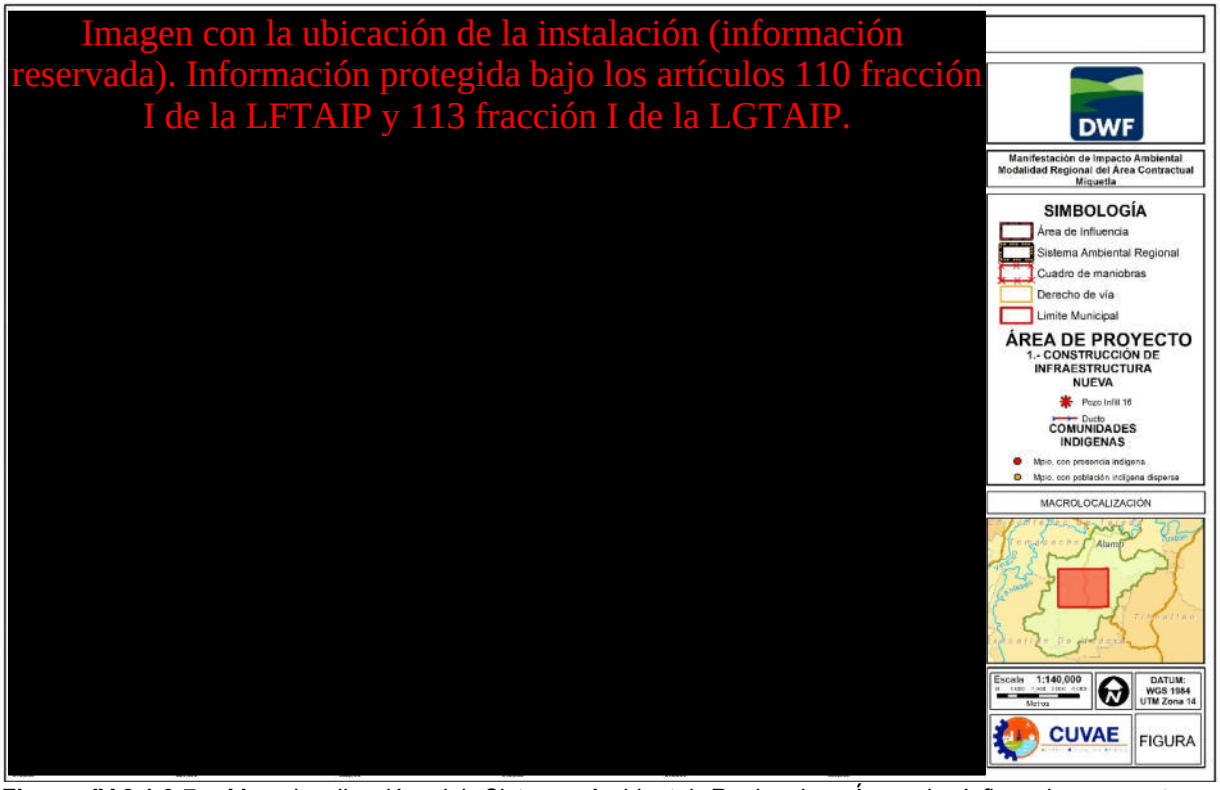


Figura IV.2.1.3-7.- Macrolocalización del Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia, respecto a comunidades con población indígena.

Fuente: Elaboración propia con Información Operadora de Campos DWF S. A. de C. V., y la Comisión Nacional Para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas de México (CDI) (2020).

Es conveniente destacar que de las 82 localidades que, según el Censo de Población y Vivienda 2010 muestra información detallada a nivel localidad, solamente 74 registran presencia de población indígena. Aunado a lo anterior, de manera detallada, las localidades que presentan población hablante de alguna lengua indígena se enlistan en la Tabla IV.2.1.3-15.

Tabla IV.2.1.3-15.- Localidades con presencia de población indígena en el Sistema Ambiental y Área de Influencia.

No	Localidad	Municipio	Entidad Federativa	Área	Población	Población indígena	% de población indígena
1	Adolfo Lopez Mateos	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	188	163	86.70%
2	Agua Zarca	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	305	22	7.21%
3	Américas Chicas	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	150	114	76.00%
4	Aquiles Serdán (El Nueve)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	588	101	17.18%
5	Casa Quemada	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	42	7	16.67%
6	El Bejucal	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	764	360	47.12%
7	El Naranjal	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	344	52	15.12%
8	El Nuevo Naranjal (Las Carmelitas)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	370	50	13.51%
9	Héroes Del Cuarenta Y Siete (Otatal)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	777	532	68.47%
10	La Lima Nueva	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	452	268	59.29%
11	La Unión Chiquita	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	44	6	13.64%
12	Laguna Verde	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	22	17	77.27%
13	Lima Vieja	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	560	349	62.32%
14	Mequetla	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	1,507	491	32.58%
15	Nuevo Jalisco	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	268	23	8.58%
16	Palma Real De Adentro	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	576	27	4.69%
17	Paso Del Arroyo	Francisco Z. Mena	Puebla	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	452	11	2.43%

Continuación Tabla IV.2.1.3-15

No	Localidad	Municipio	Entidad Federativa	Área	Población	Población indígena	% de población indígena
18	Rancho Alegre (El Tarral)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	19	19	100.00%
19	Tincontlán	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	1,162	134	11.53%
20	Venustiano Carranza	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	577	454	78.68%
21	Buenos Aires (San Isidro)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,042	246	23.61%
22	Castillo De Teayo	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	4,297	625	14.55%
23	Cerro Dulce	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	778	136	17.48%
24	Citlaltépetl	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	517	127	24.56%
25	El Aguacate (Jardín Viejo)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	184	11	5.98%
26	El Arbolito	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	199	49	24.62%
27	El Catorce (Buenavista Molino)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	78	1	1.28%
28	El Catorce (Hidalgo Amajac)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	77	20	25.97%
29	El Cerrito (La Concepción)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	157	11	7.01%
30	El Coyolar	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	35	6	17.14%
31	El Mangar	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	61	10	16.39%
32	El Mante	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	488	28	5.74%
33	El Ojital	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	415	24	5.78%
34	El Paraíso (Ampliación De La Unión)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	109	25	22.94%
35	El Pital	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	339	15	4.42%
36	El Rayo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	23	19	82.61%
37	El Tecomate	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	794	371	46.73%
38	El Treinta Y Cinco (Estero Del Ídolo)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	64	17	26.56%

Continuación Tabla IV.2.1.3-15

No	Localidad	Municipio	Entidad Federativa	Área	Población	Población indígena	% de población indígena
39	El Volador	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	10	3	30.00%
40	El Xúchitl	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	989	100	10.11%
41	Estero Del Ídolo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	3,833	263	6.86%
42	Francisco Lujan Adame (Dos Pasos)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	276	107	38.77%
43	Francisco Lujan Adame (El Totomoxcle)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	258	96	37.21%
44	Hidalgo Amajac	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,241	99	7.98%
45	Jardín Viejo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	604	2	0.33%
46	José María Pino Suarez	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	133	87	65.41%
47	Kilometro Treinta Y Tres (Paso Real)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	685	20	2.92%
48	La Ceiba	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	368	321	87.23%
49	La Concepción	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,134	50	4.41%
50	La Defensa	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	983	166	16.89%
51	La Esperanza Nueva	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	490	73	14.90%
52	La Esperanza Vieja	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	446	268	60.09%
53	La Granadilla	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	522	39	7.47%
54	La Piedra Encontrada (Florida)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	630	210	33.33%
55	La Providencia	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	577	90	15.60%
56	La Puerta	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	52	8	15.38%
57	La Reforma	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	710	89	12.54%
58	La Unión	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,268	143	11.28%
59	Las Américas Grandes	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	390	184	47.18%
60	Las Balsas	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	505	355	70.30%
61	Las Cañas De Abajo	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	765	38	4.97%

Continuación Tabla IV.2.1.3-15

No	Localidad	Municipio	Entidad Federativa	Área	Población	Población indígena	% de población indígena
62	Las Cañas De Arriba	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	49	6	12.24%
63	Los Tarros	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	67	8	11.94%
64	Miralejos	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	20	18	90.00%
65	Moctezuma (Guayabal)	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	557	101	18.13%
66	Paso De Las Flores	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	106	8	7.55%
67	Paso Del Arroyo (Nuevo Paso)	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	86	20	23.26%
68	Rancho Alegre (La Espuma)	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	77	6	7.79%
69	Santa Cruz	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	500	316	63.20%
70	Santa Martha	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	184	15	8.15%
71	Teayo	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	1,349	16	1.19%
72	Tixtepec	Francisco Z. Mena	Puebla	Sistema Ambiental Regional	237	11	4.64%
73	Zanja Del Bote	Álamo Temapache	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	469	27	5.76%
74	Zona Urbana Ejido El Mante	Castillo de Teayo	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sistema Ambiental Regional	187	37	19.79%
TOTAL					39,581	8,341	21.07%

Fuente: Elaboración propia con Información Operadora de Campos DWF S. A. de C. V., la Comisión Nacional Para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas de México (CDI) e INEGI (2020).

Al utilizar de referencia la Tabla IV.2.1.3-15, se distingue que 74 localidades dentro del Sistema Ambiental Regional presentaron población indígena, de las cuales 20 se encuentran dentro de la poligonal del Área de Influencia. Dicha población indígena representa el 21.07% de la totalidad de la población de estas localidades. Entre las lenguas que destacan en las comunidades expuestas en la tabla anterior son: Náhuatl, Huasteco, Tepehua, Totonaco y Otomí.

Adicionalmente es importante resaltar que el Sistema Ambiental Regional interactúa a su vez con dos regiones etnolingüísticas, es a saber: la Huasteca y la Sierra Norte de Puebla y Totonacapan. En la siguiente

Tabla IV.2.1.3-16 se puede apreciar la correspondencia de cada región etnolingüística en el Sistema Ambiental y el Área de Influencia.

Tabla IV.2.1.3-16.- Zonas etnolingüísticas en el Sistema Ambiental y Área de Influencia**.**

Zona	Región	Has.	Km²	Porcentaje
Sistema Ambiental Regional	Huasteca	18,841.63	188.42	36.87%
	Sierra Norte de Puebla y Totonacapan	32,265.87	322.66	63.13%
Área de Influencia - Sistema Ambiental Regional	Huasteca	4,150.61	41.51	29.81%
	Sierra Norte de Puebla y Totonacapan	9,775.14	97.75	70.19%

Fuente: Elaboración propia con Información de Operadora de Campos DWF S. A. de C. V., y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

En concordancia con la Tabla IV.2.1.3-16, se distingue que el Sistema Ambiental tiene correspondencia en un 63.13% en la zona etnolingüística conocida como Sierra Norte de Puebla y Totonacapan y un 36.87% en la Huasteca. Por su parte el Área de Influencia tiene un 70.19% de incidencia dentro de la región Sierra Norte de Puebla y Totonacapan y 29.81% en la zona Huasteca.

Lo anterior se puede visualizar en la Figura IV.2.1.3-8.

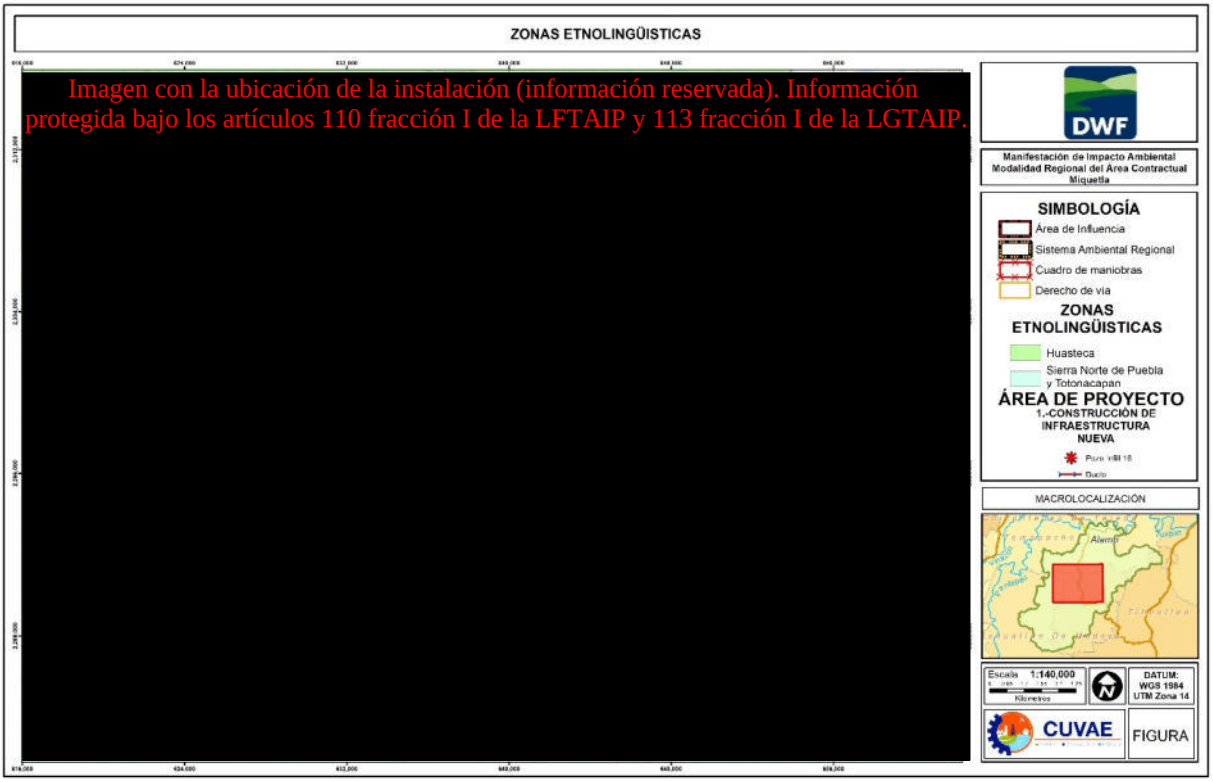


Figura IV.2.1.3-8.- Macrolocalización del Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia, respecto a zonas etnolingüísticas.

Fuente: Elaboración propia con Información de Operadora de Campos DWF S. A. de C. V., y la Comisión Nacional Para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas de México (CDI) (2020).

El Área de Influencia se encuentra en la región cultural denominada Sierra Norte de Puebla y Totonacapan que, de acuerdo con el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) (2006), es una región rica en cultura que se extiende por los estados de Puebla, Veracruz e Hidalgo, y se encuentra entre las tres más pobladas de México. La región está ocupada principalmente por los grupos nahua y totonaco.

Esta región se divide tres subregiones, en función de sus relaciones con otros grupos: la occidental, la oriental y la septentrional. Estos tres espacios fueron determinantes en la historia posterior de la Sierra Norte de Puebla, al igual que en la conformación de una identidad particular para sus pobladores; esta identidad se fue gestando a lo largo de la historia, en un proceso dinámico y cambiante; por lo tanto, la región se convirtió

en un mosaico heterogéneo, culturalmente rico y fecundo, en el que han convivido desde hace siglos, entre fronteras casi imperceptibles, nahuas, totonacas, otomíes y tepehuas.

El territorio conocido actualmente como Sierra Norte de Puebla era el antiguo Totonacapan, asiento de una de las culturas más importantes de Mesoamérica. El antiguo Totonacapan estaba ligado al señorío de Cempoala. Si bien el Totonacapan era habitado en su mayor parte por gente de habla totonaca, la intensa movilidad de la región dio lugar a que muchos de sus pobladores hablaran otras lenguas, como el náhuatl, el otomí y el tepehua.

Asimismo, el Área de Influencia tiene correspondencia en la región cultural denominada como “La Huasteca”. De acuerdo con el Instituto Nacional de Antropología e Historia (2008), es una región multicultural que comprende la parte sur del estado de Tamaulipas, el norte de Veracruz, el oriente de San Luis Potosí, el norte del estado de Hidalgo, una porción norte de Querétaro y una porción pequeña del Norte de Puebla.

En esta región determinada no por lo político, sino por lo cultural –que tuvo como antecedente el antiguo reino de Huastecapan donde se forjó la cultura huaxteca en la época prehispánica– conviven al menos seis grupos indígenas que han dado identidad multicultural a esa parte del territorio nacional.

Por otra parte, el Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH, (2020), cita que a la Huasteca se la ha tratado como una unidad a pesar de ser una zona multiétnica habitada no sólo por hablantes de la lengua teenek, propiamente la lengua huasteca, sino compartida por grupos nahuas, otomíes, tepehuas y pames.

Adicionalmente, es conveniente destacar que el Sistema Ambiental Regional interactúa con la zona arqueológica denominada Castillo de Teayo, en el municipio homónimo, teniendo asimismo interacción con el Área de Influencia. Lo anterior se puede visualizar en la Figura IV.2.1.3-9.

Figura IV.2.1.3-9.- Macrolocalización del Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia, respecto a la zona arqueológica Castillo de Teayo.

Fuente: Elaboración propia con Información de Operadora de Campos DWF S. A. de C. V., y la Comisión Nacional Para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas de México (CDI) (2020).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH, 2020) la zona arqueológica de Castillo de Teayo es uno de los sitios más importantes de la Costa del Golfo de México debido a la pluralidad cultural que se refleja en sus restos materiales. Siendo este un basamento piramidal formado por tres cuerpos que otrora funcionó como un templo, su estilo arquitectónico es parte de las tradiciones culturales huastecas y mexicas. Asimismo, su escultura tiene fuertes influencias tanto de los mayas como de los toltecas. Esta zona arqueológica también cuenta con un museo de sitio.

IV.2.1.3.10 Grado de aceptación del proyecto

En conformidad con la Guía para la elaboración de la Manifestación del Impacto Ambiental Modalidad Regional (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016), en el apartado IV.2.1.3 Medio socioeconómico, además de comprender la descripción y el análisis del medio socioeconómico del Sistema Ambiental Regional (SAR), debe de incluir la identificación y descripción del grado de aceptación del proyecto por parte de las comunidades vecinas señalando cómo se llega a esas inferencias.

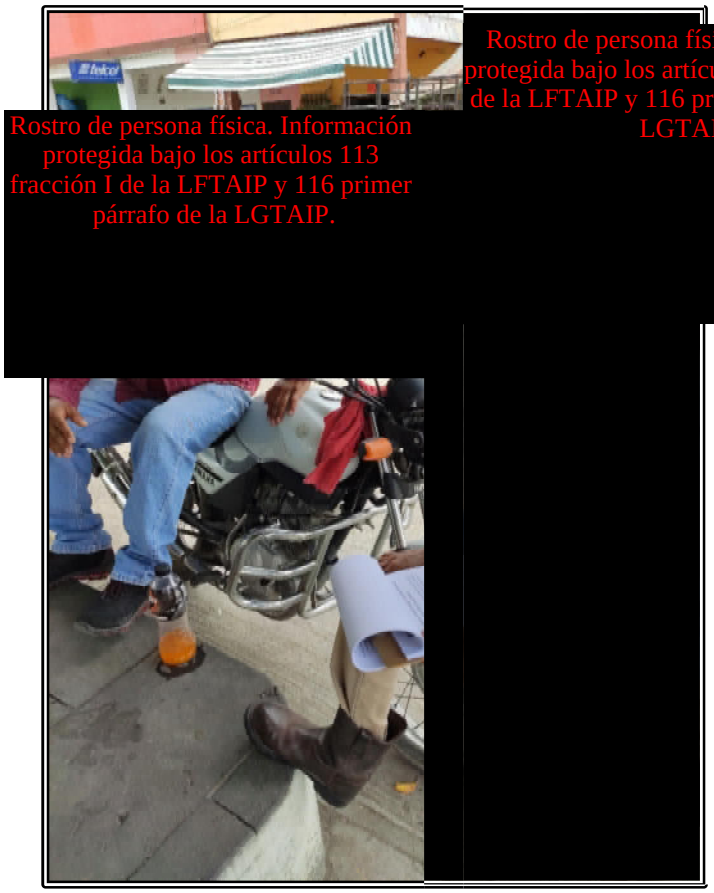
Dado lo anterior, se identificó que el método adecuado para medir este grado de aceptación es a través de la aplicación de una encuesta a los habitantes de las localidades aledañas a las localizaciones de los pozos del plan de desarrollo, infraestructura auxiliar y vías de acceso principales, así como las comunidades cercanas a la infraestructura existente y que tendrían mayor influencia durante la operación y mantenimiento de los pozos. Estas localidades se encuentran en al Área de Influencia y están inmersas en el Sistema Ambiental Regional.

Rostro de persona física. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Rostro de persona física. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Fotografía IV.2.1.3-1.- Aplicación de encuesta a habitante del sexo femenino en la localidad de Castillo de Teayo, Castillo de Teayo, Veracruz de Ignacio de la Llave.

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía IV.2.1.3-2.- Aplicación de encuesta a habitante del sexo masculino en la localidad de Castillo de Teayo, Castillo de Teayo, Veracruz de Ignacio de la Llave.

Fuente: Elaboración propia.

McDaniel Jr., C. & Gates, C. (2016), acotan que la investigación por encuesta es el uso de un cuestionario para recopilar hechos, opiniones y actitudes; se trata de la forma más popular de recopilar datos primarios. Por lo anterior, la implementación de una encuesta en las comunidades con mayor interacción con las actividades del proyecto que está dentro del Sistema Ambiental Regional en el que se sumerge el Área de Influencia, esencialmente, permitirá conocer el grado de aceptación de las actividades citadas con antelación.

Con el uso de información poblacional del Censo Nacional de Población y Vivienda de 2010, efectuado por el INEGI, más el de Sistemas de Información Geográfica, se identificaron las localidades como aledañas a las localizaciones de los pozos del plan de desarrollo, infraestructura auxiliar y vías de acceso, así como las comunidades cercanas a la infraestructura existente y que tendrían mayor influencia durante la operación y mantenimiento de los pozos, considerando estas localidades que, conforme al Censo de 2010, registran datos disponibles de población de 18 años y más, las cuales son las siguientes.

Tabla IV.2.1.3-17.- Localidades encuestadas dentro del Sistema Ambiental y Área de Influencia.

No.	Entidad	Municipio	Localidad	Población total	Población de 18 años y más	Porcentaje por localidad	Encuestas por metodología	Inmediato
1	Veracruz de Ignacio de la Llave	Castillo de Teayo	Mequetla	1,507	1,007	15.78%	41.20629016	41
2	Veracruz de Ignacio de la Llave	Álamo Temapache	Tincontlán	1,162	699	10.95%	28.60297599	28
3	Veracruz de Ignacio de la Llave	Castillo de Teayo	El Bejucal	764	475	7.44%	19.43692932	19
4	Veracruz de Ignacio de la Llave	Álamo Temapache	Venustiano Carranza	577	357	5.59%	14.60838688	15
5	Puebla	Francisco Z. Mena	Palma Real de Adentro	576	423	6.63%	17.30909706	17
6	Veracruz de Ignacio de la Llave	Castillo de Teayo	La Lima Nueva	452	288	4.51%	11.78491715	12
7	Puebla	Francisco Z. Mena	Paso del Arroyo	452	306	4.79%	12.52147447	13
8	Veracruz de Ignacio de la Llave	Castillo de Teayo	Castillo de Teayo	4,297	2,827	44.30%	115.6804193	116
TOTAL				9,787	6,382	100.00%	261.15	261

Fuente: Elaboración propia con información de Operadora de Campos DWF S. A. de C. V., e INEGI (2020)

Para efectos de cálculo de la muestra para la aplicación de la encuesta, se tomó como población objetivo, el total de la población de 18 años de edad y más, antes citada.

De este modo, la fórmula para el muestreo probabilístico aleatorio simple, para una población finita, a aplicar fue la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 p * q\ N}{e^2(N-1) + Z^2\ p * q}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra.

N= tamaño de la población.

Z= nivel de confianza (90.0% y le corresponde el valor Z de 1.65)

p= probabilidad de éxito (50.0%)

q= probabilidad de fracaso (50.0%)

e= error muestral (5.0%)

Por lo que, resolviendo la ecuación de arriba, esta arroja un tamaño de muestra de 261.15, lo que conllevó a la aplicación de 261 encuestas en el Área de Influencia.

IV.2.1.3.10.1 Resultados

Derivado de la aplicación de las 261 encuestas descritas con antelación (las cuales se pueden visualizar en el **Anexo "R"**), se tienen los siguientes resultados:

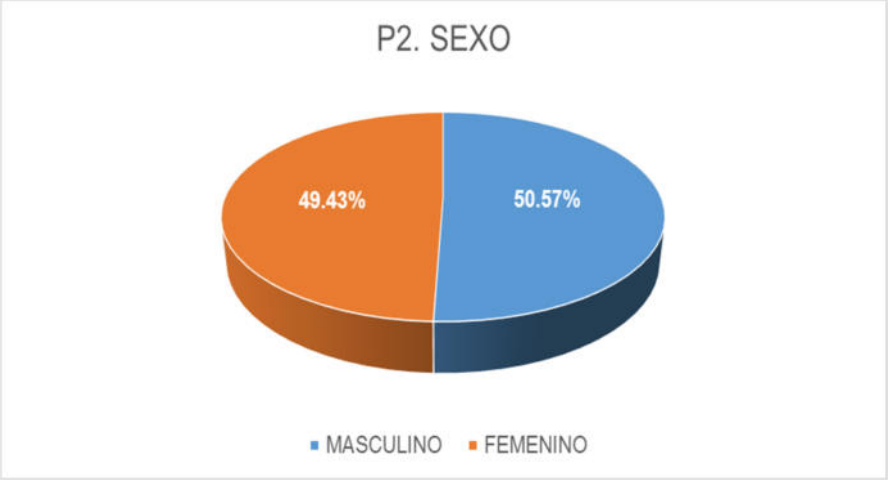
Tabla IV.2.1.3-18.- Estadísticos descriptivos tomados del análisis de las edades de los individuos encuestados.

Estadístico descriptivo	Valor
Media	42.73
Mediana	42
Moda	29
Rango	65
Mínimo	18
Máximo	83

Fuente: Elaboración propia (2020).

De acuerdo con la Tabla IV.2.1.3-18 se tiene que la edad mínima presentada en la muestra supeditada a la encuesta es de 18 años. Por otra parte, la edad máxima presentada, es la edad de 83 años. Por lo que el rango es de 65 años.

En lo que refiere a la distribución por sexo de las personas encuestadas se tiene que el 50.57% corresponden al género masculino y el 49.43% al femenino, lo cual puede constatarse en la Gráfica IV.2.1.3-1.



Gráfica IV.2.1.3-1.- Distribución porcentual de los individuos encuestados conforme a sexo.
Fuente: elaboración propia (2020).

Asimismo, se planteó la siguiente cuestión: ¿Habla usted alguna lengua indígena? Donde se manifestó que únicamente el 9.96% de los individuos encuestados dominan alguna lengua indígena, siendo en su mayoría la lengua Náhuatl (80.77%) la que predomina en los habitantes encuestados, de manera complementaria se registraron personas hablantes de la lengua Otomí (19.23%) en la población encuestada. Lo anterior puede visualizarse en la siguiente Gráfica.

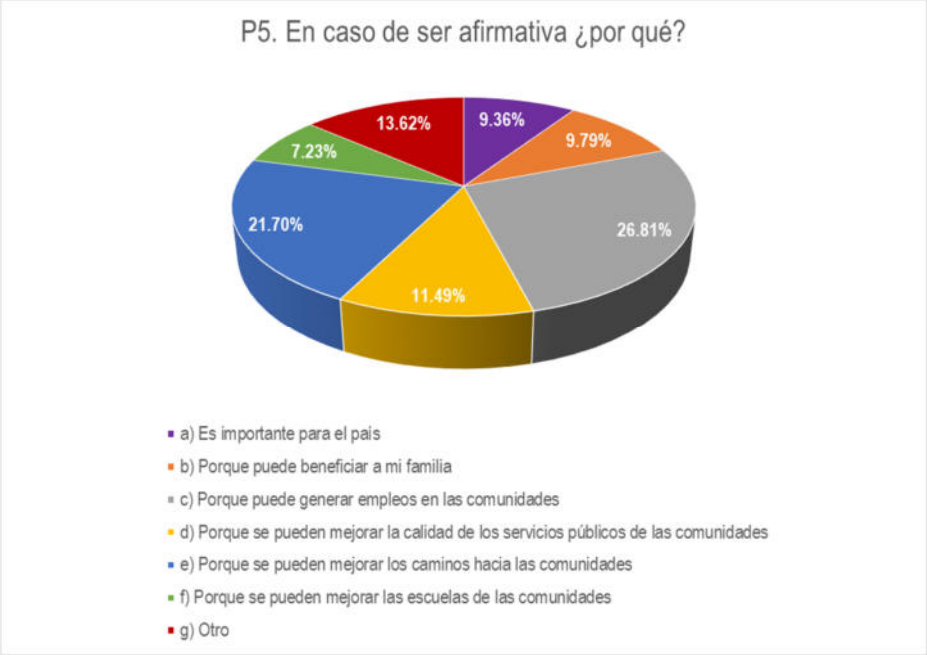
Gráfica IV.2.1.3-2.- Distribución porcentual de los individuos encuestados conforme al dominio de alguna lengua indígena.

Fuente: elaboración propia (2020).

A continuación, se realizó la siguiente pregunta: "Considerando que la industria de los hidrocarburos es importante para México, ¿está de acuerdo en que se desarrollen actividades de exploración y/o extracción de hidrocarburos mediante estimulación sustentante en áreas aledañas a su comunidad? Las respuestas se distribuyeron conforme al consecuente gráfico:

Gráfica IV.2.1.3-3.- Distribución porcentual de la aceptación del proyecto.
Fuente: elaboración propia (2020)

Conforme a la Gráfica IV.2.1.3-3, el 54.02% mostró aceptación para el incremento de actividades de extracción de hidrocarburos en las localidades aledañas a las localizaciones de los pozos del plan de desarrollo, infraestructura auxiliar y vías de acceso principales, así como a las localidades aledañas al Área de Influencia e inmersas en el Sistema Ambiental Regional. Conforme a lo anterior, por lo tanto, el 45.98% no mostró aceptación de estas actividades.

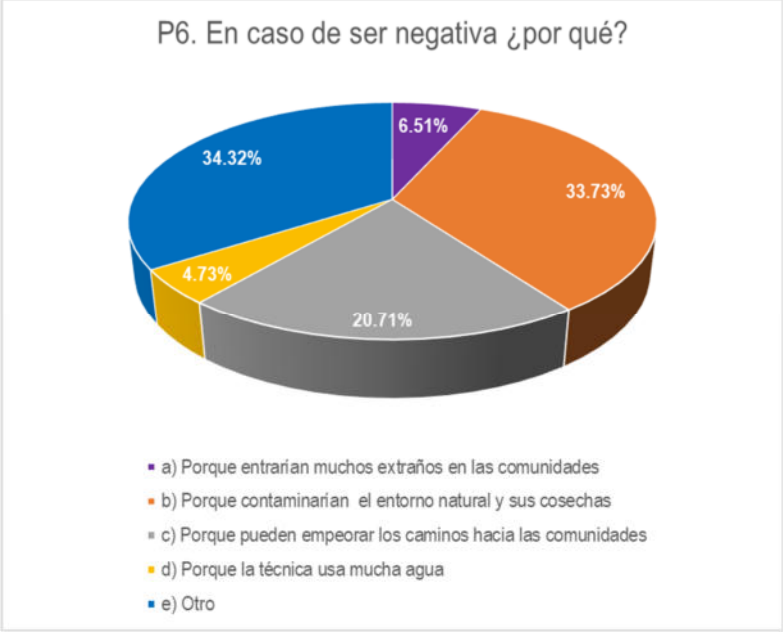


Gráfica IV.2.1.3-4.- Distribución porcentual de cuestión: "En caso de ser afirmativa, ¿Por qué?"

Fuente: Elaboración propia (2020).

En conformidad con la Gráfica IV.2.1.3-4, de los encuestados que mostraron aceptación para las actividades de extracción de hidrocarburos, el 26.81% se manifestó a favor con la justificante c) porque puede generar empleos en las comunidades, por otra parte, con el 21.70%, se inclinaron con el inciso e) porque se pueden mejorar los caminos hacia las comunidades. Y por último su aceptación estuvo justificada con el inciso g), que corresponde a otras razones a las opciones mostradas en la encuesta y entre estas se destacan:

- Para mejorar el servicio de agua y drenaje
- Para mejorar el centro de salud
- Para beneficio de los negocios
- Para pavimentar los caminos de acceso faltantes



Gráfica IV.2.1.3-5.- Distribución porcentual de cuestión: "En caso de ser negativa, ¿Por qué?"

Fuente: Elaboración propia (2020).

De acuerdo con la Gráfica IV.2.1.3-5, los individuos encuestados que no mostraron aceptación para el desarrollo de las actividades de exploración y/o extracción de hidrocarburos previstas en el Área de Influencia, el 33.73% no estuvo de acuerdo porque contaminarían el entorno natural y afectaría las actividades agropecuarias de la comunidad, que está señalado como el inciso b) en la encuesta. Con el 20.71% señalaron el inciso c) porque pueden empeorar los caminos hacia las comunidades. Y, por último, con 34.32% los individuos que mostraron su negativa a que se realicen las actividades del proyecto en zonas aledañas a los pozos, justificó su respuesta con el inciso e), que corresponde a otras razones a las opciones mostradas en la encuesta y entre estas se destacan:

- Porque no ve ningún beneficio directo
- Porque puede causar temblores
- Porque afectaría a la vivienda
- Porque contaminaría los mantos acuíferos
- Porque el apoyo no llega a su comunidad

IV.2.1.4 Paisaje

IV.2.1.4.1 Introducción

En materia de impacto ambiental, el componente paisajístico adquiere importancia por ser el resultado de las interacciones entre el ser humano y el medio ambiente. El paisaje se debe entender como un elemento aglutinador que integra factores físicos, biológicos y sociales, por lo cual, el aspecto económico juega un papel importante ya que es en torno a las necesidades de la población que cada factor se verá modificado (Muñoz *et al.*, 2012).

Para lograr un mayor entendimiento de este capítulo es necesario mencionar que existen dos enfoques generales que determinan conceptual y metodológicamente el paisaje: el paisaje visual y el paisaje ecológico, sin embargo, es importante esclarecer que nos centraremos en el primero porque es el que involucra las actividades socioeconómicas transformadoras, las cuales se desprenden del aprovechamiento de los recursos paisajísticos de valor ecológico, cultural y/o histórico, es decir integra un conjunto de valores (Másmela, 2010).

En el análisis del paisaje que compete al proceso de evaluación de impacto ambiental, la calidad escénica es la base debido a que su enfoque principal es visual-perceptivo, es decir, es una impresión abstracta e intuitiva del entorno en relación con lo que se observa, puesto que involucra la satisfacción que provoca el entorno a la sociedad, por lo tanto, se debe analizar desde la relación hombre-entorno-percepción (Escribano *et al.,* 1987).

Por lo tanto, el objetivo general es la mejora o mantenimiento de la calidad escénica y territorial, considerando además que el estudio de paisaje es una herramienta útil para orientar los futuros desarrollos urbanísticos (ordenamiento territorial) en función de las aspiraciones y necesidades que tiene una población, procurando preservar la identidad de cada lugar evaluado y la funcionalidad del sistema ambiental regional (Muñoz *et al.*, 2012).

A partir de lo anterior, se plantean tres **objetivos específicos**, los cuales encierran los atributos del paisaje con alto valor ambiental, cultural y visual, definiendo áreas críticas del territorio que de preferencia deberían quedar libres de urbanización, o bien, protegiendo recursos paisajísticos que si se alteran podrían privar del funcionamiento natural del sistema que sostiene a la sociedad involucrada.

Como objetivos específicos, se plateo obtener el valor de los siguientes atributos para la realización del presente capítulo:

1. **La calidad paisajística**. – Se refiere a las actividades y modificaciones (factores) en el territorio que han generado un conflicto social, o aquellas que son susceptibles de provocar algún tipo de impacto sobre el paisaje en el futuro. Aquí es donde se debe evidenciar el valor físico, biológico, social, económico, cultural o visual de los recursos paisajísticos identificados.

2. **La visibilidad del paisaje**. – Se refiere al espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto geográfico determinado, las áreas con mayor exposición visual poseen mayor valor paisajístico, por lo tanto, son más importantes porque se consideran más frágiles visualmente.

3. **La fragilidad paisajística**. – Se entiende como la capacidad del paisaje para absorber los cambios que se producen en él, es decir, es la expresión del grado de deterioro que el paisaje experimenta ante la incidencia de determinadas presiones o factores.

IV.2.1.4.2 Ubicación del área de estudio

El área de estudio comprende el Sistema Ambiental Regional (SAR) localizado en el oriente de México entre la porción norte del estado de Veracruz Ignacio de la Llave y el norte de Puebla Zaragoza. El SAR posee una superficie de 51,280 hectáreas y abarca cinco municipios (Figura IV.2.1.4-1) en donde se incluye una parte de la población de Álamo Temapache, las poblaciones de Hidalgo Amajac, Estero de Ídolo, Francisco Luján Adame, Citlaltépetl, Buenos Aires, La Esperanza Nueva, La Reforma, Tincontlán, Aquiles Serdan, Palma Real, Mequetla, Castillo de Teayo, Huizotate, Teayo, El Xúchitl y La Defensa pertenecientes al estado de Veracruz, mientras que en la parte que corresponde a Puebla se encuentran las poblaciones de Palma Real de Adentro, Las Balsas, Tixtepec, El Tecomate y Moctezuma.

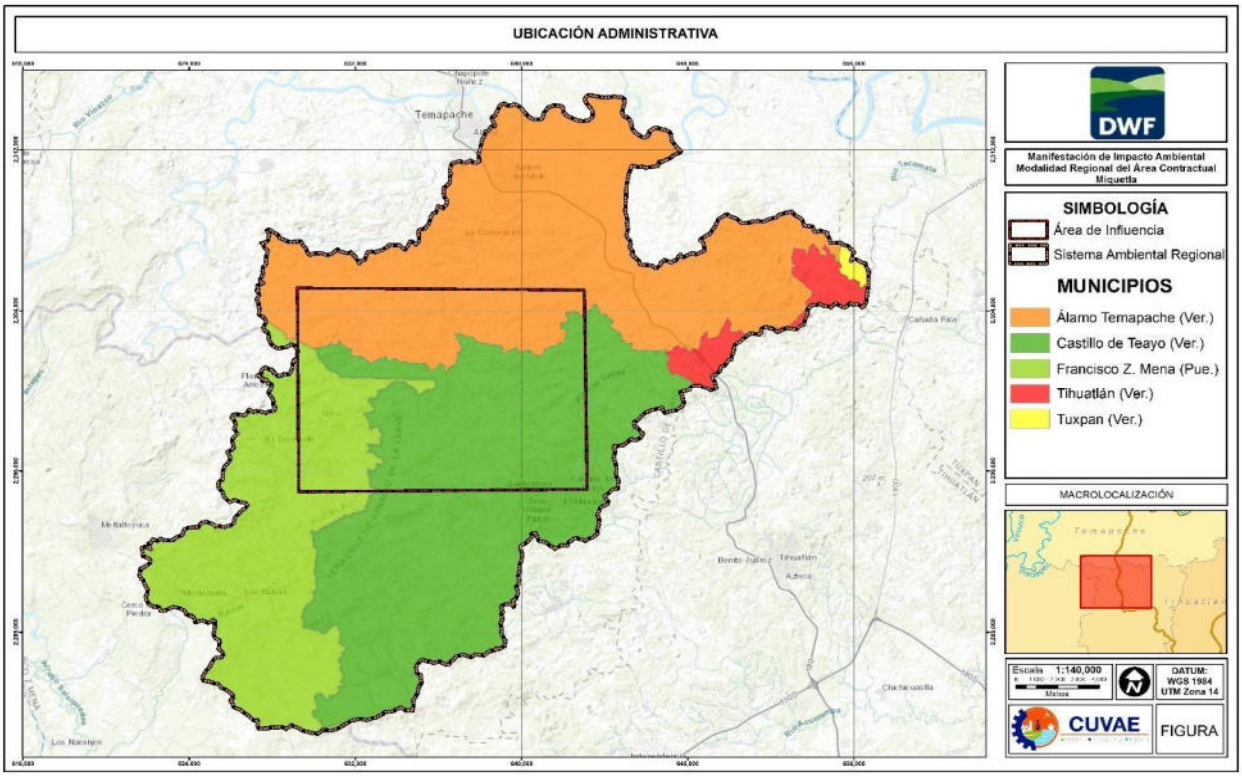


Figura IV.2.1.4-1.- Ubicación administrativa del Sistema Ambiental Regional.

IV.2.1.4.2.1 Fisiografía del Sistema Ambiental Regional

En el análisis de paisaje es importante tener en cuenta la ubicación fisiográfica del área de estudio, ya que brinda una visión general de las formas del relieve, las cuales sintetizan información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica que serán útiles para la descripción de las unidades del paisaje.

De acuerdo con la geología y topografía del SAR, las provincias fisiográficas que abarca son Llanura Costera del Golfo Norte y Sierra Madre Oriental (Figura IV.2.1.4-2).

Figura IV.2.1.4-2.- Provincias fisiográficas a las que pertenece el Sistema Ambiental Regional.

- **Provincia Llanura Costera del Golfo Norte**

Esta provincia se originó en la era Cenozoica, sus llanuras están formadas por materiales marinos cubiertos por un delgado aluvión y se extiende entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México y desde el río Bravo hasta el Sistema Volcánico Transversal. Tiene un declive que va desde los 200 m de altitud hasta el nivel del mar, alcanzando una anchura de 200 km. En esta llanura existen dos áreas bien diferenciadas, ambas limitadas por el río Tamesí. La parte norte, en Tamaulipas, es de tierras bajas, arenosas y pantanosas, con clima seco. El área sur pertenece a una región conocida como la Huasteca, que es la más angosta, y por ella bajan diversos ríos de la Sierra Madre Oriental, entre sierras y volcanes de poca altura, que están asociados con grandes yacimientos de petróleo. La región de la Huasteca, de gran fertilidad agrícola, está formada por áreas de Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla. Esta misma se encuentra dividida en cuatro Subprovincias Fisiográficas Llanuras y Lomeríos, Llanura Costera Tamaulipeca, Sierra de San Carlos y Sierra de Tamaulipas (INEGI, 2020).

- **Provincia Sierra Madre Oriental**

Esta provincia pertenece a una cadena montañosa angosta y alargada de aproximadamente 1350 kilómetros de longitud y de 80 a 100 km de amplitud; que se extiende desde el sur del Río Bravo y corre paralela al Golfo de México hasta unirse con el Eje Neovolcánico, que separa América del Norte de América Central. Limita al noreste con las Grandes Llanuras de Norteamérica, al este con la Llanura Costera del Golfo Norte, al noroeste con las Sierras y Llanuras del Norte, al suroeste con la Mesa del Centro y al sur con el Eje Neovolcánico. Políticamente se extiende por parte de los estados de Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas. La Sierra Madre Oriental está dividida en ocho subprovincias Fisiográficas denominadas: Sierras y Llanuras Coahuilenses, Serranía del Burro, Sierra de la Paila, Pliegues Saltillo Parras, Sierras Transversales, Gran Sierra Plegada, Sierras y Llanuras Occidentales y Carso Huasteco (INEGI, 2020).

En cuanto a las subprovincias fisiográficas, el SAR forma parte de Llanuras y lomeríos y de Carso huasteco (Figura IV.2.1.4-3).

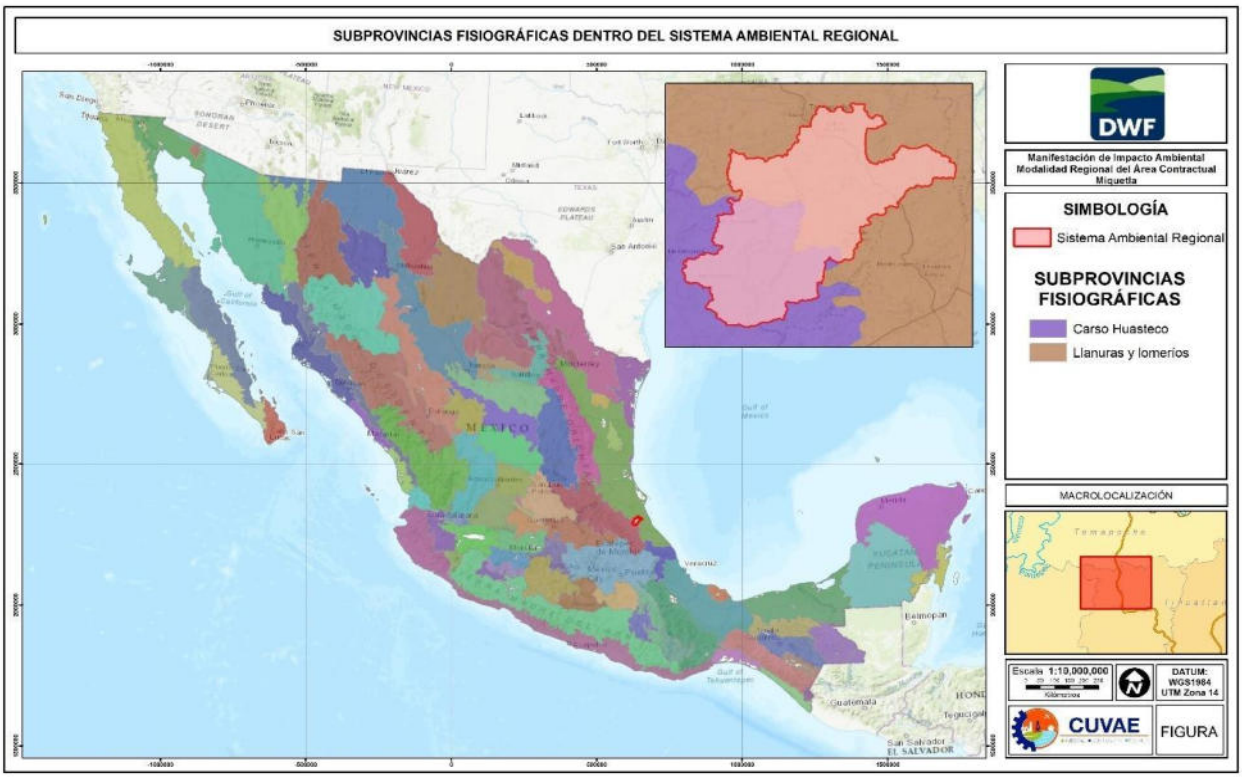


Figura IV.2.1.4-3.- Subprovincias fisiográficas a las que pertenece el Sistema Ambiental Regional.

- **Subprovincia Llanuras y Lomeríos**

La mayor parte del sur de esta subprovincia, desde Tampico hasta Misantla, queda incluida dentro de Veracruz, donde abarca 20,792.50 km^2 de la superficie total estatal, en terrenos que abarca 27 municipios completos y parte de otros 17. En el norte de la entidad se encuentra gran parte de la cuenca baja del Pánuco, en la que dominan llanuras aluviales y salinas, inundables y con lagunas permanentes asociadas con lomeríos. Hacia el sur, hasta el valle de Tuxpan, siguen extensos sistemas de lomeríos suaves asociados con llanos y algunos con cañadas. Junto a la sierra, al occidente, se localiza el amplio valle de laderas tendidas por el que fluye el río Moctezuma, que al recibir las aguas del Tempoal recibe el nombre de Pánuco. Al oeste, cerca de la sierra, hay mesetas constituidas de sedimentos antiguos (Medina *et al.,* 2010).

- **Subprovincia Carso Huasteco**

Es una zona de sierras plegadas constituidas predominantemente por rocas calizas, con un alto grado de disección, desarrollo de cañones y la presencia de dolinas, pozos y grutas características del terreno cárstico, aunque la porción veracruzana de esta subprovincia se caracteriza por material sedimentario marino sin esos rasgos. La superficie que abarca esta región en la entidad es de 2,676.08 km^2, que abarcan siete municipios en su totalidad y parte de otros siete. Regionalmente, la zona es conocida como Huasteca Veracruzana y su territorio es surcado por algunos de los afluentes del río Tempoal, tributario del Pánuco (op. cit).

IV.2.1.4.2.2 Topografía y vegetación dentro del Sistema Ambiental Regional

En cuanto a las topoformas del territorio que se localizan en el SAR, en mayor medida en la parte central del polígono se encuentran zonas de Lomeríos que se describen como un conjunto de lomas. En la parte occidental y hacia el sur se encuentra una Isla Rocosa, la cual corresponde a una superficie donde predomina el suelo de origen montañoso. Mientras que en menor medida al norte se localiza una zona con Valle que corresponde a una depresión alargada e inclinada hacia una cuenca endorreica.

Correspondiente al uso de suelo y vegetación dentro del SAR, la zona se compone en gran parte de aprovechamiento agrícola o pecuario, sin embargo, todavía se localizan algunos manchones de vegetación secundaria arbustiva de Selva Alta Perennifolia (Figura IV.2.1.4-4).

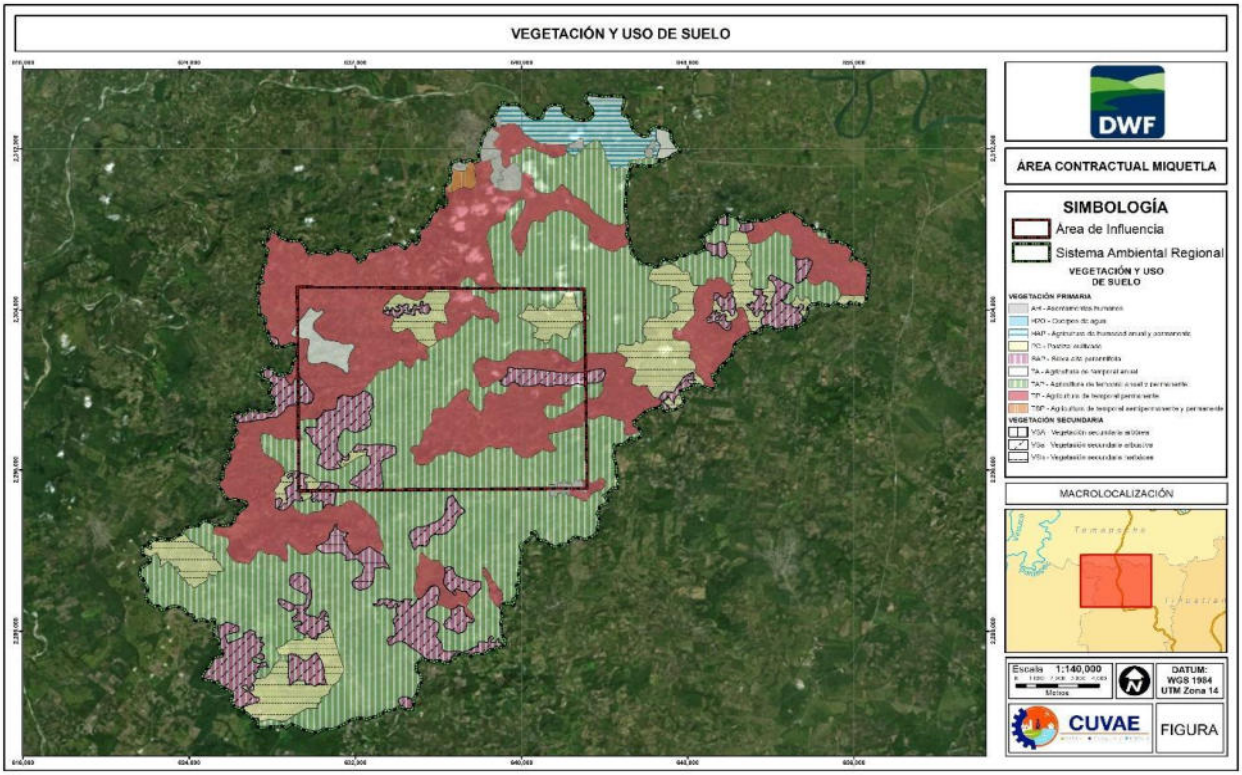


Figura IV.2.1.4-4.- Vegetación y uso de suelo que comprenden el Sistema Ambiental Regional.

La agricultura es Temporal Anual y Permanente, principalmente se encuentran cultivos citrícolas, de pimienta y maíz. También se localizan algunas zonas de pastizal cultivado con fines pecuarios.

De acuerdo con la información anterior, la cual se corroboró con los recorridos en campo, a nivel de paisaje se observa un mosaico heterogéneo, pero con rangos cortos de elevación en el terreno, es decir, no se observaron grandes diferencias en las altitudes que se presentan en las diferentes partes del territorio. A nivel superficial no se visualizaron cuerpos o torrentes de agua de grandes dimensiones distribuidos dentro del SAR, únicamente se observó una parte del río Pantepec de menos de 10 km de longitud al norte del polígono. El elemento que predomina y que es visible en la superficie son los campos de cultivo, los cuales derivan de la urbanización en la región que a su vez ha propiciado infraestructura de acceso entre los diferentes núcleos urbanos. La carretera federal que atraviesa el SAR es la 127 que tiene como ruta la carretera federal 70, VER y la carretera federal 129, VER. Otras carreteras que conectan con la 127 y

permiten el acceso al SAR son la carretera federal 130 con ruta Pachuca, HGO-Tuxpan, VER; la carretera federal 132 con ruta Ecatepec de Morelos, MEX-Tulancingo-HGO; y la carretera federal 180 conocida como carretera Costera del Golfo con ruta Heroica Matamoros, Tamaulipas-Cancún, QR (Figura IV.2.1.4-5).

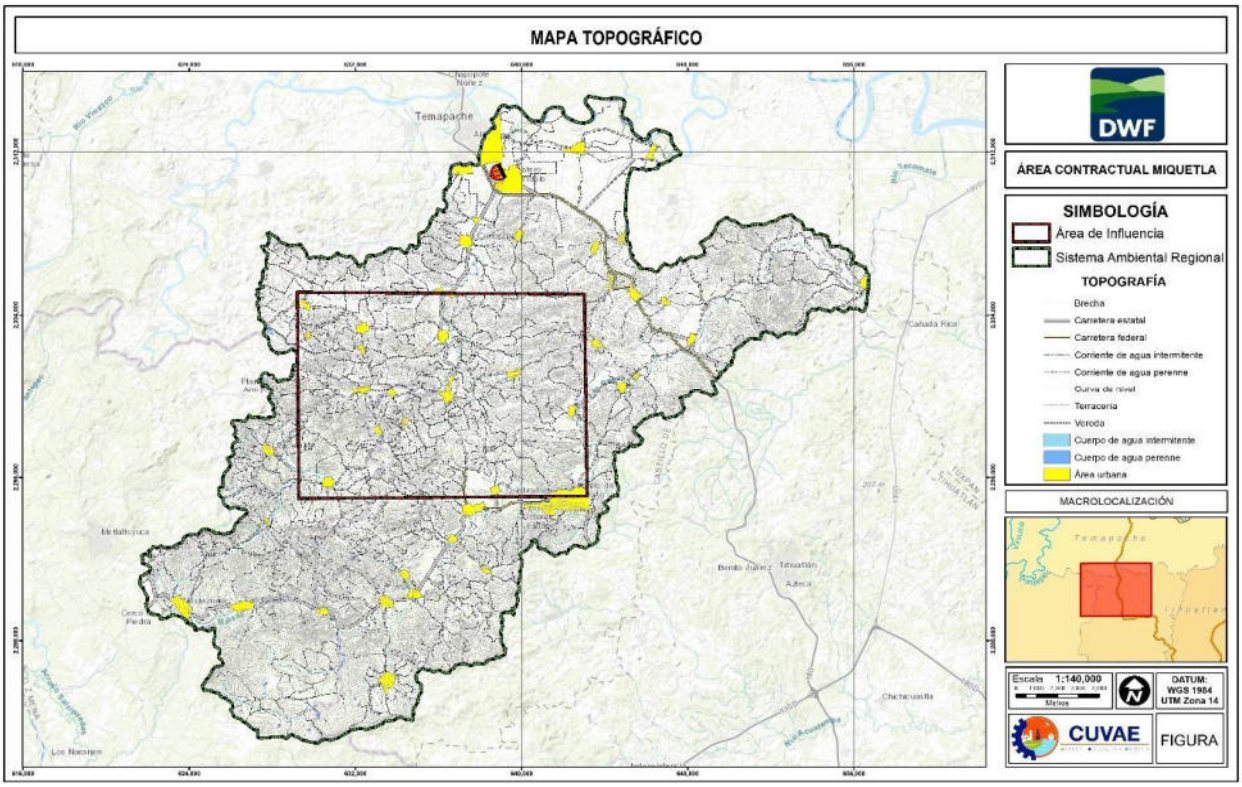


Figura IV.2.1.4-5.- Topografía del Sistema Ambiental Regional.

IV.2.1.4.3 Metodología

El análisis de paisaje se realiza a través de su caracterización, para lo cual se debe considerar el valor visual, cultural, ecológico y/o histórico, así como con los conflictos o intereses sociales existentes como cambio y uso de suelo, infraestructura y/o ecoturismo (Muñoz *et al.*, 2012). Para lograr una mayor comprensión del método de análisis es necesario definir algunos conceptos.

Las **unidades paisajísticas** se reconocen como áreas que presentan una característica o recurso predominante. Dentro de las unidades se pueden reconocer diferentes tipos de paisaje dependiendo del tipo de recursos existentes. Por ejemplo, los paisajes que pueden existir son los urbanos, agrícolas, forestales y/o fluviales.

Los **recursos paisajísticos** son los elementos lineales o puntuales singulares de un paisaje, los cuales adquieren importancia por su interés ambiental, cultural, visual o social.

Una **ficha de inventario** consiste en la delimitación y descripción de una unidad paisajística, esto de acuerdo con la valoración de cada recurso paisajístico reconocido dentro de dicha unidad. Se realiza una ficha de inventario por cada unidad paisajística que se reconozca en el área de estudio.

Los **puntos de observación** son aquellos sitios donde se observa con mayor probabilidad el paisaje por parte de la población que reside o visita un lugar. Se pueden encontrar puntos de observación estáticos, tales como miradores o núcleos urbanos, y puntos dinámicos, como pueden ser vías de comunicación o recorridos escénicos. Existen puntos de observación de especial relevancia por su alta frecuencia de observación y la calidad de sus visitas. Algunos de estos datos se pueden extraer a partir de entrevistas a los pobladores.

Las **cuencas visuales** son sitios desde los cuáles se puede tener una vista panorámica. Se definen para conocer cuáles son los espacios que se observan mayormente dentro de la zona de estudio por pobladores y visitantes.

IV.2.1.4.3.1 Trabajo de campo

El trabajo de campo consistió en dos fases, primeramente, se realizaron recorridos dentro del SAR para ubicar recursos paisajísticos de interés, tomar evidencias fotográficas y verificar los tipos de paisajes existentes. También se definieron puntos de observación que se distribuyeron en diferentes rumbos sobre la

superficie del SAR y que presentaban diferencias visuales. Estos corresponden a la carretera federal 127 que conduce a Álamo Temapache, municipio con un elevado número de pobladores y visitantes; Castillo de Teayo por su atracción cultural, la cual consiste en una estructura piramidal de origen tolteca de influencia huasteca y mexica; una zona agrícola-pecuaria con paisaje natural, ubicada al noreste del polígono del SAR cercano a la localidad rural de la Piedra Encontrada; y una zona agrícola con manchones de vegetación de selva, ubicada al suroeste del polígono en la localidad rural de Francisco Luján Adame (Figura IV.2.1.4-6; Tabla IV.2.1.4-1).

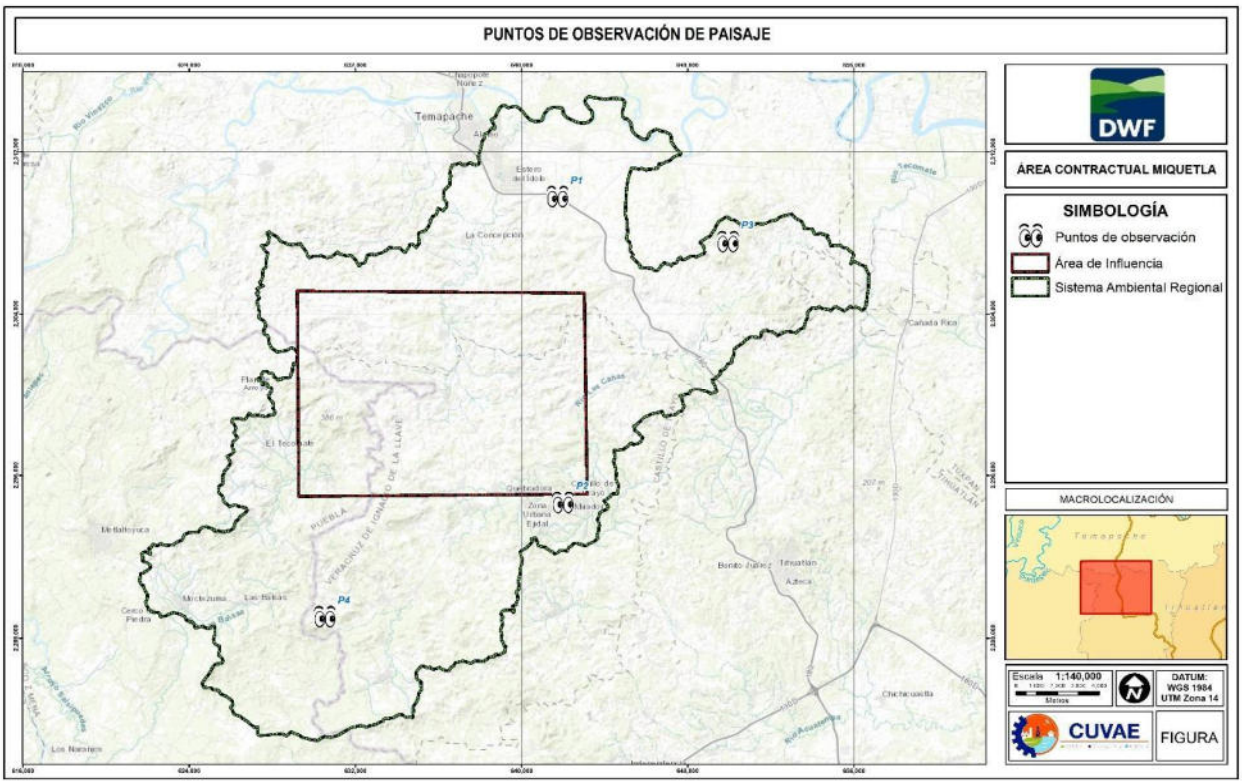
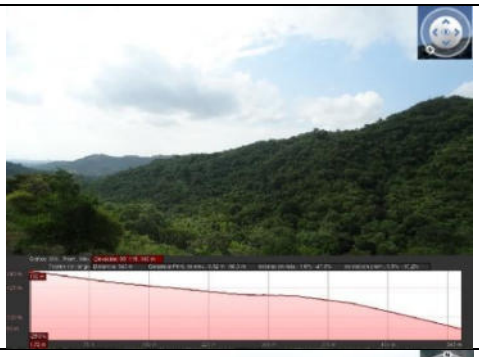
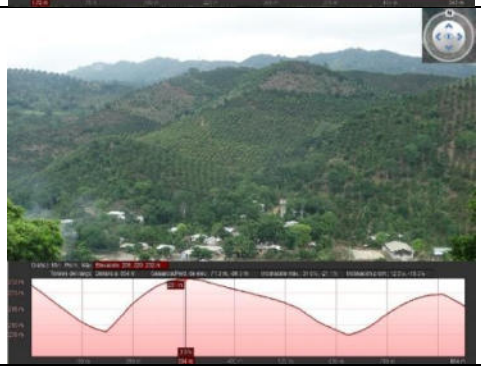


Figura IV.2.1.4-6.- Puntos de observación de paisaje dentro del Sistema Ambiental Regional.

Tabla IV.2.1.4-1.- Puntos de observación dentro del SAR y tipos de paisaje que contienen.

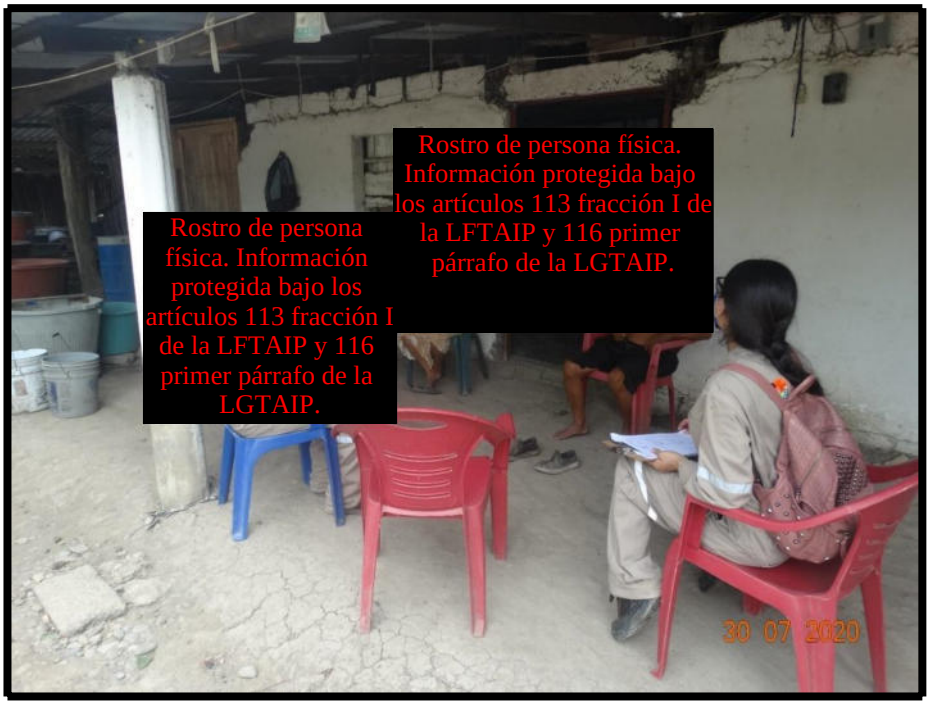
Puntos de observación	Ubicación	Características	Tipos de Paisaje
1. Punto de observación dinámico	Carretera a Municipio de Álamo Temapache **Coordenadas X: 641720, Y:2309788**	Vía de comunicación que conduce a núcleo urbano con una alta frecuencia de observación con más de 100,000 habitantes y producción de cultivo de cítricos. **Distancia de observación 200 m; Orientación E**	
2. Punto de observación estático	Municipio de Castillo de Teayo **Coordenadas X: 641989, Y:2294679**	Núcleo urbano con una alta frecuencia de observación por ser un yacimiento arqueológico prehispánico de interés turístico. **Distancia de observación 495 m; Orientación NNO**	
3. Punto de observación estático	Cercano a la localidad de Piedra Encontrada Coordenadas **X:649931, Y:2307575**	Noreste del SAR que corresponde a una zona agrícola-pecuaria con manchones de vegetación forestal densa de apariencia natural **Distancia de observación 467 m; Orientación ESE**	
4. Punto de observación estático	Localidad de Francisco Luján Adame Coordenadas **X:630517, Y:2289052**	Suroeste del SAR que corresponde a una zona agrícola con algunos manchones de vegetación de selva en zona rural. **Distancia de observación 925 m; Orientación N**	

En cuanto a la calidad visual es necesario conocer la valoración o apreciación de la gente por los recursos paisajísticos que los rodean, así como el uso que prefieren darle (Ortiz *et al.,* 2010). Por lo tanto, la segunda fase en campo consistió en realizar recorridos para efectuar entrevistas directas a pobladores dentro del área de estudio, esto para reconocer las necesidades o inquietudes que se tienen de acuerdo con los beneficios que obtienen del paisaje (ecológicos, económicos) y lo que observan en este.

Las entrevistas se realizaron a personas mayores de 18 años, pero se procuró entrevistar informantes clave como personas de edad avanzada que pudieran brindarnos datos de carácter histórico de la región, esto para entender mejor la transformación o cambios que ha sufrido el paisaje a través del tiempo. En total se entrevistaron 68 personas entre tres localidades: Castillo de Teayo, Francisco Luján Adame y La Esperanza Nueva (Fotografías IV.2.1.4-1, IV.2.1.4-2 y IV.2.1.4-3).

Fotografía IV.2.1.4-1.- Entrevista a un visitante regular que ejerce el comercio en el Municipio de Castillo de Teayo.

Fotografía IV.2.1.4-2.- Entrevista a residentes del Ejido Francisco Luján Adame.



Fotografía IV.2.1.4-3.- Entrevista a residentes del Ejido La Esperanza Nueva.

Las entrevistas se integran por tres preguntas:

1. La primera pregunta se enfocó en conocer el grado de conformidad que las personas tienen con el paisaje que se observa, esto de acuerdo con los beneficios potenciales que obtienen de este. Las respuestas eran de opción múltiple con el fin de que las entrevistas fluyeran de manera más práctica. Entre las respuestas que podían elegir eran: a) totalmente de acuerdo, b) indiferente, c) parcialmente conforme, d) inconforme.

2. La segunda pregunta se enfocó en conocer el uso que darían a los recursos observados, esto de acuerdo con sus preferencias o necesidades económicas que tienen. Entre las respuestas que podían elegir fueron: a) residencial, b) agrícola, c) conservación, d) recreativo. En esta pregunta podían combinar dos respuestas dependiendo de sus inquietudes, por ejemplo, uso agrícola y residencial, o agrícola y conservación, etc.

3. La tercera pregunta fue hecha para reafirmar las dos primeras, ya que se les preguntaba que de acuerdo con los beneficios ecológicos (presencia de vegetación, disponibilidad de agua, disponibilidad de tierra fértil, entre otras), beneficios económicos (disponibilidad de tierras para el cultivo o ganadería, áreas de vivienda), o beneficios escénicos (el paisaje disponible para apreciar) que tanto les gustaba lo que observaban. Podían contestar si el gusto era: a) muy alto, b) alto, c) medio, d) bajo, e) muy bajo. A partir de sus respuestas se intuía si la calidad visual para ellos era muy alta, alta, etc.

IV.2.1.4.3.2 Trabajo de gabinete

En este apartado se definieron las unidades paisajísticas mediante transiciones que se producen entre diferentes patrones de paisaje, esto a partir de los recursos paisajísticos más sobresalientes, dentro del SAR las coberturas de uso de suelo representan estos recursos. De acuerdo con imágenes satelitales y la verificación de los tipos de paisaje que se realizó durante el trabajo de campo, se ubicaron zonas agrícolas (Fotografía IV.2.1.4-4), algunas zonas con manchones de selva (Fotografía IV.2.1.4-5), así como núcleos urbanos y vías de acceso (Fotografías IV.2.1.4-6 y IV.2.1.4-7).

Fotografía IV.2.1.4-4.- Paisaje con cobertura de suelo agrícola dentro del SAR. X: 635538, Y: 2289029.

Fotografía IV.2.1.4-5.- Paisaje con cobertura de suelo agrícola y vegetación de selva dentro del SAR. X: 651286, Y: 2304802.

Fotografía IV.2.1.4-6.- Paisaje con núcleo urbano dentro del SAR, Municipio de Castillo de Teayo. X: 641989, Y:2294679.

Fotografía IV.2.1.4-7.- Paisaje con vías de acceso dentro del SAR. X: 648108, Y: 2302162

A partir de los datos de cobertura vegetación y de intervención humana dentro del SAR se delimitaron las unidades de paisaje de la siguiente manera.

Se realizó una clasificación supervisada, esta técnica requiere que se ingresen regiones de interés (ROIs) sobre una imagen satelital, estas son consideradas firmas espectrales, posteriormente en un programa de para manejar sistemas de información geográfica, se asigna a cada píxel de la imagen el tipo de cobertura a la cual su firma espectral es más similar y lo extrapola a toda la superficie de análisis.

En este caso, sobre una imagen satelital extraída del Google earth (escala 1:144,067) se seleccionaron áreas únicamente de agricultura, con agricultura que tengan infraestructura urbana, áreas de selva con agricultura y áreas pecuarias. Se empleó el software QGIS 3.12 y el complemento Semi-Automatic Classification Plugin para digitalizar los polígonos de cada región de interés, posteriormente, el clasificador generó imágenes para cada cobertura de suelo, en donde se apreció la transición de patrones sobre toda la superficie, con base en esta reclasificación se trazaron las unidades paisajísticas sobre el polígono del SAR.

Una vez conocidas las unidades paisajísticas se procedió a caracterizarlas a través de una ficha de inventario, en donde se describieron mediante los recursos paisajísticos que integran cada unidad, así como por las características del topográficas que se presentan (Escribano *et al.,* 1987; Ortiz *et al.,* 2010; Muñoz *et al.*, 2012).

La **calidad paisajística** se obtuvo a través del valor social del paisaje, el cual se da en función de su calidad visual directa y el fondo escénico que lo enmarca, se toman en cuenta las tensiones o modificaciones que pueden generar conflictos paisajísticos, tales como la transformación visual del paisaje o la carencia de recursos que lo integran. Para su evaluación se analizaron los datos obtenidos de las encuestas aplicadas en tres localidades dentro del SAR.

Como el método de análisis puede resultar un tanto subjetivo, debido a que las preguntas se enfocan en calificar la integridad de un paisaje a través de emociones de las personas, se analizaron los datos estadísticamente antes de ser interpretados.

Los elementos que constituyen la percepción del paisaje en el análisis de calidad fueron la localidad, la preferencia de uso de suelo, la conformidad del paisaje y la calidad visual. La conformidad del paisaje se calificó en una escala de totalmente de acuerdo (4), indiferente (3), parcialmente conforme (2) e inconforme (1); mientras que la calidad visual se calificó en muy alto (5), alto (4), medio (3), bajo (2) o muy bajo (1). Primeramente, se realizó un análisis factorial para clasificar los datos y conocer si existía una relación entre los beneficios que se obtienen del paisaje y lo que perciben visualmente.

Posteriormente con la valoración obtenida de las encuestas, se elaboró una matriz en donde los factores (variables categóricas) se representan por las localidades y preferencias de uso de suelo y las variables dependientes por la conformidad del paisaje y la calidad visual (**Anexo "S_1"**). Una vez organizados los datos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA de un factor entre grupos) para saber si existen diferencias significativas para cada una de estas variables entre las localidades analizadas, así como entre las preferencias de uso de suelo de los pobladores. Esto para conocer si las distintas actividades socioeconómicas afectan la percepción de las personas sobre el paisaje y cuál es el valor que le dan según sus intereses. Estos análisis se realizaron con el Software STATISTICA 8.0.

Para evaluar la **visibilidad del paisaje** se obtuvieron valores de elevación a partir de un ráster DEM que se descargó de EARTHDATA (https://search.earthdata.nasa.gov/search). Una vez obtenida la imagen se procesó el área que corresponde al SAR el mediante Software ArcGis10.5 (escala 1:143,230). Como el objetivo era representar la morfología de la superficie para detectar las áreas con mayor exposición visual, que son las de mayor elevación, se extrajeron las curvas de nivel sobre la imagen analizada. Posterior a ello, se creó una superficie con formato TIN que permitiera visualizar propiedades de elevación para distinguir áreas con alto valor de visibilidad, las cuales son más importantes porque se consideran más frágiles visualmente (Montoya *et al.*, 2003; Muñoz *et al.*, 2012).

Para realizar una evaluación completa del análisis de visibilidad, es necesario definir la importancia de lo que se ve y se percibe, en función de la combinación de distintos factores como los puntos de observación, la duración de la vista (tiempo que puede ser observado un determinado sitio) y el número de observadores

potenciales. Este último se interpretó a partir de los núcleos urbanos más cercanos de las zonas de mayor visibilidad y la dinámica de sus pobladores dentro del paisaje.

En cuanto a la **fragilidad paisajística**, es importante mencionar que conceptualmente se encuentra ligada a la fragilidad visual, por lo tanto, se han manejado como sinónimos en la literatura (Montoya et al., 2003; Franch-Pardo & Cancer-Pomar, 2017). En este estudio la fragilidad paisajística se aborda como la susceptibilidad del territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, en donde también se incluyó el componente visual para su interpretación.

Se analizaron las preferencias de uso, se obtuvieron porcentajes para obtener información sobre la tendencia en la transformación del paisaje. Además, se aplicó un análisis de componentes principales (ACP) contrarrestando los factores principales (PCA1-PCA2) para conocer que preferencias de uso tienen mayor valoración por parte de la población, así como interpretar implicaciones futuras ante las actividades propensas a realizarse (**Anexo "S_1"**). Este análisis se llevó a cabo en el Software STATISTICA 8.0.

En el análisis se tomó en cuenta información sobre estructura y diversidad de la vegetación, altitud, puntos urbanísticos y zonas singulares. Lo anterior para entender el grado de deterioro que se observa en el paisaje debido a las distintas presiones que se ejercen sobre este.

IV.2.1.4.4 Resultados

Se delimitaron seis **unidades paisajísticas** (**UP**) de acuerdo con las coberturas de suelo dentro del SAR. Las UP-01 y 05 están integradas principalmente por paisajes de tipo Agrícola-Selva, las UP-02, 03 y 04 por paisajes de tipo Urbano-Agrícola, y la UP-06 por paisajes de tipo Pecuario (Tabla IV.2.1.4-2).

Tabla IV.2.1.4-2.- Tipos de paisaje que se encuentran dentro del SAR.

Tipo de Paisaje	Características
Agrícola-Selva	La superficie de estas unidades paisajísticas está compuesta principalmente por agricultura, sin embargo, es posible distinguir algunos manchones de selva. Estas unidades se encuentran al noreste y sur del SAR. Son de interés porque mantienen una parte de la vegetación original, en donde es probable que se lleven a cabo procesos ecológicos importantes a nivel local.
Urbano-Agrícola	La superficie de estas unidades está representada por los núcleos urbanos más poblados o visitados, vías de acceso mayormente transitadas y zonas agrícolas. Álamo Temapache y Castillo de Teayo se encuentran dentro de estas unidades. Son de interés por las actividades económicas, culturales y de comunicación que se presentan.
Pecuario	La superficie de esta unidad está representada por áreas de pastizal cultivado sin áreas extensas de vegetación de selva. Es de interés por las actividades económicas que se llevan a cabo.

Dentro del SAR la mayor parte de la superficie está cubierta por suelo agrícola mezclado con otros usos como se menciona anteriormente. La superficie agrícola y de tipo urbana conforman el mayor porcentaje y se encuentran representadas en la parte central del polígono del SAR (Figura IV.2.1.4-7). Se consideraron como tres unidades paisajísticas diferentes por dos razones: la primera es debido a la extensión que representan en su conjunto, ya que la descripción de las unidades paisajísticas se hace más práctica en zonas de menor extensión. La segunda porque se observa una ligera transición entre la UP-03 con respecto a las UP-02 y 04, sin embargo, no se consideró suficientemente distinta respecto a su cobertura de suelo para clasificarla como de otro tipo.

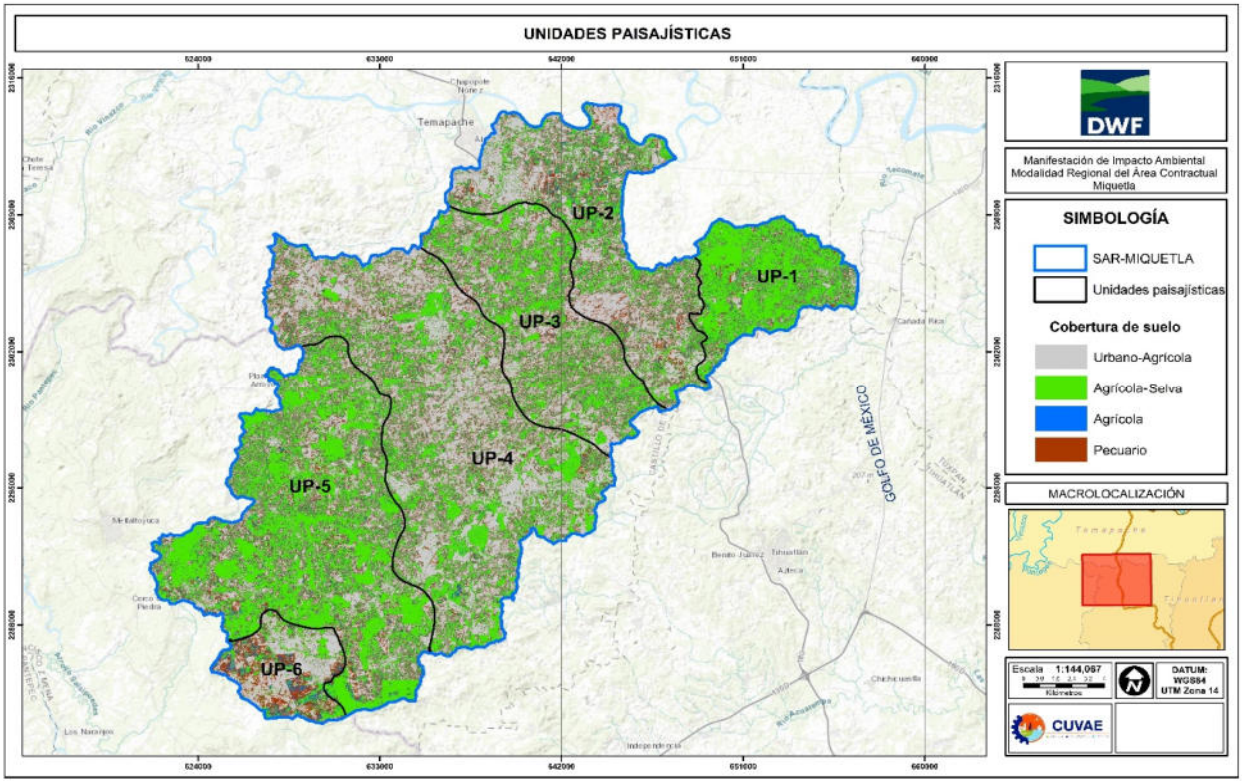


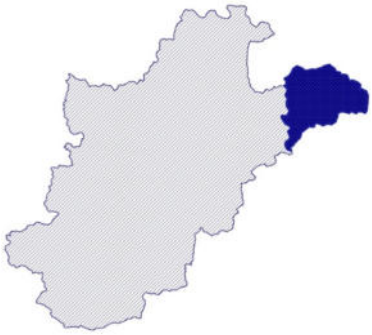
Figura IV.2.1.4-7.- Delimitación de unidades de paisaje mediante patrones de cobertura de suelo.

Cada unidad paisajística resultante se describió en una **ficha de inventario.** La información consiste en su localización dentro del SAR, el polígono correspondiente, información sobre la evolución del paisaje (transformación a través del tiempo), los tipos de paisaje que se observan en la unidad, organización del paisaje y componentes principales, información de los recursos paisajísticos presentes, conectividad y visibilidad del paisaje (**Anexo "S_2"**).

A continuación, se presentan las fichas de cada una de las unidades.

Ficha de inventario IV.2.1.4-1.- Descripción y recursos paisajísticos que se encuentran en la UP-01.

Unidad paisajística 01	**Superficie:** 3876.156 ha
	Municipio: Tuxpan, Tihuatlán, Álamo Temapache
	Localización y acceso: Noreste del SAR, la principal vía de comunicación es la carretera federal 127, el resto son carreteras locales y caminos rurales.



Evolución del Paisaje

El establecimiento de zonas para el aprovechamiento agrícola ocurrió hace más de veinte años. La unidad se componía de selva alta perennifolia, la expansión agrícola provoco la degradación de la vegetación primaria originando una retícula de parcelas bien definidas en gran parte de la unidad. En algunos puntos aún se mantienen áreas de vegetación de selva, resultando en un paisaje con características mixtas.

Organización del paisaje y componentes principales

El tipo de paisaje presente es **Agrícola-Selva**, la agricultura es de tipo temporal anual y permanente. Se presentan áreas de pastizal cultivado y con vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia. Existen áreas destinadas al aprovechamiento pecuario, sin embargo, no es el carácter distintivo de la unidad. La red vial es principalmente de tipo rural, las vías de comunicación son terracerías, veredas y brechas. En cuanto a la topoforma, se presentan valles y lomerios, el rango altitudinal es entre los 75 y 600 msnm. Se presenta una corriente de agua perenne que forma parte del Río Las Cañas.

Recursos paisajísticos

1. Suelo disponible para el aprovechamiento agropecuario
2. Vías de comunicación rural
3. Núcleos urbanos
4. Vistas de vegetación natural
5. Biodiversidad
6. Corrientes de agua perenne

Conectividad del paisaje

Paisajes altamente conectados por las vías de acceso y núcleos urbanos presentes dentro de la unidad y en sus alrededores.

Visibilidad del paisaje

Esta unidad se considera con **visibilidad baja**, aunque presenta algunos puntos con mayor elevación dentro del SAR, la presencia de núcleos urbanos es muy reducida y los visitantes son prácticamente nulos.

Fotografía IV.2.1.4-8.- Vista panorámica del tipo de paisaje presente en la UP-01. Vista con **orientación hacia el Norte**.

Ficha de inventario IV.2.1.4-2.- Descripción y recursos paisajísticos que se encuentran en la UP-02.

Unidad paisajística 02	**Superficie:** 8032.203 ha
	Municipio: Álamo Temapache, Castillo de Teayo y Tihuatlán
	Localización y acceso: Norte del SAR, la principal vía de comunicación es la carretera federal 127, al sur conecta una carretrea estatal con la federal 130, el resto son caminos rurales.

Evolución del Paisaje

Las llanuras que se presentan en esta unidad dieron origen al crecimiento urbano, aunado al establecimiento de parcelas para el aprovechamiento agropecuario. En esta unidad los remantes de vegetación original son prácticamente inexistentes. Se tiene como resultado una retícula de parcelas bien definidas mezcladas con asentamientos humanos y las principales vías de comunicación que existen en la región atravesado esta unidad.

Organización del paisaje y componentes principales

El tipo de paisaje presente es **Urbano-Agrícola**, la agricultura es de tipo temporal o de humedad anual y permanente. Se presentan áreas de pastizal cultivado y asentamientos humanos con altas densidades poblacionales, así como vías de acceso que recorren residentes y visitantes en la zona. La red vial es de tipo urbana y rural, las vías de comunicación son carreteras federales, estatales, terracerías, brechas y veredas. La mayor parte de la topoforma se compone de valle con un rango altitudinal entre los 75 y 300 msnm. Se presenta una corriente de agua perenne que forma parte del Río Las Cañas y un cuerpo de agua perenne que forma parte del Río Pantepec.

Recursos paisajísticos

1. Suelo disponible para el aprovechamiento agropecuario
2. Carretera federal
3. Vías de comunicación rural
4. Núcleos urbanos
5. Cuerpo de agua perenne
6. Corrientes de agua perenne

Conectividad del paisaje

Paisajes altamente conectados por las vías de acceso y núcleos urbanos presentes dentro de la unidad y en sus alrededores.

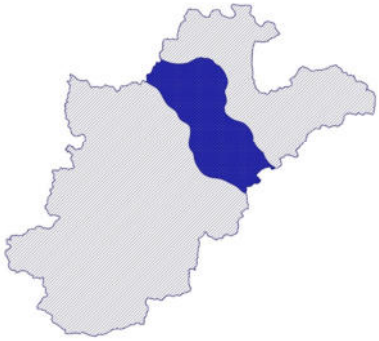
Visibilidad del paisaje

Esta unidad se considera con **visibilidad de baja a media**, la elevación en el terreno es reducida pero los núcleos urbanos y las vías de acceso son de los más frecuentados dentro del SAR.

Fotografía IV.2.1.4-9.- Vista panorámica del tipo de paisaje presente en la UP-02. Vista con **orientación hacia el Oeste-Suroeste.**

Ficha de inventario IV.2.1.4-3.- Descripción y recursos paisajísticos que se encuentran en la UP-03.

Unidad paisajística 03	**Superficie:** 7069.152 ha
	Municipio: Álamo Temapache y Castillo de Teayo
	Localización y acceso: Norte -Centro del SAR, la principal vía de comunicación es una carretera estatal que conecta con la cabecera Álamo, el resto son caminos rurales.



Evolución del Paisaje

Las características de terreno de la unidad dieron como resultado una mezcla de caracteres, el establecimiento de parcelas se expandió sobre toda la superficie, pero no incrementaron los núcleos urbanos. La unidad se conforma por una retícula de parcelas principalmente agrícolas, núcleos urbanos y remanentes de vegetación original. Existe una red de caminos rurales compleja que en un futuro podría generar la extensión de áreas urbanas.

Organización del paisaje y componentes principales

El tipo de paisaje presente es **Urbano-Agrícola,** la agricultura es de tipo temporal anual y permanente. Se presentan áreas de pastizal cultivado, vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia, así como asentamientos humanos de bajas densidades poblacionales y vías de acceso que recorren principalmente residentes. La red vial es de tipo rural, las vías de comunicación son carreteras estatales, terracerías, brechas y veredas. La mayor parte de la topoforma se compone de lomeríos con un rango altitudinal entre los 75 y 350 msnm. Se presenta una corriente de agua perenne y cuerpos de agua intermitente.

Recursos paisajísticos

1. Suelo disponible para el aprovechamiento agropecuario
2. Carretera estatal
3. Vías de comunicación rural
4. Núcleos urbanos
5. Cuerpo de agua intermitente
6. Corrientes de agua perenne
7. Biodiversidad

Conectividad del paisaje

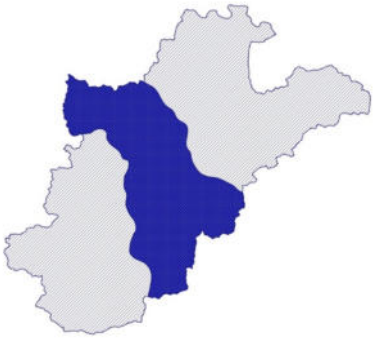
Paisajes altamente conectados por las vías de acceso y núcleos urbanos presentes dentro de la unidad y en sus alrededores.

Visibilidad del paisaje

Esta unidad se considera con **visibilidad baja,** ya que la presencia de núcleos urbanos es muy reducida y los visitantes son prácticamente nulos.

Fotografía IV.2.1.4-10.- Vista panorámica del tipo de paisaje presente en la UP-03. Vista con **orientación hacia el Este.**

Ficha de inventario IV.2.1.4-4.- Descripción y recursos paisajísticos que se encuentran en la UP-04.

Unidad paisajística 04	**Superficie:** 16147.611 ha **Municipio:** Álamo Temapache, Castillo de Teayo y Francisco Z. Mena **Localización y acceso:** Centro del SAR, la principal vía de comunicación es la carretera federal 130, carreteas estatales al norte y el sur y caminos rurales.
	**Evolución del Paisaje** En esta unidad la topografía es variada, es una de las más pobladas y posee una mezcla de caracteres de interés socioeconómico y cultural. Al sureste de la unidad se representan los restos de una de las más antiguas poblaciones huastecas, con periodos de ocupación en el periodo posclásico mesoamericano tardío. El resultado es una retícula de parcelas principalmente agrícolas, asentamientos humanos, gran cantidad de vías de acceso y remanentes muy reducidos de

Organización del paisaje y componentes principales

El tipo de paisaje presente es **Agrícola-Selva,** la agricultura es de tipo temporal, anual y permanente. Se presentan áreas de pastizal cultivado y con vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia. Existen áreas destinadas al aprovechamiento pecuario, sin embargo, no es el carácter distintivo de la unidad. La red vial es principalmente de tipo rural, las vías de comunicación son terracerías, veredas y brechas. La mayor parte de la topoforma se compone de valle, pero existen algunos puntos con lomas, el rango altitudinal es entre los 75 y 600 msnm. Se presenta una corriente de agua perenne que forma parte del Río Las Cañas.

Recursos paisajísticos

1. Yacimiento arqueológico
2. Núcleos urbanos
3. Carretera federal
4. Carretera estatal
5. Vías de comunicación rural
6. Suelo disponible para el aprovechamiento agropecuario
7. Biodiversidad
8. Cuerpo de agua intermitente
9. Corrientes de agua intermitente
10. Corrientes de agua perenne

Conectividad del paisaje

Paisajes altamente conectados por las vías de acceso y núcleos urbanos presentes dentro de la unidad y en sus alrededores.

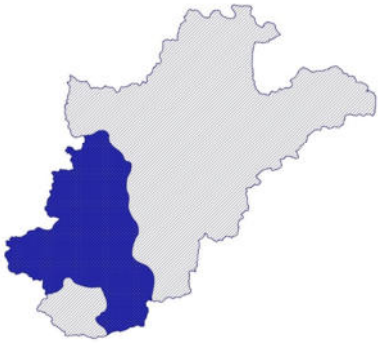
Visibilidad del paisaje

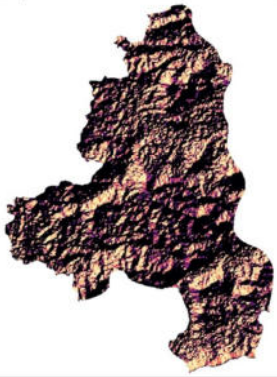
Esta unidad se considera con **visibilidad baja a media**, ya que existe una mayor frecuencia de visitantes, una mayor cantidad de pobladores y algunos puntos con mayor elevación dentro del SAR.

Fotografía IV.2.1.4-11.- Vista panorámica del tipo de paisaje presente en la UP-04. Vista con **orientación hacia el Norte-Noreste**.

Ficha de inventario IV.2.1.4-5.- Descripción y recursos paisajísticos que se encuentran en la UP-05.

Unidad paisajística 05	**Superficie:** 13721.580 ha
	Municipio: Álamo Temapache, Castillo de Teayo y Francisco Z. Mena
	Localización y acceso: Sur del SAR, la principal vía de comunicación es la carretera federal 130 que conecta con una carretera estatal, el resto son caminos rurales.





Evolución del Paisaje

Esta unidad tiene la topografía más elevada del SAR, aquí la expansión agrícola ocurrió como en el resto de la región originando la degradación de la vegetación primaria, sin embargo, el tipo de relieve permite el mantenimiento de áreas más grande de selva. Como resultado se tiene una retícula de parcelas de aprovechamiento agropecuario con escasos núcleos urbanos, vías de acceso y remanentes de vegetación original.

Organización del paisaje y componentes principales

El tipo de paisaje presente es **Agrícola-Selva,** las zonas más extensas son de agricultura de tipo temporal, anual y permanente. Se presentan áreas de vegetación secundaria arbustiva y herbácea de selva alta perennifolia, así como áreas más reducidas de pastizal cultivado. La red vial es de tipo rural, las vías de comunicación son una carretea estatal, terracerías, veredas y brechas. La topoforma se compone principalmente de lomeríos, pero también existen zonas con valle. El rango altitudinal es entre los 151 y 680 msnm. Se presentan corrientes de agua intermitente y perenne.

Recursos paisajísticos

1. Suelo disponible para el aprovechamiento agropecuario
2. Núcleos urbanos
3. Carretera estatal
4. Vías de comunicación rural
5. Biodiversidad
6. Corrientes de agua intermitente
7. Corrientes de agua perenne

Conectividad del paisaje

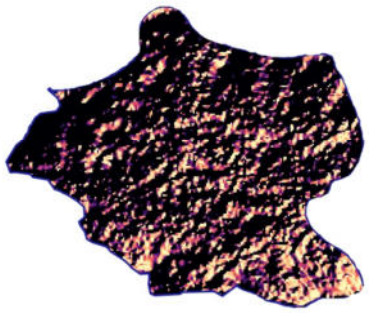
Paisajes altamente conectados por las vías de acceso y núcleos urbanos presentes dentro de la unidad y en sus alrededores.

Visibilidad del paisaje

Esta unidad se considera con **visibilidad baja**, aunque presenta algunos puntos con mayor elevación dentro del SAR, la presencia de núcleos urbanos es muy reducida y los visitantes son prácticamente nulos.

Fotografía IV.2.1.4-12.- Vista panorámica del tipo de paisaje presente en la UP-05. Vista con **orientación hacia el Sur-Suroeste**.

Ficha de inventario IV.2.1.4-6.- Descripción y recursos paisajísticos que se encuentran en la UP-06.

Unidad paisajística 06	**Superficie:** 2433.289 ha **Municipio:** Castillo de Teayo y Francisco Z. Mena **Localización y acceso:** Sur del SAR, la principal via de comunicación es una carretera estatal que conecta con la carretera federal 130, el resto son caminos rurales.
	

Evolución del Paisaje

Las llanuras que se presentan en esta unidad dieron origen al crecimiento urbano, aunado al establecimiento de parcelas para el aprovechamiento agropecuario. En esta unidad los remantes de vegetación original son escasas. Se tiene como resultado una retícula de parcelas bien definidas, principalmente para la explotación pecuaria y una red de caminos rurales disponibles. Las vías de comunicación dentro de esta unidad son rurales.

Organización del paisaje y componentes principales

El tipo de paisaje presente es **Pecuario,** la agricultura es de tipo temporal, anual y permanente. Se presentan áreas de pastizal cultivado y algunoa manchones de vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia. Existen áreas destinadas al aprovechamiento pecuario, asi como una red de caminos que conecta a la unidad. La red vial es principalmente de tipo rural, las vías de comunicación son terracerías, veredas y brechas. La mayor parte de la topoforma se compone de valle, pero existen algunos puntos con lomas, el rango altitudinal es entre los 75 y 600 msnm. Se presenta una corriente de agua perenne que forma parte del Río Las Cañas.

Recursos paisajísticos

1. Suelo disponible para el aprovechamiento agropecuario
2. Vías de comunicación rural
3. Biodiversidad
4. Corrientes de agua intermitente
5. Cuerpos de agua intermitentes

Conectividad del paisaje

Paisajes altamente conectados por las vías de acceso y núcleos urbanos presentes dentro de la unidad y en sus alrededores.

Visibilidad del paisaje

Esta unidad se considera con **visibilidad baja**, aunque presenta algunos puntos con mayor elevación dentro del SAR, no se presentan núcleos urbanos y los visitantes son prácticamente nulos.

Fotografía IV.2.1.4-13.- Vista panorámica del tipo de paisaje presente en la UP-06. Vista con **orientación hacia el Suroeste.**

IV.2.1.4.4.1 Calidad paisajística

La realidad territorial que se presenta dentro del SAR es de aprovechamiento agrícola, este es el carácter paisajístico que predomina y funciona como elemento integral del paisaje que se observa. Esto se ve reflejado en las Unidades de Gestión Ambiental (UGAs) que se encuentran dentro del SAR, las cuales se consideran unidades homogéneas que son vinculadas con sus características socioeconómicas, culturales y con la problemática ambiental actual (Figura IV.2.1.4-8).

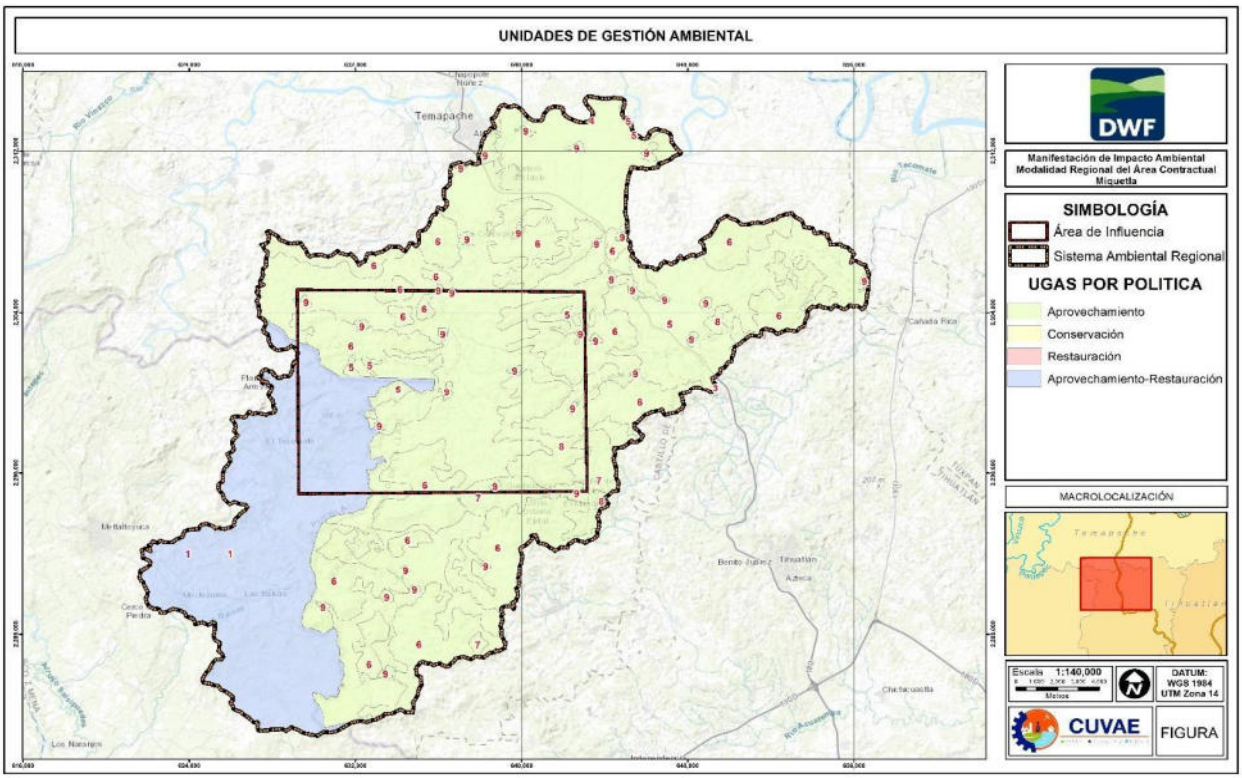
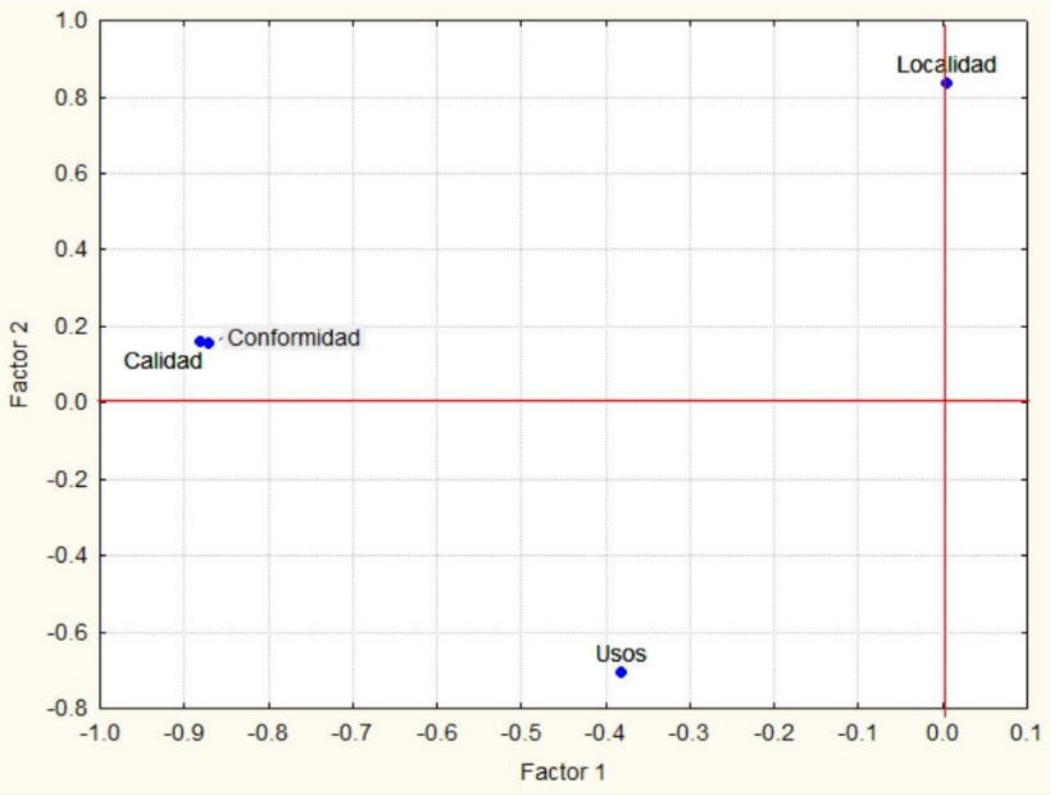


Figura IV.2.1.4-8.- Unidades de Gestión Ambiental dentro del SAR.

Como se puede observar, la principal problemática ambiental corresponde al territorio de Veracruz (UGAs de aprovechamiento), mientras que en el territorio de Puebla observamos un panorama distinto (UGA de aprovechamiento-restauración). Al comparar esta información con lo que se obtuvo en la delimitación de las

unidades de paisaje, se pueden entender los criterios de ordenación ecológica que se aplicaron. Sin embargo, debido a la realidad territorial que se presenta en el área y a los resultados obtenidos del análisis del valor social, la calidad paisajística se consideró a partir de los recursos naturales que se aprovechan y el desarrollo económico que conlleva.

La conformidad del paisaje y la calidad visual están estrechamente relacionados, los beneficios o recursos que obtienen del paisaje les permite percibir un mejor lugar, lo cual les da satisfacción visual. La localidad y las preferencias de uso no mostraron una relación, esto reafirma que los deseos de las personas son independientes de lo diferentes paisajes que observan a nivel local y la percepción se da a nivel regional, por lo tanto, la calidad paisajística dentro del SAR puede ser interpretada a través de los parámetros que se evaluaron en el estudio (Gráfica IV.2.1.4-1).



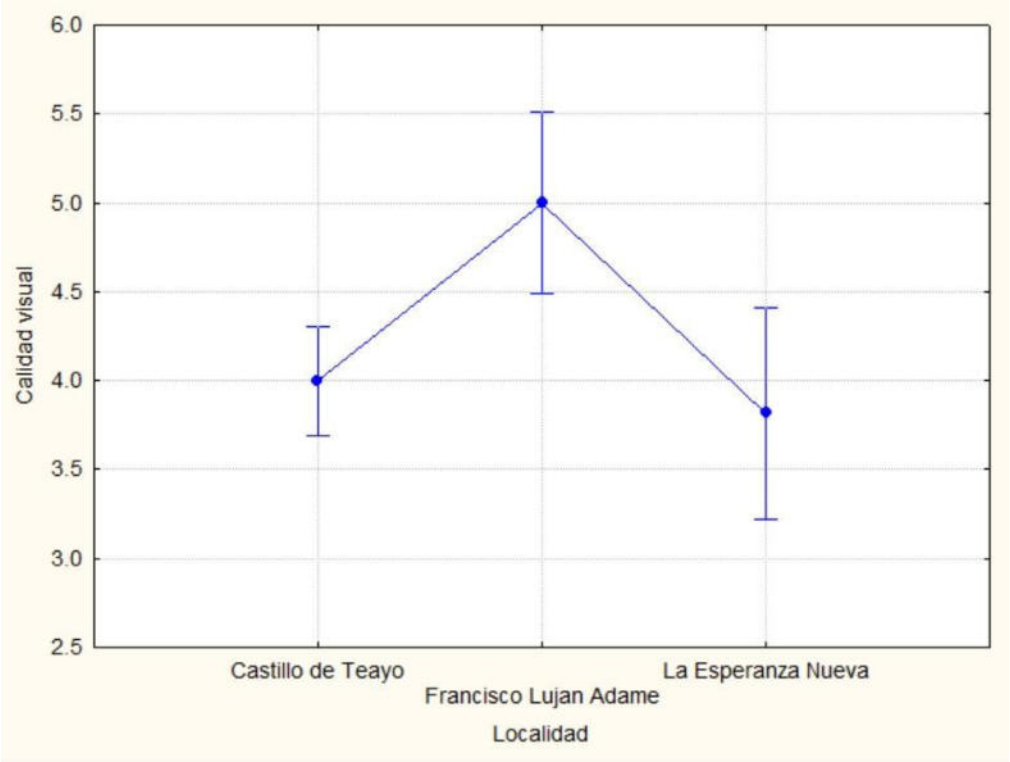
Gráfica IV.2.1.4-1.- Análisis factorial de los elementos que constituyen la percepción del paisaje.

En lo que corresponde a la segunda parte de este análisis, no se encontraron diferencias significativas para la conformidad del paisaje entre las localidades analizadas, sin embargo, la calidad visual si mostro diferencias significativas (Tabla IV.2.1.4-3).

Tabla IV.2.1.4-3.- Análisis de varianza de la calidad visual entre las localidades encuestadas.

Efecto	GL	Calidad visual			
		SS	MS	*F*	*p*
Intercepto	1	905.8386	905.8386	925.2494	0.000000
Localidad	2	12.8783	6.4392	6.5772	0.002504
Error	65	63.6364	0.979		
Total	67	76.5147			

Las diferencias observadas se reflejaron entre la localidad de Castillo de Teayo y La Esperanza Nueva con Francisco Luján Adame. En donde, esta última posee un valor de calidad visual mayor (Gráfica IV.2.1.4-2). Esta localidad corresponde a paisajes agrícolas con algunos manchones con selva en zona rural, la cual visualmente no es muy diferente a la Esperanza Nueva. Con estos resultados, se deduce que una de las razones en las diferencias observadas puede ser que en Castillo de Teayo y La Esperanza Nueva la percepción de un paisaje de alta calidad está relacionada con la obtención de recursos naturales, en la región existe una problemática con la obtención de recursos hídricos. Cabe mencionar que en Francisco Luján Adame también existe esta problemática, sin embargo, esta localidad tiene menor densidad poblacional y al parecer su percepción de alta calidad está más inclinada al crecimiento económico que representan las zonas agrícolas productivas extensas.



Gráfica IV.2.1.4-2.- Diferencias de la calidad visual entre las localidades estudiadas.

De acuerdo con la gráfica anterior, es necesario dejar en claro que, aunque se observaron algunas diferencias, de manera general la calidad visual se percibe como alta en la región. Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas entre las preferencias de uso de acuerdo con la calidad visual o la conformidad del paisaje. Esto sugiere que la calidad paisajística no depende de sus preferencias, sino de lo que está disponible en el paisaje que observan.

IV.2.1.4.4.2 Visibilidad del paisaje

Del análisis de visibilidad se reconocen las áreas que tienen una mayor exposición y son más frágiles visualmente. Dentro del SAR la mayor parte de la superficie no sobrepasa los 400 msnm, la cual pertenece a llanuras y lomeríos según la topoforma del territorio que se presenta. De acuerdo con esto, de manera general la exposición visual en el SAR es muy baja, sin embargo, es importante resaltar aquellas áreas con mayor elevación que se encuentran alrededor de los 680 msnm (Figura IV.2.1.4-9). Esta zona se encuentra

ubicada al suroeste del SAR, pertenece a un suelo rocoso en un límite de las sierras plegadas del Carso Huasteco; dentro de nuestro análisis forma parte de la UP-05.

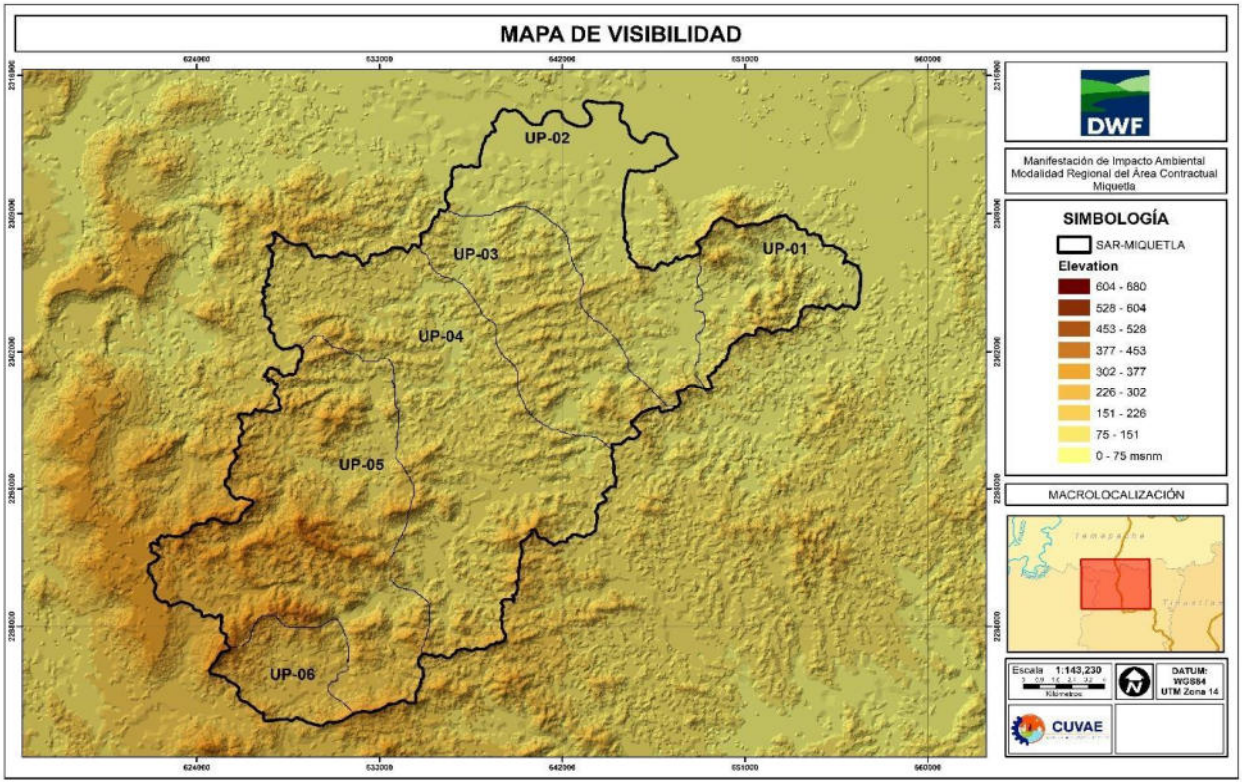


Figura IV.2.1.4-9.- Visibilidad dentro del SAR y en cada unidad paisajística.

Cabe recordar que en el análisis de visibilidad se debe tener en cuenta la información recabada en los puntos de observación, así como lo obtenido en la delimitación de las unidades de paisaje a partir de la reclasificación de cobertura de suelo, ya que, con base en esto se interpreta la frecuencia de observadores que tiene la zona y por lo tanto el nivel de visibilidad o fragilidad visual.

En la UP-05 existen algunos puntos hacia el sur que poseen una mayor exposición visual, pero a su vez corresponden a una cobertura de suelo Agrícola-Selva, lo que significa que en esta parte del SAR

predominan las parcelas agrícolas con algunos manchones de vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia.

Que exista una mayor cobertura de selva en zonas rurales, en donde se concentra una baja densidad de pobladores, por lo tanto, la frecuencia de observadores es muy baja comparada con zonas que se encuentran mayormente urbanizadas. Aunado a esto, la conectividad de los parches (la distancia entre un manchón de selva y otro) es amplia, por lo cual no se observan extensiones de paisajes naturales que sirvan como atractivo turístico. Es el mismo caso que se presenta para la UP-01, aquí existen algunos puntos de mayor elevación respecto a la superficie del SAR, sin embargo, se presenta la misma condición en cuanto a cobertura de suelo y frecuencia de observadores o visitantes.

En lo que corresponde al área de influencia, que se encuentra en la parte central del polígono del SAR, la exposición visual es de baja a media y forma parte de las UP-03, 04 y 05. La zona que tiene mayor exposición se encuentra en la UP-05 y su relevancia en cuanto a la visibilidad es escasa como se mencionó anteriormente. Respecto a la UP-03 y 04, la cobertura de suelo es Urbano-Agrícola, esto indica que la frecuencia de observación es mayor en estas zonas, y a su vez la fragilidad visual.

En la UP-04 existe un área que merece relevancia sobre el manejo de su paisaje, particularmente en el punto de observación número dos (*P2*) que se encuentra en la cabecera municipal de Castillo de Teayo (Figura IV.2.1.4-9). Esta zona posee recursos paisajísticos de tipo cultural con un alto potencial turístico ya que forman parte de una ruta arqueológica, por lo cual, la frecuencia de visitantes es mayor que en otras partes del SAR y consecuentemente su visibilidad y fragilidad aumentan (Fotografía IV.2.1.4-14).

Fotografía IV.2.1.4-14.- Yacimiento arqueológico Castillo de Teayo en Veracruz, México. **X: 641989, Y:2294679. Orientación** de la vista: **E.**

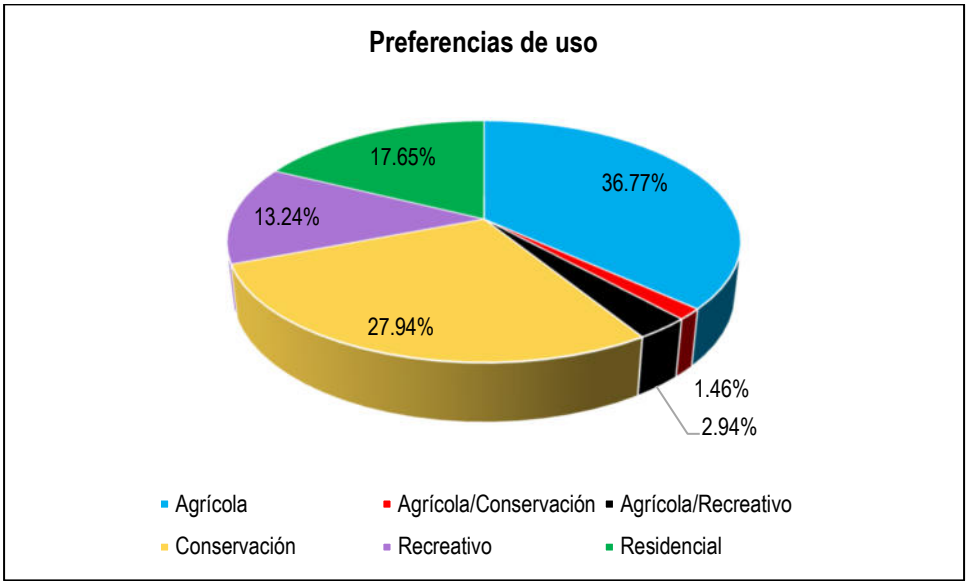
Teniendo en cuenta lo anterior, los paisajes que se observen sobre las vías de acceso que conducen al *P2,* así como en las zonas aledañas, deberán ser manejados con mayor cuidado en cuanto a la transformación o modificación del paisaje, ya que, aunque la dinámica general a nivel regional está ligada a la producción agrícola, en este punto la percepción visual de los pobladores cambia debido al valor cultural, social y económico que representan los recursos de este tipo en la región.

Algo que se debe dejar en claro respecto al *P2,* es que la visibilidad tiende a ser mayor por los observadores potenciales y no debido a la elevación de terreno, por lo tanto, en los planes de manejo del paisaje que se consideren, el eje central deberá ser a partir de lo que se observa en el entorno inmediato y no en el fondo escénico, es decir, la compensación ambiental deberá contrarrestar necesidades en el medio ambiente que la población requiera, por ejemplo, mejora de los sistemas de drenaje o de la infraestructura vial y sus vistas. Lo último tiene su fundamento en que aquí, como en la mayor parte de la superficie del SAR, existe una transición entre las zonas rurales y urbanas, ya que históricamente el territorio ha sido intervenido por las

actividades humanas, por lo tanto, las acciones que la población perciba como beneficiosas están compuestas por aspectos ligados al desarrollo económico y de infraestructura.

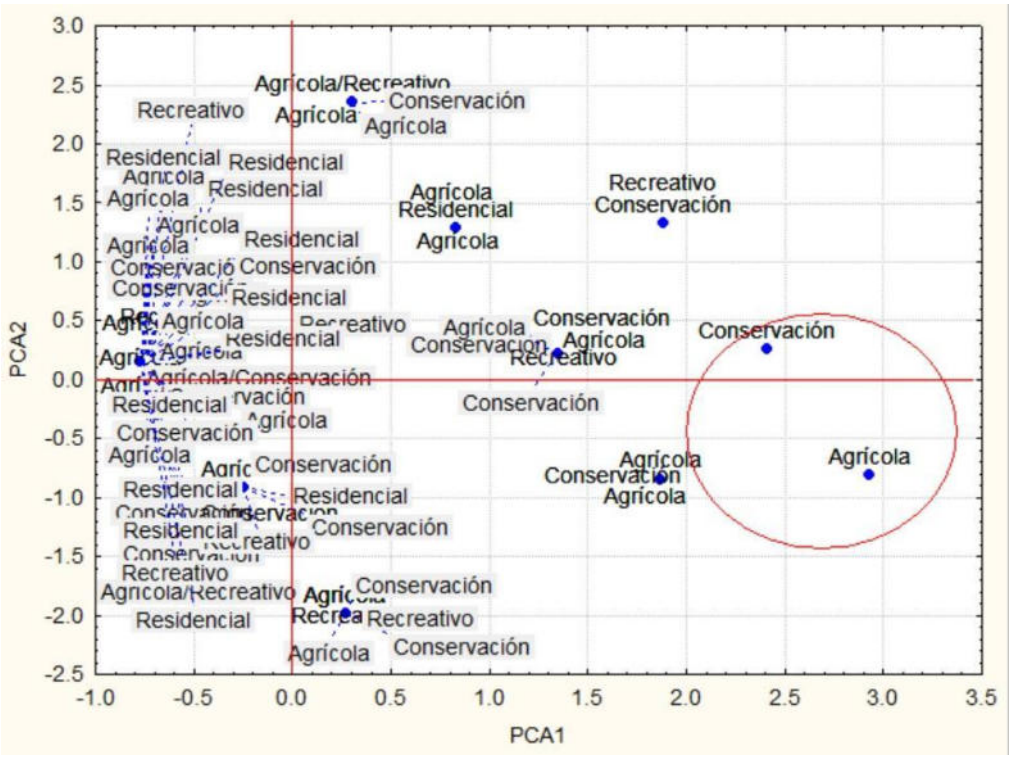
IV.2.1.4.4.3 Fragilidad paisajística

Basándose en los resultados obtenidos sobre la tendencia en la transformación del paisaje y en los recorridos realizados durante el trabajo de campo, la susceptibilidad a la modificación del paisaje resultó ser alta, esto aumenta la fragilidad paisajística. En las encuestas realizadas se encontró que las preferencias de las personas en el uso del territorio son mayormente de aprovechamiento agrícola, aunque también mostraron interés en la conservación de vegetación de origen natural (Gráfica IV.2.1.4-3).



Gráfica IV.2.1.4-3.- Preferencias de uso de suelo entre las localidades encuestadas dentro del SAR.

La población considero más importante aprovechar sus recursos, pero también mostró deseos por conservarlos debido a los beneficios ambientales que obtienen, está claro que existe un mayor interés por generar recursos económicos y esto predispone el área al cambio continuamente, sin embargo, la idea de conservar sugiere un valor de fragilidad menor en algunos puntos del SAR (Gráfica IV.2.1.4-4).



Gráfica IV.2.1.4-4.- Preferencias de uso con mayor valoración entre las localidades estudiadas.

La discordancia entre las necesidades económicas y ambientales de la población merece que se analicen otros puntos. La ordenación territorial dentro del SAR expone una alta calidad paisajística porque se desprende del valor socioeconómico. Por lo cual, entendemos que el territorio agrícola forma parte de un paisaje que no sufrirá mayores impactos en cuanto a esto compete, ya que los cambios de suelo fueron implementados mucho tiempo atrás y forman parte de la organización del paisaje actualmente.

No obstante, otro tipo de actividades podrían generar impactos visuales debido al contraste cromático y de formas que ocasionan, aunado a esto el impacto podría ser mayor si las actividades no se asocian al desarrollo económico que beneficia directamente a los pobladores (Fotografía IV.2.1.4-15).

Fotografía IV.2.1.4-15.- Plataforma de perforación en campos de cultiv
Orientación de la vista: **SSE.**

Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP 113 fracción I de la LGTAIP.

Pese a esto, la fragilidad visual es baja en la mayor parte del territorio, ya que únicamente un sitio fue considerado con alta visibilidad por la singularidad que posee (*P2*), esto resta fragilidad paisajística a la región independientemente de que se observen escenarios como el que se muestra en la fotografía anterior.

A partir de la realidad territorial que se observa en el SAR manifestada a través de las UGAs, del análisis de las unidades paisajísticas en donde la mayor parte de la superficie pertenece a suelo urbano-agrícola

(31,248.95 ha), de una mayor proporción en los deseos de espacios para aprovechamiento y uso residencial (54.42%) comparado con el interés en preservar ambientes naturales o destinar espacios para la recreación (41.18%), y de los resultados obtenidos del análisis de visibilidad en donde las cuencas visuales son muy escasas debido a la poca elevación del territorio, de manera general la fragilidad dentro del SAR es baja, excepto en la cabecera municipal de Castillo de Teayo como se expresó anteriormente.

IV.2.1.4.5 Conclusiones

El componente paisajístico dentro del SAR refleja la incidencia de actividades socioeconómicas que se han dado lugar históricamente. Esto lleva consigo la urbanización y redes de comunicación que continuamente han modificado el paisaje. La producción e industrialización de cultivos, principalmente citrícolas, se transformaron en el carácter principal, por lo tanto, la región posee una fragilidad paisajística baja debido a que es poco vulnerable al cambio de uso de suelo y al valor de los atributos visuales que se presentan.

El medio natural que existía tiempo atrás fue modificado a tal grado que, el sistema que observamos actualmente se convierte en el eje central para el desarrollo y bienestar de la red de poblaciones dentro del SAR, puesto que se considera más importante el progreso económico según los análisis sobre calidad paisajística que se llevaron a cabo.

En cuanto al área de influencia, la gran mayoría de la superficie presenta un paisaje de tipo Urbano-Agrícola, esto pone de manifiesto que esta zona es la que posee menor fragilidad paisajística dentro del SAR. A nivel de paisaje, ya se han absorbido las modificaciones ecológicas originadas por la presión que ejerce el aprovechamiento y la urbanización en la zona.

La degradación del sistema ambiental desde un punto de vista ecológico es evidente, lo cual se refleja en problemáticas como la disponibilidad limitada de recursos hídricos que se presenta. Sin embargo, estos conflictos deben ser atendidos a partir del paisaje que se tiene, la tendencia es hacia el desarrollo urbano, por lo tanto, el uso de recursos debe estar dirigido al bienestar social desde un punto de vista económico.

Con todo esto se reitera que, tanto en el SAR como particularmente en el área de influencia los riesgos en la transformación del paisaje son muy bajos. Cabe resaltar que esto no significa que su manejo no deba llevarse a cabo cuidadosamente, considerando puntos importantes resaltados en el documento, siempre en beneficio de aspectos socioeconómicos. Se deja en claro que, dentro del área de influencia, únicamente existe un punto geográfico que merece relevancia debido a que posee recursos culturales que le brindan identidad a la región.

IV.3 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional

El diagnóstico ambiental tiene como objetivo, conocer el estado actual del SAR, de tal forma que esta información se utilice tiempo cero, antes de ejecutar el desarrollo de las obras del proyecto, tomando en cuenta la condición de conservación de la biodiversidad, la calidad de vida de los habitantes, la tendencia del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación, el estado que guarda la fauna; la intensidad de las actividades productivas de cambio en tiempo y espacio definido, de tal manera que permita evaluar los impactos a generarse por la inserción del proyecto en el Sistema Ambiental, para tomar las decisiones más adecuadas que promuevan la compatibilidad del proyecto con el ambiente, es decir promueva un desarrollo sustentable. En el presente apartado, se realiza el diagnóstico del SAR, sustentado en la información elaborada de cada factor ambiental y socioeconómica.

IV.3.1 Situación histórica

Durante la época precortesiana, las tribus que habitaron el territorio mexicano utilizaron el petróleo como material de construcción, medicina, pegamento, impermeabilizante y como incienso para sus ritos religiosos. Los totonacas, habitantes de la mayor parte del estado de Veracruz, lo recogían de la superficie de las aguas para utilizarlo como medicina y como iluminante. Algunas tribus que habitaron las costas mexicanas lo masticaban para limpiar y blanquear la dentadura.

En 1862, se llevó a cabo una perforación en un lugar cercano al cerro de Tepeyac, de la cual brotó agua mezclada con petróleo en cantidades abundantes y el producto fue utilizado como iluminante.

En la hacienda El Tulillo municipio de Ébano, en San Luis Potosí se inicia la industria del petróleo en México por Mexican Petroleum Company of California, empresa creada por Doheny, a este primer campo petrolero lo llamaron El Ébano. Posteriormente el 3 de abril de 1904, cuando perforaban a una profundidad de 501 metros, broto el pozo denominado La Pez 1, lanzando un chorro de petróleo negro a 15 metros de altura, con una producción de 1,500 barriles diarios, que se sostuvo durante varios años.

La industria del hidrocarburo tuvo una trayectoria en crecimiento hasta llegar, en 1921, a una producción de crudo de poco más de 193 millones de barriles, alcance que colocó a México como segundo productor mundial, el apogeo fue posible gracias al descubrimiento de lo que se llamó la Faja de Oro, yacimientos terrestres localizados bajo la planicie costera del Golfo de México, en el estado de Veracruz, extendidos también hacía Tamaulipas. Este hallazgo extraordinario representó un triunfo personal del ingeniero Ordóñez. A partir de la perforación del pozo San Diego del Mar, conocido poco después por Dos Bocas, en 1908, empezó un rosario de descubrimientos de pozos y campos que se prolongó hasta 1928.

Los pozos Casiano, perforados a partir de 1909, particularmente el Casiano No. 7 fue uno de los manantiales más ricos de este campo, brotado el 8 de septiembre de 1910, con un enorme chorro que sobrepasó con mucho la torre de perforación de 37 metros de altura. Los técnicos prefirieron, para evitar serios peligros por la gran presión, dejar abiertas las válvulas y dejar correr el aceite y el gas por un tiempo. Durante los 8 días que duraron los trabajos para su control, la pérdida fue de unos 25 mil barriles diarios. El Casiano tuvo diez años de vida, con una producción que pasó de los 71 millones de barriles.

El 27 de diciembre de 1910, a una profundidad tan solo de 587 metros, brotó también un chorro imponente el pozo Potrero del Llano No. 4, localizado en el municipio de Temapache la compañía El Águila. Había sido tanta la presión que el pozo se descontroló. Se calcula que debido a este incidente se perdieron cerca de 2 millones de barriles desde el día del brote hasta el 31 de mayo de 1911, fecha en que fue controlado. No obstante, está perdida, el pozo llegaría a producir entre 1910 y 1937, 117 millones de barriles de crudo. El nombre del pozo proviene del lugar donde fue localizado, el rancho El Potrero, municipio de Temapache, en Tuxpan, Veracruz.

A mediados de 1913, la misma compañía de El Águila perforó el pozo llamado Los Naranjos, encontrando el hidrocarburo a una profundidad de 602 metros. Por causas similares a los anteriores pozos, Los Naranjos, en su descontrol, llegó a perder una afluencia de unos 40 mil barriles diarios durante los 15 días que duraron las maniobras para ponerlo en orden.

Por su parte, la Sinclair Petroleum Company, en 1914 encontró el pozo Zurita No.3 que aporto una producción de 21 millones de barriles durante un lapso de 14 años.

Pero sin duda, uno de los pozos más espectaculares en los anales petrolíferos no sólo de México sino del mundo fue el de cerro azul No. 4, localizado en los terrenos de las haciendas de Toteco y Cerro Azul, propiedad de la Huasteca Petroleum Company. Doheny diría que esta ha sido la fuente más famosa de América. El Cerro Azul 4 brotó el 10 de febrero, cuando las barrenas llegaron a los 545 metros de profundidad, con tal ímpetu que echó afuera la tubería, destrozó la torre y alcanzó una altura de 600 pies. Lo primero que había salido a la superficie era gas, con una presión constante que de pronto, después de despedir violentamente las herramientas y haber roto la válvula, llegó a romper la torre hasta el cuarto travesaño. Al paso de algunas horas el gas se transformó en aceite negruzco, que fluyo al día siguiente a una altura de 181 metros, según mediciones que hiciera uno de los ingenieros de la compañía. Según los cálculos de medición del flujo entre los días 15 y 19 de ese mes, el pozo despidió poco más de 35 mil barriles de petróleo. El control del pozo, que se realizó en 7 días, se ha considerado como una verdadera hazaña para los técnicos y trabajadores, y en extensión como una hazaña para el hombre que se enfrenta en la lucha contra la naturaleza. La producción de Cerro Azul al 31 de diciembre de 1921 había alcanzado la suma de poco más de 57 millones de barriles.

Los trabajos de perforación en la zona de Poza Rica iniciaron en 1903, en el campo Furbero, ubicado en el municipio de Coatzintla donde aún se encuentra un pozo cerrado con una placa que indica la fecha de su explotación; los responsables fueron los hermanos Percy N. y Frank Furber (de ahí el nombre del campo), a quienes Adolfo A. Autrey traspasó los derechos de la compañía, ahora denominada “Oil Fields Of Mexico Company”. En 1905, al correr el ferrocarril de Cobos a Furbero, se le dio el nombre de kilómetro 56, apenas habitado por unas cuantas casas de adobe. Este campo, junto con el Palma Sola, fueron adquiridos en 1918 por la compañía “El Águila”, y terminaron entre 1932 y 1937.

Desde 1978 se sabe que Chicontepec consiste en un amplio recurso geológico continuo de Hidrocarburos que constituye una de las mayores acumulaciones en América. Sin embargo, dadas sus complejas características geológicas, su explotación rentable puede ser difícil y costosa comparada con los grandes

yacimientos en el sureste del país. Los yacimientos en Chicontepec son de baja permeabilidad, generalmente compartimentalizados, con alto contenido de arcillas. Adicionalmente, al iniciar la extracción de crudo se liberan importantes volúmenes del gas disuelto, los cuales constriñen el paso del aceite hacia los pozos.

Por lo anterior podemos identificar que el SAR cuenta con desarrollo de infraestructura petrolera de campos maduros por más de 60 años de explotación, que ha contribuido al desarrollo local y regional de las comunidades, pero también, ha impactado a los ecosistemas por la fragmentación de hábitat y a manera de referencia se muestra la ubicación de la infraestructura existente en el SAR (Figura IV.3-1), con 332 pozos.

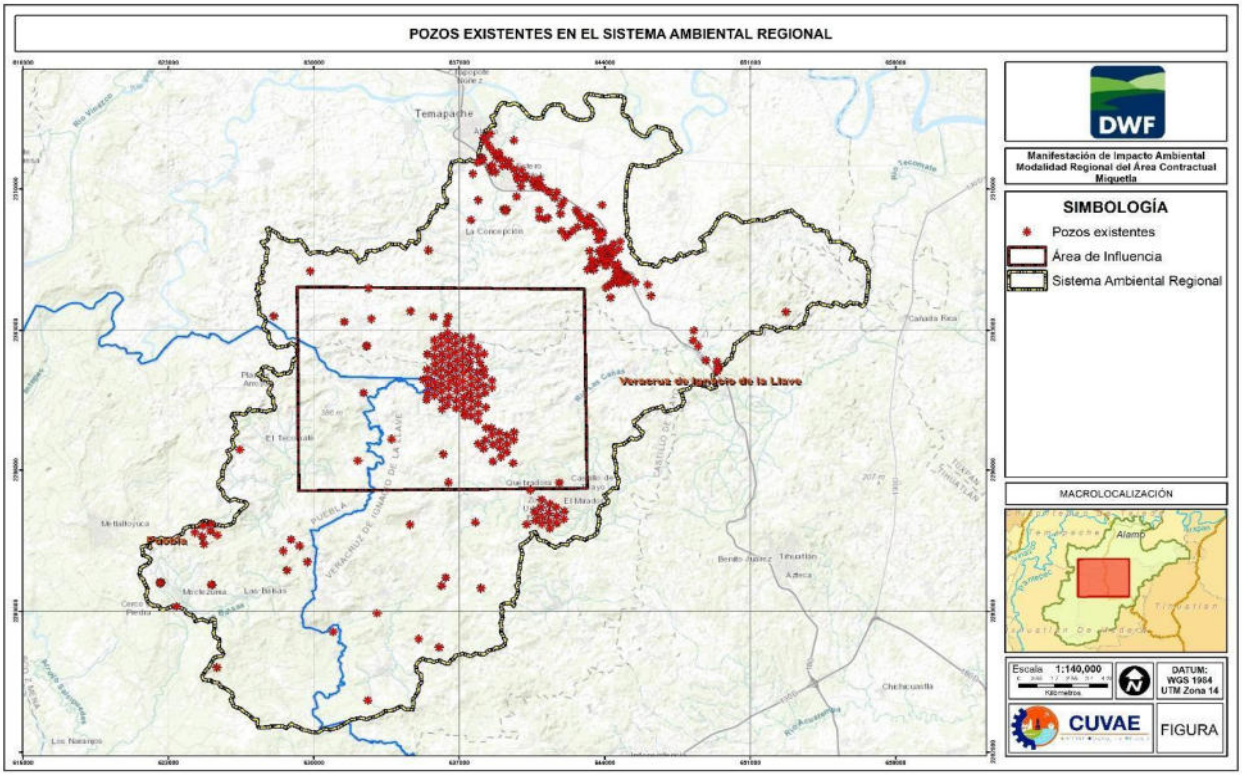


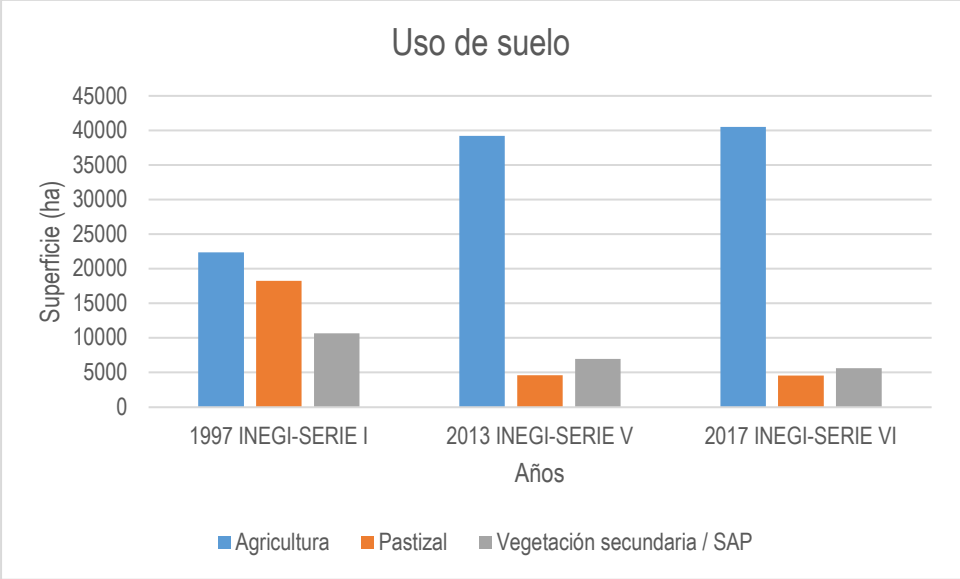
Figura IV.3-1.- Infraestructura existente del SAR. Fuente (IICNIH).

Las actividades productivas dentro del SAR, no son exclusivas del aprovechamiento del recurso fósil, dado que se encuentra altamente antropizado por las actividades del sector primario principalmente la agricultura con el 78.99 % y Pastizal cultivado 8.89 %.

De acuerdo con la información del INEGI con diferentes series (I, V y VI) Tabla IV.3-1 y Gráfica IV.3-1, se muestra la superficie de uso de suelo y vegetación en el SAR.

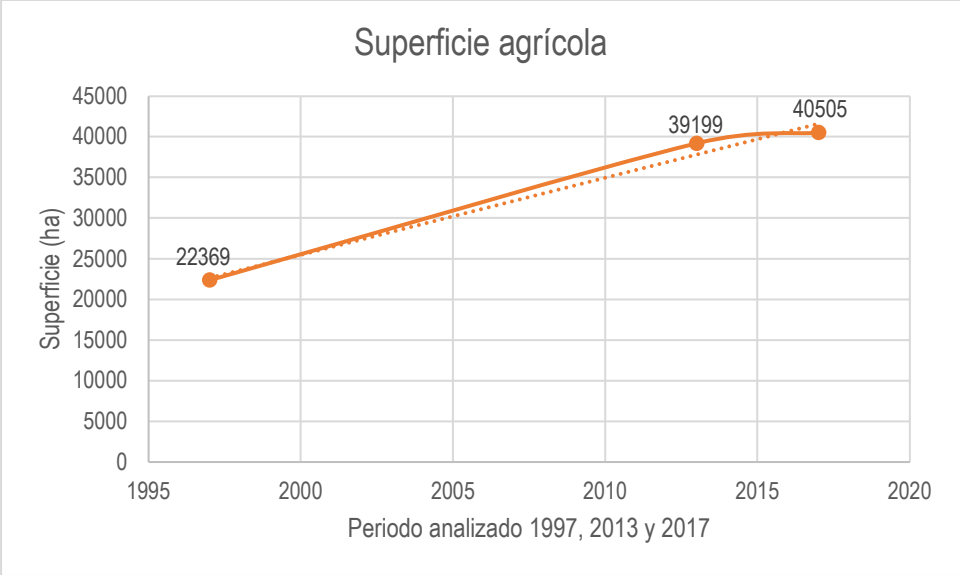
Tabla IV.3-1.- Superficie por uso de suelo en el SAR.

USO DE SUELO	1997 INEGI-SERIE I	2013 INEGI-SERIE V	2017 INEGI-SERIE VI
	Superficie en hectáreas		
Agricultura	22369	39199	40505
Pastizal	18253	4587	4560
Vegetación secundaria (arbórea, arbustiva, herbácea) / SAP	10657	6962	5625



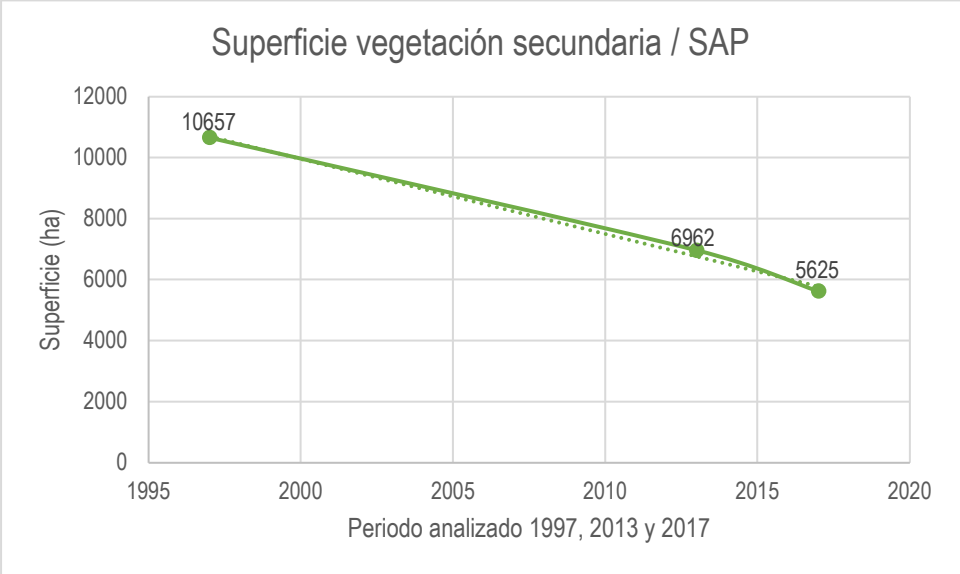
Gráfica IV.3-1.- Superficie de usos de suelo en el SAR.

Con los datos de la tabla anterior se graficaron las superficies agrícolas y vegetación secundaria (arbórea, arbustiva y herbácea) para identificar las tendencias en los últimos 20 años; cómo se puede observar en la Gráfica IV.3-2. Muestra tendencia de crecimiento siendo mayor en el periodo 1997 hasta el 2013, posteriormente hasta el 2017 se aprecia un ligero incremento de 1,306 hectáreas.



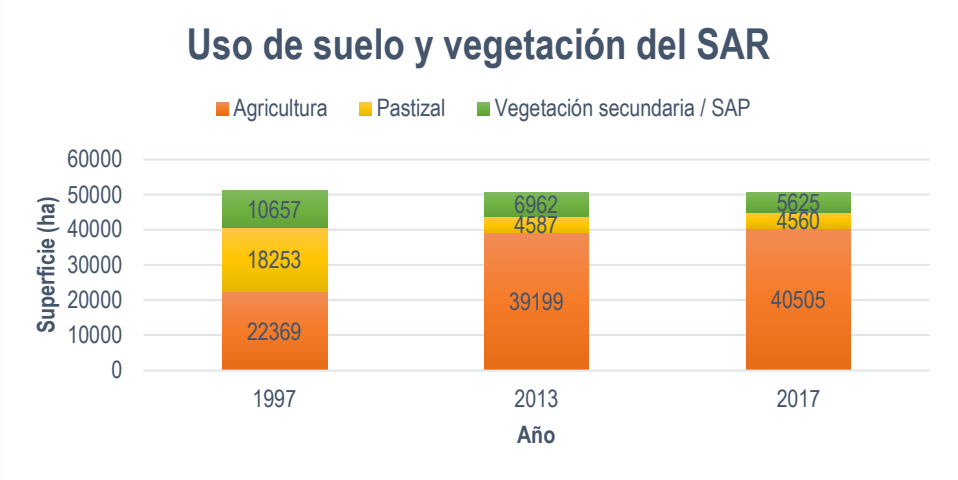
Gráfica IV.3-2.- Superficie de usos de suelo agrícola.

Derivado del incremento de la superficie agrícola proporcionalmente disminuye la superficie de vegetación secundaria de selva alta perennifolia en todas sus clasificaciones y como se muestra en la Gráfica IV.3-3, existe una relación relativamente proporcional con el decremento de estas superficies.



Gráfica IV.3-3.- Superficie de vegetación secundaria en el SAR.

En la Gráfica IV.3-4, se muestra la superficie de usos de suelo haciendo la aclaración que en la vegetación secundaria se agruparon la arbórea, arbustiva y herbácea, resultando sólo vegetación secundaria de selva alta perennifolia, se observa un incremento de uso de suelo agrícola en un 81.08 % con respecto a la superficie de 1997 y la disminución de la superficie de pastizal en un 75.02 % así como también, disminución de vegetación secundaria en un 47.22 %.



Gráfica IV.3-4.- Superficie de vegetación secundaria en el SAR.

IV.3.2 Metodología

El análisis de los factores y atributos que componen al SAR se realiza sobre los resultados de la caracterización ambiental presentada en este estudio, en el siguiente orden:

1.- Determinación de los factores y atributos ambientales del Sistema Ambiental Regional (SAR)
2.- Descripción de la estructura del Sistema Ambiental
3.- Clasificación de los atributos del Sistema Ambiental
4.- Determinación de áreas de Sensibilidad Ecológica del Sistema Ambiental
5.- Diagnóstico del Sistema Ambiental

IV.3.2.1 Determinación de los factores y atributos ambientales del SAR

Se elaboró un listado de factores y atributos ambientales (Tabla IV.3-2), a partir de la información que se generó en la caracterización correspondiente al Sistema Ambiental Regional, elaboración de mapas de cada factor ambiental, además se realizaron consultas bibliográficas; este listado fue analizado por el grupo de trabajo a fin de identificar qué atributos ambientales interactúan con los factores ambientales.

Tabla IV.3-2.- Listado de factores y atributos ambientales del Sistema Ambiental.

	Subsistema	Factor	Atributo
Sistema Ambiental Regional	Natural	Atmósfera (Aire)	Calidad del aire
			Partículas suspendidas
			Nivel de ruido
		Geomorfología	Estabilidad del relieve
			Geoformas
		Suelo	Uso de suelo
			Grado de erosión
			Propiedades químicas
			Propiedades físicas
		Hidrología superficial	Calidad del agua
			Disponibilidad del agua
		Hidrología subterránea	Calidad del agua
			Disponibilidad del agua
		Vegetación	Diversidad de comunidades vegetales
			Cobertura de la capa vegetal
			Riqueza de especies
			Endemismos y especies bajo categoría de riesgo
			Especies exóticas
			Densidad de individuos
			Estructura de la comunidad
		Fauna	Riqueza de especies
			Abundancia
			Especies exóticas
			Endemismos y especies bajo protección (NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES)
			Composición de especies por hábitat
			Diversidad Beta
		Paisaje	Calidad paisajística
			Visibilidad del paisaje
			Fragilidad paisajística
	Socioeconómico	Socioeconómicos	Empleo
			Potencial de desarrollo
			Actividades económicas
			Aprovechamiento de recursos naturales
			Vías de acceso
			Calidad de vida

Un punto importante de esta caracterización es la identificación de aquellos componentes y/o factores ambientales presentes en el Sistema Ambiental considerados críticos y/o relevantes en base a su estado actual.

La identificación del estado que guardan los factores analizados se efectuó a través de indicadores seleccionados de entre los atributos, estos indicadores se evaluaron mediante juicio de expertos (grupo técnico de evaluación), estimaciones, mediciones en campo y de información documental disponible.

Se obtuvo como resultado un listado de factores y atributos ambientales con la clasificación de indicadores que describen el Sistema Ambiental Regional. La Tabla IV.3-3, muestra los factores que comprenden el sistema y los indicadores seleccionados a través de los cuales será evaluado su estado.

Tabla IV.3-3.- Factores ambientales que componen el SAR y sus indicadores de estado.

Factor	Atributo	Indicador
Atmósfera (Aire)	Calidad del aire	Vehículos automotores y autopropulsados, NO2, SO2, CO, O3. Motores de combustión interna (UBM/UVH)
	Partículas suspendidas	PM 2.5 y PM 10
	Nivel de ruido	Vehículos automotores y autopropulsados Motores de combustión interna (UBM/UVH)
Geomorfología	Estabilidad del relieve	Pendiente Trazo de proyecto
	Geoformas	Cambio de relieve
Suelo	Uso de suelo	Cambio de uso de suelo
	Grado de erosión	Erosión hídrica
	Propiedades químicas	pH, Salinidad
	Propiedades físicas	Estructura, Densidad aparente
Hidrología superficial	Calidad del agua	Calidad del agua (DBO, DQO, SST, Coliformes, TPH
	Disponibilidad del agua	RH 27 D 2049.58 MM3/año RH 27 C 1884.938 MM3/año DOF 21-09-2020.
Hidrología subterránea	Calidad del agua	NOM-127-SSa1-1996
	Disponibilidad del agua	Acuífero 3014, 47.04 MM3/año DOF 17-09-2020.

Continuación Tabla IV.3-3

Factor	Atributo	Indicador
Vegetación	Diversidad de comunidades vegetales	Número de comunidades en el SAR: 1 tipos de vegetación natural, 2 tipo Agrícola pecuario
	Cobertura de la capa vegetal	Superficie de la capa vegetal: vegetación natural: VS/SAP 5624.47 Ha (11.21 %). IAPF: PC, 4561.02 Ha (9.09 %); Agricultura: 39483.58 (78.74 %).
	Riqueza de especies	Número de Especies: 278, géneros: 222, Familias: 79
	Endemismos y especies bajo categoría de riesgo	Endemismos: 3. Especies bajo categoría de riesgo 18 especies: CITES,16; IUCN, 4; NOM-059, 3.
	Especies exóticas	Número de Especies: 24, géneros: 23, Familias: 11
	Densidad de individuos	Densidad de individuos de la clase diamétrica más representativa: Vs/SAP: 207/Ha, PC: 372500/Ha
	Estructura de la comunidad	Por comunidad vegetal y clase diamétrica más representativa: VS/SAP: Clases 3, clase media, Altura promedio 4.94m, Cobertura promedio 5.23m, DAP promedio 3.66 cm, AB 5.97 cm. IAPF: PC: Clases diamétricas 3, Altura promedio .26 m, Cobertura promedio .047m, DAP promedio 0 cm, AB 0.67 cm.
Fauna	Riqueza de especies	Número de especies Familias: 71, Géneros: 151, Especies: 184. Anfibios: 7, Reptiles: 21, Aves: 111, Mamíferos: 45
	Abundancia	Número de registros Total: 2535, Anfibios: 168, Reptiles: 329, Aves: 1594, Mamíferos: 444
	Especies exóticas	Número de especies exóticas, 6
	Endemismos y especies bajo protección (NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES)	Número de especies endémicas o en categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 Endémicas: 4, Normadas: 16, CITES: 12
	Composición de especies por hábitat	No. De especies en cada tipo de hábitat, especies compartidas y especies exclusivas IAPF: 126, Vs/SAP: 130, Compartidas:107, Exclusivas IAPF: 26, Exclusivas Vs/SAP: 30
	Diversidad Beta	Índice de Whitaker Anfibios: 0, Reptiles: 0.312, Aves: 0.24, Mamíferos: 0.096
Paisaje	Calidad paisajística	Recursos paisajísticos
	Visibilidad del paisaje	Elevación del territorio (relieve)
	Fragilidad paisajística	Carácter paisajístico
Socioeconómicos	Empleo	Población económicamente activa
	Potencial de desarrollo	Desarrollo económico
	Actividades económicas	Primario, secundario y terciario
	Aprovechamiento de recursos naturales	Valor del suelo
	Vías de acceso	Infraestructura
	Calidad de vida	Bienestar

IV.3.2.2 Definición conceptual de los indicadores

Los indicadores ambientales deben ser estadísticas o parámetros que proporcionen información y/o tendencias de cambio sobre las condiciones ambientales y su significado debe ir más allá de la estadística misma, pretendiendo proveer información que permita tener una estimación de la efectividad de las medidas aplicadas para atender los posibles efectos de un proyecto. Estos indicadores se presentan usualmente en forma de tablas, gráficas complementados con textos, cartas temáticas, entre otros.

Los indicadores ambientales tienen como objetivo principal ofrecer a los tomadores de decisiones una herramienta mediante los cuales se presente información concisa y sustentada científicamente, de manera que pueda ser entendida y usada fácilmente (SEMARNAP, 1997).

Calidad del aire: La calidad del aire depende en primera instancia del volumen de contaminantes emitidos, a mayor cantidad de contaminantes mayor será la contaminación y menor la calidad del aire. Como no se disponen de valores medidos de calidad actual del aire que permitan su comparación respecto a las Normas Oficiales Mexicanas, se utilizarán los indicadores indirectos: fuentes fijas, fuentes móviles, cobertura vegetal y superficies dedicadas al cultivo agrícola. Estos indicadores se relacionan con la cantidad de emisiones de Óxidos de Nitrógeno, Óxidos de Azufre y partículas suspendidas.

Nivel de ruido: Se refiere a la magnitud de decibeles registrados en un determinado punto geográfico.

Pérdida de suelo (grado de erosión): Este indicador denota el grado de estabilidad del suelo y por tanto de su conservación. El índice utilizado es el grado de erosión actual (ton/ha/año).

Uso de suelo: La proporción de superficie que está cubierta por vegetación nativa.

Generación de residuos: Es la tasa de generación de residuos sólidos, expresados en kg/día ó kg/per-cápita/día.

Calidad del agua: Se tomarán como base los indicadores de DBO, DQO, SST, Coliformes, TPH y NOM-127-SSa1-1996 para agua subterránea.

Disponibilidad de agua: Se refiere a la identificación de fuentes de suministro de agua, expresado en número y flujo disponible, pudiendo ser expresado en L/s.

Diversidad de comunidades vegetales: Número de comunidades de vegetación dentro del SAR.

Cobertura de la capa vegetal: Área que cubre en la superficie vegetal en hectáreas.

Riqueza de especies: Número de especies encontradas durante el muestreo de campo.

Especies Indicadoras de Calidad de Hábitat: Especies que se encuentran restringidas a un solo tipo de ambiente, especies susceptibles a la modificación del entorno, especies con poca capacidad de recuperación.

Endemismos y especies bajo categoría de riesgo: Número de especies bajo categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES.

Densidad de individuos: Por comunidad vegetal y clase diamétrica más representativa (Altura promedio, cobertura promedio, diámetro a la altura de pecho promedio y altura basal cm.

Abundancia: Número de registros.

Composición de especies por hábitat: Número de especies en cada tipo de hábitat, especies compartidas y especies exclusivas

Calidad paisajística: Se evalúa a partir de la modificación de los recursos paisajísticos que integran el medio físico (vegetación, cuerpos de agua, geomorfología o infraestructura urbana que se observan dentro del paisaje).

Visibilidad del paisaje: Se evalúa a partir de la elevación del territorio (relieve) en donde se encuentra la obra y la frecuencia en que podría ser observada, así como los obstáculos que no permiten apreciar el paisaje (altura y presencia de vegetación).

Fragilidad paisajística: Se evalúa a partir del carácter paisajístico que predomina en la región, en este caso la realidad territorial basada en el uso de suelo y vegetación que existen dentro del paisaje

Calidad de vida: Índices de Bienestar del INEGI, se basa en los resultados preliminares del XII Censo General de Población y Vivienda 2010.

Empleo: Porcentaje de la población económicamente activa que no cuenta con empleo.

Potencial de desarrollo: Desarrollo económico (producción)

Actividades económicas: Primario, secundario y terciario.

Aprovechamiento de recursos naturales: Valor de suelo.

Vías de acceso: Infraestructura (comunicaciones).

Calidad de vida: Bienestar (índice de marginación).

Con base en este marco teórico se sustenta técnicamente la utilización de un indicador ambiental, el cual engloba un conjunto de resultados técnicos y científicos, que se traduce en los indicadores ambientales. Desde este punto de vista, es importante mencionar que la información técnica científica está plasmada en los apartados del capítulo IV del presente documento, referente a los factores ambientales que conforman el Sistema Ambiental Regional donde se pretende llevar a cabo el proyecto, siendo el clima, el suelo, la geología, la hidrología, la vegetación, la fauna, el paisaje y el socioeconómico. Los resultados de la interacción de dichos factores, se denominan el estado inicial o línea base (t_0), estos resultados se consideraron como indicadores ambientales que sustentan en gran parte la toma de decisiones para definir la estructura del SAR.

Una vez establecidos los indicadores se verificaron en campo la presencia y estatus de éstos se identificaron aquellos factores y atributos relevantes o críticos para el funcionamiento del Sistema Ambiental, partiendo de aquellos que fueron caracterizados en este Capítulo IV.

Un punto importante de esta caracterización es la identificación de aquellos componentes y/o factores ambientales presentes en el SAR considerados críticos y/o relevantes en base a su estado actual.

Otro indicador muy importante es la Sensibilidad natural, que se constituye a partir de mapas que permiten valorar la capacidad que tiene el medio natural para enfrentar fenómenos de impacto. La identificación de dicha Sensibilidad tiene los siguientes objetivos:

1. Identificar diferentes niveles de Sensibilidad, con base en las características de los componentes naturales principales:
   - Erosión de suelo,
   - Hidrología,
   - Vegetación
   - Paisaje
2. Relacionar la Sensibilidad con la condición global de deterioro de los recursos naturales, y determinar si el deterioro obedece a una condición de alta Sensibilidad.

3. Relacionar la sensibilidad con la presión socioproductiva sobre el espacio.
4. Emplear la sensibilidad como un insumo para la determinación de las medidas preventivas.

Para este caso en particular, se eligieron tres niveles de Sensibilidad, los cuales obedecen a una serie de lineamientos técnico-administrativos que fueron ajustados de acuerdo con las características del proyecto, es decir que se revisó una serie de información especializada en el tema y se optó por usar el modelo conceptual propuesto por los autores *Cooper y Zedler (1980), en Canter 1997*, ya que se ajustan bien a la situación ambiental-social de este proyecto. Dichos autores, desarrollaron un sistema de clasificación en donde se pudiera valorar la Sensibilidad relativa de los ecosistemas de una región, susceptibles de ser alterados o que están siendo alterados por las actividades humanas. Los niveles quedarían de la siguiente manera:

- Sensibilidad Baja: Son aquellas superficies que tienen alteraciones antrópicas y que una actividad más no pudiera afectarla u observar otros cambios en el sistema.
- Sensibilidad Media: Son aquellas áreas intermedias donde existe un gradiente o umbral de soporte, es decir que son resilientes o recuperables.
- Sensibilidad Alta: Son aquellas superficies donde la biodiversidad al menor cambio por la actividad humana se vería afectada (son áreas pequeñas y no resilientes).

Este indicador será descrito en detalle más adelante.

IV.3.3 Descripción de la estructura del sistema

A partir de la teoría de los sistemas complejos, se definen como componentes del análisis del sistema al subsistema Natural y Subsistema Socioeconómico, los cuales interaccionan y convergen en un análisis integral. En la Figura IV.3-2 se muestra el diagrama conceptual general del sistema.

IV.3.3.1 Descripción de los factores y atributos del Sistema Ambiental

La literatura sobre el tema señala que: “los componentes de un sistema no son independientes en la medida en que se determinan mutuamente, como la estructura está a su vez determinada por el conjunto de relaciones, el sistema debe incluir aquellos elementos entre los cuales se han podido detectar las relaciones más significativas” (García, 1986). De esta manera, los elementos o variables para el análisis quedarán definidos a partir de las relaciones que conduzcan a responder las preguntas o planteamientos rectores del estudio, en el entendido de que estas preguntas son las que definen las facetas de la estructura.

Se requiere un conocimiento previo de cada variable seleccionada, del papel de cada una en el contexto al que pertenece y de su espacio de ocupación y/o influencia de la ubicación de ese espacio dentro de los límites establecidos. Una vez caracterizadas las variables, se establece la mayoría de las relaciones y se destacan sólo aquellas que resulten relevantes para el propósito del estudio. A través de las relaciones de variables se reconstruye la realidad, y a partir de cada relación establecida se conforma la estructura y se determinan los procesos que dieron lugar a ésta.

Los procesos resultan ser una parte importante del análisis, pues describen los cambios que tienen lugar en el sistema, por lo que es importante considerar diferentes niveles de procesos. Existen procesos de efecto inmediato sobre el medio natural o social (primer nivel); otros más generales, que definen a los anteriores (segundo nivel o metaprocesos) y, por último, procesos que rigen la funcionalidad del sistema global (de tercer nivel) y que, en consecuencia, influyen sobre los dos primeros. Los tres niveles se distinguen entre sí no sólo por referirse a situaciones y escalas diferentes, sino también porque su dinámica pone en juego mecanismos distintos.

El análisis sistémico, para ser completo, necesita considerar los tres niveles y las interacciones entre ellos. Sin embargo, los procesos de primer nivel que involucran los subsistemas revelan los cambios estructurales relacionados de manera más directa con los factores que responden al estado de los recursos naturales y a la presión de la población sobre estos recursos, por lo que el diagnóstico incluye tanto la reconstrucción de la estructura como el análisis de los procesos que le dieron lugar.

La pregunta conductora del sistema es: ¿Cuáles son los aspectos que influyen en el estado del medio natural? Esta pregunta conduce al análisis de los aspectos que han generado transformaciones sobre los recursos naturales. Por ello se requiere explicar, desde una perspectiva integradora, la disponibilidad y el deterioro de los recursos naturales, la posible influencia que tienen la población y las formas de producción sobre el estado de los recursos, el desarrollo y ubicación de las actividades productivas y la distribución de la población, así como su situación social. A partir de la pregunta conductora se plantean las preguntas rectoras (secundarias), que permiten organizar y dar orientación a la especificidad de la propuesta, para lo cual se ubican en los dos subsistemas: el natural y el socioeconómico. Por ejemplo, ¿cuáles son las áreas con deterioro por erosión?, ¿cuáles son las formas de uso del suelo?, ¿con qué intensidad las actividades productivas y la población afectan el ambiente?, ¿cuáles son los volúmenes de producción?, etcétera.

Los factores y atributos que integran el Sistema Ambiental se representan mediante diagramas causales, marcando con flechas las relaciones existentes entre ellos e indicando el sentido del flujo de la interacción, si el flujo constituye un aporte o una pérdida del atributo analizado (Figura IV.3-2). Se utilizó el software Stella® 7.0.1 para Windows de High Performance Systems, Inc., para las representaciones esquemáticas conceptuales.

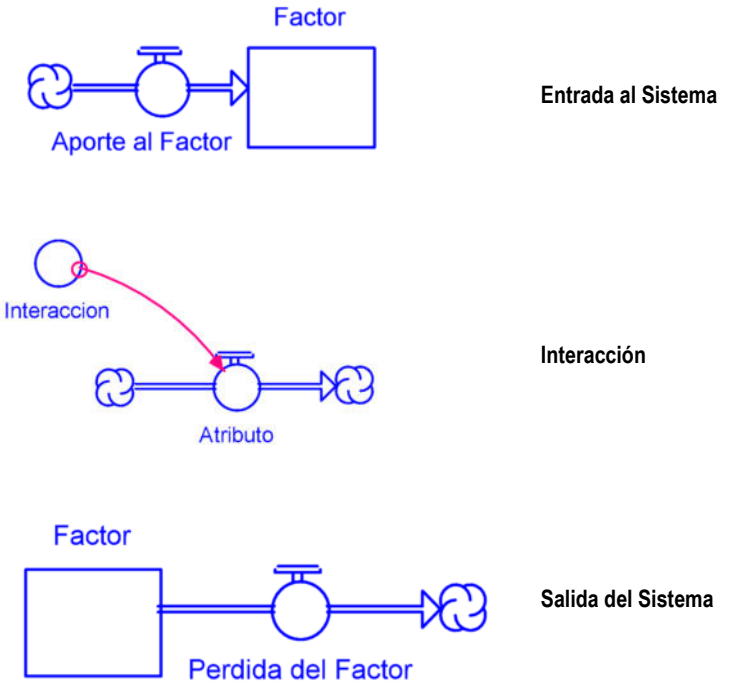


Figura IV.3-2.- Representación esquemática y conceptual de las entradas y salidas del Sistema Ambiental.

Con esta metodología de utilización de diagramas causales de Forrester, se identifican las interacciones e influencias entre factores, atributos y subsistemas como se muestra en la Figura IV.3-3, diagrama causal y conceptual del Sistema Ambiental Regional.

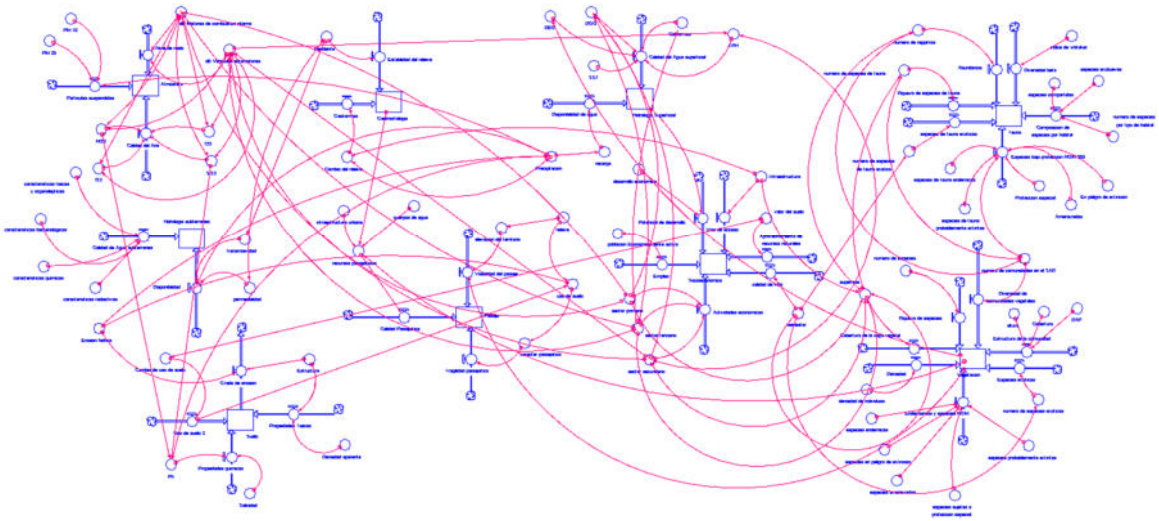


Figura IV.3-3.- Diagrama causal del Sistema Ambiental.

IV.3.3.1.1 Subsistema Natural

El análisis y la evaluación de los elementos que integran el medio natural definido como el conjunto de los elementos y procesos ecológicos que conforman un ecosistema determinado- constituyen la base de los estudios, ya que sobre este medio se asienta la población, en él se efectúan las actividades productivas y de él provienen los recursos naturales necesarios para el mantenimiento y desarrollo de dicha población.

La importancia del medio natural se resume en los siguientes incisos:

- Toda actividad humana está ligada con una condición natural previa que posee elementos y procesos propios que son alterados en distintos grados al introducirse la acción humana.
- Algunos procesos naturales pueden provocar degradación de los recursos existentes. Estas condiciones son propias del funcionamiento natural y no podrían considerarse como causas de deterioro, dado que en su generación no interviene la acción humana; sin embargo, esta acción puede acelerar la intensidad de los procesos o dar lugar a otros fenómenos que originan deterioro.

- El principal vínculo entre el medio natural y la sociedad son los recursos naturales actuales o potenciales que utiliza el hombre. La distribución y la disponibilidad de estos recursos permiten determinar las posibilidades de expansión o introducción de nuevas actividades productivas.
- La planificación de los usos del suelo debe basarse en las condiciones naturales del terreno, de modo que la actividad actual o propuesta no produzca impactos significativos sobre el medio.
- Cualquier actividad poblacional o productiva genera desechos que en la mayoría de las ocasiones son incorporados o asimilados por los recursos naturales, lo que causa deterioro de estos.

El subsistema natural está constituido por los factores aire, geomorfología, suelo, hidrología (superficial y subterránea), fauna, vegetación y paisaje. Los cuales se detallan a continuación.

Atmósfera

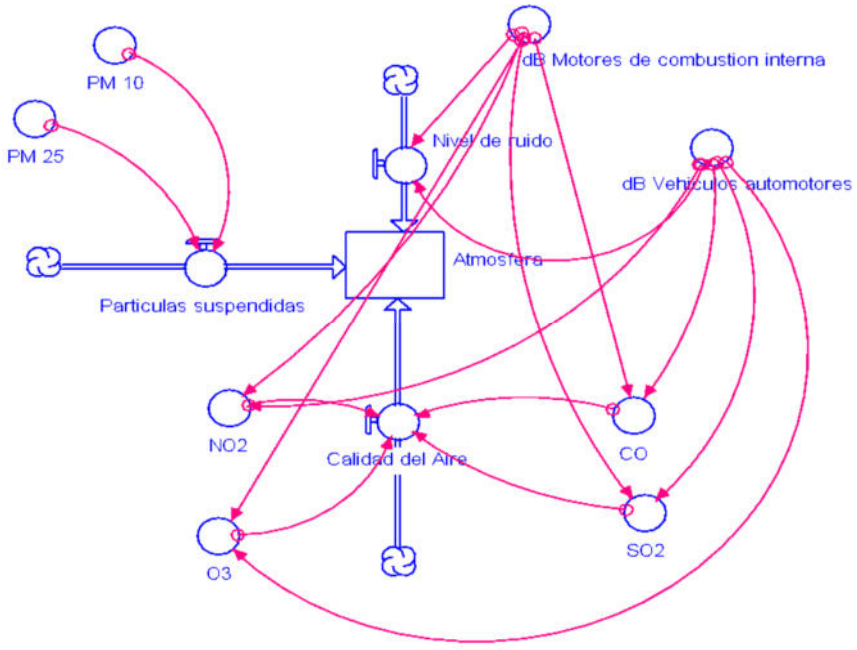


Figura IV.3-4.- Factor atmósfera.

Con respecto a la calidad del aire, se compiló la información obtenida en estudios en materia ambiental que se realizaron en el área de influencia y en los que se caracterizó el elemento abiótico aire y se ofreció información cualitativa y cuantitativa que permitió determinar el registro de su calidad.

Con base en los resultados de los contaminantes criterio medido en la Batería de Separación Miquetla I, Batería de Separación Miquetla II y Pozo Miquetla 27 administrados por DWF, y en dos sitios monitoreados en el ACM, se determinó que el O_3 no rebasó el límite máximo permisible de 0.095 ppm que establece la NOM-020-SSA1-2014, se mantuvo dentro del promedio horario para efecto de la protección a la salud de la población más susceptible; el CO no rebasó el límite máximo permisible de 11.00 ppm que establece la NOM-021-SSA1-1993, se mantuvo dentro del promedio móvil de ocho horas una vez al año como protección a la salud de la población susceptible; el SO_2 no rebasó el límite máximo permisible de 0.11 ppm que establece la NOM-022-SSA1-2010, se mantuvo dentro del límite máximo permisible en 24 horas una vez al año como protección a la salud de la población; el NO_2 no rebasó el límite máximo permisible de 0.21 ppm que establece la NOM-023-SSA1-1993, se mantuvo dentro del límite máximo permisible en una hora una vez al año como protección a la salud de la población susceptible; las PM10 no rebasaron el límite máximo permisible de 75 µg/m^3 que establece la NOM-025-SSA1-2014, se mantuvieron dentro del promedio de 24 horas para efectos de protección de la salud de la población más vulnerable; las PM2.5 no rebasaron el máximo permisible de 45 µg/m^3 que establece la NOM-025-SSA1-2014, se mantuvieron dentro del promedio de 24 horas para efectos de protección de la salud de la población más vulnerable.

Así mismo, en el SAR se realizó un análisis de los Programas de gestión para mejorar la calidad del aire existentes en los estados de Veracruz (2018) y Puebla (2012 - 2020) y se tomó el registro de los impactos que se generan por las actividades productivas de mayor relevancia y por prácticas domésticas detectadas en su condición actual.

Del ProAire de Veracruz se identificó la incidencia en forma parcial del SAR en zonas rurales con mayor porcentaje del estado donde siguen teniendo la práctica común del uso de leña y/o carbón para preparación de alimentos, calentamiento de agua y calefacción de las viviendas, que además de generar concentraciones de contaminantes, ponen en riesgo la salud de las personas expuestas y contribuye a la deforestación en las

zonas circundantes. Ahora bien, del Inventario de Emisiones año base 2008 del ProAire del estado de Puebla, fue Francisco Z. Mena uno de los municipios que generó mayor número de emisiones biogénicas de NO_X, principalmente por procesos bióticos y la desnitrificación de suelos.

Respecto a las actividades económicas en el área de influencia y SAR, en las estadísticas agrícolas a nivel nacional, estatal y municipal al cierre 2018 (SIAP, 2018) se posicionaron en el Top 10 nacional Álamo Temapache, Castillo de Teayo y Francisco Z. Mena como los principales municipios productores de naranja con el primero, cuarto y séptimo lugares respectivamente. Lo anterior, conlleva el uso de fertilizantes, herbicidas y productos contra plagas o microorganismos del suelo lo que origina procesos de erosión del suelo y la suspensión de partículas y contaminantes a través del aire.

La actividad petrolera, a interés del presente proyecto, es una de las principales actividades económicas del país que ha impulsado durante décadas su desarrollo, ha sido fuente de empleos y actividades de servicios, producción y comercialización relacionadas con este campo, pero también su presencia en el área de influencia contribuye con emisiones del tipo antropogénico, producto de la operación de equipos auxiliares en los procesos, la quema de gas en sus instalaciones, y olores, gases y partículas fugitivas que emanan a la atmósfera por sus procesos e infraestructura.

En cuanto a las emisiones móviles, tanto el ProAire de Veracruz como el ProAire de Puebla coinciden que son la mayor fuente de aporte de CO y NO_X a la atmósfera. El incremento de vehículos automotores, la demanda de viajes, el tráfico constante en zonas urbanas y el transporte público y de carga impactan considerablemente en el deterioro de la calidad del aire por la combustión y concentración de contaminantes. Al mismo tiempo, el alto número de camiones de carga que circulan contribuyen significativamente a incrementar el nivel de ruido y se le señaló como parte de los problemas ambientales percibidos también por la comunidad.

Concluyendo que la condición actual de la atmósfera en el área de influencia y SAR se ve influenciada debido a una gran cantidad de actividades antropogénicas desarrolladas de manera cotidiana, y que atendiendo a la presencia de emisiones contaminantes producidas sus condiciones ambientales no exceden los límites

máximos permisibles establecidos en las NOM referentes a los contaminantes criterio para la protección a la salud.

El impacto sobre la calidad del aire dependerá de la duración, y a su vez, el desplazamiento de los contaminantes quedará en manos de la velocidad y la dirección de los vientos. El método desarrollado para obtener a nivel anual la dirección del viento predominante indicó que en el área de influencia y SAR soplan en cuatro rumbos, este, norte, sur y noreste (E, N, S y NE) con velocidades entre los 2.45 m/s y los 20.58 m/s, lo que significa que mientras mayor sea la velocidad del viento, menor será su concentración siendo altamente reversibles y facilitando su dispersión.

Geomorfología

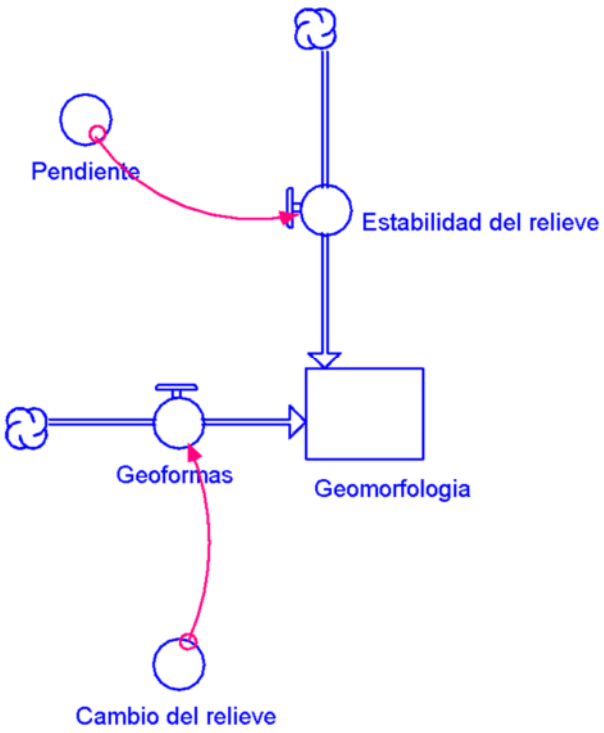


Figura IV.3-5.- Factor geomorfología.

Geológicamente el SAR está conformada en su parte más superficial por la unidad litoestratigráfica Palma Real, la cual se compone de una intercalación de arenisca-conglomerado-lutita. Esta unidad sobreyace discordantemente a una gruesa secuencia de rocas terciarias y cretácicas que actualmente son grandes productoras de gas y aceite en el área. Estas unidades, desde el inicio de la actividad petrolera en la zona, no han sufrido cambios significativos en su estructura ya que su alteración y/o desgaste ocurre a escalas de tiempo muy grandes en comparación con aquellos materiales no consolidados que se encuentran sobreyaciéndolos, como son los depósitos aluviales ubicados en las zonas topográficas más bajas o los suelos desarrollados a partir de procesos pedogenéticos.

Con respecto a la geomorfología del ACM entre las geoformas más comunes que se observan están los lomeríos, situados hacia la parte norte, este y sureste con una altura aproximada de 203 msnm, así como sierras bajas distribuidas a partir del centro hacia el oeste y suroeste con alturas de alrededor de 366 msnm. En general, estas unidades tienden a ser estables a lo largo del tiempo y únicamente son susceptibles a los procesos de erosión y de intemperismo naturales, sin embargo, las actividades humanas tienden a incrementar la velocidad de estos procesos produciendo transformaciones visibles en periodos de tiempo más cortos, incluso inmediatos.

Suelo

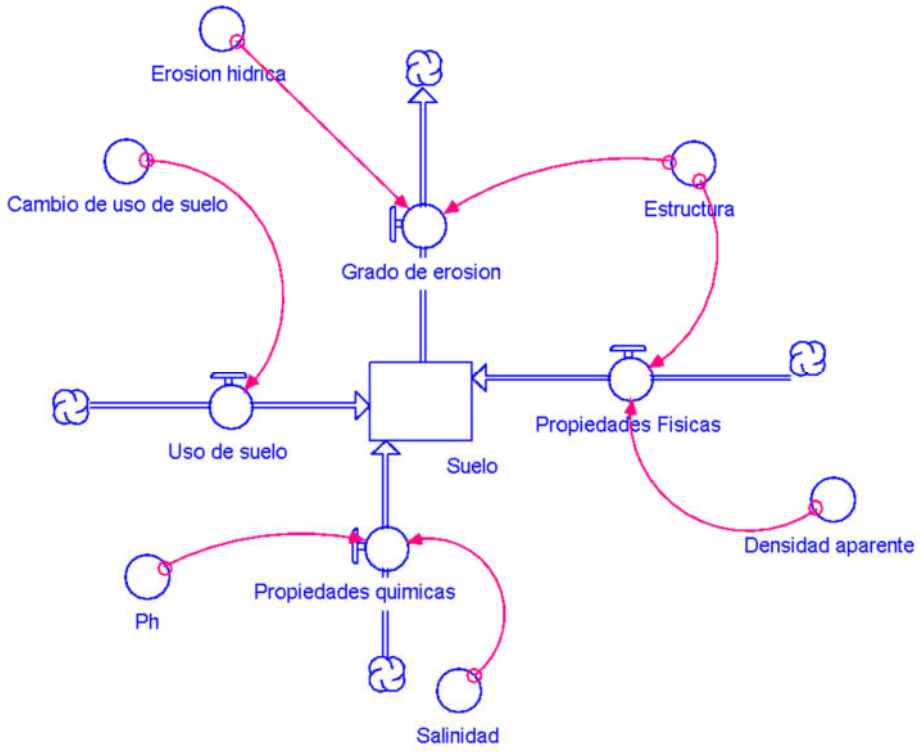


Figura IV.3-6.- Factor suelo.

El suelo de acuerdo con la carta edafológica escala 1:250 000 del INEGI, 2007, los tipos de suelos en el SAR son Regosol con 78.83 %, el Vertisol con 17.25 %, ambos suelos son los que predominan con el 96.08 %, en mínima proporción Phaeozem con 1.71 % y Cambisol 1.31 %. Lo anterior indica que la mayoría de los suelos son relativamente someros y poco profundos con procesos de formación activos por la interacción de diversos factores.

Las actividades agropecuarias incrementan los procesos erosivos del SAR en donde la tasa de erosión que predomina es la clase alta (de 50-200 ton /ha/año) representa el 85.45 %, la erosión moderada (de 10-50 ton /ha/año) representa el 3.36 % y 10.04 % como ligera; esta tasa de erosión puede ser atribuido por las actividades antropogénicas que se desarrollan en la zona, la cual se encuentra ocupada principalmente por

Agricultura de temporal anual y Permanente y zonas de pastizal mezclado con vegetación secundaria, además de que se tienen pendientes fuertes y una precipitación alta, es por ello que, el uso de suelo ocasiona el incremento de la erosión hídrica; resultado de las actividades agrícolas que se practican en la zona.

La estructura corresponde al arreglo de las partículas siendo fundamental ya determinan y permiten el flujo de agua y nutrientes entre los poros que son aprovechados por las plantas a través del sistema radicular, que asociados con la textura y de acuerdo a los resultados de laboratorio de las muestras, estas muestran una dominancia de suelos francos arcillosos y arcillas, lo que indica que son suelos con excelentes condiciones físicas, químicas y biológicas, con buena capacidad de almacenamiento de humedad. Así mismo en el Sistema Ambiental Regional la densidad promedio es de 1.30 g/cm^3, con valor máximo de 1.90 g/cm^3 y mínimo de 1.17 g/cm^3, lo que representa espacio poroso promedio respectivamente de 50.94% clasificado como alto, con un mínimo de 28.30 % y máximo de 55.85 %.

La textura de los suelos determina en gran medida las condiciones de los suelos, junto con la materia orgánica que favorece una adecuada estructura, permite una buena da aireación y alta capacidad de retención de agua, finge como protección de la erosión; así mismo la materia orgánica determina en gran medida el pH de los suelos y éste en la capacidad de adsorción de agua y nutrientes para las plantas, en el SAR presenta un pH promedio de 8.03 es decir clasificado como medianamente alcalino con un máximo de 8.53 fuertemente alcalino siendo una sola muestra con esta condición y un mínimo de 7.43 clasificado como medianamente alcalino, con respecto a la cantidad de materia orgánica el SAR presenta un promedio de 1.33 % es decir muy bajo, con una máximo de 3.64 % y mínimo de 0.34 % ambos valores como muy bajo respectivamente.

Hidrología superficial

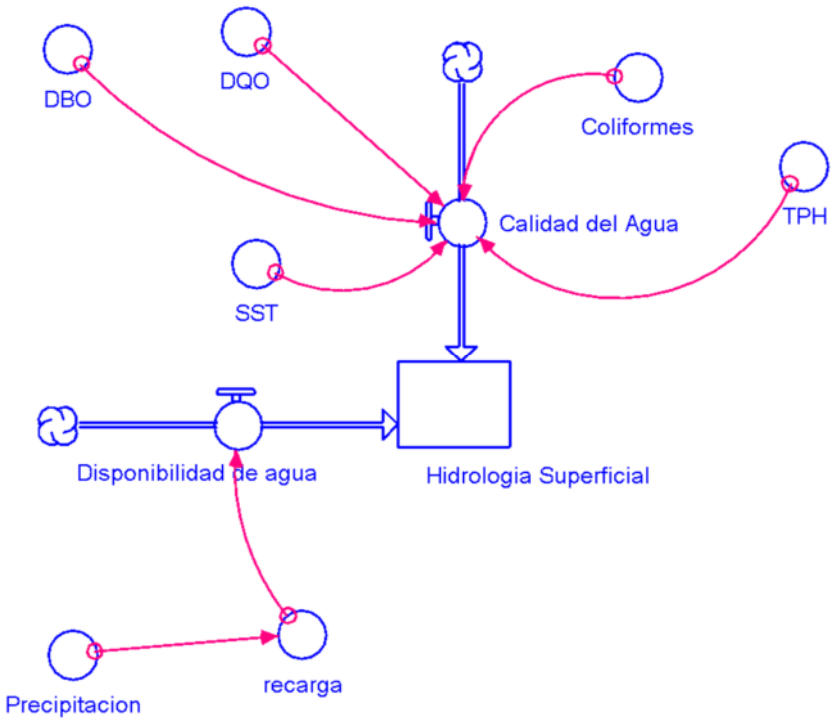


Figura IV.3-7.- Factor hidrología superficial.

En hidrología superficial en el SAR se identificaron 4 corrientes de agua perenne que corresponden a los ríos Pantepec, las cañas, miquetla y tecomate. Se muestrearon los tres más representativos (miquetla, cañas y pantepec) y se realizaron análisis de los parámetros Potencial de hidrógeno (pH), Color, Turbidez, Grasas y aceites, Sólidos suspendidos totales, Hidrocarburos totales de petróleo (Fracción ligera, fracción media y fracción pesada), Hidrocarburos aromáticos policíclicos, Conductividad eléctrica, Dureza total, Nitritos, Nitratos, Fosfatos, Cloruros, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Carbon Orgánico Total (COT), Coliformes totales, Clorofilas a, b y c. los resultados. Los resultados obtenidos se compararon con los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89, la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 y el ICA de la CONAGUA. Las tres corrientes de agua presentan los mismos problemas de contaminación por Coliformes fecales, SDT y SAAM, todos relacionados con las actividades domésticas (lavar ropa, aseo personal, letrinas) que se llevan a cabo en la región. De acuerdo

con los resultados de hidrocarburos totales de petróleo en sus fracciones ligeras, media y pesada, así como los valores obtenidos de hidrocarburos poliaromáticos, indican que no se presenta contaminación en las tres corrientes de agua en las 14 muestras analizadas en el tiempo de la realización de la LBA y la MIA-R.

Dado que el agua es un recurso vital para la supervivencia humana y juega un papel preponderante en todas sus actividades; se considera de utilidad, en cuanto a las aguas superficiales, conocer continuamente la disponibilidad, así como, saber los gastos que circulan por los ríos más importantes del territorio nacional. Las microcuencas en donde se localiza el área del proyecto inciden en la cuenca del río Tuxpan que tiene una disponibilidad de 2049.58 millones de metros cúbicos por año desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Golfo de México y la cuenca del río Cazones que cuenta con una disponibilidad de 1884.938 millones de metros cúbicos por año desde su nacimiento hasta su desembocadura con el Golfo de México de acuerdo con la publicación del Diario Oficial de la Federación.

Hidrología subterránea

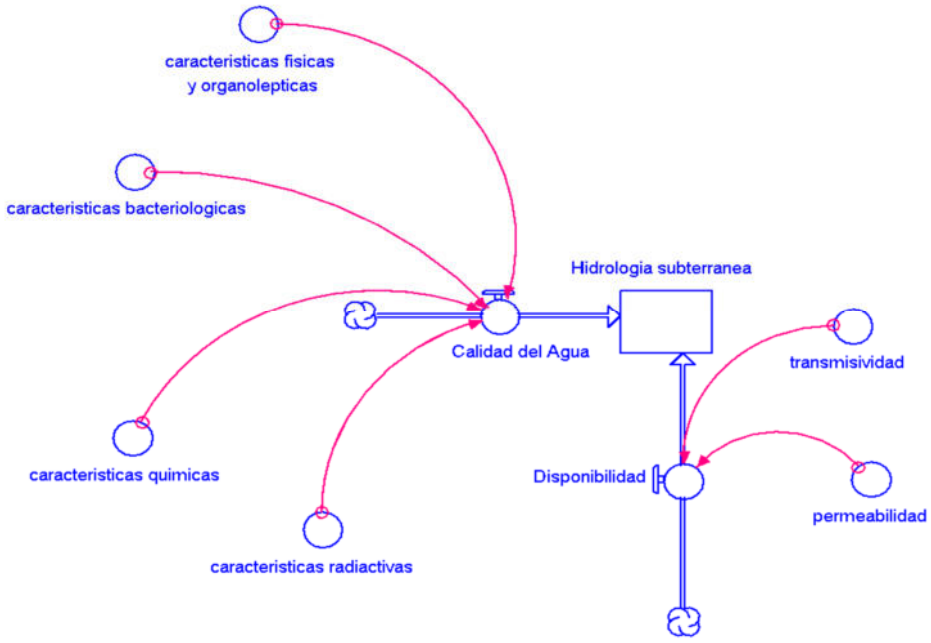


Figura IV.3-8.- Factor hidrología subterránea.

Con respecto a hidrología subterránea el SAR se localiza dentro del territorio que constituye el acuífero Álamo-Tuxpan, en el norte del estado de Veracruz y parte de los estados de Puebla e Hidalgo con una disponibilidad de 47.04 MM^3/año.

De acuerdo con la información del censo de aprovechamiento realizado por la CONAGUA (2010), se registró la existencia de 403 aprovechamientos, de los cuales 34 son pozos, 342 norias, 21 galerías filtrantes, 4 manantiales y 2 cárcamos de bombeo. Del total de obras, 381 se encontraron activos y 22 inactivos. A su vez de los 381 pozos activos, 267 son de uso doméstico, 85 público-urbano, 9 de servicios, 8 para uso pecuario, 8 uso agrícola y 4 de uso industrial.

El acuífero Álamo-Tuxpan es un acuífero de tipo libre, es decir, el agua subterránea presenta una superficie libre sujeta a la presión atmosférica y que tiene como límite superior la zona de saturación. Este acuífero se encuentra alojado, en su porción superior, en sedimentos fluviales de granulometría variada, así como areniscas y conglomerados. Esta unidad es la que se explota actualmente para satisfacer las necesidades de agua de la región.

Con respecto a la calidad del agua del acuífero dentro del SAR, el análisis de laboratorio de tres sitios de muestreo realizados en pozos y norias en localidades seleccionadas de acuerdo con las zonas de recarga y descarga del sistema de flujo de agua subterránea indican, en general, una buena calidad del agua. Sin embargo, los valores que superan los límites máximos permisibles establecidos por la NOM-127-SSA1-1994 modificación 2000, son: los parámetros bacteriológicos en todos los sitios exceptuando el sitio HSB-MIAR-02; el contenido del metal cromo en los sitios HSB-MIAR-02 y HSB-MIAR-03 así como la dureza total en los mismos. En cuanto a compuestos orgánicos y BTEX se encuentran dentro de los límites permisibles.

Las características cualitativas de los sitios HSB-MIAR-01 y HSB-MIAR-03 con respecto a sus concentraciones de coliformes fecales están asociadas posiblemente a que son pozos someros con una profundidad del nivel estático de entre 4 y 16 m, lo que los hace vulnerables a fuentes de contaminación vertical mientras que, el sitio HSB-MIAR-02 por ser un pozo profundo con alrededor de 100 m de profundidad, cuenta con una zona no saturada más amplia que resguarda el acuífero de una fuente contaminante vertical.

La presencia de alta concentración del metal cromo en el agua subterránea muestreada en los sitios HSB-MIAR-02 y HSB-MIAR-03, ambos ubicados en la zona de descarga del Sistema Ambiental, tienen un probable origen industrial ya que este metal, cuando se encuentra presente en el agua subterránea, generalmente está asociado a residuos que generan procesos como aleaciones, aplicación de agentes anticorrosivos, baterías, recubrimientos metálicos y, además, también destaca la utilización de compuestos de cromo como por ejemplo el uso de abonos fosfatados (Matteoda *et al*., 2009). Ante este panorama y, tomando en cuenta la actividad petrolera que se desarrolla en el Sistema Ambiental Regional y dentro del área de influencia Miquetla desde hace ya algunos decenios, no se puede excluir que dicha actividad posiblemente influya en la calidad del agua refiriéndonos al parámetro cromo, sin embargo existen en el mismo sitio un conjunto de actividades que se tiene probado que aumentan la cantidad de este parámetro en el agua como es el claro ejemplo de la agricultura que se manifiesta de manera extensiva e intensiva en todo el Sistema Ambiental y el área de influencia del proyecto y que ocupa abono y/o fertilizantes que por su composición que incluye el cromo influyen en el aumento de la concentración de este parámetro y, debido a la dirección de flujo de ésta (SW-NE), la dispersión del contaminante se encuentra en las zonas más alejadas. Por su parte la dureza, un parámetro que hace referencia al contenido de calcio y magnesio, en los sitios antes mencionados se encuentra incumpliendo la norma con una concentración mayor al límite establecido, lo cual se puede explicar por la naturaleza de las formaciones geológicas en las que se encuentra alojado el acuífero.

Vegetación

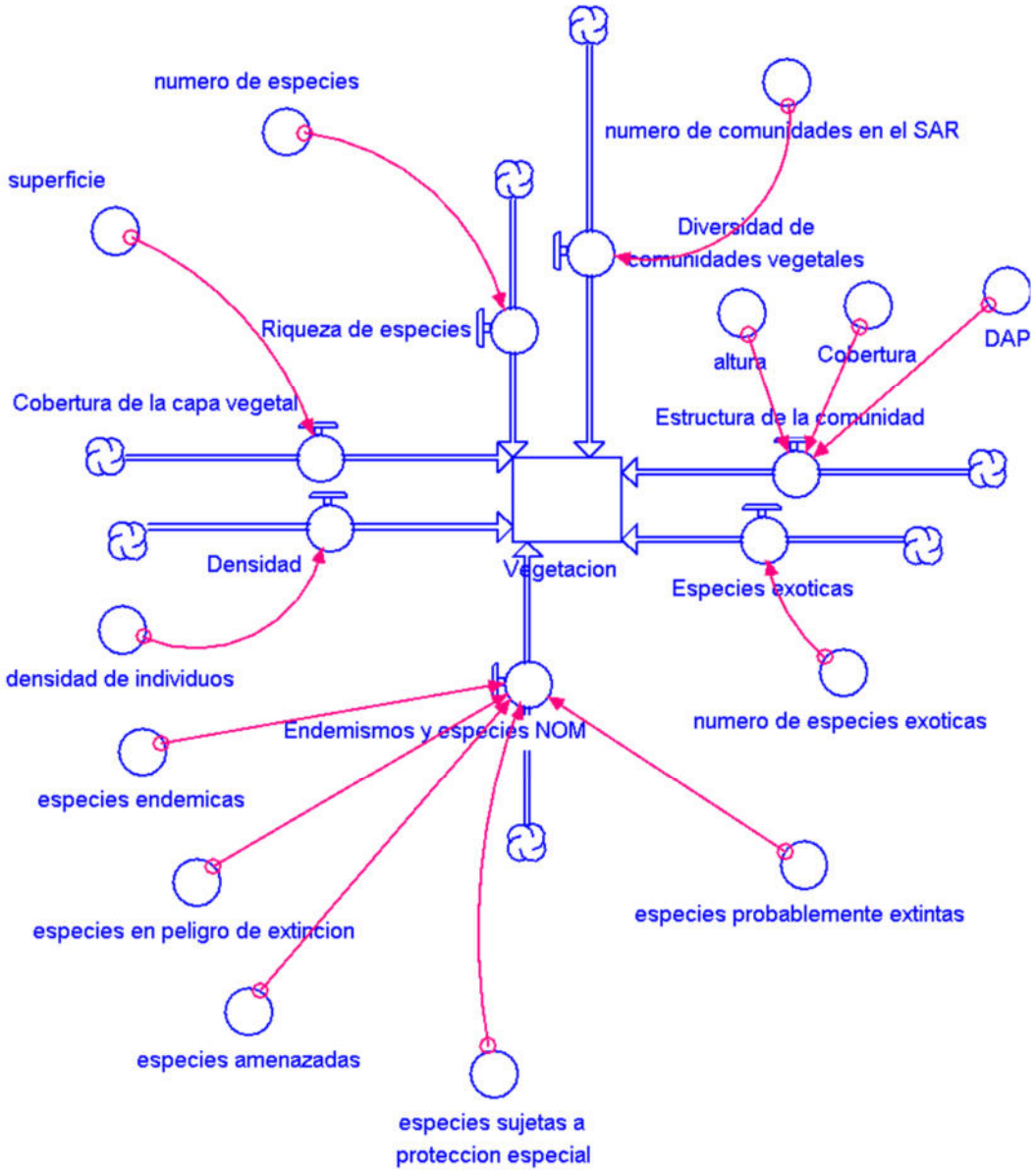


Figura IV.3-9.- Factor vegetación.

Con respecto al factor biótico la vegetación dentro del SAR se localizaron cuatro tipos de uso de suelo incluyendo asentamientos humanos, el resto pertenecen a Agricultura 40506.69 ha (78.99 %), siendo esta la de mayor extensión, seguida por vegetación secundaria de Selva Alta Perennifolia 5624.47 Ha (10.96 %) y

después Pastizal Cultivado con 4561.02 Ha (8.89 %). La mayor parte del territorio correspondiente al SAR pertenece al cultivo principalmente de cítricos, sin embargo, es posible encontrar remanentes de la vegetación original, pero con evidencias de alteración. Pese a esto, se detectaron características que describen a comunidades en proceso de recuperación, o bien que todavía sustentan relaciones importantes entre organismos y su funcionamiento. Además, se registró una importante diversidad de especies vegetales (Especies: 278, géneros: 222, Familias: 79), en donde se encontraron especies clasificadas en algún estatus de protección, tres están protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Cedrela odorata, Chamaedorea pinnatifrons* y *Trichocentrum hoegei.*

Con las visitas en campo se corroboró que las grandes extensiones de cultivos no permiten que se establezca una elevada diversidad y abundancia de especies, esto se debe a que naturalmente las selvas altas se conforman mayormente de árboles de talla grande, en la región las especies que se cultivan requieren de espacio y exposición solar, por lo tanto, no es posible conservar una gran cantidad de individuos de selva en áreas destinadas a la agricultura, aunque sí fue posible ubicar algunas de las diferentes especies que son elementos característicos de la vegetación de Selva Alta Perennifolia.

Por otra parte, los individuos arbóreos de selva que se observaron en los campos de cultivos, así como los presentes dentro de los remanentes de selva que existen, mantienen relaciones con epífitas, así como otros tipos de plantas y animales, están asociaciones sugieren que el sitio mantiene niveles de conservación positivos porque se pueden observar mecanismos de origen natural, por lo tanto, se detecta que la calidad del ambiente no es crítica desde el punto de vista de la vegetación contenida. En el SAR se localizaron 18 especies que se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMRNAT-2010 o que se mencionan en apéndices de CITES, esto es favorable si consideramos que registrar la presencia de especies de este tipo significa que es posible encontrar especies que ya no se localizan en otros puntos geográficos, o bien que han sido explotadas con potencia ornamental, y a pesar de las alteraciones detectadas en la vegetación del área de estudio se observan especies prioritarias en conservación. También en el SAR se identificaron especies exóticas 24, 23 géneros y 11 familias.

Fauna

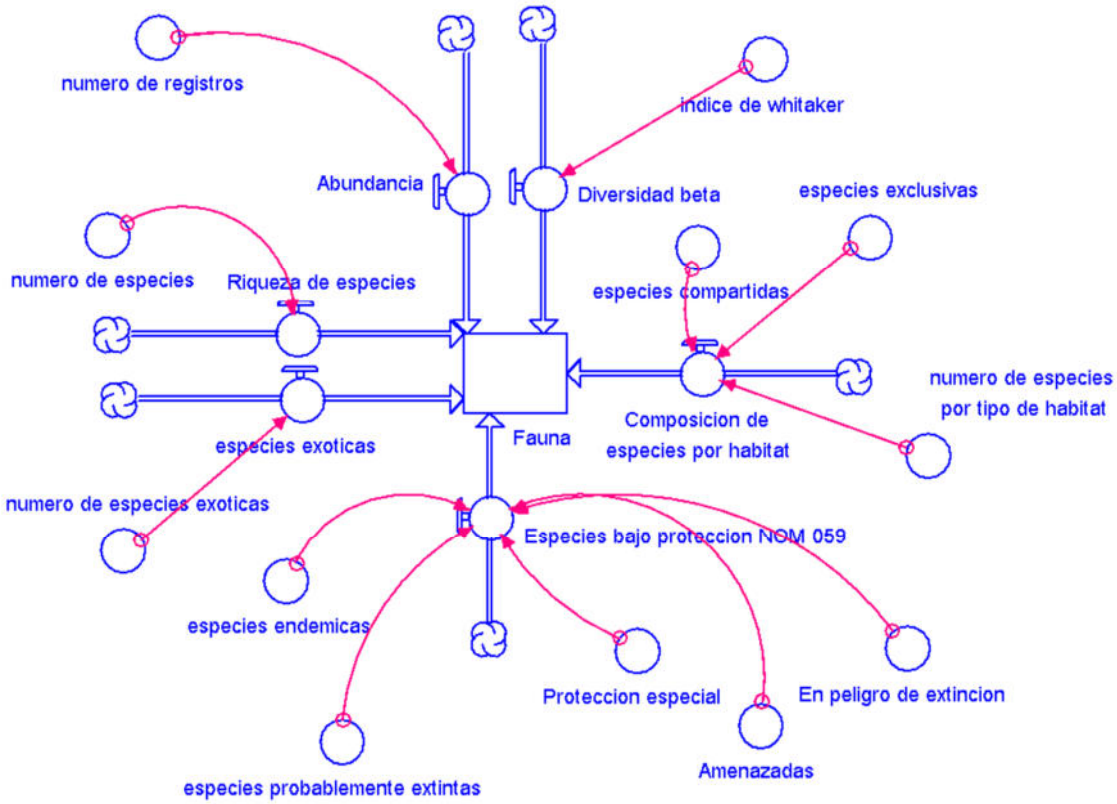


Figura IV.3-10.- Factor fauna.

En la fauna la riqueza del SAR está compuesta por 184 especies pertenecientes a 28 órdenes y 71 familias. El grupo más diverso corresponde al grupo de las aves, mientras que el grupo menos diverso fue el de los anfibios. La riqueza por tipo de vegetación fue ligeramente mayor en la vegetación secundaria de selva alta perennifolia (Vs/SAP con 130 especies) que en los ambientes de uso agrícola-pecuario-forestal (IAPF con 126 especies). Este patrón se repitió para todos los grupos, a excepción de las aves y los anfibios que presentaron prácticamente la misma riqueza en ambos tipos de vegetación. La diversidad beta fue baja para todos los grupos, sugiriendo un bajo recambio de especies, ya que entre ambos tipos de vegetación se comparten un gran número de especies.

El SAR es un área que posee altos niveles de fragmentación y perturbación con una matriz dominante de áreas agrícolas y pocos fragmentos remanentes de vegetación secundaria de selva. Esto es resultado del cambio de uso de suelo a zonas agrícolas, principalmente a cultivo de naranja, al que ha estado sometida la región por varios años. El cambio de uso de suelo provoca cambios en la riqueza, abundancia y composición de la fauna silvestre debido a los cambios en el hábitat y los recursos disponibles. Así mismo, estos cambios crean fragmentos o parches de vegetación que se encuentran aislados unos de otros imposibilitando el movimiento de individuos de algunas especies poco móviles o especialistas reduciendo sus poblaciones, lo que podría poner en riesgo a varias especies dentro del SAR. Sin embargo, aún existen algunas áreas de Vs/SAP mejor conservadas que mantienen elementos y especies importantes para la conservación.

Dentro del SAR se registraron 15 especies enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales una especie se encontró en peligro de extinción (*P*), cinco amenazadas (*A*) y nueve especies sujetas a protección especial (*Pr*). Entre estas especies, se encuentran algunas especies endémicas de reptiles como el metapil (*Agkistrodon taylori*) y el eslizón de la Sierra Madre Oriental (*Scincella silvicola*) y eslizón de bosque de encino (*Plestiodon lynxe*), las cuales al ser organismos de poca movilidad suelen ser altamente sensible a los cambios de uso suelo, así como a la construcción de caminos y carreteras. Otras especies normadas, se registraron únicamente en algunos fragmentos de Vs/SAP como el ocelote (*Leopardus pardalis*) que se encuentra en peligro de extinción o el tucán (*Ramphastos sulfuratus*) que se encuentra amenazado. Estas especies requieren de elementos muy específicos de hábitat, así como de recursos particulares que solamente se encontraron en dichos sitios, por lo que pueden considerarse indicadoras de hábitats más conservados y de mejor calidad en el hábitat. Por el contrario, las especies exóticas son indicadoras de perturbación y de baja calidad en el hábitat, ya que son especies asociadas a zonas urbanas y asentamientos humanos. Algunas de estas especies son la rana toro *(Lithobates catesbeianus),* la paloma doméstica *(Columba livia),* paloma de collar turca *(Streptopelia decaocto)* y la garza ganadera *(Bubulcus ibis),* las cuales fueron registradas dentro del SAR.

Paisaje

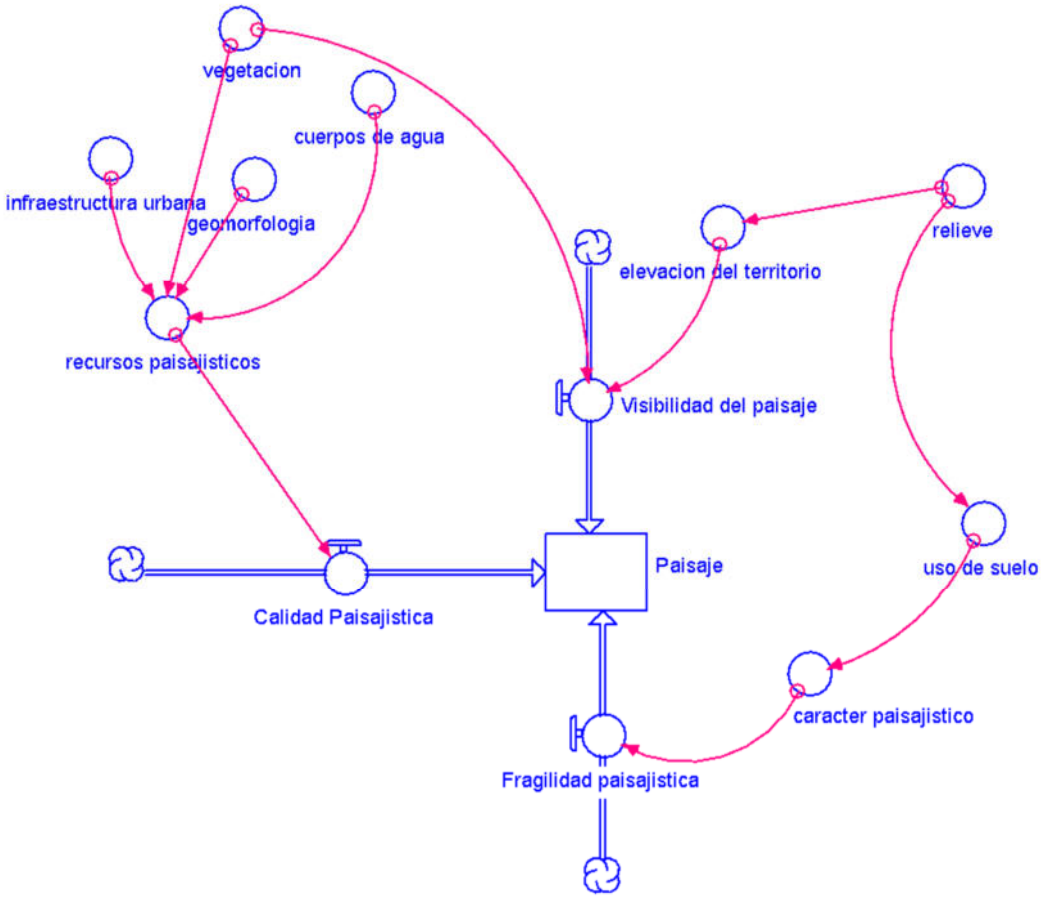


Figura IV.3-11.- Factor paisaje.

El componente paisajístico evaluado mediante los atributos de calidad, visibilidad y fragilidad paisajística exhiben valores positivos dentro del SAR, lo anterior se presenta en el área de influencia como fuera de esta. En lo que corresponde a la calidad paisajística, de manera general se percibe como alta por parte de los espectadores, los cuales se constituyen principalmente por lugareños debido a que son relativamente escasos los visitantes en la zona.

Respecto a la visibilidad del paisaje, la mayor parte de la superficie del SAR posee una baja visibilidad debido que la topoforma de la región pertenece mayormente a llanuras y lomeríos de baja altitud, esto se relaciona directamente con la fragilidad paisajística que representa el atributo integral en el análisis de paisaje. En este último se consideraron niveles bajos de fragilidad a pesar de que la susceptibilidad a la modificación del paisaje resultó ser alta, ya que para concluir esto se tomaron en cuenta las preferencias y necesidades socioeconómicas de la región.

Con los recorridos en campo y los análisis de cartografía se encontró que la realidad territorial dentro del SAR es de aprovechamiento agrícola principalmente. Los pobladores exponen altos niveles de conformidad con el paisaje que observa porque lo asocian al progreso económico, por otra parte, también obtienen satisfacción al relacionar los cultivos con áreas boscosas y ambientes naturales, aunque esta relación no sea completamente correcta.

La producción e industrialización de cultivos se transformaron en el carácter principal dentro del SAR, por lo tanto, la región se considera poco vulnerable al cambio de uso de suelo y al valor de los atributos visuales que se presentan. Es importante mencionar que, dentro del área de influencia los paisajes reconocidos son principalmente de tipo urbano-agrícola, los cuales se consideran como una transición entre zonas rurales y urbanas, esto señala que estas áreas son las de menor fragilidad debido a que ya se asimilaron las transformaciones del sistema natural originadas de la presión que ejerce el aprovechamiento y la urbanización en la zona.

Finalmente se concluye que dentro del SAR la modificación del componente paisajístico que se ha dado lugar no representa un riesgo para el valor de los atributos del paisaje. Hasta el momento, las actividades económicas se perciben como buenas dentro del paisaje disponible.

Socioeconómico

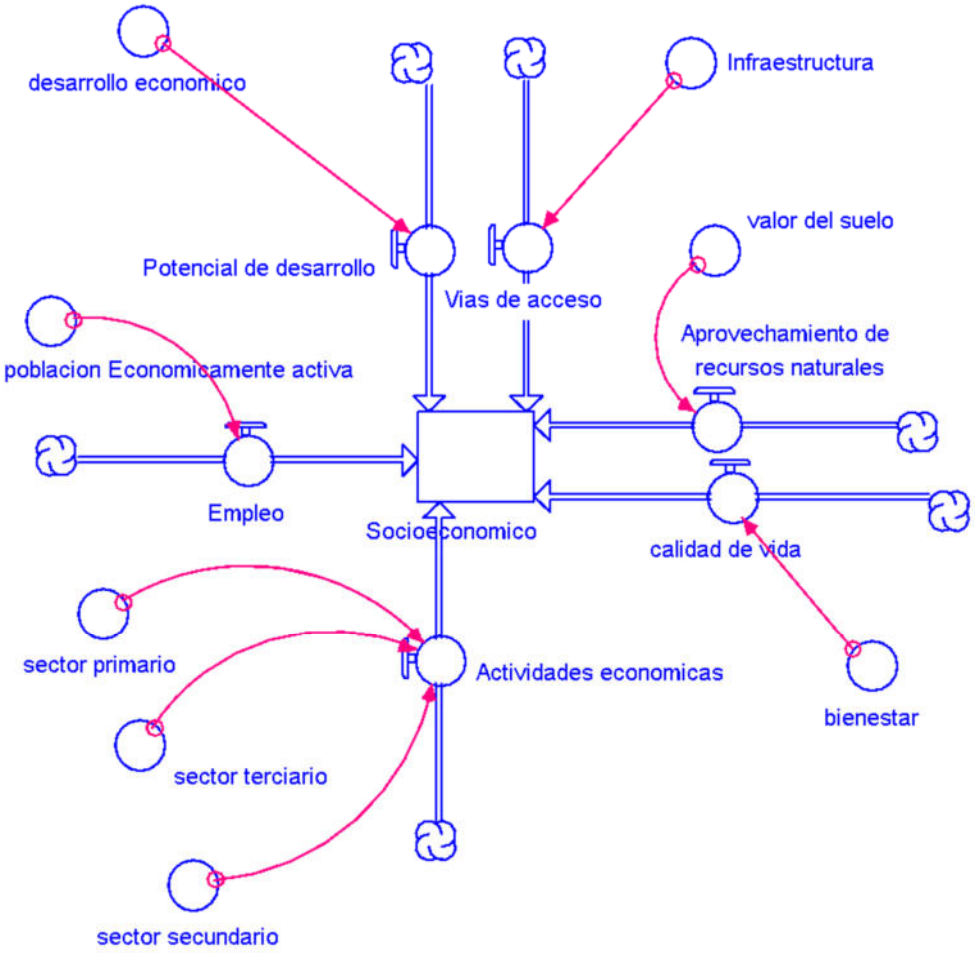


Figura IV.3-12.- Factor socioeconómico.

En el factor socioeconómico en cuanto a población, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, la población total del Sistema Ambiental Regional es de 40,251 habitantes dispersos en 119 localidades. En lo referente a viviendas, el Sistema Ambiental Regional registró 9,713, en cuanto a servicios públicos, de las viviendas registradas en el Sistema Ambiental el 96.29% disponen de electricidad, 29.77% con agua potable y 54.33% con drenaje. Respecto a la educación, en el Sistema Ambiental el 12.69% de la población de 15 años y más es analfabeta, asimismo, el grado promedio de escolaridad es de 6.31 años. En el tema de patrón

cultural y comunidades indígenas, en el Sistema Ambiental se identificaron 74 localidades con presencia de población indígena, registrando un total de 8,341 habitantes indígenas. En lo referente a actividades económicas, el sector más representativo es el primario, ya que los municipios que componen el Sistema Ambiental promedian un 40.53% de la población ocupada en este sector, le sigue el sector servicios con un promedio de 29.34%, comercio con 14.48% y secundario con 14.38%. Para el caso del empleo, en el Sistema Ambiental se registran 13,622 habitantes catalogados como Población Económicamente Activa, de esta PEA el 96.52% se encuentra ocupada. En lo que respecta a acceso a servicios de salud, en el Sistema Ambiental el 46.88% de la población total no cuenta con derechohabiencia a servicios de salud y el 52.64% si cuenta con esta cobertura, destacando el seguro popular o seguro médico para una nueva generación, ya que brinda cobertura al 70.90% de la población con derechohabiencia.

Para el tema de población y demografía, varía dependiendo de importantes factores tales como la migración, tasa de natalidad, tasa de mortalidad, etc. Para los municipios que cubren el Sistema Ambiental Regional, es a saber Castillo de Teayo, Tihuatlán, Álamo Temapache y Tuxpán en el estado de Veracruz, así como el municipio de Francisco Z. Mena en Puebla, se tiene que su Tasa de Crecimiento Poblacional Anual Media es de 1.22% en el periodo 2010-2015, según el Censo de Población y Vivienda 2010 y la Encuesta Intercensal 2015 emitidos por el INEGI. De igual forma, la tasa de natalidad promedio de estos municipios es del 10.88 para el año 2010. Por otra parte, la tasa de mortalidad promedio que presentan los municipios ya mencionados es de 5.66 tomando como base el Censo de Población y Vivienda 2010.

Para el potencial de desarrollo, a través del tiempo, la humanidad ha ido buscando modos de subsistir utilizando la tecnología para proveerse de lo necesario y provocando crecimiento y desarrollo económico, sin duda, conforme crece la población, se va compitiendo por más y mejores recursos. El país se encuentra inmerso en un proceso de recuperación económica, impulsada por los programas gubernamentales y por las necesidades de la población soportadas por las generaciones económicamente activas. Dada la necesidad de mejores niveles en la calidad de vida y gracias a este tipo de proyectos, es relevante la procuración de ofertar energéticos que permitan impulsar los planes y programas a efectos de satisfacer las demandas ciudadanas de empleo y por ende de bienestar.

En este sentido, la exploración y extracción de aceite puede proveer de recursos que muevan a la industria, que impulse al crecimiento y, por lo tanto, que estimule al desarrollo. El contar con capacidad energética suficiente puede potencializar la apertura de nuevas industrias y puede impulsar mejoras en el entorno ambiental.

IV.3.4 Clasificación de los atributos del Sistema Ambiental Regional

La clasificación de los atributos ambientales que integran el Sistema Ambiental Regional se realiza utilizando sus interrelaciones, con objeto de detallar su funcionamiento y determinar su fragilidad e importancia funcional.

El término Fragilidad implica el nivel de vulnerabilidad o facilidad de afectación del atributo ambiental; o de otra manera, su capacidad de soporte o de asimilación.

La Importancia Funcional (IF), se entiende como el papel que desempeña un atributo ambiental en el mantenimiento de la dinámica natural del sistema. Se considera que el valor de función incluye el valor estructural, ya que no hay importancia estructural, *per se*, sino por la función derivada de ella.

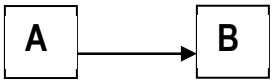
La importancia funcional de cada atributo está en función del número de interrelaciones que guarda con los demás atributos, es decir está en función de los intercambios que mantiene con el resto del sistema, de tal modo que a los valores más altos de interacción le corresponde una clasificación “alta”, los valores intermedios a “media” y por último los valores bajos a “baja” de acuerdo con los rangos de valor en la Tabla IV.3-4.

De acuerdo con Salazar (2000), se considera que cualquier afectación sobre los atributos más frágiles o de mayor importancia funcional, generará una respuesta o cambio ambiental mayor, y las afectaciones sobre aquellos atributos menos frágiles e importantes tienen una respuesta o cambio ambiental menor.

Tabla IV.3-4.- Rangos de clasificación de la fragilidad e importancia funcional de cada atributo.

% Interacciones	Fragilidad	Importancia funcional
<25	BAJA (B)	BAJA (B)
≥25-50≤	MEDIA (M)	MEDIA (M)
>50	ALTA (A)	ALTA (A)

La fragilidad del atributo está en función del número de atributos que pueden tener interacción con él mismo, como se muestra en el siguiente diagrama de relación causal simple:



Importancia funcional de A.- cuando cambia A entonces cambia B

Fragilidad de A.- cuando cambia B entonces cambia A

Además, se tomaron en cuenta otras consideraciones:

a) La información disponible del atributo (de acuerdo con los parámetros analizados en la caracterización del medio).
b) Comportamiento e interacciones (determina la estabilidad del sistema). Se consideraron los atributos que generan una inestabilidad en el sistema mayor al 50% en el periodo que se tiene registro. Ejemplo:

   "Una especie que esté dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, podrá tener una alta fragilidad, pero si son pocos individuos entonces tendrá una Importancia funcional Baja dentro del Sistema Ambiental".
c) Regulación y legislación vigente, a la que se encuentra sujeto el factor o atributo ambiental. Se revisó la normativa y reglamentación que existe para determinar niveles aceptables del atributo. Ejemplo: Se analizan los resultados de los análisis de agua subterránea, con respecto a los límites máximos

permisibles de la NOM-127-SSA1-1994 y superficial con los criterios ecológicos de calidad del agua CE-CCA-001/89, NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 y el ICA de la CONAGUA

d) Importancia dentro de la política de desarrollo municipal, estatal y nacional.
   Ejemplo: Se revisó si el atributo se encuentra considerado dentro de las estrategias de desarrollo nacional y regional, y si existen valores óptimos necesarios de acuerdo con los programas de desarrollo sectoriales.
e) Análisis de expertos. Se analizó el comportamiento teórico del sistema, asumiendo diversos escenarios, integrando las funciones de cada atributo, de manera que, por la experiencia de cada especialista, se corrobora el comportamiento asignado a cada factor ambiental.
f) Revisión de otros estudios en el área y del sector.
g) Lista de los factores y atributos ambientales recomendados por la metodología de análisis de sistemas complejos. Se revisan los listados que se han usado en el análisis de sistemas semejantes. (García, 2001).

Estas características son utilizadas posteriormente en la evaluación de la importancia del atributo ambiental en el capítulo V, para determinar si se trata de atributos importantes, relevantes o críticos, para la evaluación del impacto ambiental del proyecto sobre el sistema.

Con base en la descripción general del sistema, de los atributos ambientales y apoyados en diagramas causales y una matriz de interacción, se determinaron las relaciones entre los atributos, analizado cuando éste es el generador del cambio de otro atributo (IF), así como cuando es el receptor del cambio o modificación (fragilidad). Considerando el número de interacciones los atributos se clasificaron de acuerdo con su IF y fragilidad para el sistema (Tabla IV.3-5).

Tabla IV.3-5.- Interacciones de los atributos ambientales. Categoría de Importancia del Atributo Ambiental.

Subsistema	Factor	Atributos	Fragilidad	IF
NATURAL	Atmósfera	Calidad del aire	B	B
		Partículas suspendidas	B	B
		Nivel de ruido	B	B
	Geomorfología	Estabilidad del relieve	B	B
		Geoformas	B	B
	Suelo	Uso del suelo	B	B
		Grado de Erosión	M	M
		Propiedades químicas	B	B
		Propiedades físicas	B	B
	Hidrología superficial	Calidad de agua	B	B
		Disponibilidad del agua	M	A
	Hidrología subterránea	Calidad de agua	B	B
		Disponibilidad	M	A
	Vegetación	Diversidad de comunidades vegetales	B	B
		Cobertura de la capa vegetal	B	B
		Riqueza de especies	B	B
		Endemismos y especies bajo categoría de riesgo	A	M
		Especies exóticas	B	B
		Densidad de individuos	B	B
		Estructura de la comunidad	B	B
	Fauna	Riqueza de especies	M	M
		Abundancia	B	B
		Especies exóticas	B	B
		Endemismos y especies bajo protección (NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES)	A	M
		Especies bajo categoría de riesgo y conservación	A	M
		Composición de especies por hábitat	B	B
		Diversidad Beta	B	B
	Paisaje	Calidad paisajística	B	B
		Visibilidad del paisaje	B	B
		Fragilidad paisajística	B	B
SOCIOECONÓMICOS	Socioeconómicos	Empleo	B	B
		Potencial de desarrollo	B	B
		Actividades económicas	B	B
		Aprovechamiento de recursos naturales	B	B
		Vías de acceso	B	B
		Calidad de vida	B	B

De acuerdo con esta clasificación se realizará la calificación de la importancia del atributo ambiental en la evaluación de impacto ambiental (capítulo V del presente documento).

IV.3.5 Sensibilidad

La determinación de las áreas de sensibilidad surge como una respuesta o medida preventiva para aquellas actividades productivas que se pretendan llevar a cabo en una determinada superficie y que puedan en un determinado momento causar daños a los ecosistemas. Por esta razón, debe de existir un tiempo y espacio previamente evaluado que permita la compatibilidad entre las actividades a desarrollar y el ambiente circundante, de tal manera que no se vea frenado el desarrollo de dichas actividades. Por ende, es una herramienta importante para la planificación y la toma de decisiones estratégicas en el marco del desarrollo sustentable, adaptada para proveer información ambiental en la toma de decisiones sobre la aprobación o rechazo de actividades, obras y proyectos, antes de iniciar; de tal manera que la protección y uso racional de los recursos naturales esté garantizado. Sin embargo, las sociedades se organizan en función de las posibilidades de aprovechamiento del medio natural, pero no siempre considerando a éste como estratégico para el desarrollo a largo plazo. Una sociedad que busca el equilibrio entre los sistemas social y ambiental considera que la presión sobre el medio natural esté en función tanto de la necesidad de aprovecharlo como de la capacidad de éste para proporcionar sostenidamente los recursos que satisfacen dicha necesidad.

Desarrollo metodológico. Los principales criterios para evaluar los niveles de Sensibilidad quedan de la siguiente manera:

Se conformó un sistema jerárquico, categórico y divisivo, con tres niveles categóricos:

- Sensibilidad Alta
- Sensibilidad Media
- Sensibilidad Baja

Se utilizó el árbol de decisiones para fragilidad propuesto por INE[1], sin embargo, fue modificado de tal manera que se considerarán los tres niveles de sensibilidad anteriormente mencionados y los criterios utilizados para determinar la sensibilidad ambiental del SAR, se consideró la erosión del suelo, hidrología superficial, vegetación y paisaje Figura IV.3-13.

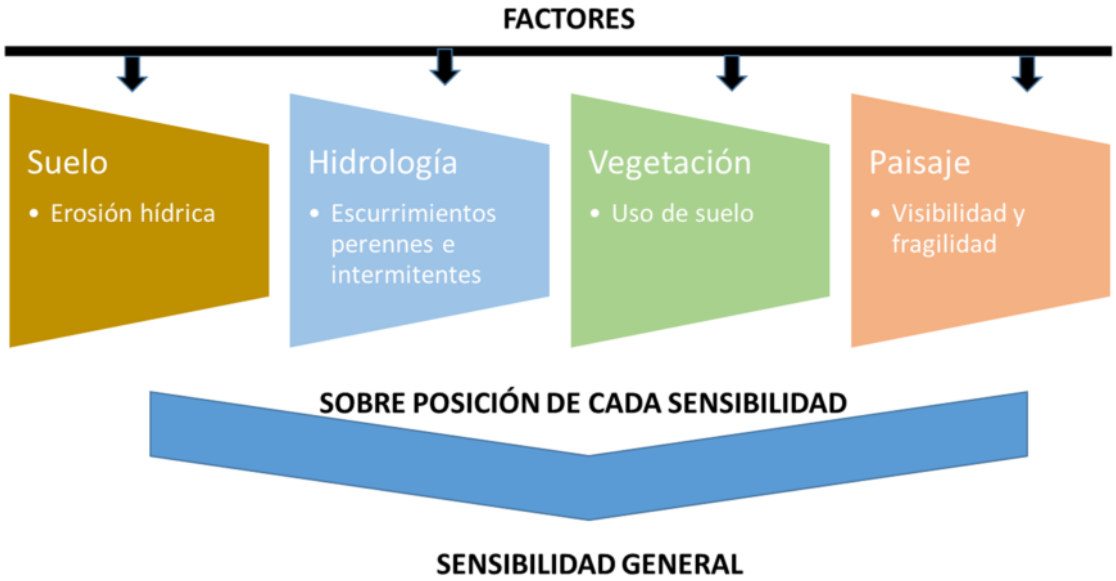


Figura IV.3-13.- Diagrama para determinar sensibilidad ambiental del SAR.

[1]Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Memoria Técnica 1995-2000. INE-Semarnap. 457 pp.

Suelo: se evalúa en función del nivel de erodabilidad; la información se basa en clases de erosión hídrica, en donde la sensibilidad baja corresponde a áreas con erosión (alta) es decir, zonas con actividad agropecuaria, sensibilidad media con (erosión moderada) de manera general corresponde a zonas de pastizal con vegetación secundaria y sensibilidad alta con clase de (erosión baja) en el entendido que corresponde a zonas con condiciones menos perturbados con protección del suelo con cobertura vegetal correspondiente a vegetación secundaria de selva alta perennifolia; como se muestra en la Figura IV.3-14. En donde la sensibilidad baja corresponde a 438.20 km^2 equivalente a 85.45 % del SAR, en sensibilidad media con 17.24 km^2 que representa el 3.36 % y alta con 51.48 km^2 con el 10.04 %.

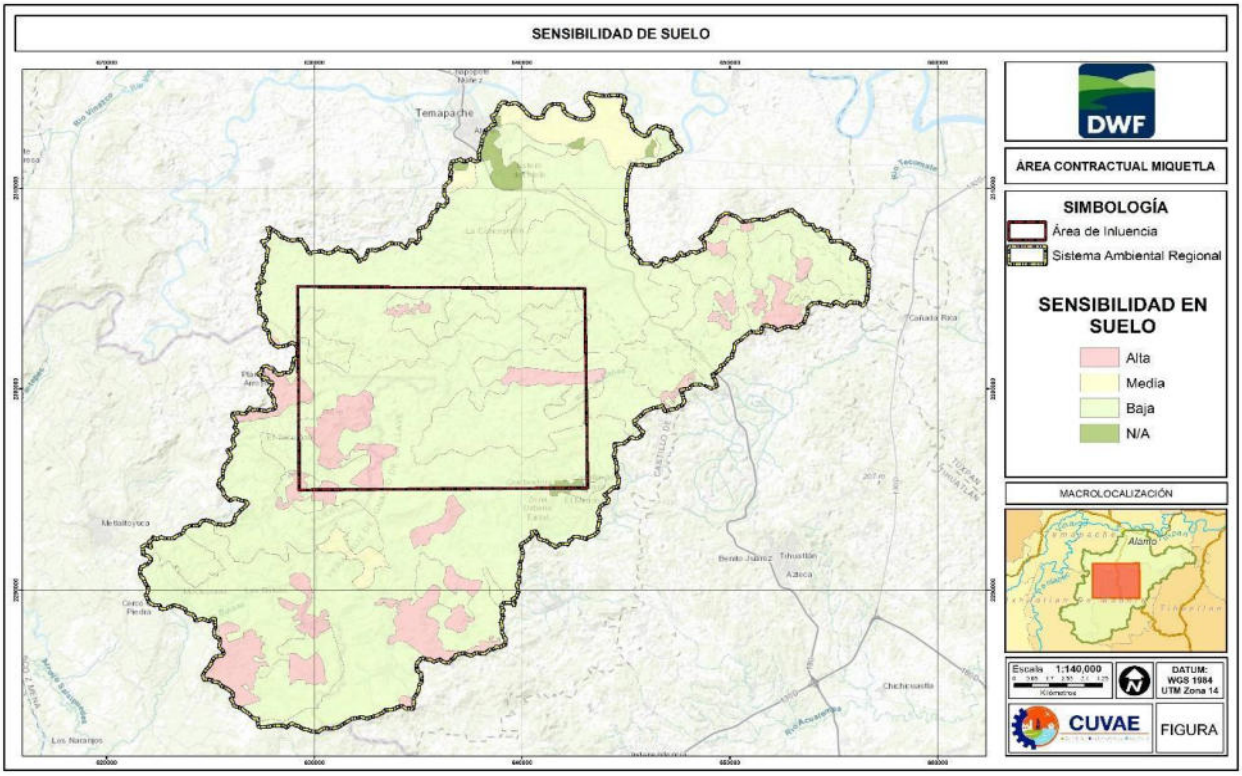


Figura IV.3-14.- Sensibilidad edafológica.

Vegetación: Se consideran los requerimientos de hábitat y la capacidad de autoregeneración, a partir de las categorías de vegetación y uso del suelo de acuerdo con el INEGI serie VI, resultando las siguientes clasificaciones como sensibilidad baja (uso de suelo IAPF), sensibilidad media (vegetación secundaria y pastizal), sensibilidad alta (vegetación primaria y áreas sensibles) como se muestra en la siguiente Figura IV.3-15, en donde se observa que predomina la sensibilidad con 408.01 km^2 es decir, 79.57 % del SAR, posteriormente con 78.20 km^2 equivalente al 17.01 % y con 17.58 km^2 con el 3.43 % como sensibilidad alta.

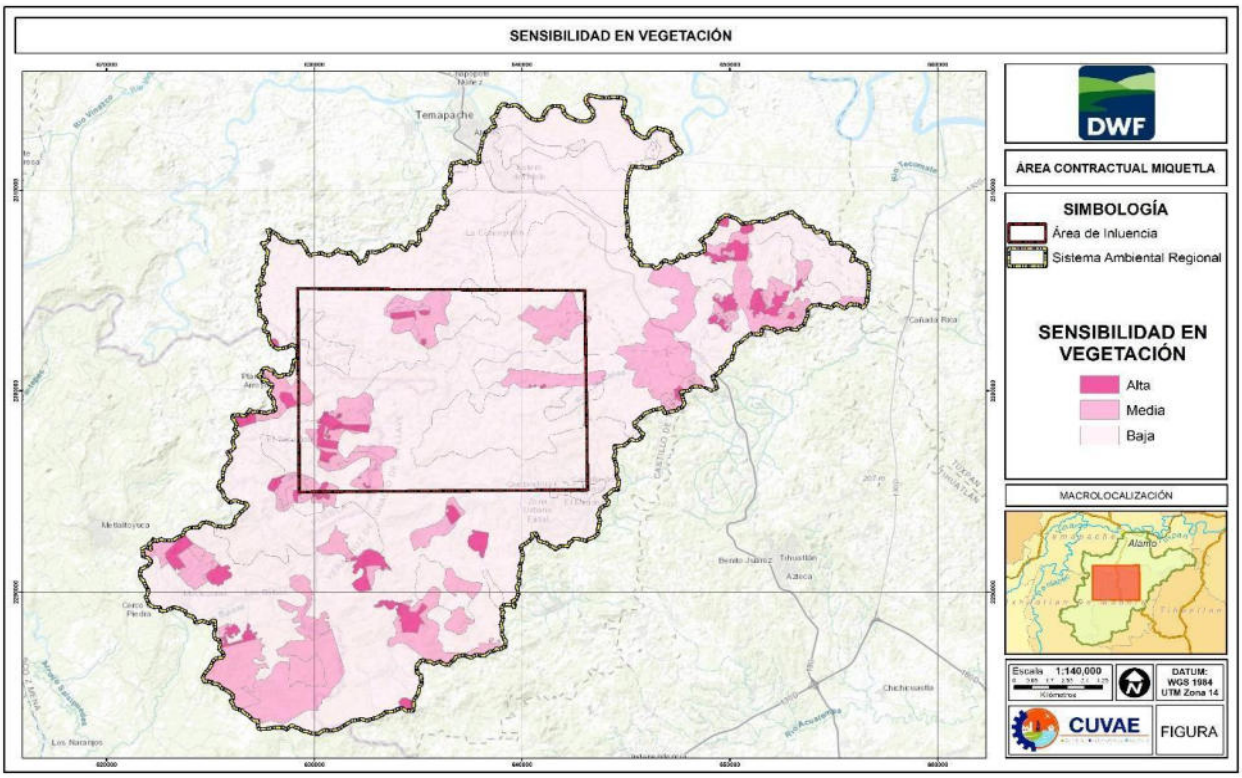


Figura IV.3-15.- Sensibilidad de vegetación.

Hidrología superficial: Se evalúa en función de los ríos y arroyos perennes e intermitentes, de acuerdo a la siguiente clasificación, cuerpos perennes como sensibilidad alta, intermitentes con sensibilidad media y baja en ausencia de cuerpos de agua, Figura IV.3-16, de acuerdo a la escala no es posible su visualización pero 6.29 km^2 es decir, sólo el 1.23 % corresponde a sensibilidad alta, en clase media es de 1.18 km^2 con el 0.23 % y sensibilidad baja con 505.32 km^2 lo que equivale a 98.54 %.

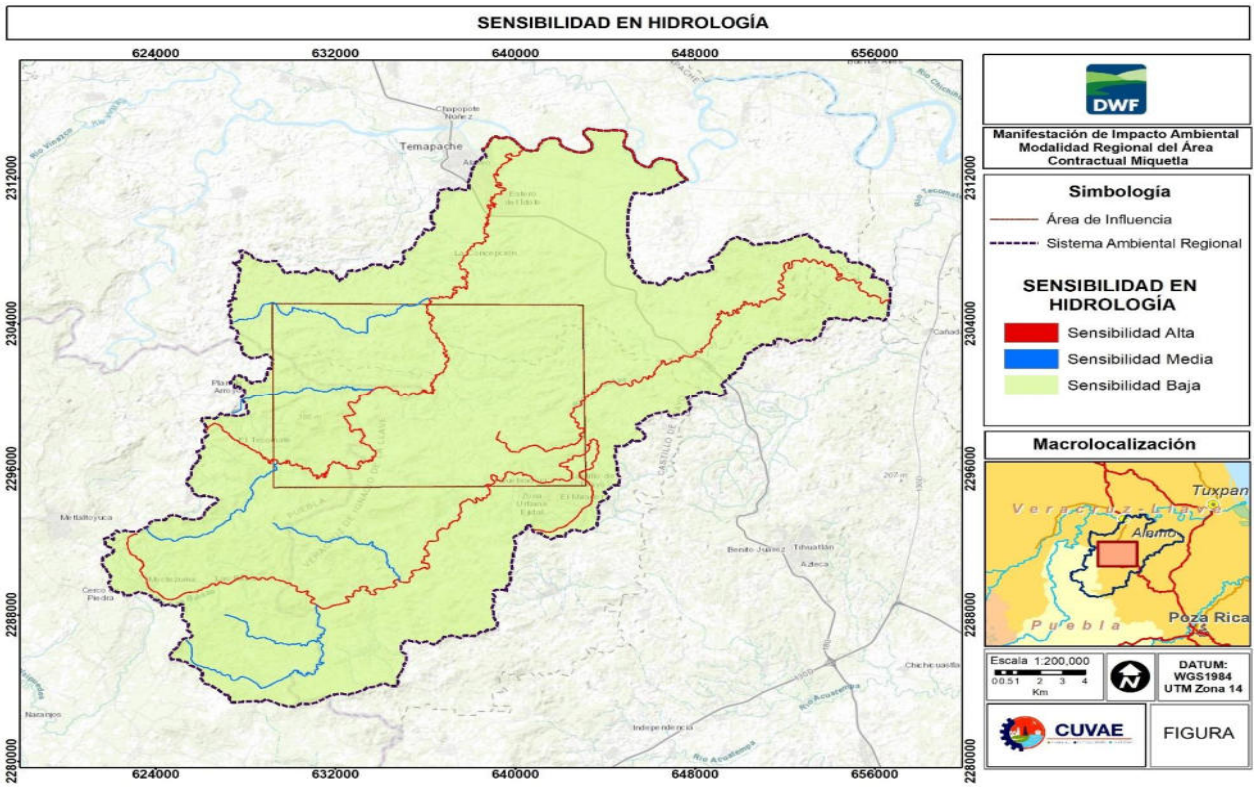


Figura IV.3-16.- Sensibilidad hidrológica.

Paisaje: Se evalúa la visibilidad y fragilidad paisajística; los criterios para la sensibilidad baja (Cuando la unidad paisajística tiene puntos de observación con baja visibilidad y baja fragilidad paisajística.), sensibilidad media (Cuando la unidad paisajística tiene puntos de observación con alta visibilidad paisajística pero una fragilidad paisajística prácticamente nula.), sensibilidad alta (Cuando la unidad paisajística tiene puntos de observación con alta visibilidad y fragilidad paisajística) Figura IV.3-17, resultado una sensibilidad alta de 1.66 km^2 con el 0.32 % y baja con 511.14 % equivalente al 99.68 % del SAR.

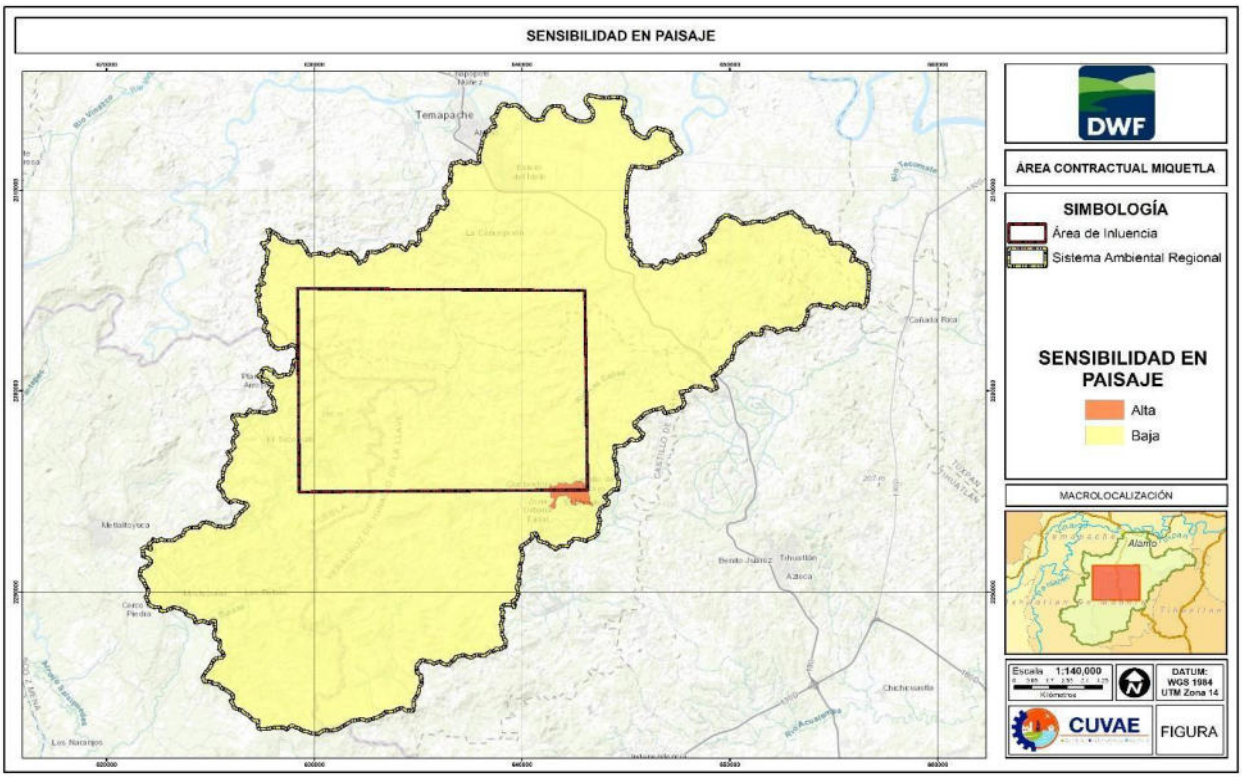


Figura IV.3-17.- Sensibilidad paisajística.

La tabla de frecuencias del mapa de unión se clasificó con base en los siguientes criterios:

1. Se considera que en el país no existe ningún tipo de vegetación, suelo o relieve que por sí misma pudiera considerarse de sensibilidad muy baja y que sea determinante para que toda el área tenga este nivel, dado que cualquiera de sus variantes está expuesto de alguna manera a agentes limitantes.
2. Cada uno de los elementos en juego tiene el mismo valor relativo, es decir, ninguno se pondera sobre los otros dos.
3. La presencia del elemento más alto determina la clasificación del grupo, es decir, si en un polígono cualquiera un elemento presenta alta Sensibilidad y los dos restantes tienen alguna categoría más baja, el polígono se clasifica con un valor de Sensibilidad alta.

La fusión de las categorías o niveles de sensibilidad, se realizó mediante el uso de la herramienta ArcMap versión 10.7.1, con el cual se disuelven polígonos de interés dentro de un mismo factor, creando un nuevo archivo vectorial; éste mismo procedimiento se emplea para cada uno de los factores analizados, generando así nuevos polígonos (imágenes de sensibilidad); por último se fusionan cada uno de éstos factores mediante una sobreposición, a este mapa final (Figura IV.3-18), se le asignaron los correspondientes niveles de Sensibilidad y se utilizó como mapa base para la obtención de resultados finales del SAR, con sensibilidad baja de con 386.70 km^2 equivalente al 75.41 %, media con 59.84 km^2 con el 11.67 % y alta con 66.25 % con 12.92 %, como se muestra en la Gráfica IV.3-5.

Gráfica IV.3-5.- Porcentajes de sensibilidad en el SAR.

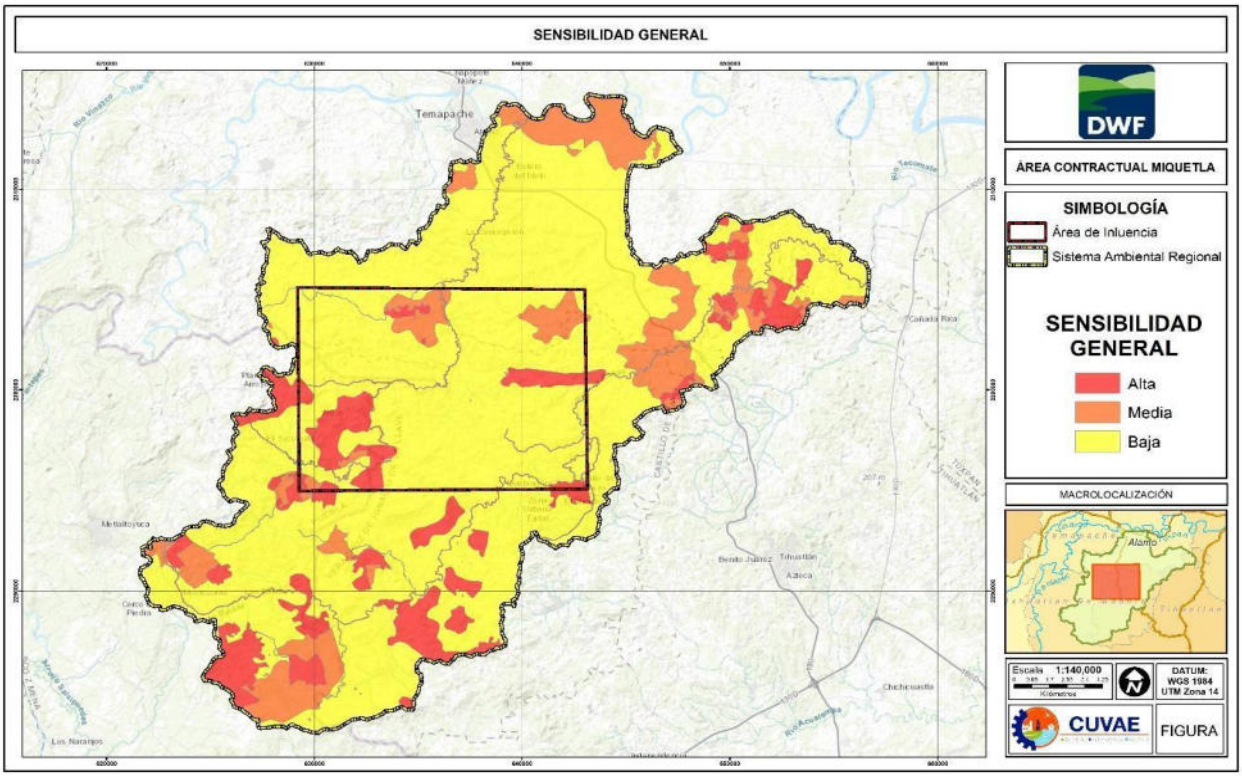


Figura IV.3-18.- Plano de sensibilidad del Sistema Ambiental Regional.

De acuerdo con el Área de Proyecto para construcción de infraestructura nueva, no se requerirán superficies adicionales, ya que el pozo y ducto se ubican en plataforma y derecho de vía existente, sin embargo, como puede apreciarse en la Figura IV.3-19.

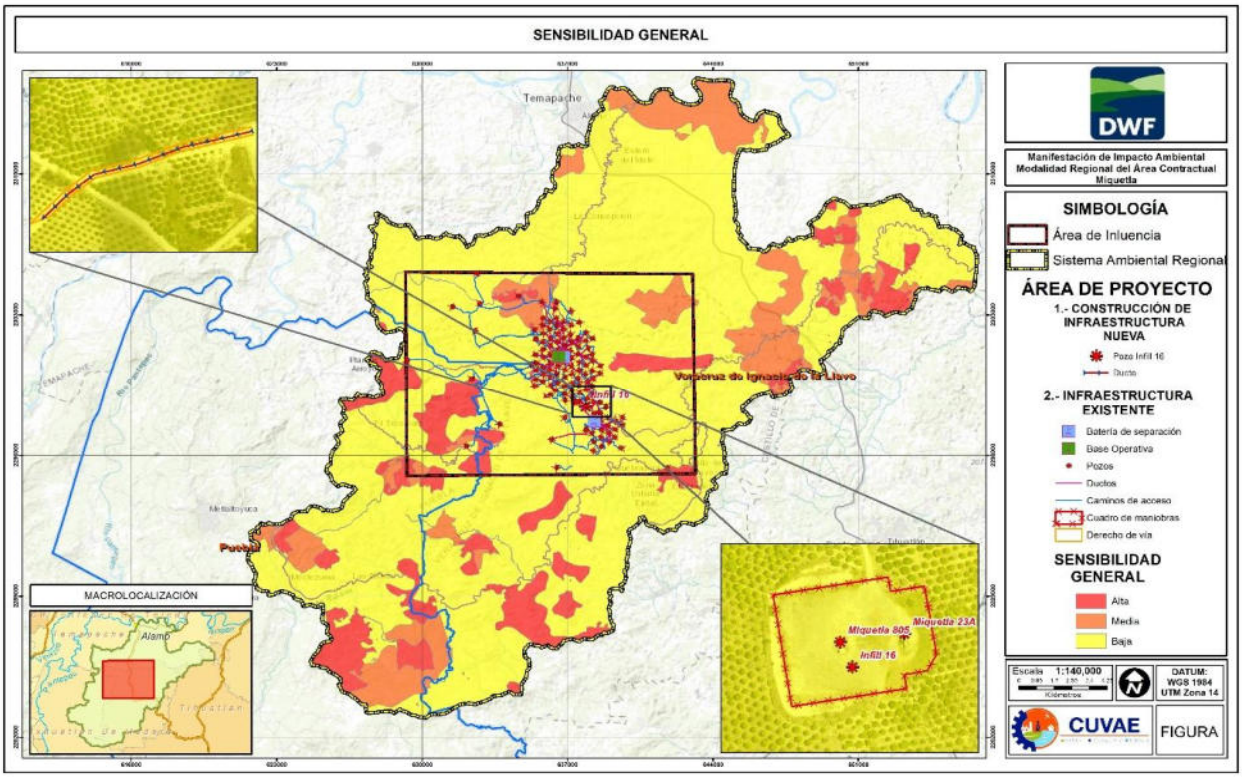


Figura IV.3-19.- Sensibilidad infraestructura nueva y existente.

De acuerdo con el plano de sensibilidad se sobrepone el Área de Proyecto de infraestructura existente como se muestra en Figura IV.3-20 e indica en la Tabla IV.3-6, las superficies de las plataformas existentes, caminos de acceso, líneas de descarga, baterías de separación y base operativa.

Tabla IV.3-6.- Sensibilidad de la infraestructura existente.

Sensibilidad	Líneas de descarga		Caminos		Superficie actual		Estaciones y base		Global	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Alta	0.67	1.11	0.59	0.80	0.18	0.42	NA	NA	1.43	0.80
Baja	58.71	98.01	68.79	93.53	42.02	97.42	1.33	100.00	170.85	96.03
Media	0.52	0.88	4.17	5.67	0.93	2.16	NA	NA	5.63	3.16
	59.90	100.00	73.55	100.00	43.13	100.00	1.33	100.00	177.91	100.00

La infraestructura existente dentro del Área Contractual Miquetla el 96.03 % se ubica sobre sensibilidad baja, el 3.16 % corresponde a sensibilidad media y en mínima proporción el 0.8 % en alta.

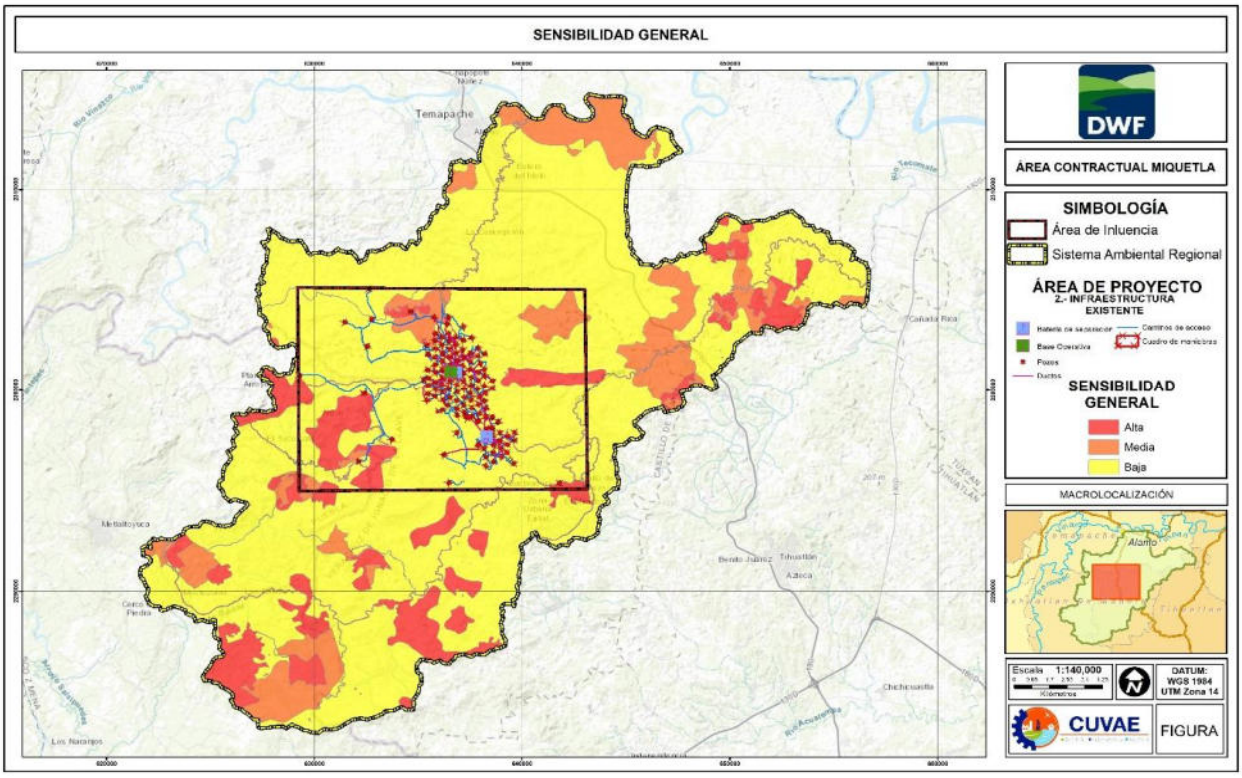


Figura IV.3-20.- Sensibilidad infraestructura existente en el ACM.

IV.3.6 Áreas preferentes de conservación

Adicional a la clasificación de la sensibilidad del SAR, de acuerdo a los instrumentos de política ambiental para la conservación del ambiente de carácter federal, estatal, municipal que inciden en el SAR, se realizó la sobreposición de planos de las Áreas Naturales Protegidas, Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias, Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves, Sitios Ramsar, Humedales, Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre en donde no se identificó ninguna interacción de los antes mencionados, sin embargo, se seleccionaron áreas con un valor relevante, en las funciones ecológicas, rasgos escénicos y culturales o por las oportunidades que brindan de hacer proyectos sustentables, se identifican áreas preferentes de conservación (Figura IV.3-21), Vs/SAP y las orillas del río Pantepec, debido a su importancia ecológica y conservación, así como por los servicios ambientales que proporcionan. Ambos ecosistemas poseen cierto grado de perturbación y de conservación, para proteger la biodiversidad dentro de los mismos y asegurar un buen funcionamiento ecológico. Por lo que, se propone proteger los remanentes de vegetación secundaria de selva alta perennifolia y que representan el 2 % del SAR y las obras de infraestructura nueva se ubican fuera de estas áreas preferentes de conservación.

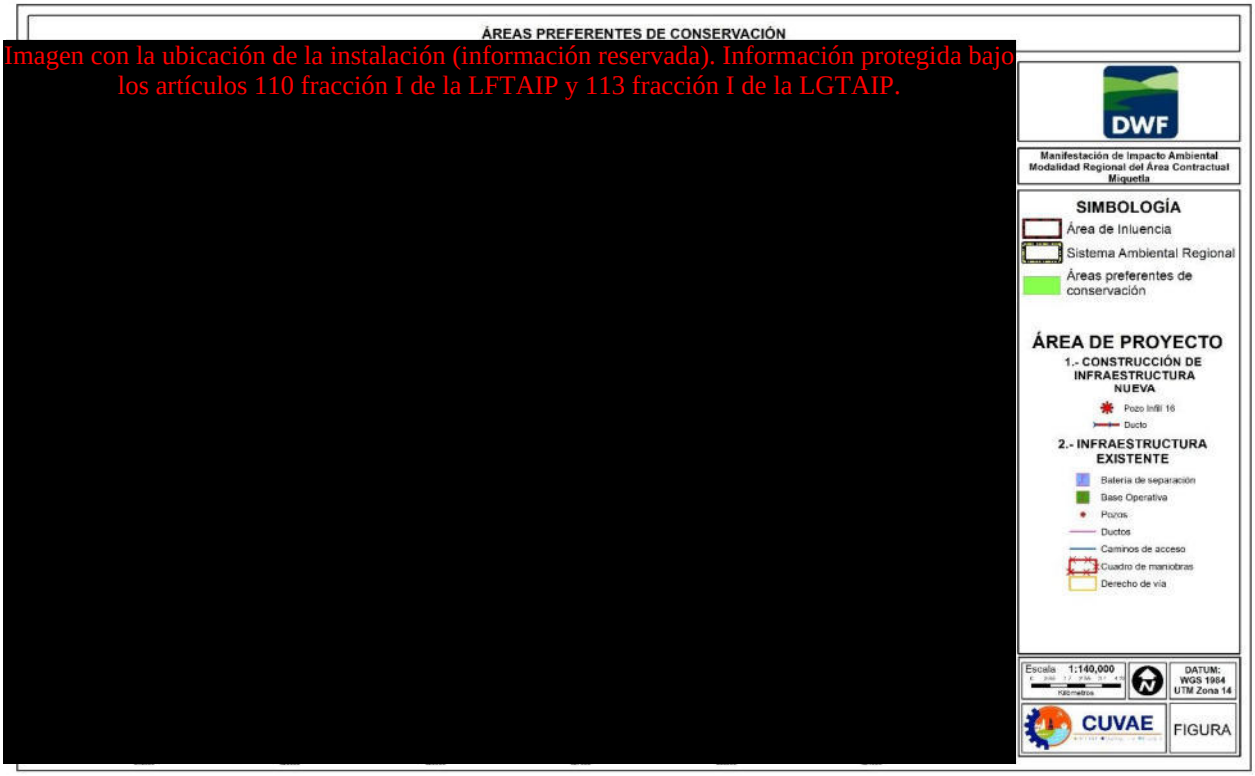


Figura IV.3-21.- Áreas preferentes de exclusión.

IV.3.7 Índice de calidad ambiental

De acuerdo con el análisis del Índice de la Calidad ambiental (ICA) en el IV.0, bajo la metodología utilizada con el Porcentaje de Superficie de Cobertura, la calidad ambiental actual del SAR y Área Contractual como se muestra en la Tabla IV.3-7. Se aprecia a nivel Regional una disminución del porcentaje la superficie cubierta mientras que, para el Área Contractual Miquetla a partir del 2013 existe una estabilización en los últimos cuatro años.

Tabla IV.3-7.- Porcentaje de superficie cubierta e índice de calidad ambiental para el SAR y AC.

Escenarios del SAR	SERIES DE INEGI	PSC (%)		ICA	
		Sistema Ambiental Regional (SAR)	Área Contractual (AC)	Sistema Ambiental Regional (SAR)	Área Contractual (AC)
Escenario I	I	35.50	31.34	0.69	0.64
Escenario II	II	24.80	17.30	0.55	0.41
Escenario III	V	22.50	19.40	0.52	0.47
Escenario IV	VI	20.70	19.40	0.48	0.47

En la Tabla IV.3-8 se muestran las clases de la calidad ambiental, con los intervalos de calificación establecidos mediante la metodología de Conesa 2010.

Tabla IV.3-8.- Clase de calidad ambiental.

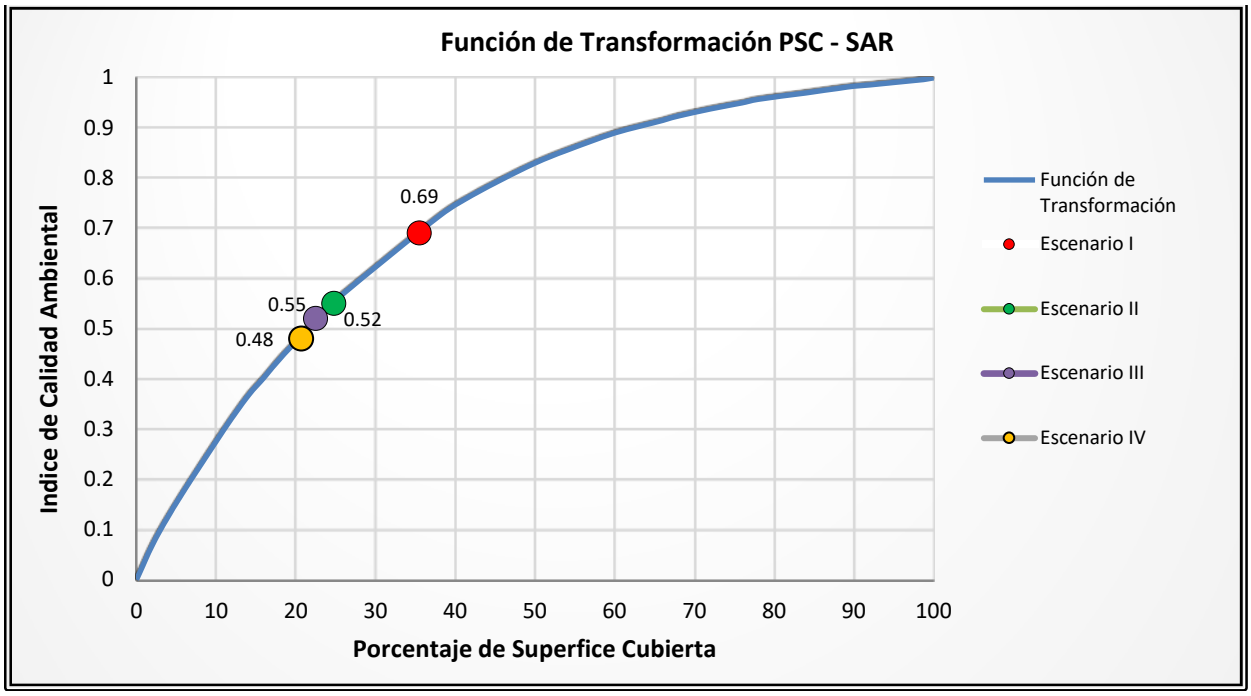
Calidad ambiental	Intervalo ICA
Óptima	0,8 – 1,0
Buena	0,6 – 0,8
Aceptable	0,4 – 0,6
Baja	0,2 – 0,4
Inaceptable	0,0 – 0,2

Una vez comparados los resultados del ICA con los intervalos de calificación, para el SAR y el Área Contractual en todos los escenarios (Tabla IV.3-9), podemos determinar de manera general que la calidad ambiental actual en el SAR y Área Contractual Miquetla es **aceptable**.

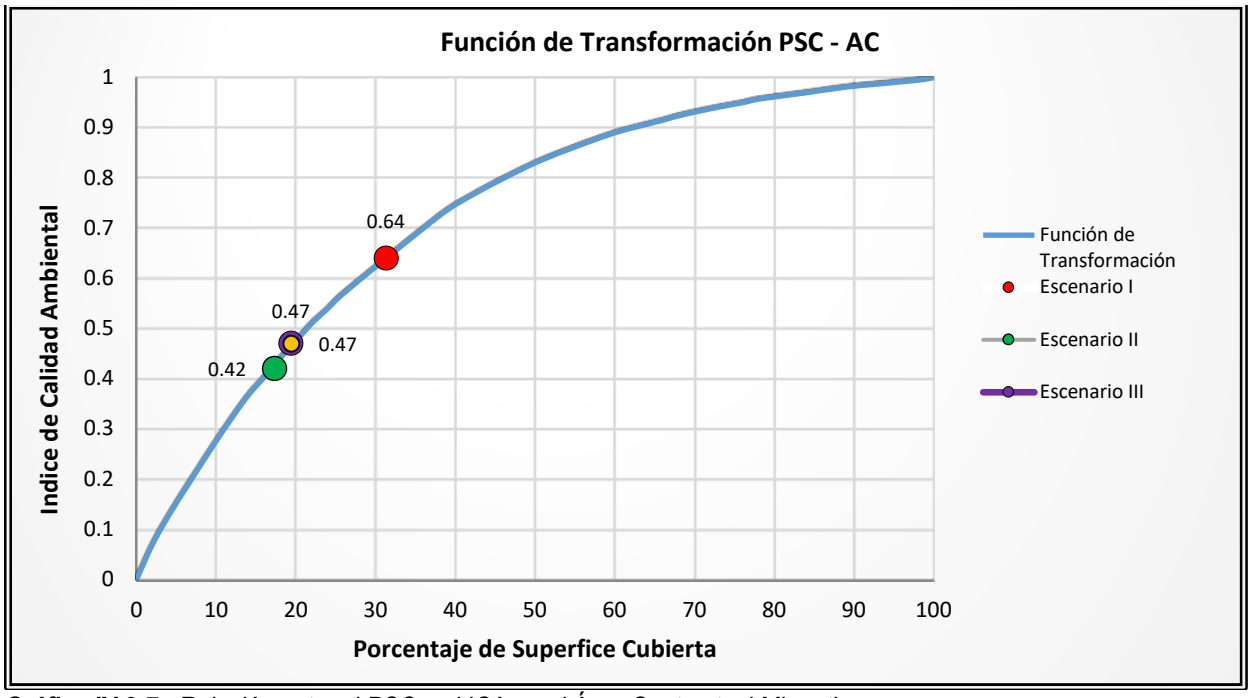
Tabla IV.3-9.- Calidad ambiental del SAR y AC.

ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL					
Escenarios	SERIES INEGI	Sistema Ambiental Regional		Área Contractual	
		ICA	Nivel	ICA	Nivel
Escenario I	I	0.69	Buena	0.64	Buena
Escenario II	II	0.55	Aceptable	0.41	Aceptable
Escenario III	V	0.52	Aceptable	0.47	Aceptable
Escenario IV	VI	0.48	Aceptable	0.47	Aceptable

De acuerdo los resultados del ICA se pueden apreciar que, en el SAR durante el periodo analizado, el Ica disminuye 0.21 es decir, de nivel bueno a aceptable; así mismo en el Área Contractual Miquetla disminuye 0.17 de una clasificación buena a aceptable, como se muestran en las Gráficas IV.3-6 y IV.3-7.



Gráfica IV.3-6.- Relación entre el PSC y el ICA en el SAR.



Gráfica IV.3-7.- Relación entre el PSC y el ICA en el Área Contractual Miquetla.

De acuerdo con los resultados se observa una tendencia de **deterioro del Sistema Ambiental Regional** y actualmente presenta un **ICA de 0.48 clasificado como aceptable**, así mismo para el Área Contractual Miquetla de 0.47 clasificado como aceptable.

IV.3.8 Conclusiones

El SAR se encuentra ampliamente antropizado por las actividades del sector primario principalmente por la agricultura con el 78.99 %, pastizal cultivado 8.89 %, vegetación secundaria (arbórea, arbustiva y herbácea) de SAP con 10.96 %, asentamientos humanos 1.0 % y cuerpos de agua con el 0.14 %., y de acuerdo con las series de uso de suelo analizadas, se observa una tendencia de incremento en la superficie agrícola y en consecuencia disminución de la superficie con vegetación secundaria de selva alta perennifolia; a pesar de la condición actual, se encontraron tres especies clasificadas en algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Cedrela odorata, Chamaedorea pinnatifrons* y *Trichocentrum hoegei.* También, se identificaron especies exóticas de fauna que son indicadoras de perturbación y de baja calidad en el hábitat, ya que son especies asociadas a zonas urbanas y asentamientos humanos. Algunas de estas especies son la rana toro *(Lithobates catesbeianus),* la paloma doméstica *(Columba livia),* paloma de collar turca *(Streptopelia decaocto) y* la garza ganadera *(Bubulcus ibis).*

De acuerdo con los factores abióticos en el SAR, derivado de la actividad agropecuaria y el relieve accidentados predomina la erosión hídrica clasificado como alta con 85.45 %, sin embargo, la precipitación permite la sucesión primaria y protección al suelo, con respecto al recurso hídrico el estado de Veracruz presenta un grado de estrés de 6.4 % clasificado como “sin estrés”.

Así mismo en el Área Contractual existe una ocupación superficial por actividades petroleras con superficie aproximada de 178.20 hectáreas que ha contribuido en la condición actual del SAR.

En este sentido y de acuerdo con la metodología utilizada para el cálculo de **Índice de Calidad Ambiental** por el porcentaje de superficie cubierta, el SAR es de 0.48, clasificado como **aceptable**.

VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

En este capítulo se presentan las medidas de prevención y mitigación que serán aplicadas durante las distintas etapas de desarrollo de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Área Contractual Miquetla Contrato CNH-M5-Miquetla/2018, derivadas de la identificación y evaluación de los impactos ambientales, de acuerdo con el factor ambiental potencialmente afectado. Es importante señalar, que para obtener las medidas de prevención y/o mitigación se consideró:

- La información del **Capítulo II**, donde se manifiesta la naturaleza y descripción de las obras y actividades del proyecto;
- La caracterización ambiental mediante la descripción del medio físico, biótico y socioeconómico del sitio y el entorno del proyecto (**Capítulo IV**) y,
- La identificación, descripción y evaluación de impactos ambientales (**Capítulo V**).

La Promovente será responsable de aplicar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación, que se indican en esta MIA-R y las que en su momento determine la Autoridad Ambiental, de tal suerte que al término de la vida útil del proyecto y/o por el consecuente abandono del sitio, se realizará la restauración de las áreas afectadas, de acuerdo a lo manifestado en este Estudio.

A continuación, se presenta un listado descriptivo (Tabla VI-1), de todas las medidas de prevención y mitigación propuestas, para posteriormente ser identificadas tanto por factor ambiental como por etapa del Proyecto.

En la Tabla VI-2, se indican las medidas de mitigación que aplican por etapas y actividades programadas, descritas por factor ambiental, las cuales se consideran como medidas de prevención, mitigación y /o

compensaciones aplicables al Proyecto, ya que de esta forma se evitará el deterioro de la calidad del sistema ambiental.

Tabla VI-1.- Listado descriptivo medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas.

Medidas de Aplicación General	
1	El Promovente deberá apegarse en todo momento a las leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas, federales, estatales y municipales, y disposiciones administrativas de carácter general en materia ambiental aplicables al proyecto, preservando el suelo, el agua, la flora, la fauna y el aire.
2	No se realizarán actividades distintas a las descritas en el Capítulo II, ni fuera de las áreas autorizadas. En caso de requerir alguna modificación al proyecto se realizará la solicitud de la autorización correspondiente.
3	Elaborar e implementar un programa de pláticas y difusiones orientadas a la concientización en materia de seguridad y medio ambiente al personal de DWF que intervengan en cada una de las etapas del proyecto y solicitar a las contratistas el cumplimiento del mismo.
4	En cualquiera de las etapas y actividades de las obras se prohíbe la colecta, extracción, consumo, comercialización y daño físico de la vegetación y fauna silvestre.
5	Durante la ejecución de los trabajos en todas las etapas, deberá aplicar el Programa de Vigilancia Ambiental (Serie de fichas técnicas descritas en el Capítulo VI), éstas se reportarán de manera individual acorde a la periodicidad que indique la Autoridad Ambiental.
6	En todas las etapas y actividades de las obras, se instalarán sanitarios portátiles o fosas sépticas en cantidad suficiente de acuerdo con la cantidad de trabajadores.
Residuos Sólidos Urbanos	
7	El almacenamiento, manejo, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos se realizará con base en la LGPGIR y su reglamento.
8	En las etapas del proyecto de todas las obras se instalarán contenedores en los frentes de trabajo para la disposición temporal de residuos sólidos urbanos, los cuales estarán debidamente rotulados, con tapa para evitar su posible dispersión de color verde para orgánicos y amarillo inorgánicos y azul para el PET y deberán colocarse en los sitios en cantidad necesaria de acuerdo con el volumen generado por las actividades.
Residuos de Manejo Especial	
9	El almacenamiento, manejo, transporte y disposición final de los residuos de manejo especial deberán apegarse a lo establecido en la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento asimismo a lo establecido en la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y las DACG que establecen los lineamientos para la gestión integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y la NOM-001-ASEA-2019.
10	Los recortes de perforación deberán disponerse en presas metálicas y contar con una barrera física (Geomembrana), para evitar la contaminación del suelo en caso de derrame.
11	En las etapas del proyecto de todas las obras se instalarán contenedores en los frentes de trabajo para la disposición temporal de residuos de manejo especial, los cuales estarán debidamente rotulados, con tapa para evitar su posible dispersión de color gis y deberán colocarse en los sitios en cantidad necesaria de acuerdo con el volumen generado por las actividades.
Manejo de Residuos Peligrosos	
12	El almacenamiento, manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos deberán apegarse a lo establecido en la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento asimismo a lo establecido en la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y las DACG.
13	Durante todas las etapas y actividades del proyecto, se instalarán contenedores para la disposición temporal de residuos peligrosos, debidamente rotulados, herméticos y con tapa para evitar su posible dispersión de color rojo y deberán colocarse en un área que cuente con extintor, señalización y que contará con una barrera física (Geomembrana o dique), para evitar la contaminación del suelo.

Atmósfera (Aire)	
14	Todos los vehículos deberán apegarse al programa de verificación vehicular que regulen los Estados y asimismo a un programa de mantenimiento que garantice las óptimas condiciones de las unidades con el fin de disminuir las emisiones de gases a la atmósfera y la suspensión de partículas.
15	El material de revestimiento que se transporte en camiones deberá estar impregnado con una capa superficial de agua y/o cubierto con una lona para disminuir la suspensión de partículas de polvo a la atmósfera.
16	Para minimizar la emisión de polvos generados por el tránsito de vehículos, se instalarán señalizaciones en los caminos donde se establezca como velocidad máxima permisible de 40 km/h en los caminos de terracería dentro del área de proyecto. En el caso de caminos que crucen por asentamientos humanos, la velocidad máxima será de 20 km/h. Cuando por las actividades del proyecto se requiera un incremento en el flujo vehicular aplicar riegos periódicamente en caso de ser necesario.
Geología (Geomorfología)	
17	En la etapa de abandono de sitio, cuando la construcción de infraestructura que tengan pendientes muy pronunciadas y que puedan contribuir a la desestabilidad del terreno, suavizar la pendiente en la medida de lo posible.
Suelos	
18	Las áreas de almacenamiento de combustibles y manejo de aceites contarán con algunas de las siguientes medidas de contención como pueden ser; trincheras, fosas colectoras de derrames, bandejas, geomembranas o cualquier otro dispositivo que evite la contaminación del suelo y deberán estar debidamente señalizados e identificados.
19	En caso de fugas o derrames de hidrocarburos con volumen superior a un metro cúbico se realizarán las acciones de urgente aplicación, se notificará a la autoridad competente y se dará cumplimiento a la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los residuos, su reglamento y la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012; se realizará la remediación en caso de rebasar los límites máximos permisibles.
20	En caso de derrame, infiltración, descarga o vertido con volumen inferior a un metro cúbico, se deberá aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y se anotará en bitácora apegados al programa de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales.
Hidrología	
21	El uso de agua requerida para el desarrollo del proyecto deberá ser estrictamente de aquellos que cuenten con autorización vigente (Título de concesión) para explotar, usar, o aprovechar cauces, vasos, zona federal o bienes nacionales a cargo de la Comisión (CONAGUA) para uso industrial y/o lo que determine la Comisión Nacional del Agua.
22	Se deberá realizar el manejo adecuado de las aguas residuales sanitarias generadas en las áreas de trabajo y deberán ser depositadas en sanitarios o fosas sépticas portátiles de acuerdo con la legislación (contar con evidencia de las autorizaciones vigentes para la recolección, transporte y disposición final).
23	Realizar el manejo adecuado de aguas residuales producto de las pruebas hidrostáticas, realizando el análisis de calidad del agua de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-1996. Cuando los resultados se encuentren dentro de LMP se utilizarán en actividades operativas, de riego de caminos, inyectar a la corriente productiva o realizar la disposición final de acuerdo a la normatividad.
Vegetación	
24	Queda estrictamente prohibido utilizar productos químicos y la aplicación de quemas para la eliminación de la cobertura vegetal durante la operación y mantenimiento de las obras. Con el objetivo de evitar la contaminación de suelos y acuíferos, prevenir incendios y muerte de la fauna silvestre en el área del proyecto.
25	Cuando la cobertura vegetal colindante invada el derecho de vía (plataformas, caminos de acceso y ductos) realizar mantenimiento por medio de herramienta manual.
26	Se procurará conservar la cobertura vegetal producto del crecimiento sucesional de la vegetación en el talud y terraplén de las plataformas, contribuyendo a la estabilización del suelo.
27	En las áreas afectadas de las obras que terminan su vida útil o que por estrategia implique su abandono definitivo, deberán apegarse a lo establecido en las DACG de cierre, desmantelamiento y abandono de instalaciones.

Fauna	
28	En las diferentes etapas del desarrollo de la obra y en todas las actividades proyectadas, en caso de detectar fauna atrapada en las diferentes estructuras de las obras (Contrapozo, canaletas, guardaganado, alcantarillas, registros del sistema eléctrico, etc.) y equipos utilizados, se aplicará un programa de Dispersión, Protección y Reubicación de la Fauna Silvestre (**Anexo "U"**).
29	Colocar señalamientos de presencia de fauna en sitios estratégicos sobre los caminos de acceso y dentro de las áreas de trabajo para concientizar y divulgar el cuidado de la fauna silvestre y minimizar la posibilidad de atropellamiento.
30	En la etapa de construcción previa a la perforación se deberá instalar una barrera delimitadora provisional en el contrapozo para evitar que la fauna quede atrapada. En la etapa de operación establecer una medida permanente, que cumpla la misma función tanto para contrapozo y plataforma.
31	Cuando se realice la actividad de excavación de zanjas se deberá establecer una barrera delimitadora temporal que garantice que la fauna no quede atrapada.

Del listado de medidas presentados anteriormente, se elaboró una matriz de interacción con el fin de darle una mayor efectividad a las medidas propuestas, es decir; su aplicación por componente ambiental y por etapas de desarrollo de las obras tipo. Dicha matriz de interacciones se muestra a continuación en la Tabla VI-2.

Tabla VI-2.- Propuestas de medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales que pudieran generarse.

"MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA"					
Componente Ambiental	**Medidas de aplicación General, y Manejo de RSU, RME y RP**	**Infraestructura nueva**		**Infraestructura nueva y existente**	
		P	**C**	**OM**	**Ab**
Atmósfera	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	14, 15, 16	14, 16	14, 15, 16	14, 16
Geomorfología		N/A	N/A	N/A	17
Suelo		18	18, 20	18, 19, 20	18
Hidrología		21, 22	21, 22, 23	21, 22	22
Vegetación		24	N/A	24, 25, 26	27
Fauna		29	28, 29, 30, 31	28, 29, 30, 31	N/A

Simbología:

	Preparación del sitio (P) y Construcción (C)		**Operación y Mantenimiento (OM)**		**Abandono (Ab)**	**N/A**	**No aplica**

VI.2 Impactos Residuales Potenciales

Para el caso de los impactos residuales, deberá observarse las tablas descriptivas en el capítulo V, donde se dan los resultados de la evaluación de la magnitud y significancia, así como la residualidad del impacto, la cual se mide como una significancia media y alta y es ahí donde se tendrá que tomar especial atención en la aplicación de las medidas de prevención y mitigación. De igual forma, la cuantificación y verificación de las medidas propuestas se hará a través del Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental.

Para la perforación del Pozo Infill 16 y construcción del Gasoducto con origen en la Batería de Separación Miquetla II y con destino a Miquetla 1652 y Miquetla 122, no se requiere de superficie adicional ya que se ubica en plataforma existente y en el gasoducto por derecho de vía existente.

De igual forma, las obras de sistemas de conducción (ductos en general), considerada como obras permanentes puesto que su permanencia se enfoca al tiempo de vida útil de la instalación (hasta por 20 o más años), y que por ese tiempo su derecho de vía deberá tener ciertas características para asegurar su adecuado funcionamiento (libre de vegetación arbórea o arbustiva, sin construcciones dentro del derecho de vía, etc.); sin embargo, desde el punto de vista del impacto muchas de las veces suele recuperarse en el corto plazo, pues suelen ser terrenos agrícolas o pastizales cultivados, en este caso en particular su recuperación sería en (agrícola) a dos meses máximo (pastizal), pues los terrenos vuelven a ser utilizados por los propietarios. La reducción de afectación a la cobertura vegetal, reduce también la afectación a la fauna, sin embargo, como ya se ha indicado, las actividades agrícolas y ganaderas de la zona, han contribuido a la eliminación de la cobertura vegetal original.

En cuanto a los impactos posibles por la generación y manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, aguas residuales, lodos de perforación entre otros; así como por manejo, transporte y almacenamiento de sustancias como combustibles, aceites, etc., no se consideran impactos importantes, e incluso pueden y deberán ser reducidos a cero, mediante el simple cumplimiento de lo que prevé la Ley General de Equilibrio Ecológico, los Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, así como la aplicación de las medidas de mitigación propuestas.

Los impactos sobre calidad del aire prácticamente son momentáneos, y están asociados a la duración de la actividad que los genera, tales como emisiones de gases vehiculares y maquinaria, generación de partículas de polvos en caminos de acceso, etc. y su residualidad es baja.

Los impactos sobre fauna, se consideran temporales, asociados a la duración de la actividad generadora; estos particularmente serán ocasionados por ruido, movimiento vehicular, maquinaria y actividad humana, dichas actividades serán temporales en las etapas de preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento de la obra, con duraciones muy cortas, sin embargo considerando la existencia de hábitat con características similares adyacentes a la zona de una obra, éste proporcionará resguardo y alimentación a la fauna que sea desplazada del sitio, se reduciría con ello el potencial de impacto, con lo cual se infiere que no se verá afectada la integridad funcional del sistema, empero presentan una baja residualidad; de igual forma, se determinaron impactos residuales bajo el supuesto de que la fauna quede expuesta a la posibilidad de un encuentro fortuito con el personal que ejecuta las actividades del proyecto, y que sobre esta posibilidad pueda devenir en una muerte de la fauna por accidente debido al manejo de vehículos, maquinaria y/o equipos como los ejemplos más comunes. Así también, las acciones de poda de maleza traen consigo en primera instancia el desplazamiento de individuos faunísticos. Esta modificación del hábitat y la pérdida de continuidad del mismo, incrementa la probabilidad de condición de presa-depredador.

Con la efectiva aplicación de las medidas de mitigación propuestas para fauna se disminuye la posibilidad de presentar impactos residuales sobre todo con las especies de vertebrados de lento desplazamiento, y con las especies de fauna bajo categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), reguladas por las leyes mexicanas, o por tratados y/o convenios internacionales.

La presencia de plataformas, caminos de acceso y demás obras propician un impacto visual paisajístico al introducir nuevos componentes antrópicos al sistema. Estas actividades serán temporales en la construcción de la obra, en cuanto al impacto asociado a maquinaria, equipo y actividad vehicular; pero permanente debido a la infraestructura instalada; considerado como componente residual del impacto al paisaje.

VI.3 Programa de Vigilancia Ambiental

Presentar un programa de vigilancia ambiental que tiene por función básica establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las acciones y medidas de mitigación incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental, el cual debe incluir al menos lo siguiente:

1. Objetivos y alcances.
2. Fichas técnicas que se utilizarán para dar seguimiento a cada una de las medidas propuestas.
3. Indicadores de seguimiento basados en criterios técnicos y/o ecológicos, medibles y verificables en tiempo y espacio, que permitan medir la eficiencia de las medidas de prevención, mitigación y compensación.

El Programa debe estructurarse de lo general a lo particular, indicando el Objetivo general y las Líneas estratégicas, entendiéndose por líneas estratégicas la agrupación de los impactos potenciales de acuerdo a su tipo, o bien al tipo de medida de mitigación. Una estrategia buscará la mitigación de cierto tipo de impactos acumulativos o en ciertas zonas de la región, por lo que se deberá indicar si existen sistemas de mitigación para un impacto o varios, o bien para determinadas zonas vulnerables.

FICHAS TÉCNICAS PARA EL PROGRAMA SUPERVISIÓN Y VIGILANCIA AMBIENTAL POR FACTOR AMBIENTAL

<table>
<tr><td colspan="5">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
01</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Medidas de aplicación general.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Fuente
Leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas y disposiciones administrativas de carácter general.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Objetivo
Apegarse a la normatividad y legislación vigentes para preservar el suelo, agua, flora, fauna y aire.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Descripción de posibles impactos
Afectación al medio biótico y abiótico por no apegarse a las normas y leyes establecidas.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Procedimiento
Se supervisará mediante inspección directa que el contratista realice las actividades necesarias que garantice el correcto apego a las leyes y normas establecidas por la autoridad ambiental.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Constante</td><td>Equipo necesario
Lista de verificación o check list
Cámara fotográfica
GPS</td><td colspan="2">Apoyo externo
SI | NO
X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="5">Documentación relevante
Medidas de prevención y mitigación señaladas en esta Manifestación de Impacto Ambiental y las que la autoridad ambiental establezca en el Resolutivo.
Documentación firmada de cumplimiento u omisión por responsable de actividad, con registro fotográfico.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones
Incluir en pláticas de concientización la importancia y obligatoriedad de apegarse a leyes y normas establecidas.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="5">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
02</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Medidas de aplicación general.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Fuente
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="5">Objetivo
Evitar que se realicen actividades fuera de la superficie autorizada para la construcción de infraestructura y apegarse a las actividades descritas en el capítulo II.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Descripción de posibles impactos
Daños y/o impactos negativos a los ecosistemas.
No apegarse a lo indicado en el capítulo II podría generar que la infraestructura no se construya de manera adecuada, generando impactos no previstos en este documento.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Procedimiento
Verificar el apego a lo indicado en el capítulo II mediante auditorias.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Previo, durante y después de la construcción de la infraestructura, y supervisión constante.</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica
GPS
Planos
Informes de la construcción de infraestructura</td><td colspan="2">Apoyo externo
SI | NO
X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="5">Documentación relevante
Medidas de prevención y mitigación señaladas en la MIA-R y las que la autoridad ambiental establezca en el Resolutivo.
Documentación firmada de cumplimiento u omisión por responsable de actividad, con registro fotográfico.
Capítulo II de la MIA-R.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones
Se verificará que las dimensiones y los DDV sea el correspondiente.
Se deberá realizar por personal especializado en las obras constructivas.
Previo a la construcción se deberá difundir al personal involucrado los planos de construcción de la obra.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
03</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Medidas de aplicación general</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Personal</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Concientizar al personal que labora en las distintas etapas del proyecto sobre el cuidado del medio ambiente.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Afectación de los recursos naturales por desconocimiento o errores humanos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Se implementar un programa de pláticas y difusiones orientadas a la concientización en materia de seguridad y medio ambiente al personal de DWF que intervengan en cada una de las etapas del proyecto y solicitar a las contratistas el cumplimiento del mismo, y se exigirá a las compañías contratistas el cumplimiento del mismo programa.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Inicio de cada etapa y al nuevo personal contratado. Eventual o permanente.</td><td>Equipo necesario
Proyector
Computadora y material de apoyo trípticos</td><td>Apoyo externo
SI: NO X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Medidas de prevención y mitigación señaladas en la MIA-R y las que la autoridad ambiental establezca en el Resolutivo.
anexo fotográfico.
Listado de personal participante.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
04</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Medidas de aplicación general</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Colecta, extracción, consumo, comercialización y daño físico de la vegetación y fauna silvestre.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Proteger a las poblaciones de vegetación y fauna silvestre.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Reducción de vegetación y fauna silvestre por posible colecta, extracción, consumo, daño físico y/o comercialización de ésta.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Realizar platicas de concientización al personal de DWF y contratistas, relativo a que en cualquiera de las actividades y etapas del proyecto se prohíbe la colecta, extracción, consumo, comercialización y daño físico de la vegetación y fauna silvestre.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Permanente</td><td>Equipo necesario
Trípticos
Pláticas
Cámara fotográfica</td><td>Apoyo externo
SI | NO
X</td><td>Otros aspectos técnicos</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Listado de especies normadas, NOM-059-SEMARNAT-2010, listado CITES, Ley general de vida silvestre.
Listado de personal participante.
Anexo fotográfico</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones
Para este programa se requerirá a personal especializado que sustente la identificación y biología de las especies.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="5">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
05</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Medidas de aplicación general</td></tr>
<tr><td colspan="5">Fuente
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="5">Objetivo
Aplicar el Programa de Vigilancia Ambiental.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Descripción de posibles impactos
No apegarse al programa de vigilancia puede desatender los impactos que surjan durante la ejecución del proyecto.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Procedimiento
Verificar que se cumpla con el Programa de Vigilancia Ambiental.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
semestral</td><td>Equipo necesario
Computadora</td><td colspan="2">Apoyo externo
SI | NO X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="5">Documentación relevante
Medidas de prevención y mitigación señaladas en la MIA-R y las que la autoridad ambiental establezca en el Resolutivo.
Programa de vigilancia ambiental.
Normas, leyes y disposiciones administrativas de carácter general que apliquen</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="5">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
06</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Medidas de aplicación general</td></tr>
<tr><td colspan="5">Fuente
Fosa séptica o sanitarios portátiles.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Objetivo
Supervisar la correcta instalación y uso de fosa séptica y sanitarios portátiles.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Descripción de posibles impactos
Derrames que pudieran contaminar el suelo, así como fugas y/o situaciones que pudieran poner en riesgo la seguridad del personal.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Procedimiento
Se verificará visualmente la instalación y uso de los sanitarios portátiles, así como verificar la papelería que avale su legal disposición.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Permanente</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica
Lista de verificación de cumplimiento a medidas de prevención y mitigación</td><td colspan="2">Apoyo externo
SI X | NO
Se contratará un tercero para hacer el manejo de las aguas residuales.</td><td>Otros aspectos técnicos
El contratista deberá contar con las licencias o permisos para su correcto manejo.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Documentación relevante
Boleta recolección del servicio. Bitácora de limpieza y recolección de aguas residuales.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones
Se deberán entregar copias de documentos de permisos y/o licencias de empresas autorizadas e incluirlos en los informes ante autoridad competente.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
07</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro:
Residuos sólidos urbanos</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Productos (envases, embalajes o empaques) como parte del consumo del personal de DWF y sus contratistas en el desarrollo de sus actividades.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Verificar el manejo integral de los residuos sólidos urbanos con base en la legislación vigente.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Dispersión de residuos sólidos urbanos por el manejo inadecuado y la generación de fauna nociva por la acumulación de este tipo de residuos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Supervisar el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos y verificar que las autorizaciones de recolección, transporte y disposición final se encuentren vigentes.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Documentación: Anual
Supervisión: Permanente
De acuerdo lo amerite el tipo de actividad</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica
Lista de verificación de cumplimiento a medidas de prevención y mitigación
Bitácoras de registro de volumen de generación</td><td>Apoyo externo
SI X | NO
Se contratará un tercero para hacer el manejo de RSU</td><td>Otros aspectos técnicos
El contratista deberá contar con las licencias o permisos para su correcto manejo.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Medidas de prevención y mitigación señaladas en esta Manifestación de Impacto Ambiental y las que la autoridad ambiental establezca en el Resolutivo.
Autorizaciones vigentes para la recolección, transporte y disposición final.
Manifiestos de recolección, transporte y disposición final.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones
Serán motivo de cumplimiento y apego las reformas y/o modificaciones de la legislación aplicable.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
08</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Residuos sólidos urbanos</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Productos (envases, embalajes o empaques) que consumen el personal de DWF y sus contratistas en el desarrollo de sus actividades</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Instalar contenedores en los frentes de trabajo como en los campamentos para disposición de residuos sólidos urbanos</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Dispersión de residuos sólidos urbanos por la disposición inadecuada de estos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Se verificará de manera visual la presencia de contenedores (que cumplan con la normatividad vigente) para la recolección y disposición temporal de residuos sólidos urbanos.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
De acuerdo lo amerite el tipo de actividad</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica</td><td>Apoyo externo
SI | NO X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Normatividad y legislación aplicable.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
09</td><td>Fecha: Fecha de validación</td></tr>
<tr><td>Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro:
Residuos de manejo especial</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Productos (cascajo, escombro, cartuchos, tóner, filtros de aire, balastros, plástico, hule, papel, cartón, pilas, residuos tecnológicos, metales ferrosos, soldadura, lodos base agua, lodos base aceite, recortes de perforación base agua, recortes de perforación base aceite, aguas residuales) generados en el desarrollo de las actividades del proyecto.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Verificar que el almacenamiento, manejo, transporte y disposición final de los residuos manejo especial se realice con base en la legislación vigente.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Dispersión de los residuos de manejo especial por la inadecuada disposición de estos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Supervisar el manejo adecuado de residuos de manejo especial y verificar que las autorizaciones de recolección, transporte y disposición final se encuentren vigentes.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Documentación: Anual
Supervisión: Permanente de acuerdo lo amerite el tipo de actividad</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica
Lista de verificación de cumplimiento a medidas de prevención y mitigación
Bitácoras de registro de volumen de generación</td><td>Apoyo externo
SI:
NO: X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Medidas de prevención y mitigación señaladas en la MIA-R y las que la autoridad ambiental establezca en el Resolutivo.
Autorizaciones vigentes para la recolección, transporte y disposición final.
Manifiestos de recolección, transporte y disposición final.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones
Serán motivo de cumplimiento y apego las reformas y/o modificaciones de la legislación aplicable.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
10</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Residuos de manejo especial</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Recortes de perforación.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Disponer los recortes de perforación en presas metálicas, ubicadas sobre una geomembrana.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Dispersión de los recortes de perforación hacia el subsuelo.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Verificar de manera visual que los recortes de perforación sean colocados en un contenedor portátil y que estos no contaminen el suelo y/o agua.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Cada que se realice una perforación y durante el periodo que dure la misma</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica</td><td>Apoyo externo
SI | NO X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Normatividad y legislación aplicable.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones</td></tr>
</table>

Programa de Vigilancia Ambiental		
Nombre del proyecto **"MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018"**	**Medida de prevención, mitigación y/o compensación:** 11	**Fecha:** Fecha de validación.

Etapa	**Parámetro**
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.	Residuos de manejo especial

Fuente
Productos (cascajo, escombro, cartuchos, tóner, filtros de aire, balastros, plástico, hule, papel, cartón, pilas, residuos tecnológicos, metales ferrosos, soldadura, lodos base agua, lodos base aceite, recortes de perforación base agua, recortes de perforación base aceite, aguas residuales) generados en el desarrollo de las actividades del proyecto.

Objetivo
Instalar contenedores en los frentes de trabajo para disposición de residuos de manejo especial.

Descripción de posibles impactos
Dispersión de residuos de manejo especial por la disposición inadecuada de estos.

Procedimiento
Se verificará de manera visual la presencia de contenedores que cumplan con la normatividad vigente para la recolección y disposición temporal de residuos de manejo especial.

Periodicidad	**Equipo necesario**	**Apoyo externo**		**Otros aspectos técnicos**
De acuerdo lo amerite el tipo de actividad.	Cámara fotográfica	SI	NO X	N/A

Documentación relevante
Normatividad y legislación aplicable.

Observaciones

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
12</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Manejo de residuos peligrosos</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Fluidos (lodos, sedimentos, aceite gastado, fluidos remanentes, lodos de fluidos de perforación base aceite, recortes base aceite), materiales impregnados de hidrocarburos, solventes y/o pinturas (estopa, trapos, equipo de seguridad, madera, arena, grava y plástico, filtro de aceite, envases, recipientes, embalajes y suelo).</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Realizar el manejo integral de los residuos peligrosos con base en lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, asimismo a lo establecido en la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y las Disposiciones Administrativas de Carácter Generales que emita la Autoridad Ambiental al respecto.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Dispersión, derrame y/o infiltración de residuos peligrosos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Acudir al sitio para realizar supervisiones y verificación de las condiciones de almacenamiento y documentación comprobatoria del manejo integral y la disposición final.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Documentación: Anual
Supervisión: De acuerdo lo amerite el tipo de actividad.</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica
Lista de verificación de cumplimiento a medidas de prevención y mitigación
Bitácora de registro de volúmenes de generación
Documentos oficiales probatorios</td><td>Apoyo externo
SI X | NO
Se contratará un tercero para hacer el manejo de RP.</td><td>Otros aspectos técnicos
El contratista deberá contar con las autorizaciones requeridas para prestar el servicio.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Medidas de prevención y mitigación señaladas en esta Manifestación de Impacto Ambiental y las que la autoridad ambiental establezca en el Resolutivo.
Autorizaciones vigentes para la recolección, transporte y disposición final.
Manifiestos de recolección, transporte y disposición final.
En el caso de suelos contaminados aplicar la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones
Serán motivo de cumplimiento y apego las reformas y/o modificaciones de la legislación aplicable.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
13</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Manejo de residuos peligrosos</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Contaminación al suelo por residuos peligrosos generados durante las actividades.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Instalar contenedores rotulados, herméticos, con tapa, colocados en un área que cuente con extintor, señalización y de una barrera física para la disposición temporal de residuos peligrosos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Contaminación al suelo por dispersión, derrame y/o infiltración de residuos peligrosos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Se verificará de manera visual la presencia de contenedores que cumplan con la normatividad vigente para la recolección de residuos peligrosos.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Permanente: De acuerdo lo amerite el tipo de actividad.</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica.</td><td>Apoyo externo
SI | NO X</td><td>Otros aspectos técnicos</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Medidas de prevención y mitigación señaladas en esta Manifestación de Impacto Ambiental y las que la autoridad ambiental establezca en el Resolutivo.
En el caso de suelos contaminados aplicar la LGPGIR y su reglamento, y la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
14</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Atmósfera.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Uso de transportes vehiculares y maquinaria de construcción para el traslado de personal, suministro de equipo, abastecimiento de materiales y el desarrollo de la secuencia de operaciones.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Supervisar el cumplimiento en los vehículos el apego a la verificación vehicular estatal, así como la maquinaria y los vehículos tengan un programa de mantenimiento.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Contaminación al aire por la emisión de gases y la suspensión de partículas.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Todos los vehículos automotores y autopropulsados que se empleen en las distintas etapas del proyecto, se les solicitará:
- Programa de mantenimiento vehicular y bitácora de ejecución.
- Copia de documento probatorio de cumplimiento con el Programa Estatal de Verificación Vehicular.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Semestralmente.</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica</td><td>Apoyo externo
SI X | NO
Si se contara a un tercero para realizar la medición.</td><td>Otros aspectos técnicos
Contar con la verificación vehicular.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
NOM-042-SEMARNAT-2017, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.
NOM-044-SEMARNAT-2017, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustibles y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,875 kg.
NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.
Medidas de prevención y mitigación señaladas en este Manifestación de Impacto Ambiental y las que la autoridad ambiental establezca en el Resolutivo.
Comprobantes de verificación vehicular
Programa de mantenimiento vehicular.
Soporte de la aplicación del programa de mantenimiento</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones
Se deberán entregar copias de documentos probatorios e incluirlos en los informes ante la ASEA.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
15</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Atmósfera</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Uso de transportes para el acarreo de material de revestimiento.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Verificar que la empresa contratista evite o minimice la generación de partículas suspendidas tapando con lonas el área de carga de material en el camión y/o rociándole una capa superficial de agua.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
El no utilizar lonas en los camiones que trasportan material de revestimiento contribuye a la dispersión de partículas suspendidas.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Verificación visual que los camiones cuenten con lona o se encuentre húmedo el material transportado</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Constantemente. De acuerdo lo amerite el tipo de actividad.</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica.</td><td>Apoyo externo
SI | NO X
.</td><td>Otros aspectos técnicos</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Medidas de prevención y mitigación señaladas en este Manifestación de Impacto Ambiental: y las que la autoridad ambiental establezca en el Resolutivo.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
16</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Atmósfera</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Uso de transportes vehiculares y maquinaria de construcción para el traslado de personal, suministro de equipo, abastecimiento de materiales y el desarrollo de la secuencia de operaciones.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Verificar que la empresa contratista evite o minimice la generación de polvos y/o partículas suspendidas.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
No apegarse a los límites de velocidad, podría propiciar el aumento de partículas suspendidas.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Se supervisará mediante inspección directa que el contratista realice las actividades necesarias para evitar y minimizar la dispersión de partículas suspendidas por el tráfico vehicular, y que se encuentren en buen estado la señalización de límites máximos permisibles de velocidad en terracería (40 km/h), y en áreas habitadas (20 km/h).</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Constantemente en la etapa de construcción.</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica</td><td>Apoyo externo
SI | NO X</td><td>Otros aspectos técnicos</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Medidas de prevención y mitigación señaladas en este Manifestación de Impacto Ambiental y las que la autoridad ambiental establezca en el Resolutivo.
Documentación firmada de cumplimiento u omisión por responsable de actividad, con su anexo fotográfico.
Comprobante de capacitación del personal
Listas de asistencia a la difusión de pláticas de manejo seguro</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones
Únicamente se establecerán las señalizaciones en la etapa de construcción en el resto de las etapas se regulara con el GPS vehicular y con capacitación a todos los conductores del curso de manejo a la defensiva.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
17</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Abandono</td><td colspan="3">Parámetro
Geomorfología</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Pendiente del terreno.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Mantener la estabilización del terreno.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos

Derrumbes, deslaves, flujo de material pendiente abajo.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Se supervisará mediante inspección directa que el contratista realice las actividades necesarias para mantener la estabilidad del talud en caso de ser requerido.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Una vez al finalizar la vida útil de la obra.</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica
GPS</td><td>Apoyo externo
SI | NO X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Medidas de prevención y mitigación señaladas en este Manifestación de Impacto Ambiental y las que la autoridad ambiental establezca en el Resolutivo.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="5">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
18</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Suelo. Resguardo Temporal de residuos</td></tr>
<tr><td colspan="5">Fuente
Cualquier fuente emisora de contaminación.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Objetivo
Contener los residuos de manera adecuada.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Descripción de posibles impactos
Derrames y contaminación del suelo.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Procedimiento
Verificar visualmente las áreas de resguardo temporal de residuos.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Constantemente. De acuerdo lo amerite el tipo de actividad.</td><td>Equipo necesario
Bitácora de registro
Cámara fotográfica</td><td colspan="2">Apoyo externo
SI | NO X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="5">Documentación relevante
Documentación firmada de cumplimiento u omisión por responsable de actividad, con registro fotográfico.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
19</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Operación y Mantenimiento</td><td colspan="3">Parámetro
Suelo. Derrame de combustible superior a 1m^3</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Hidrocarburo.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Aplicación de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Derrames y contaminación del suelo</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Verificar en caso de derrame superior a un metro cúbico de hidrocarburo que se aplique lo indicado en la LGPGIR su reglamento y la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Cada que ocurra un evento de derrame superior a 1 m^3</td><td>Equipo necesario
Equipo especializado indicado en la normatividad.</td><td>Apoyo externo
SI X | NO
Si se contratará a un tercero para realizar la medición.</td><td>Otros aspectos técnicos
Se deberá contratar personal con el equipo, capacitación adecuadas y con una empresa autorizada para realizar la actividad</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
LGPGIR y su reglamento
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012
Aviso a la autoridad
Protocolo de Respuesta a Emergencias.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones
Se requiere equipo y personal calificado y acreditado para realizar esta acción.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
20</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Construcción, Operación y Mantenimiento.</td><td colspan="3">Parámetro
Suelo. Derrame de combustible inferior a 1m^3</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Combustibles.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Minimizar el derrame de forma inmediata.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Derrames y contaminación del suelo.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Verificar en caso de derrame inferior a un metro cúbico que se apliquen de manera inmediata acciones para minimizar y limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Cada que ocurra un evento.</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica</td><td>Apoyo externo
SI | NO X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante

LGPGIR y su reglamento
Registro en bitácora
Protocolo de Respuesta a Emergencias.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="5">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
21</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.</td><td colspan="3">Parámetro
Hidrología. Autorización de agua para uso industrial</td></tr>
<tr><td colspan="5">Fuente
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="5">Objetivo
Cumplimiento de autorización para el uso de agua industrial.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Descripción de posibles impactos
Sanciones de la Ley, uso inadecuado del recurso hídrico.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Procedimiento
Se verificará el título de concesión que sea de uso industrial.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Una vez al iniciar actividades.</td><td>Equipo necesario
N/A</td><td colspan="2">Apoyo externo
SI | NO X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="5">Documentación relevante
Título de concesión otorgado por la CONAGUA.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones
El agua de uso industrial es solo para las actividades operativas, no para uso doméstico o de servicio.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
22</td><td>Fecha: Fecha de validación</td></tr>
<tr><td>Etapa:
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro:
Hidrología. Manejo de aguas residuales</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Fosa sépticas o sanitarios portátiles en las áreas de trabajo.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Supervisar la correcta instalación de fosas sépticas o sanitarios portátiles.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Derrames y/o fugas de aguas residuales que pudieran alcanzar corrientes de agua superficiales o percolar a través del suelo e incorporarse a los cuerpos de agua subterránea.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Se verificará visualmente la instalación y funcionamiento y recolección de las aguas residuales, así como verificar la papelería que avale su disposición legal.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Constantemente. De acuerdo lo amerite el tipo de actividad.</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica
Check List.</td><td>Apoyo externo
SI | NO X
.</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Bitácoras de la recolección
Boletas del servicio de recolección.
Evidencia de las autorizaciones vigentes para la recolección, transporte y disposición final.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones
Se deberán entregar copias de documentos probatorios e incluirlos en los informes ante la ASEA.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
23</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Construcción</td><td colspan="3">Parámetro
Hidrología. Pruebas hidrostáticas</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Agua residual derivado de pruebas hidrostáticas.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Contaminación por agua residual derivado de las pruebas hidrostáticas vertidas en suelo y cuerpos de agua.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Se verificará que la disposición final del agua resultante de pruebas hidrostáticas se apegue a la normatividad vigente.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Al momento de realizar las pruebas hidrostáticas.</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica
Equipo de cómputo
Laboratorio acreditado ante la EMA</td><td>Apoyo externo
SI X | NO</td><td>Otros aspectos técnicos
El laboratorio que realiza el análisis debe estar acreditado ante la EMA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Resultado de análisis de las muestras del agua de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
24</td><td>Fecha: Fecha de validación</td></tr>
<tr><td>Etapa
Preparación del sitio, Operación y Mantenimiento.</td><td colspan="3">Parámetro
Vegetación. Eliminación de cobertura vegetal</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Productos químicos no autorizados y quema.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Eliminación de cobertura vegetal sin utilizar productos químicos y aplicación de quema.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Contaminación de suelos, acuíferos, incendios y muerte de fauna silvestre.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Se realizarán pláticas informativas al personal sobre la prohibición de utilizar productos químicos o quemas para eliminar la vegetación, se verificará en campo por medio de recorridos que no haya indicios del uso de estos métodos para eliminar la vegetación.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
permanente</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica</td><td>Apoyo externo
SI | NO X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Trípticos
Listas de asistencia de difusión al personal.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
25</td><td>Fecha: Fecha de validación</td></tr>
<tr><td>Etapa
Operación y Mantenimiento.</td><td colspan="3">Parámetro
Vegetación. Cobertura vegetal</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Maquinaria pesada.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Mantenimiento con herramienta manual de derechos de vía, para eliminar cobertura vegetal colindante a camino de accesos y ductos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Reducción de la cobertura vegetal y eliminación de individuos de las especies bajo categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITE’s.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Se verificará mediante recorridos a campo que el mantenimiento de Caminos y DDV sea con equipo y herramienta manual.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
De acuerdo con el programa de mantenimiento</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica</td><td>Apoyo externo
SI | NO X
.</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Programa de mantenimiento a caminos, plataformas y DDV de líneas de descarga</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
26</td><td>Fecha: Fecha de validación</td></tr>
<tr><td>Etapa
Operación y Mantenimiento.</td><td colspan="3">Parámetro
Vegetación. Cobertura vegetal en talud y terraplén</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Vegetación</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Evitar la eliminación de cobertura vegetal en talud y terraplén de plataformas.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Desestabilización de suelos en plataformas, derrumbamiento de obra.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Se verificará de manera visual que no se realicen mantenimiento (eliminación de maleza) sobre los taludes y terraplenes.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
De acuerdo con el programa de mantenimiento</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica</td><td>Apoyo externo
SI | NO X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Programa de mantenimiento de plataformas, CDA y LDD.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
27</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Abandono.</td><td colspan="3">Parámetro
Vegetación. Obras que terminan su vida útil</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Verificar la implementación de las medidas de Abandono de instalaciones del sector hidrocarburos</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Reducción de la cobertura vegetal y eliminación de individuos de las especies bajo categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITE’s.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Se verificará visualmente por medio de recorridos al sitio de la obra que se ejecuten las acciones de abandono del sitio descritas en el capítulo II de este documento.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Semestralmente</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica</td><td>Apoyo externo
SI NO X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Capitulo II, descripción del proyecto.
Lineamientos para las etapas de Cierre, Desmantelamiento y/o Abandono de Instalaciones del Sector Hidrocarburos (ASEA)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
28</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Construcción, Operación y Mantenimiento.</td><td colspan="3">Parámetro
Fauna</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Fauna.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Prevenir daños a individuos de las especies que se encuentren atrapadas en infraestructura del área de proyecto; poniendo especial atención en los individuos de las especies que se encuentren en categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010, y las catalogadas en CITE’s.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Afectación de la fauna, poniendo mayor atención en las especies normadas.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Se verificará que exista un protocolo de actuación por parte de DWF y que sea divulgado mediante platicas de concientización al personal que participa en la obra sobre la manera de proceder en caso de encontrar fauna silvestre atrapada en las diferentes estructuras de las obras (contrapozos, guardaganados, registros del sistema eléctrico, zanjas para ductos, etc.) y equipos utilizados, se procederá aplicar el Programa de Dispersión, Protección y Reubicación de la Fauna Silvestre.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Constantemente. De acuerdo lo amerite el tipo de actividad</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica
GPS</td><td>Apoyo externo
SI | NO X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Programa de Dispersión, Protección y Reubicación de la Fauna Silvestre.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
29</td><td>Fecha: Fecha de validación.</td></tr>
<tr><td>Etapa
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.</td><td colspan="3">Parámetro
Fauna. Señalamientos</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Fauna.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Colocación de señalamientos de concientización del cuidado de fauna silvestre y evitar atropellamiento.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Afectación de la fauna, poniendo mayor atención en las especies normadas.
.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Se verificará en el sitio de las obras que se coloquen señalamientos de concientización y que las ubicaciones sean las más idóneas para impactar de la mejor manera a los participantes del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Constantemente. De acuerdo lo amerite el tipo de actividad</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica</td><td>Apoyo externo
SI | NO X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Programa de Dispersión, Protección y Reubicación de la Fauna Silvestre.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Programa de Vigilancia Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre del proyecto
“MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018”</td><td>Medida de prevención, mitigación y/o compensación:
30</td><td>Fecha: Fecha de validación</td></tr>
<tr><td>Etapa
Construcción, Operación y Mantenimiento.</td><td colspan="3">Parámetro
Fauna. Barrera en contrapozo y plataforma</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fuente
Fauna</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo
Establecer medidas en contrapozo y plataforma para evitar fauna atrapada en las etapas de construcción y operación de la obra.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de posibles impactos
Afectación de la fauna, poniendo mayor atención en las especies normadas.
.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Procedimiento
Se verificará en las diferentes etapas de la obra por medio de recorridos a los sitios de la obra que se ejecuten las acciones necesarias para colocar barreras (temporales y permanentes) que impidan que la fauna silvestre quede atrapada en contrapozos</td></tr>
<tr><td>Periodicidad
Constantemente en la etapa de construcción y de acuerdo lo amerite el tipo de actividad</td><td>Equipo necesario
Cámara fotográfica</td><td>Apoyo externo
SI | NO X</td><td>Otros aspectos técnicos
N/A</td></tr>
<tr><td colspan="4">Documentación relevante
Programa de rescate y reubicación de la fauna silvestre en el Área Contractual Miquetla.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones
Se deberá evaluar la eficacia de los métodos temporales y permanentes que cumplan la función de evitar que la fauna quede atrapada en los contrapozos y se sugerirán cambios necesarios en caso de observar que el método escogido por DWF no sea suficiente.</td></tr>
</table>

Programa de Vigilancia Ambiental				
Nombre del proyecto **"MIA-R DEL ÁREA CONTRACTUAL MIQUETLA CONTRATO CNH-M5-MIQUETLA/2018"**		**Medida de prevención, mitigación y/o compensación:** 31	**Fecha:** Fecha de validación.	
Etapa Construcción, Operación y Mantenimiento.	**Parámetro** Fauna atrapada.			
Fuente Fauna				
Objetivo Prevenir daños a individuos de las especies que se encuentren atrapadas en infraestructura del área de proyecto; poniendo especial atención en los individuos de las especies que se encuentren en categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010, y las catalogadas en CITE's.				
Descripción de posibles impactos Afectación a la fauna.				
Procedimiento Se verificará que exista un protocolo de actuación por parte de DWF y que sea divulgado mediante platicas de concientización al personal que participa en la obra, sobre la manera de proceder en caso de encontrar fauna silvestre atrapada en las diferentes estructuras de las obras (contrapozos, guardaganados, registros del sistema eléctrico, zanjas para ductos, etc.) y equipos utilizados, se procederá a aplicar el Programa de Dispersión de fauna silvestre.				
Periodicidad Cada vez que se localice fauna atrapada.	**Equipo necesario** Cámara fotográfica Trípticos Equipo de cómputo	**Apoyo externo** SI / NO X		**Otros aspectos técnicos** N/A
Documentación relevante Ley General de Vida Silvestre. Programa de Dispersión, Protección y Reubicación de la Fauna Silvestre.				
Observaciones				

VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

De acuerdo con lo descrito en el capítulo II de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Área Contractual Miquetla, se tiene que el contrato para la extracción de hidrocarburos celebrado entre la CNH y DWF (Contrato No. CNH-M5-MIQUETLA/2018), establece que DWF será la operadora del Área Contractual donde se realizarán las actividades del Proyecto. Los montos económicos requeridos para la realización son detallados en la Tabla VI-3.

Tabla VI-3.- Inversión requerida.

Etapa	Obra	Monto (USD)
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono	Pozo Infill 16	Información patrimonial de la persona moral (monto de inversión). Información protegida bajo los Artículos 113 fracc. III de la LFTAIP y Art. 116 párrafo cuarto de la LGTAIP.
	Gasoducto	
Subtotal de inversión requerida para infraestructura nueva		
Operación y mantenimiento	Infraestructura existente	
Abandono		
Subtotal de inversión requerida para infraestructura existente		
TOTAL		

Fuente: Plan de desarrollo autorizado por la CNH a Operadora de Campos DWF S.A. de C.V.

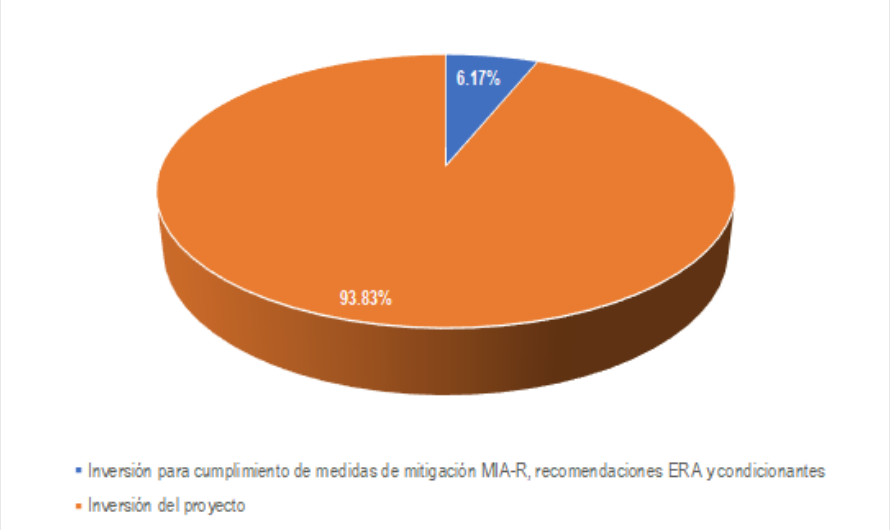
De acuerdo con la información anteriormente expuesta en la Tabla VI-3, se presentan los montos de inversión aproximados para dar cumplimiento a las medidas de mitigación, prevención y compensación detalladas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, así como a las recomendaciones derivadas de su Estudio de Riesgo Ambiental y de los términos y las condicionantes que la agencia determine en la autorización del proyecto:

Tabla VI-4.- Estimación de inversión aproximada requerida para el cumplimiento de las medidas de mitigación de MIA-R, Recomendaciones del ERA, y términos y condiciones que imponga la autoridad ambiental

Descripción	Monto (USD)
Inversión en medidas de mitigación, prevención y compensación para infraestructura nueva	Información patrimonial de la persona moral (monto de inversión). Información protegida bajo los Artículos 113 fracc. III de la LFTAIP y Art. 116 párrafo cuarto de la LGTAIP.
Inversión en medidas de mitigación, prevención y compensación para infraestructura existente	
TOTAL	

Fuente: Operadora de Campos DWF S.A. de C.V.

En concordancia con las Tablas VI-3 y VI-4 se tiene que, para dar cumplimiento a las medidas de mitigación de la MIA-R, las recomendaciones del ERA y las condicionantes determinadas por la agencia, para el caso de infraestructura nueva se requiere de una inversión de $262,865.76 USD, monto que representan el 10% de la inversión total de infraestructura nueva. Por otra parte, para dar cumplimiento a las mismas medidas de mitigación, recomendaciones y condicionantes para el caso de infraestructura existente, se requiere de una inversión de $68,155,704.40 USD, monto que representa el 6.16% de la inversión total de infraestructura existente. Por lo tanto, sumando ambos conceptos, se estima un monto total de $68,418,570.16 USD, como inversión requerida para dar cumplimiento a las distintas medidas de mitigación de la presente MIA-R, recomendaciones de su ERA y las condicionantes que la autoridad ambiental imponga. Este monto representa el 6.17% de la inversión total del proyecto ($1,108,569,693.95 USD). Esto se puede apreciar de manera gráfica en la Gráfica VI-1.



Gráfica VI-1.- Inversión del proyecto y estimación aproximada de la inversión para cumplimiento de medidas de la MIA-R, recomendaciones del ERA y condicionantes que imponga la autoridad ambiental

Aunado a la información anterior es relevante destacar lo referente a los artículos 51 y 52 del Reglamento De La Ley General Del Equilibrio Ecológico y La Protección Al Ambiente en materia de evaluación del Impacto Ambiental, que se citan a continuación:

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.

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.

En todo caso, el promovente podrá otorgar sólo los seguros o garantías que correspondan a la etapa del proyecto que se encuentre realizando

Tomando como referencia los artículos anteriormente citados, se determina que los montos estimados para el cumplimiento de las medidas de mitigación, prevención y compensación, así como las recomendaciones del estudio de riesgo ambiental se podrán presentar de manera detallada una vez obtenida la autorización en materia ambiental para el presente proyecto.

VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

En este capítulo se hace mención de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en el Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Área Contractual Miquetla Contrato CNH-M5-Miquetla/2018.

VIII.1 Presentación de la información

VIII.1.1 Cartografía

La cartografía realizada para el presente proyecto se remite a los capítulos de la MIA y al **Anexo "W"**.

El análisis de información se hizo a través de la sobreposición de planos por medio del programa Arc-Info vers. 10.

VIII.1.2 Fotografías

Las imágenes tomadas en campo, consideradas como relevantes al fortalecer la descripción y/o análisis de un proceso o actividad, se encuentran en sus respectivos apartados y/o capítulos, de igual forma y con el fin de enriquecer el documento se realizaron memorias fotográficas las cuales se presentan en el **Anexo "O"** y **Anexo "P"**.

VIII.1.3 Videos

No se realizaron videos

VIII.2 Otros anexos

Memorias

Anexo “A” Documentación legal

Anexo “B” Contratos y asignaciones del ACM

Este anexo se presenta en formato electrónico

Anexo “C” Infraestructura

1. Planos de construcción infraestructura nueva
2. Contratos de ocupación superficial de la infraestructura existente

   Este anexo se presenta en formato electrónico
3. Fichas descriptivas de la infraestructura existente
4. Coordenadas de la infraestructura nueva y existente
5. Listado de la infraestructura existente y superficie
6. Archivos Shape y KML e la infraestructura nueva y existente

   Este anexo se presenta en formato electrónico

Anexo “D” Programa de perforación y terminación

Anexo “E” Ficha técnica del equipo de perforación

Anexo “F” Hojas de datos de seguridad

Anexo “G” Programa de reforestación

Anexo “H” Registro como generado de residuos peligrosos y de manejo especial

Anexo “I” Memorias de cálculo de emisiones

Este anexo se presenta en formato electrónico

Anexo “J” Criterios de regulación

Anexo “K” Cálculos de erosión

Anexo “L” Informes de laboratorio de hidrología superficial

Anexo “M” Informes de laboratorio de hidrología subterranea

Anexo “N” Informes de laboratorio de calidad del aire

Anexo “O” Vegetación

1. Shapes y KML de los sitios de muestreo

   Este anexo se presenta en formato electrónico
2. Reportes de campo
3. Memoria fotográfica
4. Listado florístico
5. Base de datos y memorias de calculo

   Este anexo se presenta en formato electrónico

Anexo “P” Fauna

1. Matriz de cálculos-índices de diversidad

   Este anexo se presenta en formato electrónico
2. Metodologías
3. Listado de especies
4. Memoria fotográfica

Anexo “Q” Áreas de conservación

Este anexo se presenta en formato electrónico

Anexo “R” Encuestas para el grado de aceptación del proyecto

Anexo “S” Paisaje

1. Análisis de paisaje

   Este anexo se presenta en formato electrónico

2. Ficha de inventario

Anexo “T” Matriz de evaluación

Anexo “U” Programa de ahuyentamiento de fauna

Anexo “V” Matriz de cálculos

Este anexo se presenta en formato electrónico

Anexo “W” Planos temáticos

Referencias

INE, s.f. Manual 1. “Principios de Medición de la Calidad del Aire”.

INE-SEMARNAT, 2007. Tercer almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en nueve ciudades mexicanas.

PEMEX. Hoja de datos de seguridad Gas natural. https://cutt.ly/0tYDHP

NOM-020-SSA-2014. Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

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

NOM-022-SSA1-2010. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO2). Valor normado para la concentración de dióxido de azufre (SO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

NOM-023-SSA1-1993 Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO2). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO2) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

NOM-025-SSA1-2014. Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

NOM-034-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

NOM-035-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.

NOM-036-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

NOM-037-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

NOM-038-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

Bautista Z. *et al.* 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. 2da. Edición. México.

Bonifacio Ortiz B., Carlos A. Ortiz S. 1990. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. 394 p.

Cobertera Laguna Eugenio, 1993. Edafología aplicada. Ediciones cátedra S.A. Madrid. 326 p.

Cuanalo de la C. H. 1990. Manual para descripción de perfiles de suelo en campo. 3ra. Edición. Colegio de Postgraduados, Chapingo; México. 40 p.

FAO - UNESCO. 1976. Mapa mundial de suelos 1:5 000 000.

INEGI 2007, Serie II. Carta edafológica escala 1:250 000.

INEGI 2014, Diccionario de datos Edafológicos Escala 1: 250 000, Versión 3.

NOM-021-SEMARNAT-2000. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestro y análisis.

Mostacedo, B.; Fredericksen, T. S., 2000; BOLFOR Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.

Colwell, R. K. & Coddington J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Phil. Trans. Royal Soc. London B, 345: 101-118.

Curtis, J. T.; McIntosh, R. P. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. Ecology (31): 434-455.

Cruz B. G. 2003. La cuenca como unidad de planeación ambiental. En: 4° seminario sobre instrumentos económicos para cuencas ambientales. Instituto Nacional de Ecología. UNAM. México, D.F.

Convención sobre el comercio internacional de especies Amenazadas de fauna y flora silvestres CITES 2017. UNEP. 47 pp.

Google Earth, 2018. TerraMetrics. Data SIO, NOAA, U. S, Navy, NGA, GEBCO.

Gotelli, N. J. & R. K. Colwell 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Ecol. Lett., 4: 379-391.

Gray, J. S. 2002. Species richness of marine soft sediments. Mar. Ecol. Prog. Ser., 244: 285-297.

INEGI, 2007-2010. Carta de Uso de suelo y Vegetación. Serie V. (1:250 000)

INEGI, 2011-2013. Carta de Uso de suelo y Vegetación. Serie V. (1:250 000)

Jimenez A. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología ISSN: 1576 - 9518. Dep. Legal: Z-2656-2000. Vol. 8, 31-XII-2003 Sección: Artículos y Notas. Pp: 151 – 161.

Kent, M. & P. Coker. 1994. Vegetation Description and Analysis. A Practical Approach. CRC Press, Boca Ratón.

Magurran, A. 2001. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp

Magurran, A. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Science Ldt. Blackwell Publishing Company. Oxford, UK. 256 p.

Martella B., Trumper., Bellis L., Renison D., Giordano P., Bazzano G., Gleiser R. 2012. Reduca. (Biología). Serie Ecología. 5 (1): 1-31.

Mueller-Dombois, D.; Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons Ltd. New York. 547 p.

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. México D.F. 78 pp.

Lamas, G., Robbins R. K & Harvey D. J. 1991. A preliminary survey of the butterfly fauna of Pakitza, Parque Nacional del Manu, Peru, with an estimate of its species richness. Publ. Mus. Hist. nat. UNMSM (A), 40: 1-19.

López F., y F. Jiménez. 2005. La Importancia de los estudios Florísticos como una herramienta para la evaluación del Impacto Ambiental. Instituto Politécnico Nacional; CIIDIR IPN Unidad Durango; Sociedad Botánica de México, A: C. Durango, Dgo., México.

Pelou E. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. Interscience. New York. 294 pp.

Rabinowitz, D., S. Cairns y T. Dillon. 1986. “Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles”, en M. Soulé (ed.), Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity. Sinauer Associates, Sunderland, MA, pp. 182-204.

Ríos E. (2007). Principios de manejo integral de cuencas.

Soberón, J. & Llorente J.1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. Conserv. Biol., 7: 480-488.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. Erosión de suelos en México, escala 1: 250 000. Boletín de prensa Núm. 295/14 2014. Aguascalientes, México. 2014.

Lamprecht, H. 1962. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. Act. Cient. Venezolana, Mérida, v.13, n.2, pp. 57-65.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp

Mueller-Dombois, D.; Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons Ltd. New York. 547 p.

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. México D.F. 78 pp.

A.O. U. 1998. Check-list of North American birds. 7th ed. American Ornithologists' Union. Lawrence, Kansas, 829 pp.

Aranda S., J. M. 1981. Rastros de los mamíferos silvestres de México. Manual de campo. Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos. 198 pp.

Arita W., H. T. y CONABIO. Sin fecha. proyecto P075 "Escalas y la diversidad de Mamíferos de México. UNAM: http:// www.conabio.gob.mx/mamiferos/mamiferos3.pl

Cervantes, F., A. Castro-Campillo y J. Ramírez-Pulido. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 65(1): 177-190.

CITES. 2017. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Secretaría CITES. Chatelaine-Genéve, Suisse. URL: http://www.cites.org/

Conant R. y Collins J. T. 1991. A field guide to reptiles and amphibians eastern and central North America. 3 ed. Houghton Mifflin Co. USA. 450 pp.

Escalante, P., A. G. Navarro S. y A. T. Peterson. 1993. A geographic, ecological, and historical analysis of land bird diversity in México. Cap. 8. In Ramamoorthy, T. P., R. Bay, A. Lot, y J. Fa (eds.). Biological diversity of Mexico: origins and distributions, Oxford University Press, New York, USA.

Flores-Villela, 0. 1993. Herpetofauna Mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies. Special publication No. 17. Carnegie Mus. Nat. Hist. 73 pp.

Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. John Wiley & Sons. 2nd. ed. U. S. A. 1811 pp. 2 vol.

Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern central America. Oxford University Press. New York. 851 pp.

INEGI, Serie 5 Uso de suelo y vegetación.

"Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y Reglamentos; Diario Oficial de la Federación (2015).

Mandujano, S. 1994. Conceptos generales del método de conteo de animales en transectos. Ciencia 45: 203-21 1.

National Geographic Society. 1987. Field guide to the birds of north America. Nat. Geog. Soc. Washington D.C. USA. 464 pp.

Peterson, R. T. y E. L. Chaliff. 1973. A Field guide to Mexican birds. Houghton Mifflin Co. Boston, Massachussets. USA. 298 p.

Robbins, C. S., B. Bruun y H. S. Zimm. 1983. Birds of north America: a guide to field identification. Golden Press. New York. N.Y. USA. 360 pp.

SEMARNAT. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación. 3 de julio de 2000. México D.F. 52 pp

SEMARNAT 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, publicada el 30 de diciembre del 2010, en el diario oficial de la federación. Segunda Sección. México D.F.

Sobrevila, C. y P. Bath. 1992. Evaluación ecológica rápida: un manual para América Latina y el Caribe. The Nature Conservancy-Programa de Ciencias para América Latina, Arlington, VA. 232pp.

Stebbins, R.C. 1998. A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians: Field Marks of All Species in Western North America, Including Baja California (Peterson Field Guides). 2nd. ed. Houghton Mifflin Co. New York.

Stokes D. y L. Stokes. 1996. Stokes field guide to birds: eastern region. Little Brown. U.S.A. 471 pp.

Tennant, A. 1998. A fiel Guide To Texas Snakes. USA.Second Edition. Gulf Publish

Ayuga, E.; González, C.; Martin, S.; Martínez, E.; Pardo, M.; 1999. Técnicas de muestreo en ciencias forestales y ambientales. Bellisco ediciones Técnicas y Científicas Madrid.

Curtis, J. T.; McIntosh, R. P. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. Ecology (31): 434-455.

Kent, M. & P. Coker. 1994. Vegetation Description and Analysis. A Practical Approach. CRC Press, Boca Ratón.

Magurran, A. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Science Ldt. Blackwell Publishing Company. Oxford, UK. 256 p.

Magurran, A. E. 2001. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp

Sala O.E., Chapin, F.S. III, Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H. (2000). Biodiversity: Global biodiversity scenarios for the year 2100. Science 287:1770–1774

Trimble, S.W, Crosson, P. (2000). Land use: U.S. soil erosion rates. Myth and reality. Science 289:248–250

Millennium Ecosystem Assessment (2003). Ecosystems and human well-being: A framework for assessment. Island Press, Washington D.C., 245 pp

Woodwell, G.M., Hobbie, J.E, Houghton, R.A., Melillo, J.M., Moore, B., Peterson, B.J., Shaver, G.R. (1983). Global deforestation: Contribution to atmospheric carbon dioxide. Science 222:1081–1086

Eltahir, E.A.B., Bras, R.L., (1996). Precipitation recycling. Rev Geophys 34:367–378

DeFries, R.S., Asner, G.P., Houghton, R.A., (2004). Trade-offs in landuse decisions: Towards a framework for assessing multiple ecosystem responses to land-use change. In: DeFries RS, Asner GP, Houghton RA (eds) Ecosystems and l

Velázquez, A.; Mas, J. F.; Díaz Gallegos, J. R.; Mayorga Saucedo, R.; Alcántara, P. C.; Castro, R.;Fernández, T.; Bocco, G.; Ezcurra, E.; Palacio, J. L. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México Gaceta Ecológica, núm. 62, 2002, pp. 21-37 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Distrito Federal, México

En cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del Impacto Ambiental quienes elaboren las manifestaciones de impacto ambiental deberán observar lo establecido en la Ley, dicho reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales

PROMOVENTE

_____

Diego Alberto Navarro Moreno
REPRESENTANTE LEGAL DE
OPERADORA DE CAMPOS DWF, S.A DE C.V.

ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

En cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del Impacto Ambiental quienes elaboren las manifestaciones de impacto ambiental deberán observar lo establecido en la Ley, dicho reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales

NOMBRE: Lic. Dionicio Rodríguez Cabrera FIRMA: _____
CED. PROF. NUM. 3152768
Responsable Técnico

Nombre y cédula profesional de persona física. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP. FIRMA: _____
Descripción del proyecto

Nombre y cédula profesional de persona física. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP. FIRMA: _____
Normatividad y calidad del aire

Nombre y cédula profesional de persona física. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP. FIRMA: _____
Clima, suelo y diagnóstico

Nombre y cédula profesional de persona física. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP. FIRMA: _____
Geomorfología, hidrología subterránea

Nombre y cédula profesional de persona física. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP. FIRMA: _____
Hidrología superficial

En cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del Impacto Ambiental quienes elaboren las manifestaciones de impacto ambiental deberán observar lo establecido en la Ley, dicho reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales

Nombre y cédula profesional de persona física. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

FIRMA: _____

Vegetación y pronósticos

Nombre y cédula profesional de persona física. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

FIRMA: _____

Fauna

Nombre y cédula profesional de persona física. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

FIRMA: _____

Paisaje

Nombre y cédula profesional de persona física. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

FIRMA: _____

Médio Socioeconómico

VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En esta sección se realiza un análisis sobre los escenarios futuros de cambio de la calidad ambiental, en el sistema ambiental regional, sin el proyecto (escenario 1), con el proyecto sin aplicación de medidas de mitigación (escenario 2), y con medidas de mitigación (escenario 3). Los escenarios son proyectados a partir de la información generada en el capítulo IV, de la caracterización de los componentes ambientales y su diagnóstico; capítulo V, la evaluación de los impactos ambientales potenciales y finalmente, del capítulo VI, donde se proponen medidas de prevención y mitigación a realizar.

En la modelación de escenarios a futuro especialmente donde se busca obtener datos cualitativos, es necesario contar con una reconstrucción histórica (datos históricos). Basados en esta premisa, la modelación de cambio de uso de suelo es una de las herramientas más apropiadas para generar escenarios futuristas, ya que en México el instituto nacional de estadística y geografía cuenta con datos de uso de suelo históricos del territorio mexicano, desde los años 70 's. Estos datos pueden ser utilizados para realizar proyecciones a futuro.

Además, la modelación de la cobertura y uso de suelo permite no solo visualizar proyecciones del factor vegetación, nos permite además, evaluar los impactos en la diversidad biótica (fauna, vegetación, microorganismos) (Sala et al., 2000); la degradación del suelo mediante pérdida de cobertura y erosión (suelo, geoformas) (Trimble y Crosson, 2000); la disposición de los sistemas biológicos para mantener las necesidades humanas (socioeconómicos, paisaje) (Millennium Ecosystem Assesment, 2003); la cuantificación de la ganancia o pérdida de los ecosistemas terrestres como sumideros de carbono de vital importancia en el cambio climático (calidad del aire y clima) (Woodwell et al., 1983); la contribución de la evaporación al ciclo del agua en función de la cubierta vegetal (clima local y regional) (Eltahir y Bras, 1996); la captación de agua mediante la cobertura vegetal (recursos hídricos) (DeFries et al., 2004).

Bajo esta justificación se elaboraron los escenarios 1), 2) y 3) utilizando como base la cobertura vegetal.

Para la elaboración de los tres escenarios primeramente se definió un periodo de proyección a futuro que corresponde a 26 años, partiendo del año en curso y hasta el año 2042, tiempo de vida que implica la proyección de este proyecto.

Posteriormente, se definieron tres posibilidades:

Escenario optimista: está basado en las tasas de cambio más bajas para los ecosistemas en México (Velásquez *et. al.*, 2002). Es el escenario deseado.

Escenario pesimista: Esta basado en las tasas de cambio más altas para los ecosistemas en México (Velásquez *et. al.*, 2002). Es el escenario menos deseado, y el que podría conducir a destinos catastróficos.

Escenario intermedio o esperado: esta posibilidad está basada en el cambio histórico del Sistema ambiental Regional, fue calculado utilizando los datos históricos de las Cartas de Uso de Suelo y Vegetación Serie II continuo nacional escala: 1:250000 (1993), y Serie VI continuo nacional escala 1:250000 (2016). La ecuación utilizada para calcular la tasa de cambio es la siguiente:

$$\delta_n = \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Donde δ es la tasa de cambio (para expresar en % hay que multiplicarlo por 100),
S_1 es la superficie en la fecha 1,
S_2 es la superficie en la fecha 2,
n es el número de años entre las dos fechas

La formulación de la metodología para obtener la tasa de cambio esperada fue obtenida bajo el mismo procedimiento utilizado por Velásquez, (2002), para obtener las tasas de los escenarios pesimista y optimista, la memoria de cálculo utilizada se encuentra en el anexo V. Al igual que Velásquez (2002), se utilizó una jerarquización de los usos de suelo, utilizando las formaciones biológicas para llevar a cabo los análisis (Tabla VII-1), la justificación metodológica para dicha jerarquización fue establecida por Velásquez et al. (2002), y puede ser consultada en el anexo V.

Tabla VII-1.- Jerarquización de los tipos de uso de suelo en el SAR para las series utilizadas.

	SERIE II (1993)			SERIE VI (2016)		
Formación biológica	**Tipo**	**Superficie (ha)**	**%**	**Tipo**	**Superficie (ha)**	**%**
Cultivos	Área Agrícola (de temporal)	28,471.04	55.52	Agricultura de humedad anual y permanente	1,239.74	2.42
	Área Agrícola (de humedad)	1,420.31	2.77	Agricultura de temporal anual	500.28	0.98
	Pastizal cultivado	12,502.66	24.38	Agricultura de temporal anual y permanente	22,525.62	43.93
			0.00	Agricultura de temporal permanente	15,761.19	30.74
			0.00	Agricultura de temporal semipermanente y permanente	144.77	0.28
			0.00	Pastizal cultivado	4,523.37	8.82
Selvas	Selva alta perennifolia	7,476.22	14.58	Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia	122.51	0.24
			0.00	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	5,131.33	10.01
			0.00	Vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia	324.65	0.63
Otras coberturas	Cuerpo de agua	130.97	0.26	Asentamientos humanos	509.83	0.99
	Zona urbana	1,278.80	2.49	Cuerpo de agua	496.71	0.97
	Totales	**51,279.99**	**100.00**	**Totales**	**51,279.99**	**100.00**

Para entrar en contexto y de manera general, el cambio histórico del Sistema ambiental para este proyecto ha evolucionado como se representa en el diagrama de flujo Figura VII-1, el tamaño de los círculos es proporcional al total de la superficie que ostenta. Los cultivos representaban en 1993 el 82.67 % del territorio del SAR para el año 2017 estos pasaron a cubrir el 87.16 % de la superficie del SAR, el 95.55 % de los

cultivos permanecieron como cultivos el otro porcentaje se regeneró o se convirtió en áreas de asentamientos humanos. En el caso de las Selvas en 1993 ocupaban 15.58 % del total del SAR, para el año 2017, disminuyeron en un 4.0 % pasando a ocupar solo el 10.88 % de la totalidad del SAR, entre esos años solo el 51.17 % permaneció como selva el resto se convirtió en cultivos y pastizales Figura VII-1.

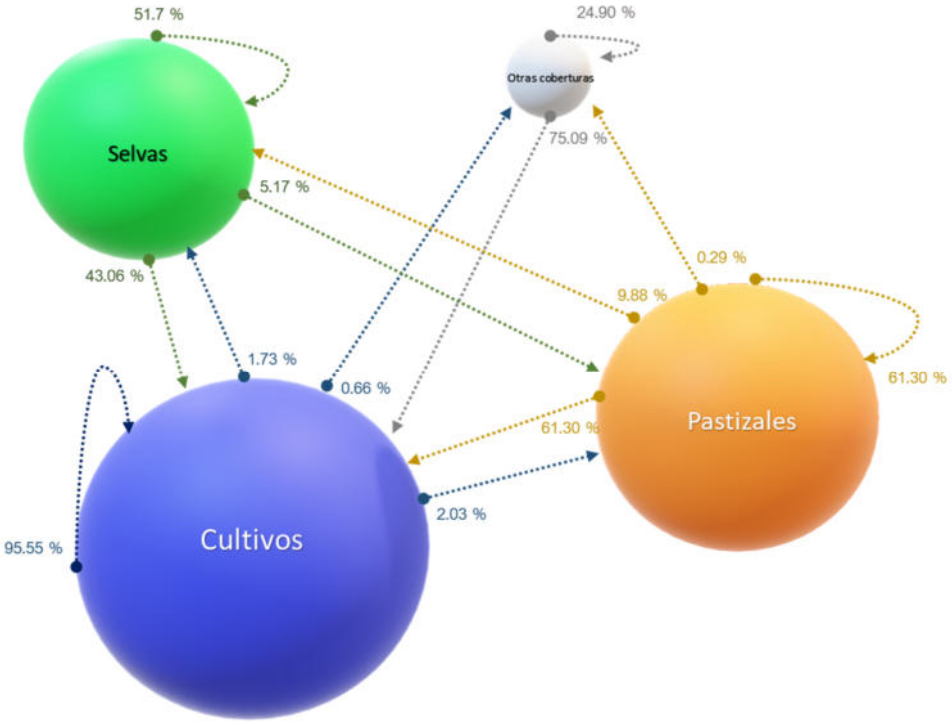


Figura VII-1.- Diagrama de flujo de los cambios en uso de suelo y cobertura de los años 1993 a 2017, el tamaño de los círculos es proporcional a la superficie de ocupación. Las flechas indican la dirección de los cambios en superficie ganada o perdida.

Finalmente, las tasas de cambio de uso de suelo para cada posibilidad de escenario y cada formación biológica se muestran a continuación:

Tabla VII-2. Tasas de cambio, para cada posibilidad de escenario.

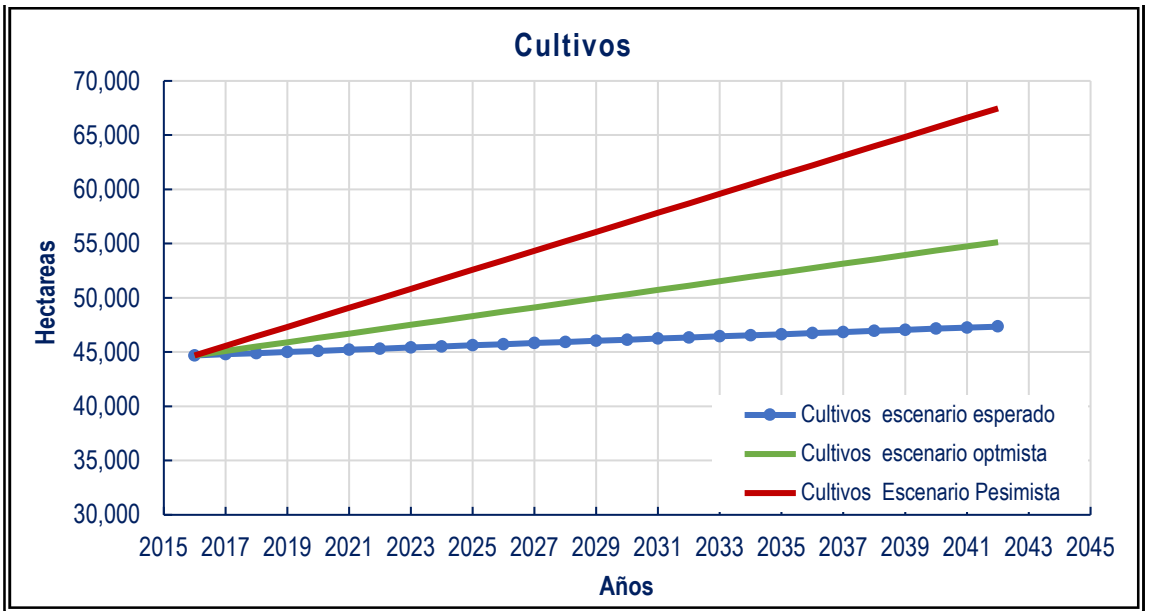
Formación biológica	Escenario Optimista	Escenario esperado o intermedio (Tasa de cambio SAR)	Escenario Pesimista
Cultivos	0.90	0.230063322	1.96
Selvas	-0.76	-1.265017869	-2.06
Otras coberturas	1.69	-1.454110195	5.99

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

En el escenario 1 se parte de la situación sin proyecto, y con una proyección hasta 2042. Los resultados de la modelación de escenarios proyectados (esperado, optimista y pesimista) sin proyecto, se muestran en la Tabla VII-3. Para el caso de los cultivos, los resultados muestran una tendencia de cambio positiva, es decir un aumento de la superficie de ocupación de los cultivos en los tres escenarios proyectados, presentando el mayor aumento en el escenario pesimista (Gráfica VII-1). En el escenario esperado el aumento de cultivos es de 2,673.49 ha, mientras que en el optimista aumenta 10,458.62 ha y en el pesimista 22,776.55 ha (Tabla VII-3).

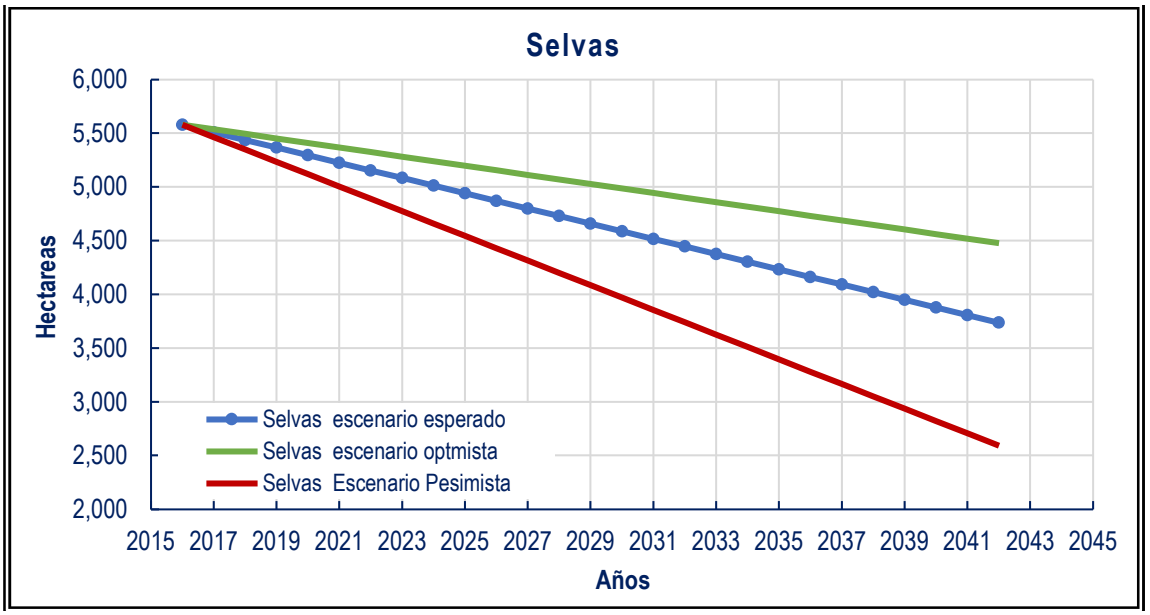
Tabla VII-3.- Superficie de cambio de vegetación y uso de suelo en tres escenarios proyectados (esperado, optimista y pesimista) correspondientes al Escenario 1, sin proyecto.

Formación	Superficie inicial (Ha)	Escenarios proyectados			Superficie de cambio		
		Esperado	Optimista	Pesimista	Esperado	Optimista	Pesimista
		Superficie (Ha)			Superficie (Ha)		
Cultivos	44,694.96	47,368.46	55,153.58	67,471.51	+2,673.49	+10,458.62	+22,776.55
Selvas	5,578.48	3,736.46	4,476.17	2,590.64	-1,842.01	-1,102.30	-2,987.83
Otras coberturas	1,006.54	625.99	1,448.81	2,574.12	-380.54	+442.27	+1,567.58



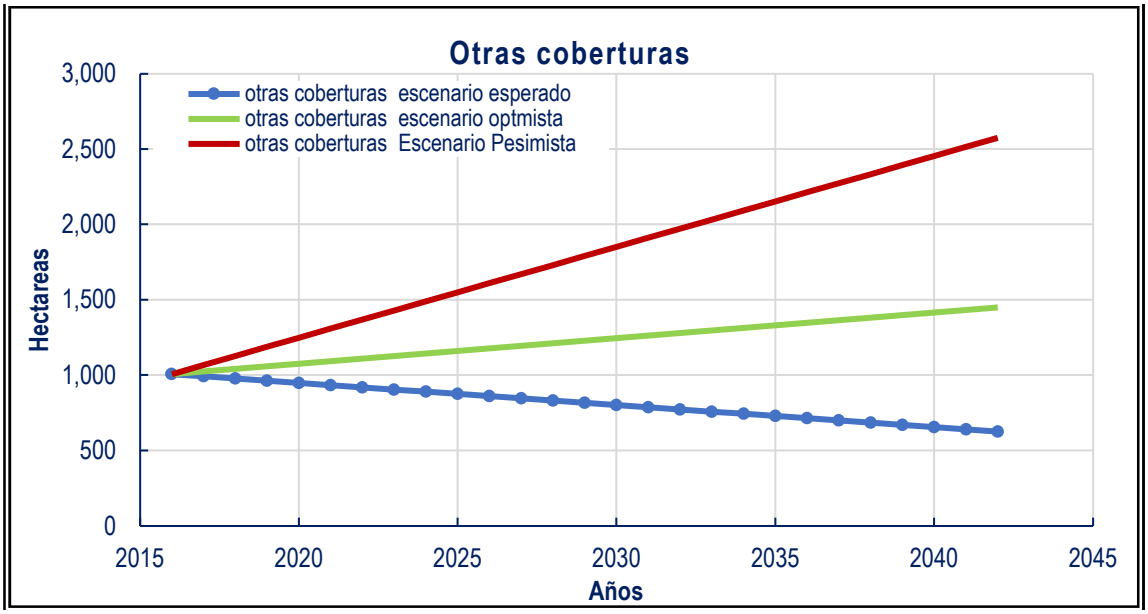
Gráfica VII-1.- Tendencia de cambio hipotético de la superficie de cultivos bajo tres escenarios proyectados a 26 años en el Escenario 1 sin proyecto.

Por el contrario, los resultados obtenidos de la modelación de escenarios para la selva, de acuerdo con un escenario sin proyecto son de tendencia negativa, presentándose las mayores pérdidas de superficie vegetal en el escenario pesimista (Gráfica VII-2). La superficie de cambio para la selva en un escenario optimista es de -1,102.30 ha, mientras que para el escenario pesimista la superficie de cambio es de -2,987.83 ha. En el escenario esperado en número de hectáreas perdidas proyectadas de selva es de 1,842.01 ha (Tabla VII-3).



Gráfica VII-2.- Tendencia de cambio hipotético de la superficie de selva bajo tres escenarios proyectados a 26 años en el Escenario 1 sin proyecto.

Por otro lado, la tendencia de cambio de superficie para otras coberturas y usos de suelo en un escenario sin proyecto fue variable, de acuerdo con el escenario proyectado (Gráfica VII-3). La superficie de cambio para otras coberturas en un escenario esperado es de -380.54 ha, es decir, hay una ligera pérdida de superficie, mientras que para los escenarios optimista y pesimista existe una ligera ganancia de superficie, es decir que la superficie de cambio en tiene una tendencia positiva de 442.27 ha y 1,567.58 ha, respectivamente (Tabla VII-3).



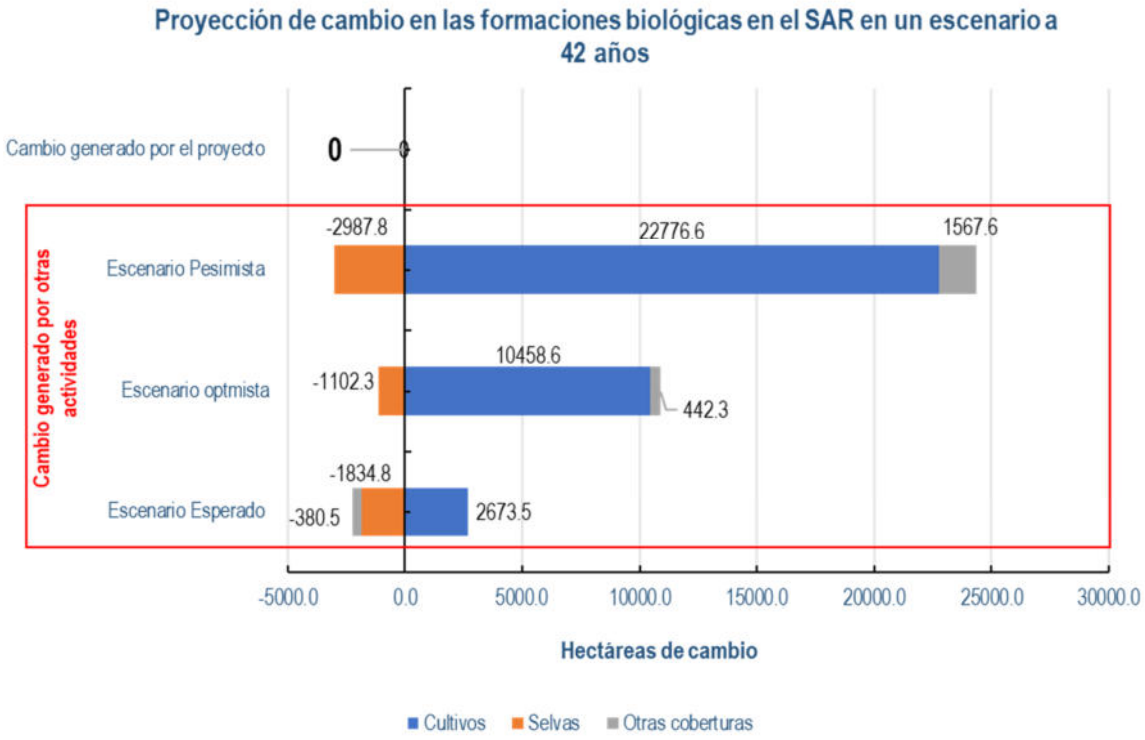
Gráfica VII-3.- Tendencia de cambio hipotético de la superficie de otras coberturas vegetales y usos de suelo bajo tres escenarios proyectados a 26 años en el Escenario 1 sin proyecto.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

En el escenario 2 se parte de la situación con la inserción del proyecto y con una proyección hasta el año 2042. Como se ha venido describiendo a lo largo de este proyecto y específicamente en el capítulo II, el proyecto considera un total de 327 obras sobre un área total de 286.82 hectáreas. De las cuales se pretende la regulación de 122 líneas de descarga, 94 caminos, 108 plataformas, dos baterías de separación y una base operativa, todas ellas obras construidas y en operación actualmente. Solo se pretende la construcción de dos obras nuevas, que están proyectadas sobre una plataforma y un derecho de vía existente.

En resumen, este proyecto no contempla la afectación de superficie nueva, por lo que en un escenario futurista con inserción del proyecto no se realizará cambio de uso de suelo, por lo que el escenario 2 es similar al 1 y no repercute en las tendencias de cambio de uso de suelo a largo plazo.

De esta manera los alcances que pretende un escenario, con el proyecto que aquí se describe serían similares a los descritos en el escenario 1, obteniendo de acuerdo con las tendencias de cambio esperado, optimista y pesimista un decremento en las selvas de entre 1000 ha en un escenario optimista, a 3000 ha de perdida en un escenario pesimista, esto debido a las actividades de agricultura y ganadería que históricamente se han manejado en el SAR. El futuro de los cultivos de acuerdo con las proyecciones determina que estos podrían aumentar entre 2600 ha de un escenario esperado, a 22,700 ha en un escenario fatalista, esto considerando la inserción del proyecto con 0% de contribución al cambio total (Gráfica VII-4).



Gráfica VII-4.- La gráfica presenta los cambios en hectáreas que tendrán las formaciones biológicas del SAR, se observa el cambio por actividades del proyecto, al igual que los cambios generados por otras actividades.

Además, la proyección de nuevas obras de acuerdo con el plan de desarrollo aprobado por la Comisión de Nacional de Hidrocarburos (CNH-M5-MIQUETLA/2018), las medidas de mitigación y las áreas

preferentemente de conservación que se plantean en este proyecto, se priorizará no construir obras sobre zonas de selva. Considerando esto y que las otras formaciones biológicas se encuentran "otras coberturas" y estas incluyen “Cuerpos de agua y asentamientos humanos", la posible construcción de nuevas obras se establecerá preferentemente sobre plataformas existentes, y en caso de ocupar superficie nueva, se ubicará prioritariamente sobre la formación de "cultivos", por lo que se tendría una afectación de 0% sobre los ecosistemas naturales, por inserción de proyecto en escenarios futuros.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

El escenario 3 parte de la situación actual con la inserción del proyecto, las medidas de mitigación y con una proyección a 26 años hasta el año 2042.

Para el escenario 3, es importante considerar primero i) que si bien, la superficie de ocupación del proyecto equivale a 286.82 ha en total (considerando para plataformas la superficie de COS), la superficie de las líneas de descarga no tendrá una afectación permanente (Tabla VII.3-1), ya que los derechos de vías de gasoductos tendrán una recuperación de cobertura a su estado herbáceo y/o arbustivo, lo que significa llegar a las primeras fases de la sucesión natural, incluso en un escenario a 26 años, con recuperación de superficie vegetación secundaria de selva alta perennifolia, traduciéndose en la reducción de los impactos acumulativos. En otro escenario, se podría describir la recuperación de esta superficie en cultivos, ya que los dueños de los predios podrían volver a cultivar en este caso, con especies citrícolas sobre los DDV, al estar estos en medio de sus cultivos.

Segundo ii), la superficie de ocupación (Contrato superficial) de las plataformas asciende a 152.04 hectáreas, sin embargo, la superficie utilizada actualmente corresponde a solo 43.41 hectáreas. Es decir, en cada una de las plataformas ha habido una recuperación de superficie que al igual que el punto i), podría traducirse en las proyecciones en una recuperación de la cobertura de las selvas que actualmente se encuentran en sucesión secundaria, o cultivos, disminuyendo de esta manera los impactos acumulativos.

Tercero iii), en las medidas de mitigación el promovente contempla que “En las áreas afectadas de las obras que terminan su vida útil o que por estrategia implique su abandono definitivo, deberán apegarse a lo establecido en las DACG de cierre, desmantelamiento y abandono de instalaciones”, lo que implica directamente la aplicación de un programa de reforestación con especies nativas sobre las plataformas que se abandonen. Actualmente se desconoce el número de instalaciones, así como la superficie total de plataformas abandonar, sin embargo, con el propósito de incluir este punto en la modelación de los escenarios, se considerará que se abandonará el 10 % de las plataformas, obteniendo de esta manera una recuperación en la cobertura por los impactos mitigados de 4.3 hectáreas, 10% del total de afectación (Tabla VII-4).

Tabla VII-4.- Superficie del área de proyecto y la superficie contemplada en los escenarios 3a y 3b.

Tipo de obra	N de obras	Superficie total de afectación (Ha)	Permanente	Temporal	Rec. por reforestación 10% (Ha)	Escenario 3a	Escenario 3b
Líneas de descarga	122	59.90	0.00	59.90		59.90	59.9
Caminos	94	73.55	73.55				
Plataformas	108	152.04	43.41	108.63	4.3	112.93	152.04
Instalaciones	3	1.33	1.33				
	Hectáreas:	286.82	118.24	168.53		172.83	211.94
	Porcentajes:	100 %	41.23 %	58.77 %		60.27 %	73.90%

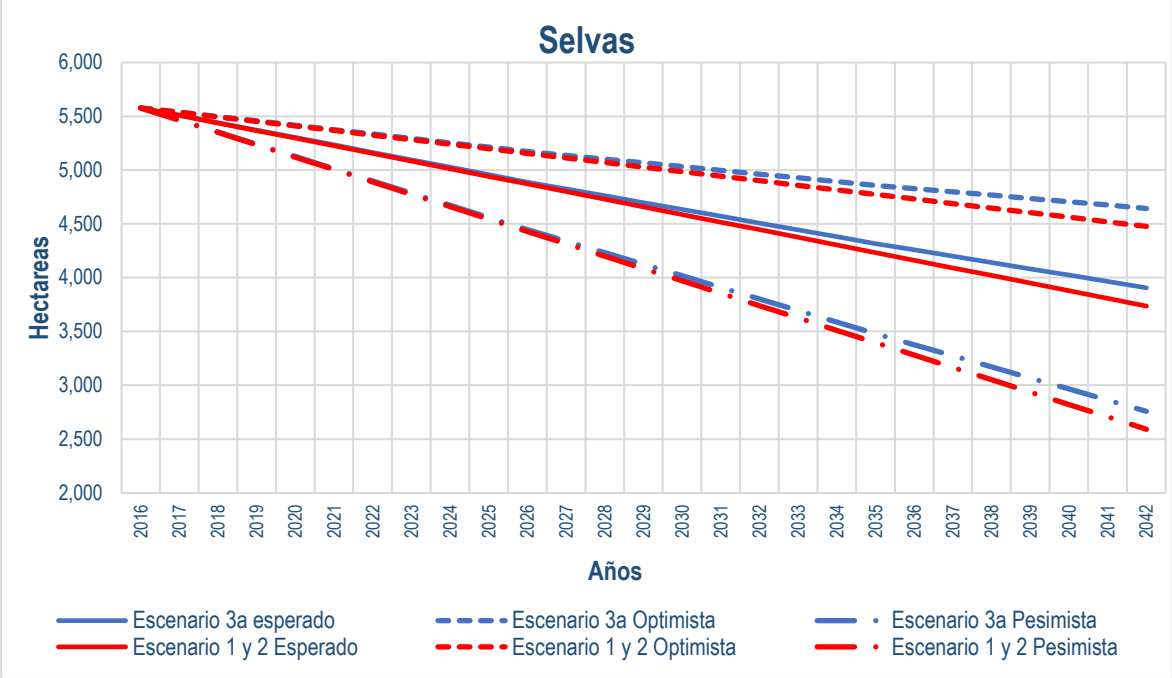
De acuerdo con los tres puntos antes mencionados, y considerando las superficies que se observan en tabla anterior, se realizó la modelación de dos posibilidades del escenario hipotético tres.

Escenario 3a: Considera la recuperación de las superficies de afectación temporal (i), la recuperación de superficie de ocupación en plataformas (ii), y el abandono y reforestación con especies nativas del 10% de las plataformas (iii).

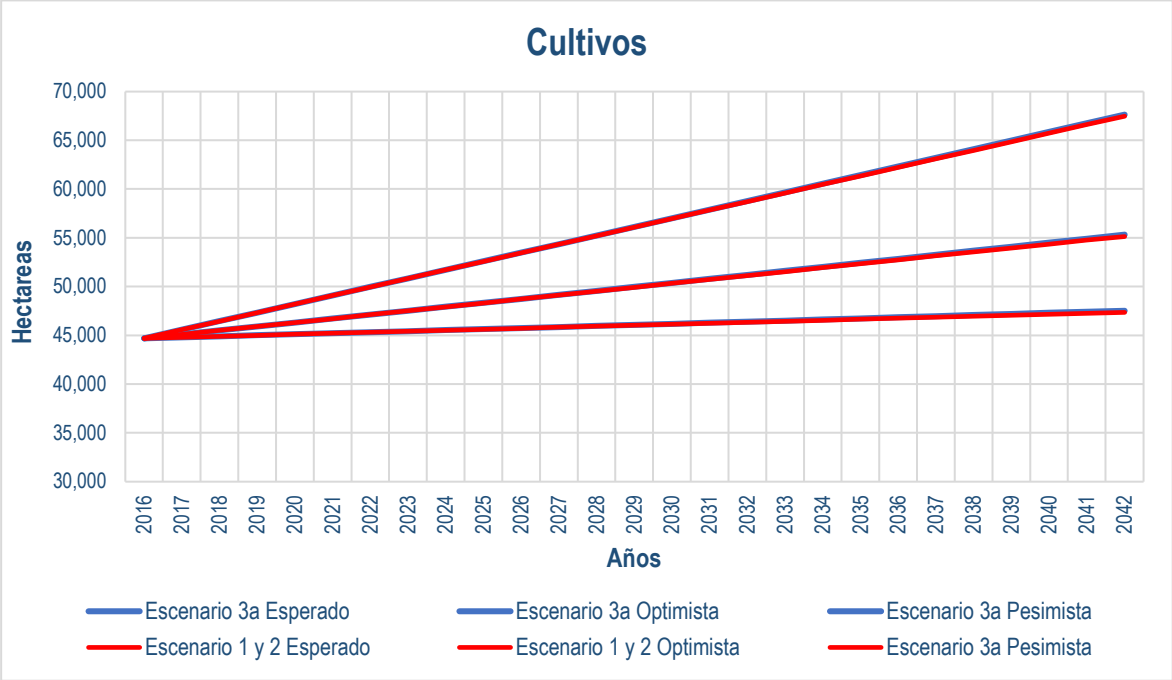
Escenario 3b: Considera la recuperación de las superficies de afectación temporal (i), y el abandono del 100 % de las plataformas y por lo tanto el 100% de recuperación en la cobertura vegetal del área afectada en plataformas (iii).

En la Gráfica VII-5 podemos observar la proyección de un escenario 3a, recuperando la superficie de afectación de 172.83 hectáreas, a cobertura vegetal de la formación selvas. En este escenario se plantea la hipotética idea de que en un futuro y por recuperación natural sumado a los programas de reforestación con especies nativas del punto iii, la recuperación de la capa repercuta en la tasa de cambio de las selvas del sistema ambiental. Como se observa en la Gráfica VII-5, el escenario 3a, las medidas de mitigación ligeramente frenan la disminución de las selvas para los escenarios esperado, optimista y pesimista, sin embargo y de acuerdo con las tasas de cambio calculadas para las Selvas, estas van en significativa disminución en todos los escenarios proyectadas.

En la Gráfica VII-6, se observa un escenario en el que esta superficie de recuperación redunda en la recuperación de los cultivos, aumentando así la tasa de crecimiento en esta formación biológica, sin embargo, no difiere significativamente en los escenarios 1 y 2.

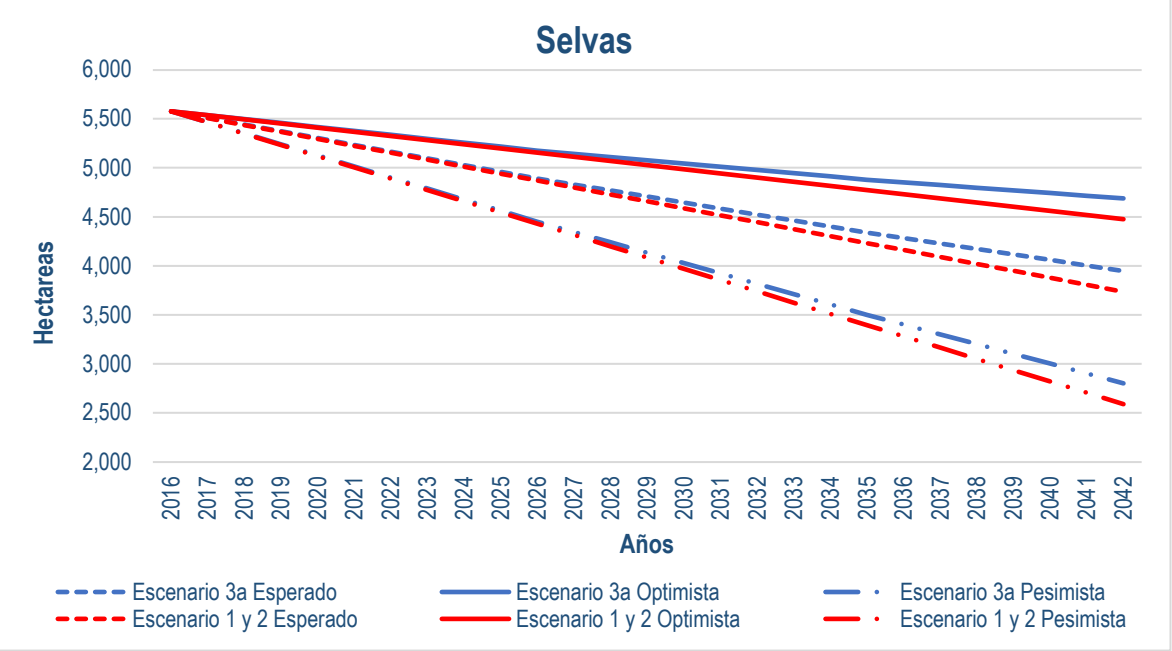


Gráfica VII-5.- Escenario 3a, se observa el decremento de las selvas en cobertura vegetal. En líneas verdes el escenario hipotético 1 y 2, mostrando los comportamientos de las posibilidades esperado, optimista y pesimista. En color rojo, se observa la proyección para cada posibilidad del Escenario 3ª en selvas.



Gráfica VII-6.- Escenario 3a, se observa el decremento de las selvas en cobertura vegetal. En líneas verdes el escenario hipotético 1 y 2, mostrando los comportamientos de las posibilidades esperado, optimista y pesimista. En color rojo, se observa la proyección para cada posibilidad del Escenario 3ª en selvas.

En el escenario 3b, tenemos una recuperación paulatina en 26 años de una superficie de 211.94 Ha, equivalente al 73.3 % del área afectada por el proyecto. En la siguiente gráfica VII-7 se visualiza un escenario hipotético en el que esta recuperación repercutirá en las selvas, mediante sucesión secundaria, y programas de reforestación en plataformas de abandono, lo que minimizaría los impactos residuales.



Gráfica VII-7.- Escenario 3b, se observa el decremento de las selvas en cobertura vegetal. En líneas verdes el escenario hipotético 1 y 2, mostrando los comportamientos de las posibilidades esperado, optimista y pesimista. En color rojo, se observa la proyección para cada posibilidad del Escenario 3b en selvas.

En un escenario 3b diferente podríamos observar esta recuperación de la superficie afectada en cultivos, pero comparado con la tasa de cambio en la que aumenta esta superficie, la diferencia no es tan significativa como visualmente se aprecia en las selvas. Las tendencias de cambio de uso de suelo. Muestran un comportamiento de ligera recuperación en un corto plazo) sin embargo, a largo plazo las tendencias del deterioro simuladas al 2042, son similares a las tendencias del escenario 2, y no presentan variaciones significativas en las pérdidas y ganancias de superficie para los usos del suelo.

Con base en el análisis y resultado de las proyecciones para los posibles escenarios esperados a futuro, los Proyectos Petroleros no modificarán el desarrollo de las actividades agropecuarias como las que se realizan actualmente en el Sistema Ambiental. Sin embargo, un efecto secundario (amenaza externa al proyecto), podría darse a través del pago por renta de superficie ocupacional; lo cual, no garantiza que la superficie existente de vegetación natural (Selvas) y zonas ya alteradas (cultivos) restantes en el Sistema Ambiental, permanezcan igual durante la vida útil del Proyecto.

VII.5 Pronóstico ambiental y conclusiones

COMPONENTE AMBIENTAL	Escenario 1: SIN PROYECTO	Escenario 2: CON PROYECTO	Escenario 3: CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Fauna	La riqueza de especies en el área es considerada menor a la descrita para otras áreas tropicales dado que se encuentra ya impactada y fragmentada por actividades antropogénicas principalmente agrícolas y ganaderas desde hace más de 20 años. De acuerdo con los muestreos, la riqueza registrada en el SAR es de 184 especies de fauna: 7 especies de anfibios, 21 especies de reptiles. 111 especies de aves, 17 especies de mamíferos no voladores y 28 especies de murciélagos. Del total de especies registradas, 16 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 12 en algún apéndice de CITES 2019, algunas de las cuales se consideran especies sensibles por estar asociadas a áreas de vegetación natural mejor conservada como son el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el tucán pico de canoa (*Ramphastos sulphuratus*), ambos en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En un escenario sin proyecto dichos grupos se verán afectados por el continuo cambio de uso de suelo y reducción de hábitat.	Durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento del Proyecto se requerirá la movilización de personal en vehículos, tránsito de maquinaria pesada y equipo, recolección y transporte de hidrocarburo. Estas acciones podrían ocasionar impactos principalmente sobre individuos de las especies anfibios, reptiles y mamíferos, especialmente los de lento desplazamiento, así como sobre cualquier individuo en los caminos y carreteras. Así mismo, durante las diferentes etapas del desarrollo algunos individuos de fauna podrían verse afectados al caer en alguna estructura o por los equipos utilizados. Es importante señalar que, durante los muestreos del SAR se registraron 29 especies de fauna susceptibles de ser atropelladas, con base en la evidencia de atropellamientos observados en campo. Del total de estas especies tres especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Mazacuata (*Boa constrictor*), Rana leopardo (*Lithobates berlandieri*) y la Tortuga pecho quebrado escorpión (*Kinosternon scopioides*). A pesar de que la mayoría de las especies registradas en el sitio son especies muy tolerantes y adaptables a la perturbación ambiental y presentan rangos de distribución amplios, el posible atropellamiento de individuos tiene un impacto sobre la abundancia, afectando a las poblaciones de las diferentes especies, especialmente a especies amenazadas y vulnerables con un rango de distribución limitado, siendo el grado de afectación proporcional al tamaño de la población y capacidad reproductora de la especie.	En caso de detectar fauna atrapada en algunas de las estructuras o equipos utilizados durante las diferentes etapas del desarrollo del proyecto, se implementará el Programa de Dispersión, Protección y Reubicación de fauna Silvestre, con el objetivo proteger a la fauna implementando técnicas de ahuyenta miento para mamíferos grandes hacia áreas aledañas que permitan su establecimiento, y medidas de rescate y reubicación para los animales de lento desplazamiento (anfibios, reptiles, mamíferos pequeños). Es importante destacar que este programa no se limita a la consideración de aquellas especies normadas, sino que incluye a todas aquellas que se encuentren dentro del área del proyecto. Así mismo, durante las etapas de perforación y excavación de zanjas se establecerán barreras delimitadoras provisionales para garantizar que ningún individuo de fauna quede atrapado, así como una barrera permanente de delimitación para el contrapozo y plataforma para el mismo fin. Por otro lado, para reducir las probabilidades de atropellamiento, se colocarán señalamientos de presencia de fauna en sitios estratégicos en los caminos de acceso y dentro de las áreas de trabajo para divulgar y concientizar a los conductores. Se espera que con la recuperación de vegetación secundaria de las selvas que se presentaron en el escenario 3a y 3b, la fauna se vea beneficiada mediante el hábitat necesario para subsistir. Por tanto, considerando las dimensiones del Proyecto en cuanto afectación a estos grupos y por las medidas propuestas, se espera un efecto mínimo en un escenario modificado con medidas de manejo adecuadas.

COMPONENTE AMBIENTAL	Escenario 1: SIN PROYECTO	Escenario 2: CON PROYECTO	Escenario 3: CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Paisaje	El carácter paisajístico que predomina dentro del SAR es la cobertura agrícola. Aunque de manera general el paisaje se observa homogéneo en toda la superficie, se pueden reconocer diferentes transiciones entre el carácter predominante y otras coberturas de suelo. Se determinaron tres tipos de paisaje: agrícola-bosque corresponde a paisajes compuestos principalmente por cobertura agrícola, pero es posible divisar algunos manchones de bosque; El más frecuente fue urbano-agrícola en donde se encuentran los núcleos urbanos más poblados o visitados, así como carreteras más transitadas y zonas agrícolas; El tercero y menos frecuente fue el paisaje de tipo pecuario. El componente paisajístico dentro del SAR refleja la incidencia de actividades socioeconómicas que han propiciado la urbanización y redes de comunicación, las cuales continuamente han modificado el medio natural que antecede al presente paisaje. La producción agrícola define el paisaje actual y adjudica una baja fragilidad paisajística debido a que es poco vulnerable al cambio de uso de suelo, así como al valor de los atributos visuales que se presentan.	La infraestructura del proyecto no se observa desde otro sitio o punto geográfico y por lo tanto la visibilidad paisajística es baja. Sin embargo, si existe una afectación negativa en cada una de las etapas del proyecto durante el acondicionamiento, uso de vehículos y maquinaria, movilización y acciones de instalación, ya que esto corresponde a actividades que no pertenecen al carácter predominante en el paisaje presente. Por lo tanto, esto cambia la percepción de lo que se observa originando inquietudes sobre lo que se está realizado y los cambios futuros que esto implique. En uno de los puntos de observación se detectó una alta sensibilidad en el paisaje, este sitio corresponde a un yacimiento arqueológico de interés cultural que tiene una mayor frecuencia de observadores, por lo tanto, cualquier acción cercana a esta zona podría ocasionar un conflicto social debido al valor que se adjudica en este recurso paisajístico.	En la fase de abandono, las acciones que implican la reforestación en áreas afectadas tienen una contribución positiva para la calidad paisajística. Además, las acciones realizadas durante todo el proyecto serán mitigadas porque dejan de ejercer presión como un elemento más que se integra en un paisaje. Una vez que se reforestan áreas afectadas en el escenario 3a y 3b, los sitios formarán parte de paisajes agrícolas con transiciones de selva, estos paisajes caracterizan una parte de la superficie del SAR, por lo tanto, son condiciones que se detectaron en los análisis previos a cualquier ejecución de obra que implique el proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL	Escenario 1: SIN PROYECTO	Escenario 2: CON PROYECTO	Escenario 3: CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Vegetación	Dentro del SAR se encuentra un tipo de vegetación natural, vegetación secundaria de selva alta perennifolia, por lo demás la superficie de suelo está divida entre pastizales cultivos y asentamientos humanos. En el SAR existe una riqueza de 278 especies, 222 géneros, 79 Familias. De las cuales tres especies se encuentran en la NOM-059 y tres más son endémicas, y 18 en los listados de CITES. En un escenario sin proyecto es posible de acuerdo con las proyecciones del escenario 1, que los remanentes de vs/SAP que aún quedan en el SAR disminuyan o desaparezcan definitivamente, ya que el avance de las actividades agrícolas y el desmonte de ecosistemas naturales predomina en la región. Aumentando gradualmente la posibilidad de pérdida de especies restringidas como los son las listadas en la NOM-059.	Dado que no se pretende la afectación de áreas nuevas, no se verá afectada la cobertura vegetal, directamente por las obras de este proyecto. Sin embargo, durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento del Proyecto se requerirá la movilización de personal en vehículos, tránsito de maquinaria pesada y equipo, recolección y transporte de hidrocarburo. Con estas acciones se pretende la entrada y salida de personal, que opera esta maquinaria, lo que podría ser un posible impacto en estas especies, ya que resulta común la extracción de individuos NOM-059 puesto que estas especies suelen ser muy llamativas. En especial las especies de la familia Orchideaceae que se distribuyen en el SAR y que se encuentran comúnmente sobre los árboles junto a los caminos. En un escenario con proyecto y sin medidas, cabría la posibilidad de que la pérdida de individuos puede llegar a comprometer su persistencia en el área, debido a que sus poblaciones se encuentran reducidas de manera considerable.	Como parte de las medidas de mitigación se prohíbe la colecta, extracción, consumo, comercialización y daño físico de la vegetación y fauna silvestre. En cualquiera de las etapas y actividades de las obras, lo que en el escenario 3 minimizara los impactos descritos en el escenario 2. Por otro lado, en las áreas afectadas que impliquen el abandono de obras, se realizará un programa de reforestación que contribuirá a la cobertura de vegetación natural, y todos los servicios que estos nos brindan.

COMPONENTE AMBIENTAL	Escenario 1: SIN PROYECTO	Escenario 2: CON PROYECTO	Escenario 3: CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Suelo	Los tipos de suelo en el SAR son Regosol con 78,83 %, Vertisol con 17,25 %, Phaeozem con 1.71 % y Cambisol 1.31 %. La densidad promedio es de 1.30 g/cm3, con valor máximo de 1.90 g/cm3 y mínimo de 1.17 g/cm3, lo que representa espacio poroso promedio de 50.94% clasificado como alto, con un mínimo de 28.30 % y máximo de 55.85 %. El pH promedio de 8.03 es decir medianamente alcalino con un máximo de 8.53 fuertemente alcalino siendo una sola muestra con esta condición y un mínimo de 7.43 clasificado como medianamente alcalino, con respecto a la cantidad de materia orgánica el SAR presenta un promedio de 1.33 % es decir muy bajo, con un máximo de 3.64 % y mínimo de 0.34 % ambos valores como muy bajo respectivamente. Con uso predominante en actividades agropecuarias con el 88.8 %, Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia con el 10.04 %, Vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia con 0.64 %. El 85.45 % del SAR presenta erosión alta, 3.36 % moderado y 10.04 ligera.El valor estimado de erosión hídrica en la superficie a utilizar para la construcción del ducto, se realizará la limpieza y provocará erosión de acuerdo a la estimación con categoría alta, se toma el promedio 125 ton/ha/año, realizando la conversión por la superficie a utilizar (1,412.82 m^2) se tiene una erosión de 17.66 ton/ha/año, considerando el tiempo de construcción se prevé que en tres meses exista vegetación que proteja al suelo resultando una erosión por este periodo de 4.4 toneladas	De acuerdo con las obras correspondientes al Área de Proyecto de infraestructura nueva, no se requiere superficie adicional para su construcción dado que se utilizarán plataforma y derecho de vía existentes, el escenario con proyecto los tipos de suelos no cambian, 78,83 %, Vertisol con 17,25 %, Phaeozem con 1.71 % y Cambisol 1.31 %. Así mismo, la superficie de usos de suelo no se modificará, manteniéndose la agropecuaria con el 88.8 %, Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia con el 10.04 %, Vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia con 0.64 % y en consecuencia no existe afectación de las propiedades físicas como la densidad aparente, espacio poro y estructura. Sin embargo, durante la operación y mantenimiento existe el riesgo de fugas y derrames que puedan contaminar al suelo de manera puntual por el transporte de hidrocarburos, recolección de hidrocarburos por UPV, manteniendo mayor a pozo principalmente. Con respecto a la erosión hídrica el 85.45 % presenta erosión alta, moderado 3.36 % y ligera 10.04 %.	El desarrollo de las actividades en las etapas del proyecto de acuerdo con los escenarios elaborados en función de la cobertura del suelo por los usos del suelo podemos observar una tendencia de incremento de la superficie agrícola y en consecuencia la disminución de la vegetación secundaria de selva y pastizales, al quitar cobertura vegetal se incrementan los riesgos de erosión temporalmente ya que se permitirá la sucesión primaria, así como también, la modificación de las propiedades físicas como la densidad aparente y disminución del espacio poroso, que serán revertidos por las actividades en la etapa de abandono (reforestación). Las propiedades químicas que se vean afectados durante las actividades en desarrollo del proyecto por fugas y derrames, estos serán atendidos de manera inmediata y de acuerdo con la LGPGIR, su reglamento y la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

COMPONENTE AMBIENTAL	Escenario 1: SIN PROYECTO	Escenario 2: CON PROYECTO	Escenario 3: CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Socioeconómicos	En un escenario sin proyecto se tiene la siguiente información del medio socioeconómico: De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 emitido por el INEGI, dentro del Sistema Ambiental Regional se registran 40,065 habitantes dispersos en 82 localidades pertenecientes a tres municipios: Castillo de Teayo, Álamo Temapache en Veracruz y Francisco Z. Mena en Puebla. En características económicas, se registran 13,622 habitantes considerados como Población Económicamente Activa (PEA) que representan el 34% de la población total del SAR. De esta PEA, el 96.52% se encuentra ocupada. En promedio, el 40.53% de los pobladores se dedican al sector de actividad económica primario. En cuanto a educación, el 12.69% de los habitantes de 15 años y más es analfabeta. El grado promedio de escolaridad es de 6.31 años. Dentro del SAR se registran 185 planteles educativos, de los cuales sobresalen los planteles de educación primaria (37.30%). En lo referente a salud y seguridad social, se tiene que el 46.88% de la población total no cuenta con derechohabiencia a servicios de salud. De la población restante que sí tiene cobertura a servicios de salud, sobresalen los derechohabientes al seguro popular (70.90%). De 9,713 viviendas registradas en el SAR el 96.29% disponen electricidad, 29.77% con agua potable dentro de la vivienda, 97.13% cuenta con excusado, 54.33% tiene drenaje y sólo el 21.03% cuenta con todos estos servicios de manera simultánea. En cuanto a marginación, de las 82 localidades presentes en el SAR, 72 presentan un índice alto (87.80%).	Durante las etapas del Proyecto, principalmente en las obras de líneas de descarga y gasoductos, así como en el abandono de pozos, se requerirá la movilización de personal en vehículos, tránsito de maquinaria pesada y equipo, recolección y transporte de hidrocarburo. Estas actividades podrían significar una afectación en la salud de los pobladores al generarse emisiones a la atmósfera como partículas suspendidas y gases contaminantes. Sin embargo, también se prevén impactos benéficos por el desarrollo del proyecto, tal como generación de empleos directos e indirectos por las actividades en la producción de hidrocarburos, así como el incremento de actividades económicas secundarias y terciarias. Situación que potencialmente derivaría en cambios de la dinámica poblacional, aumento de la población económicamente activa (PEA) ocupada con dedicación a otros sectores (secundaria y terciaria), derrama económica, mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores, así como una disminución en los índices de marginación. Adicionalmente se considera la actividad de bombeo para extracción de hidrocarburo, y la cual deriva en un aprovechamiento de este recurso natural podrá garantizar una mayor oferta de energéticos a la industria, creando con ello un potencial de desarrollo sustentable. Asimismo, contribuirá a disponer de combustibles suficientes para satisfacer la demanda actual y futura, tanto en la región como en el país, coadyuvando en el impulso del desarrollo económico.	Para minimizar la emisión de polvos generados por el tránsito de vehículos, se instalarán señalizaciones en los caminos donde se establezca como velocidad máxima permisible de 40 km/h en los caminos de terracería dentro del área de proyecto. En el caso de caminos que crucen por asentamientos humanos, la velocidad máxima será de 20 km/h. Cuando por las actividades del proyecto se requiera un incremento en el flujo vehicular aplicar riegos periódicamente en caso de ser necesario. La medida anteriormente mencionada podrá disminuir la generación de polvos por el constante cruce vehicular, para que la afectación en la salud y actividades de los pobladores sea mínima. Asimismo, de acuerdo con este factor y con la calificación de impactos ambientales, se estiman efectos positivos, que como tal no conllevan medidas de mitigación, compensación o remediación. Sin embargo, es de observancia el mantener una buena relación con los habitantes de las comunidades aledañas al área del proyecto, para que la percepción en la ejecución de éste sea positiva. Es así como el desarrollo del proyecto tendrá justificación por su relevancia económica y social.

COMPONENTE AMBIENTAL	Escenario 1: SIN PROYECTO	Escenario 2: CON PROYECTO	Escenario 3: CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Atmósfera (Aire)	De acuerdo con los ProAire de Veracruz y Puebla utilizados como parte del análisis del SAR, se identificó dentro de lo relevante que ambos coincidieron, que las emisiones móviles fueron la mayor fuente de aporte de CO y NO_X a la atmósfera. El incremento de vehículos, la demanda de viajes, el tráfico constante y el transporte público y de carga impactan considerablemente en el deterioro de la calidad del aire por la combustión y concentración de contaminantes. Al mismo tiempo, el alto número de camiones de carga que circulan contribuyen significativamente a incrementar el nivel de ruido. Actualmente, respecto del proyecto, las emisiones a la atmósfera se originan durante la etapa de operación y mantenimiento de la infraestructura existente. Por lo anterior, es requerido el uso de vehículos y maquinaria, para traslado de personal, suministro de equipo, abastecimiento de materiales y el desarrollo de la secuencia de operaciones. Por lo que se realizó el cálculo estimado de las emisiones móviles que se generaron durante el periodo de operación del año 2019, y que corresponden a 158.59 tCO2e anuales. Asimismo, DWF dispone de unidades de bombeo (UBM/UBH) en 80 pozos que requieren del levantamiento de su producción a superficie. Por lo que se realizó una estimación de las toneladas de contaminantes que son producidos anualmente por los equipos de combustión y que diariamente se alimentan con insumos involucrados en el proceso (gas asociado), resultando SO_2: 0.0621, NO_X: 126.6895, CO: 39.0626, CO_2: 11,613,21, COT: 155.1946, COV: 1.2458, PM10: 0.0081 y CH_4: 131.9682.	Se realizó el cálculo estimado de las emisiones que se incrementarán por las actividades manifestadas en el proyecto: <u>Por fuentes móviles</u> Durante la preparación del sitio y la construcción, expresado en una duración semanal, - Perforación del pozo Infill 16: 12.19 tCO_2e - Construcción de gasoducto: 2.46 tCO_2e En el abandono definitivo de infraestructura, considerando la existente y la nueva, expresado semanalmente, - 6.73 tCO_2e por pozo - 4.83 tCO_2e por ducto <u>Por equipos de combustión</u> En las pruebas de evaluación del pozo Infill 16, en su etapa de construcción, se prevé la quema de gas durante 3 curvas de gasto variable de 24 horas cada una. La cuantificación de emisiones a la atmósfera en este periodo se estimó en: SO_2: 0.71369 NO_X: 0.02428 CO: 0.13212 CO_2: 45.07587 COT: 0.04999 PM10: 0.00285 CH_4: 0.02750 En caso de que el pozo Infill 16 requiriera de un sistema artificial de producción (UBM/UBH), la máxima emisión de toneladas anuales contaminantes se estima que sean, SO_2: 0.0008, NO_X: 1.5836, CO: 0.4883, CO_2: 145.1651, COT: 1.9399, COV: 0.0156, PM10: 0.0001 y CH_4: 1.6496.	Como medida mitigable todos los vehículos deberán apegarse al programa de verificación vehicular que regulen los Estados y asimismo a un programa de mantenimiento que garantice las óptimas condiciones de las unidades con el fin de disminuir las emisiones de gases a la atmosfera y la suspensión de partículas. Como una buena práctica operativa de DWF, se lleva a cabo un programa de mantenimiento a bombas y a los motores de combustión interna, que incluye la evaluación técnica de los especialistas, contribuye al rendimiento adecuado del motor, en el ahorro de consumo de combustible y en el cuidado del medio ambiente, ya que las revisiones adecuadas ayudan en la reducción de las emisiones a la atmósfera. Asimismo, también durante las actividades de perforación, terminación de pozos y evaluación de la producción, como medida de seguridad operativa de la instalación, el personal o el medio ambiente, como en el momento de descargar una presión excesiva en el pozo, se utilizarán quemadores con los que se procurará que la combustión por desfogues y gases residuales se haga de manera limpia y eficiente. Aunque el impacto sobre la calidad de aire tendrá un carácter adverso durante la vida útil de las obras del proyecto, las emisiones pueden ser altamente reversibles con una gran movilidad por la velocidad del viento, lo que significa que mientras mayor sea la velocidad, menor será la concentración de los contaminantes, facilitando su dispersión.

COMPONENTE AMBIENTAL	Escenario 1: SIN PROYECTO	Escenario 2: CON PROYECTO	Escenario 3: CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Hidrología	El SAR cuenta con cuatro corrientes de agua perenne el río Miquetla y las cañas dentro del área de influencia del proyecto con caudales y flujos muy escasos, el río tecomate que solo incide de manera fragmentada en el límite norte del SAR y el río Pantepec al norte del SAR, es el más grande de todos y es donde desemboca el río las cañas y el Miquetla. La calidad del agua de acuerdo con los análisis realizados indica que no presentan contaminación por hidrocarburos. La región en donde se ubicará el proyecto corresponde a localidades rurales con un índice de marginación alto, por lo que no cuentan con alcantarillado y drenaje en algunas localidades y realizan descargas de agua residual producto de actividades domésticas a las corrientes de agua y se ve reflejado en los valores obtenidos de contaminación por Coliformes fecales, sustancias activas al azul de metileno, sólidos disueltos totales y demanda bioquímica de oxígeno. Con relación a la disponibilidad de agua superficiales en las cuencas y subcuencas en las que incide el proyecto y en el acuífero para agua subterránea de acuerdo con lo publicado por la CONAGUA en el D.O.F. el 21 de septiembre del 2020 existe disponibilidad de 2049.558 mm3/año para el río Tuxpan y para el río cazones 1884.938 mm3/año.	Después de un análisis a la hidrología que incide en el SAR del AP y derivado de las actividades que implica el proyecto en todas sus etapas, se considera que el recurso agua pueden tener un probable impacto por eventos no deseados como fugas o derrames, provocados de forma natural por eventos atmosféricos adversos o por desgaste de las tuberías debido al tiempo de operación que tienen los ductos, otra causa puede ser accidental en el proceso operativo. El río Miquetla es el único que incide con el área del proyecto y de forma indirecta el río Pantepec aguas abajo en donde desemboca el río Miquetla. El río, las cañas y tecomate es muy poco probable que tenga alguna afectación de la calidad del agua con el desarrollo del proyecto. El proyecto contempla un uso de un volumen de agua de 79.5 m3 para la perforación y en la etapa de operación y mantenimiento se subcontratará prestadores de servicios, además se cuenta con el contrato 3654 de servicio industrial con la Comisión del Agua del estado de Veracruz, que cuenta con un medidor instalado en el Km.0.5 de la carretera Mequetla – Álamo Temapache, el volumen a utilizar no está especificado y será de acuerdo con el corte mensual del medidor. El suministro del vital líquido será de fuentes autorizadas para el uso de agua industrial de acuerdo con su título de concesión vigente de la CONAGUA y el manejo y disposición final se realizará con empresas que cuenten con autorización vigente para esta actividad de acuerdo con lo que indique la legislación que le aplique. Con el volumen de agua a utilizar en el proyecto no se afecta la disponibilidad de agua superficial y subterránea.	La aplicación de protocolos en materia de seguridad y medio ambiente en el desarrollo de las actividades son medidas preventivas que DWF realizara constantemente. La capacitación de su personal a cargo y de sus contratistas contribuyen a concientizar actos seguros que garanticen el bienestar de sus trabajadores y el respeto al medio ambiente destacando que el logro de estos objetivos es responsabilidad de todos. En caso de presentarse algún evento no deseado que desencadene en una fuga o derrame que potencialmente contamina al río Miquetla, se aplicaran medidas de manera inmediata, acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Antes de alcanzar la contaminación del agua, en caso de que ocurra una afectación se aplicaran los programas de atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes para su atención inmediata.

ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

V IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se describe la metodología y los procedimientos para identificar y evaluar los potenciales impactos ambientales que pudieran generarse por las distintas actividades de las obras del Proyecto y se describen solo aquellos que de acuerdo a esta metodología se consideraron significativos, tomando como base, el análisis realizado en apartados anteriores de este mismo documento (Capítulo II, Delimitación del Sistema Ambiental, caracterización Ambiental y Diagnóstico Ambiental), para la elaboración del escenario ambiental en el cual se identifiquen las actividades que puedan generar impactos en el SA, y AP derivados de la inserción del Proyecto.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales generados por el Proyecto, se consideraron los siguientes parámetros: carácter, duración, extensión, intensidad, sinergia, reversibilidad y mitigabilidad; tanto en los impactos directos como en los indirectos, a través del uso de las siguientes técnicas:

- Listados Simples de actividades del proyecto y factores ambientales
- Matriz Modificada de Leopold de Interacción Proyecto-Ambiente (Leopold, 1971)
- Matriz Cribada
- Diagramas de flujo
- Sobreposición de planos
- Análisis de expertos

El proceso de identificación y evaluación de impactos ambientales se describe en los siguientes apartados, para facilitar su comprensión, se ha dividido en sus dos principales actividades identificación y evaluación de acuerdo con el siguiente diagrama de flujo.

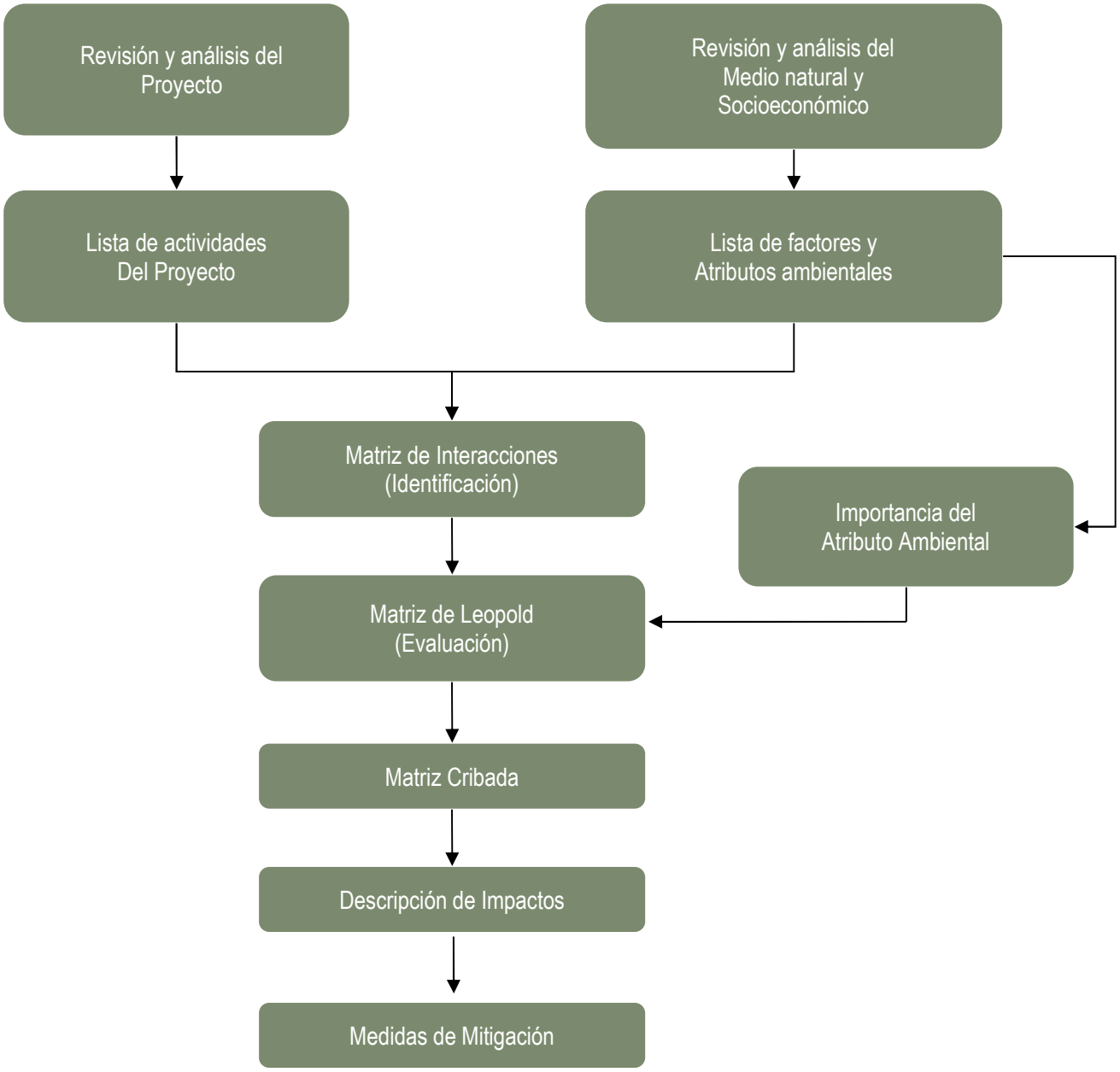


Figura V-1.- Diagrama de flujo del proceso de identificación y evaluación de impactos ambientales.

V.1.1 Descripción del proceso de identificación de impactos

V.1.1.1 Elaboración de lista de acciones relevantes del Proyecto

El primer paso para la identificación de impactos consistió en sintetizar y ordenar la información relacionada con las actividades de cada una de las obras del proyecto en sus diferentes etapas.

Como se describe en el Capítulo II, el Proyecto, está constituido por diferentes tipos de actividades, cada una de estas se gesta a su vez, en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, así como en el abandono de la obra. En la siguiente Tabla se presentan cada una de las actividades en sus diferentes etapas que se requieren para el proyecto.

Tabla V-1.- Lista de actividades por etapas.

Etapa	Obra	Actividad
PREPARACIÓN DEL SITIO	**Pozo y gasoducto**	Uso de vehículos y maquinaria para el transporte de equipo y materiales
	Pozo	Acondicionamiento de macropera existente
		Acondicionamiento de camino existente
	Gasoducto	Acondicionamiento del derecho de vía existente
	Pozo y gasoducto	Generación de RSU y RME
		Generación de RP
		Generación de aguas residuales
CONSTRUCCIÓN	**Pozo y gasoducto**	Uso de vehículos y maquinaria para el transporte de equipo y materiales
	Pozo	Construcción de contrapozo
		Movilización e instalación del equipo de perforación
		Perforación (3 etapas)
		Desmantelamiento y retiro del equipo de perforación
		Terminación y estimulación preliminar
		Prueba de producción
		Entrada de operación del pozo

Continuación Tabla V-1

Etapa	Obra	Actividad
CONSTRUCCIÓN	**Gasoducto**	Suministro de materiales
		Excavación de zanja
		Tendido de tubería
		Soldado, doblado y alineado de tubería
		Radiografiado
		Parchado y prueba dieléctrica de tubería
		Bajado de tubería y tapado de zanja
		Prueba hidrostática
		Interconexión
		Protección catódica
		Obras complementarias (señalamientos, recubrimientos)
		Limpieza final del sitio del proyecto
	Pozo y gasoducto	Generación de RSU y RME
		Generación de RP
		Generación de aguas residuales
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	**Pozo, baterías de separación y ductos**	Uso de vehículos y maquinaria para el transporte de equipo y materiales
	Pozos	Registro de presión
		Medición de producción
		Recolección de hidrocarburo por UPV (Pipas)
		Bombeo para extracción de hidrocarburos
		Mantenimiento de bombas / motores a combustión interna y eléctricos
		Mantenimiento de sistemas eléctricos
		Mantenimiento a pozo (superficial)
		Mantenimiento menor a pozo (reparación)
		Mantenimiento mayor a pozo (reparación)
		Mantenimiento a instalaciones con unidades de aceite caliente y de línea de acero (ULA)
		Mantenimiento de caminos de acceso

Continuación Tabla V-1

Etapa	Obra	Actividad
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Baterías de separación	Medición de Hidrocarburos (toma de muestras)
		Mantenimiento y adecuación de baterías.
		Mantenimiento de bombas / motocompresoras / motores de combustión interna y eléctricos
		Mantenimiento de tanques
		Mantenimiento de sistemas eléctricos
		Mantenimiento de puntos de entrega
		Mantenimiento de Separadores
		Mantenimiento de sistemas de quemadores
		Inyección de químicos
		Mantenimiento a unidades de bombeo
		Mantenimiento de caminos de acceso existentes
	Ductos	Transporte de hidrocarburo
		Celaje de ductos
		Mantenimiento a derecho de vía y ducto
		Inyección de químicos
		Mantenimiento a instalaciones con unidades de aceite caliente
	Pozos, baterías de separación y ductos	Generación de RSU y RME
		Generación de RP
		Generación de aguas residuales
Abandono	Pozos, ductos, baterías de separación y base operativa	Uso de vehículos y maquinaria para el transporte de equipo y materiales
	Pozos	Taponamiento y abandono temporal
		Cierre
		Desmantelamiento
		Abandono
	Baterías de separación y base operativa	Cierre
		Desmantelamiento
		Abandono
	Ductos	Cierre
		Aislamiento del ducto
		Abandono del derecho de vía
	Pozos, ductos, baterías de separación y base operativa	Generación de RSU y RME
		Generación de RP
		Generación de aguas residuales

Una vez identificadas las actividades de cada una de las etapas del proyecto, se procedió a realizar un análisis grupal con los especialistas que participaron en la elaboración del presente documento (Capítulo II y Capítulo IV), con la finalidad de definir los impactos más relevantes del proyecto, considerando que éste debe ser analizado de manera integral, es decir, considerando la ejecución de todas las obras, así como sus respectivas etapas, las cuales se encontrarán distribuidas de manera discontinua en espacio y tiempo.

V.1.1.2 Elaboración de lista de factores y atributos ambientales

Mediante una revisión exhaustiva de informes y estudios de impacto ambiental, de literatura relacionada (Holling, 1978; Golden *et al.* 1979; Gilpin, 1995), de la opinión de expertos y tomando en consideración la estructura y el diagnóstico del Sistema Ambiental, se elaboró el inventario de los factores y atributos ambientales que se presentan en la Tabla V-2.

Tabla V-2.- Listado de factores y atributos ambientales del Sistema Ambiental.

Factor	Atributo
Atmósfera (Aire)	Calidad del aire
	Partículas suspendidas
	Nivel de ruido
Geomorfología	Estabilidad del relieve
	Geoformas
Suelo	Uso de suelo
	Grado de erosión
	Propiedades químicas
	Propiedades físicas
Hidrología superficial	Calidad del agua
	Disponibilidad del agua
Hidrología subterránea	Calidad del agua
	Disponibilidad del agua
Vegetación	Diversidad de comunidades vegetales
	Cobertura de la capa vegetal
	Riqueza de especies
	Endemismos y especies bajo categoría de riesgo
	Densidad de individuos
	Especies exóticas
	Estructura de la comunidad
Fauna	Riqueza de especies
	Abundancia
	Especies exóticas
	Endemismos y especies bajo protección (NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES)
	Composición de especies por hábitat
	Diversidad Beta
Paisaje	Calidad paisajística
	Visibilidad del paisaje
	Fragilidad paisajística
Socioeconómicos	Empleo
	Potencial de desarrollo
	Actividades económicas
	Aprovechamiento de recursos naturales
	Vías de acceso
	Calidad de vida

V.1.1.3 Identificación de Interacciones Ambientales

Con base en las Tablas V-1 y V-2, se generó una Matriz de Interacciones, la cual considera cada una de las actividades por obra del proyecto, con los factores y atributos del Sistema Ambiental, es decir una matriz de interacción Proyecto-Ambiente. A partir de esta, los diferentes grupos técnicos que se conformaron para llevar a cabo la evaluación de los impactos ambientales efectuaron un análisis basado en la estructura del Sistema Ambiental con cada una de las actividades por obra, que se ejecutarán para el proyecto. Este análisis permitió identificar las interacciones potenciales Proyecto-Ambiente, determinando los factores y componentes ambientales que pueden ser impactados.

V.2 Descripción del proceso de evaluación de impactos

V.2.1 Metodología de evaluación de impactos

V.2.1.1 Matriz Modificada de Leopold

Para la evaluación de los impactos ambientales, se seleccionó la metodología conocida como Matriz de Leopold (Leopold, 1971), la cual fue modificada para adecuarla a las características particulares del Proyecto. Esta matriz fue elaborada con base en los resultados de la Técnica de Listado Simple y de la Tabla de doble entrada de interacciones Proyecto-Ambiente, seleccionando aquellos factores ambientales que pueden ser impactados.

La técnica de matrices consiste en interrelacionar las acciones del Proyecto (columnas), con los diferentes factores y atributos ambientales (filas). Las interacciones resultantes se describen con base en los siguientes criterios: carácter, duración, extensión, intensidad, sinergia, reversibilidad y mitigabilidad, los cuales servirán para determinar si el impacto es significativo para el ambiente o no.

V.2.1.1.1 Descripción de las variables y criterios de evaluación

Enseguida se describen cada una de las variables de evaluación impacto en la Matriz Modificada de Leopold.

A. **Carácter del Impacto. -** Se analiza si la acción del Proyecto deteriora o mejora las características del atributo ambiental, es decir, si es Benéfico (+) o Adverso (-).
B. **Extensión del Impacto (E). -** Tamaño de la superficie o volumen afectado por el impacto.
C. **Duración del Impacto (D). -** Lapso de tiempo durante el cual se manifiesta el efecto ambiental de la ejecución de una acción de proyecto.
D. **Intensidad del Impacto (I). -** Nivel de aproximación del efecto con respecto a estándares existentes (límites permisibles en las Normas Oficiales Mexicanas) o la proporción de las existencias del factor ambiental en el área de estudio, que serán afectadas por el impacto, o de los valores predeterminados en la literatura.
E. **Acumulación del efecto (A):** presencia de los efectos aditivos en los impactos**.** Se utiliza la letra (A) para denotar el efecto acumulativo, seguida de las letras (A) para Alto, (M) para medio, (B) para Bajo y (m) para mínimo, así se existe impacto acumulativo alto seria: (AA), y así sucesivamente.
F. Para indicar la **importancia** del atributo afectado se utilizó la notación: I (Importante), R (Relevante) y C (Crítico).
G. **Sinergia (S). -** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto y simultáneo de varias acciones suponen un efecto ambiental, mayor de la suma de los efectos individuales contempladas aisladamente.
H. **Reversibilidad del Impacto (R). -** Posibilidad de que el factor afectado pueda volver a su estado original, una vez producido el impacto y suspendida la acción tensionante.
I. **Mitigabilidad (M). -** Posibilidad que existe para aplicar medidas preventivas, correctivas y/o compensatorias a un determinado impacto. La **mitigabilidad** se indica a través de los números: 1 corresponde a no mitigable, 2 a mitigable con factibilidad baja, 3 a mitigable con factibilidad media y 4 a mitigable con factibilidad alta.

Estas variables toman valores que van de uno (1) a cuatro (4); siendo el cuatro (4) el máximo valor potencial y uno (1) para el mínimo. Los criterios de asignación de valor a la variable se presentan en la Tabla V-3. Como ya se indicó, el carácter del impacto puede ser positivo (+) o negativo (-) y la sinergia puede tener valor de uno (1) o dos (2).

Tabla V-3.- Criterios y escalas para determinar los valores de las variables de evaluación de impactos.

Escala	Extensión del efecto* (E)	Duración del impacto** (D)	Intensidad del impacto (I)	Acumulación del Impacto****	Sinergia (S)	Reversibilidad del impacto*** (R)	Mitigabilidad* (M)
4	**A gran escala**: **Medio Natural**: Efecto con alcance que sobrepasa los límites del Polígono evaluado, con respecto de las Cuencas Hidrológicas. **Medio Socioeconómico:** Efecto con alcance que sobrepasa los límites de la región económica.	**Permanente,** dura más de 5 años	**Máxima**: **Medio natural:** cuando las emisiones del proyecto ocasionan que la concentración del contaminante rebase los valores máximos permisibles indicados en la NOM, o si incide a más de 15% de las existencias del recurso en la zona de estudio (base cobertura vegetal y recursos faunísticos), o se cause daño a las especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Y CITES 2019 **Geomorfología:** cuando la pendiente del talud es >45°. **Hidrología subterránea:** cuando el contaminante tiene una alta probabilidad de alcanzar el nivel freático y es capaz de incorporar compuestos orgánicos (BTEX) e hidrocarburos en su fracción ligera, media y pesada y/o metales al agua subterránea. La duración de la emisión del contaminante al medio tiene una duración de varias semanas. **Suelo:** Erosión alta 50-200 ton/ha/año. **Paisaje:** cuando la obra se encuentra posicionada en una altitud >1500 msnm; cuando se modifican más del 15% de los recursos paisajísticos existentes, así como si la tendencia en la transformación del paisaje cambia completamente el carácter paisajístico. **Medio socioeconómico:** Cuando el incremento sobre el valor actual del índice es mayor al 60%.	**Alto**: Cuando el efecto del impacto incrementa más del 75% la tendencia actual de deterioro del sistema ambiental de la cuenca hidrológica (base cobertura vegetal)		**Altamente reversible**, la tensión puede ser revertida por el propio sistema (difusión, dispersión, autodepuración) y de forma inmediata.	**Factibilidad alta,** reduce el impacto potencial en 80% o más, mediante cambios o acciones menores complementarios al Proyecto.

Continuación Tabla V-3

Escala	Extensión del efecto* (E)	Duración del impacto** (D)	Intensidad del impacto (I)	Acumulación del Impacto****	Sinergia (S)	Reversibilidad del impacto*** (R)	Mitigabilidad* (M)
3	**Regional**: **Medio Natural**: El efecto se manifiesta hasta los límites del polígono evaluado, con respecto de las Cuencas Hidrológicas. **Medio Socioeconómico:** El efecto se manifiesta cuando su extensión abarca dos o más municipios.	**Larga,** dura más de 1 año y menos de 5 años.	**Alta**: **Medio natural:** cuando las emisiones del proyecto, ocasionan que la concentración del contaminante supere el 59% respecto a los valores máximos permisibles indicados en la NOM, pero sin llegar a rebasarlo; o si inciden mayor a 10% pero menor al 15% de las existencias del recurso en la zona de estudio (base cobertura vegetal y recursos faunísticos). **Suelo:** Erosión moderado 10-50 ton/ha/año. **Geomorfología:** cuando la pendiente del talud se encuentra entre 30 y 45°. **Hidrología subterránea:** cuando el contaminante tiene una alta probabilidad de alcanzar el nivel freático y es capaz de incorporar compuestos orgánicos (BTEX) e hidrocarburos en su fracción ligera, media y pesada y/o metales al agua subterránea. La duración de la emisión del contaminante al medio tiene una duración de pocos días (1-7 días). **Paisaje:** cuando la obra se encuentra posicionada en una altitud entre 1000 y 1500 msnm, cuando se modifican entre el 10 y 15% de los recursos paisajísticos existentes, así como si la tendencia en la transformación del paisaje es mayor al carácter paisajístico que predomina. **Medio socioeconómico:** Cuando el incremento sobre el valor actual del índice es mayor al 50%.	**Medio:** Cuando el efecto del impacto incrementa entre el 50 y 75% la tendencia actual de deterioro del sistema ambiental de la cuenca hidrológica (base cobertura vegetal)		**A corto plazo**, la tensión puede ser revertida por el propio sistema, en un término de un mes y hasta en un año.	**Factibilidad media,** es aquella que reduce los impactos potenciales entre el 50 y el 80% a través de insumos, acciones y/u obras adicionales a los previstos para el Proyecto.

Continuación Tabla V-3

Escala	Extensión del efecto* (E)	Duración del impacto** (D)	Intensidad del impacto (I)	Acumulación del Impacto****	Sinergia (S)	Reversibilidad del impacto*** (R)	Mitigabilidad* (M)
2	**Local**: **Medio Natural**: El efecto queda comprendido dentro de un radio de 2 Km., con respecto al sitio de la obra. En el caso de obras lineales menores o iguales a esa longitud y cuyos impactos queden circunscritos en el mismo radio con respecto al eje del trazo. **Medio Socioeconómico:** Si el efecto comprende 2 o más localidades del mismo municipio.	**Corta,** dura más de 1 mes y menos de 1 año.	**Moderada**: **Medio natural:** cuando las emisiones del proyecto ocasionen que la concentración del contaminante alcance valores entre el 29-59% del límite permisible; o si inciden entre 5 al 10% de las existencias del recurso en la zona de estudio (base cobertura vegetal y recursos faunísticos). Suelo: Erosión ligero 5- 10 ton/ha/año. **Geomorfología:** cuando la pendiente del talud se encuentra entre 10 y 30°. **Hidrología subterránea:** cuando el contaminante tiene una alta probabilidad de alcanzar el nivel freático y es capaz de incorporar compuestos orgánicos (BTEX) e hidrocarburos en su fracción ligera, media y pesada y/o metales al agua subterránea. La duración de la emisión del contaminante al medio tiene una duración de pocas horas. **Paisaje:** Cuando la obra se encuentra posicionada en una altitud entre 600 y 1000 msnm, cuando se modifican entre el 5y 10% de los recursos paisajísticos existentes, así como si la tendencia en la transformación del paisaje modifica en parte el paisajístico que predomina. **Medio socioeconómico:** Cuando el incremento sobre el valor actual del índice es mayor al 10% y menor al 50%.	**Bajo:** Cuando el efecto del impacto incrementa entre el 25 y 50% la tendencia actual de deterioro del sistema ambiental de la cuenca hidrológica (base cobertura vegetal	Se presentan efectos sinérgicos.	**A largo plazo**, la tensión podrá ser revertida por el sistema en un término de más de 1 año y menos de 5 años.	**Factibilidad baja**, es aquella que reduce los impactos potenciales entre un 20 y un 50% o requiere cambios en los procesos o características del Proyecto.

Continuación Tabla V-3

Escala	Extensión del efecto* (E)	Duración del impacto** (D)	Intensidad del impacto (I)	Acumulación del Impacto****	Sinergia (S)	Reversibilidad del impacto*** (R)	Mitigabilidad* (M)
1	**Puntual**: **Medio Natural**: Afectación únicamente en el sitio de la obra. **Medio Socioeconómico:** Afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta los límites de la localidad.	**Muy corta,** dura menos de 1 mes.	**Mínima**: **Medio natural:** cuando las emisiones del proyecto ocasionen que la concentración del contaminante alcance valores menor a 29% respecto al límite permisible; o si las existencias afectadas del recurso son menores a 5% del total de las existencias en la zona de estudio (base cobertura vegetal y recursos faunísticos). Suelo: Erosión muy ligero < 5 ton/ha/año. **Geomorfología:** cuando la pendiente del talud es >10°. **Hidrología subterránea:** cuando la naturaleza de los residuos no permite su contacto con el agua subterránea y, por lo tanto, no puede modificar la concentración de ninguno de los parámetros medibles en el agua subterránea (residuos sólidos). **Paisaje:** cuando la obra se encuentra posicionada en un desnivel <.6000 msnm, cuando se modifican menos del 5% de los recursos paisajísticos existentes, así como si la tendencia en la transformación del paisaje se inclina al carácter paisajístico que predomina. **Medio socioeconómico:** Cuando el incremento sobre el valor actual del índice es menor al 10%.	**Mínimo:** Cuando el efecto del impacto incrementa hasta el 25 % la tendencia actual de deterioro del sistema ambiental de la cuenca hidrológica (base cobertura vegetal	No se presentan efectos sinérgicos.	**Irreversible,** la tensión podrá ser revertida después de 5 años de ejecutada la acción. Con intervención humana para facilitar la acción de los factores ambientales.	**No mitigable**, porque las medidas requeridas superan los beneficios del Proyecto.

- Nota: Artículo 11 fracción I del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Criterios de calidad de agua de la Ley Federal de Derechos.
- NOM-020-SSA1-2014 ; NOM-021-SSA1-1993 ; NOM-022-SSA1-2010; NOM-023-SSA1-1993; NOM-025-SSA1-2014 ; NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994; NOM-059-SEMARNAT-2010; Referencia bibliográfica de suelos.

* En el caso de los residuos sólidos y líquidos, que sean transferidos del sitio de generación a un sitio de disposición final distante de este, la extensión del impacto se determinará por el área potencialmente afectada en el sitio de disposición final, en función de la tecnología de manejo. De hecho, el transferir residuos a sitios con tecnología adecuada de manejo y disposición, constituye en sí misma una medida de mitigación.

** En caso de impactos discontinuos, se estimará el tiempo continuo equivalente del impacto.

*** Se asignará un valor de 0 (cero) en los criterios de Reversibilidad y Mitigabilidad, cuando se considere que el proceso de deterioro es irreversible durante la vida útil del proyecto y es absolutamente no mitigable.

**** Se asignará un valor de 0 (cero) en caso de no considerar I que el impacto presenta efectos acumulativos.

V.2.1.1.2 Importancia del Atributo Ambiental (IAA)

La Importancia del Atributo Ambiental (IAA), es la trascendencia que tiene un determinado atributo ambiental en el funcionamiento del sistema, se determina con base en dos criterios: Fragilidad e Importancia Funcional.

El término fragilidad implica el nivel de vulnerabilidad o facilidad de afectación del componente ambiental; o de otra manera, su capacidad de soporte o de asimilación.

La importancia funcional, se entiende como el papel que desempeña un componente ambiental en el mantenimiento de la dinámica natural del sistema. Se considera que el valor de función incluye el valor estructural, ya que no hay importancia estructural, *per se*, sino por la función derivada de ella.

Para determinar la Importancia del Atributo Ambiental, en una Tabla de doble entrada (Tabla V-4) se cruzan los valores de orden de importancia funcional y fragilidad del atributo ambiental evaluado, quedando las categorías como se indica:

Tabla V-4.- Asignación de la Importancia del Atributo Ambiental (IAA).

Importancia funcional	Fragilidad		
	Baja	Media	Alta
Baja	I	I	R
Media	I	R	C
Alta	R	C	C

Donde:
C: Crítico
R: Relevante
I: Importante

Atributos ambientales críticos. Son definidos de acuerdo con los criterios: Fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, la presencia de especies de flora, fauna u otros recursos naturales, considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso o social.

Atributos ambientales relevantes: Se determinan sobre base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones Proyecto-Ambiente previstas.

Atributos ambientales importantes: Son todos aquellos identificados en las interacciones proyecto ambiente, que no son clasificados como relevantes o críticos.

En caso de encontrar vestigios arqueológicos o paleontológicos, será el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), quien determine al respecto.

En caso de tradiciones, se pueden considerar críticos, dada su importancia social, pero no frágiles, porque difícilmente personas nuevas en la comunidad (cantidad de trabajadores del proyecto) cambian el patrón cultural.

Las especies protegidas pueden considerarse como de fragilidad alta, pero de importancia funcional baja. Ahora bien, puede resultar que la especie en referencia sea protegida pero muy abundante en la zona del proyecto, lo cual puede hacerla menos frágil. Hay que recordar que el término crítico es en el contexto del sistema y no de un individuo o especie. Podemos entender, que intrínsecamente una especie protegida, juega un papel pobre en el ecosistema, como consecuencia de su misma rareza.

En la Tabla V-5, se presentan las categorías de Importancia del Atributo Ambiental obtenidas, de acuerdo a los criterios de asignación señalados.

Tabla V-5.- Categoría de Importancia del Atributo Ambiental (IAA).

	Subsistema	Factor	Atributos	Importancia
SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	NATURAL	Atmósfera	Calidad del aire	I
			Partículas suspendidas	I
			Nivel de ruido	I
		Geomorfología	Estabilidad del relieve	I
			Geoformas	I
		Suelo	Uso del suelo	I
			Grado de Erosión	R
			Propiedades químicas	I
			Propiedades físicas	R
		Hidrología superficial	Calidad de agua	R
			Disponibilidad del agua	I
		Hidrología subterránea	Calidad de agua	I
			Disponibilidad	I
		Vegetación	Diversidad de comunidades vegetales	I
			Cobertura de la capa vegetal	C
			Riqueza de especies	R
			Endemismos y Especies bajo categoría de riesgo	C
			Densidad de individuos	I
			Especies exóticas	I
			Estructura de la comunidad	I
		Fauna	Riqueza de especies	R
			Abundancia	R
			Especies exóticas	I
			Endemismos y especies bajo protección (NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES)	C
			Composición de especies por hábitat	C
			Diversidad Beta	R
		Paisaje	Calidad paisajística	R
			Visibilidad del paisaje	I
			Fragilidad paisajística	R
	SOCIO-ECONÓMICO	Socioeconómicos	Empleo	R
			Potencial de desarrollo	R
			Actividades económicas	I
			Aprovechamiento de recursos naturales	I
			Vías de Acceso	I
			Calidad de vida	I

En la Tabla V-6 se presentan los factores e indicadores del Sistema Ambiental Regional que servirán como base para la evaluación de las dimensiones de las posibles alteraciones o Impactos, derivados del desarrollo del Proyecto.

Tabla V-6.- Factores ambientales que componen el Sistema Ambiental e indicadores de estado.

Factor	Indicador
ATMÓSFERA	Calidad del aire
	Partículas suspendidas
	Nivel de ruido
GEOMORFOLOGÍA	Estabilidad del relieve
	Geoformas
SUELO	Pérdida de suelo (erosión)
	Uso de suelo
AGUA	Calidad del agua
	Disponibilidad de agua
VEGETACIÓN	Diversidad de comunidades vegetales
	Cobertura de la capa vegetal
	Riqueza de especies
	Endemismos y especies bajo categoría de riesgo
	Densidad de individuos
	Especies exóticas
	Estructura de la comunidad
FAUNA	Riqueza de especies
	Abundancia
	Especies exóticas
	Endemismos y especies bajo protección (NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES)
	Composición de especies por hábitat
	Diversidad Beta
PAISAJE	Recursos paisajísticos
	Elevación del territorio (Relieve)
	Carácter paisajístico
SOCIOECONÓMICO	Desempleo
	Demografía
	Calidad de vida

Definición conceptual de los indicadores:

Calidad del aire: La calidad del aire depende en primera instancia del volumen de contaminantes emitidos, a mayor cantidad de contaminantes mayor será la contaminación y menor la calidad del aire. Se disponen de valores medidos de calidad del aire que permiten su comparación respecto a las Normas Oficiales Mexicanas. Estos indicadores se relacionan con la cantidad de emisiones de contaminantes criterio (O_3, CO, SO_2, NO_2, PM2.5 y PM10).

Nivel de ruido: Se refiere a la magnitud de decibeles registrados en un determinado punto geográfico.

Geoforma: Una geoforma es un cuerpo tridimensional: tiene forma, tamaño, volumen y topografía, elementos que generan un relieve.

Pérdida de suelo (grado de erosión): Este indicador denota el grado de estabilidad del suelo y por tanto de su conservación. El índice utilizado es el grado de erosión actual (ton/ha/año).

Uso de suelo: La proporción de superficie que está cubierta por vegetación nativa.

Calidad del agua: Se tomarán como base los indicadores de los límites máximos permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-1996 de calidad de agua, en base a los resultados de análisis de calidad de agua.

Disponibilidad de agua: Se refiere a la identificación de fuentes de suministro de agua, expresado en número y flujo disponible, pudiendo ser expresado en L/s.

Cobertura: Área que cubre en la superficie del suelo el haz de la proyección vertical del cuerpo de una planta o conjunto de plantas.

Naturalidad: Número de especies nativas y propias del sistema en relación con especies introducidas o secundarias.

Especies bajo categoría de riesgo: Número de especies protegidas, reportadas o localizadas, con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Calidad visual: Grado de fragmentación del hábitat, determinado por la proporción de usos de suelo; en relación al total de la superficie.

Calidad de vida: Índices de Bienestar del INEGI, se basa en los resultados preliminares del XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Su clasificación va del uno al siete.

Demografía: Número de habitantes por km^2.

Desempleo: Población económicamente activa desocupada.

Marginación: La Marginación es un fenómeno multidimensional que considera la exclusión de la población al proceso de desarrollo y al disfrute de sus beneficios.

Índice de Marginación: Es una medida-resumen que permite diferenciar entidades federativas y municipios de acuerdo con las carencias que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.

En la Tabla V-7, se señalan las unidades de expresión para los indicadores considerados para la evaluación de impactos.

Recursos paisajísticos: Son los elementos lineales o puntuales singulares de un paisaje, los cuales adquieren importancia por su interés ambiental, cultural, visual o social.

Relieve: Es la forma que tiene de la superficie de la tierra, la cual se toma como base para conocer los puntos de mayor o menor visibilidad dentro de un paisaje, esto de acuerdo con la altitud del terreno.

Carácter paisajístico: Se refiere a la característica distintiva o predominante que funciona como elemento integral del paisaje que se observa.

Tabla V-7.- Indicadores y unidades de expresión.

Factor	Indicador	Valor del indicador			
ATMÓSFERA (AIRE)	Calidad del aire: emisiones y partículas suspendidas del área de influencia	Contaminante criterio	NOM	Límite Permisible	Concentración mayor registrada en los monitoreos
		CO	NOM-021-SSA1-1993	11.00 ppm	1.9081
		NO_2	NOM-023-SSA1-1993	0.21 ppm	0.0402
		SO_2	NOM-022-SSA1-2010	0.11 ppm	0.0560
		O_3	NOM-020-SSA1-2014	0.095 ppm	0.0503
		$PM_{2.5}$	NOM-025-SSA1-2014	45 µg/m^3	12.50
		PM_{10}		75 µg/m^3	26.80
	Nivel de ruido	Vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto	NOM-080-SEMARNAT-1994		LMP
		Hasta 3,000 kg			86 dB
		Más de 3,000 y hasta 10,000 kg			92 dB
		Más de 10,000 kg			99 dB
		Fuentes fijas	NOM-081-SEMARNAT-1994		LMP
		De 06:00 a 22:00 horas			68 dB
		De 22:00 a 06:00 horas			65 dB
GEOMORFOLOGÍA	Estabilidad del relieve	Pendiente del terreno <10°			

Continuación Tabla V-7

Factor	Indicador	Valor del indicador
SUELO	Pérdida de suelo.	**Erosión** Erosión: Severa — Porcentaje (%): 76.33 Erosión: Alta — Porcentaje (%): 12.48 Erosión: Moderada — Porcentaje (%): 10.04
	Uso de suelo	**Superficie**: Asentamientos humanos: 1.00 Cuerpos de agua: 0.14 Agricultura de humedad anual y permanente: 2.44 Pastizal cultivado: 9.12 Agricultura de temporal anual: 0.98 Agricultura de temporal anual y permanente: 44.29 Agricultura de temporal permanente: 31.06 Agricultura de temporal semipermanente y permanente: 0.28 Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia: 10.04 Vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia: 0.64
AGUA	Calidad del agua	**Superficial:** La mayoría de los valores obtenidos de las muestras analizadas se encuentran dentro de los LMP de las normas de referencia, algunos parámetros se ubican fuera de los rangos establecidos que se presentan a continuación: Rio Miquetla: Coliformes fecales 2400, SAAM: 0.7, SDT; 552 Rio Las Cañas: Coliformes fecales 2400, SAAM: 0.52, SDT: 615 Rio Pantepec: Coliformes fecales: 2400. **Subterráneos:** Los valores que superan los límites máximos permisibles establecidos por la norma son: los parámetros bacteriológicos en todos los sitios exceptuando el sitio HSB-MIAR-02; el contenido del metal cromo en los sitios HSB-MIAR-02 y HSB-MIAR-03 así como la dureza total en los mismos. En cuanto a compuestos orgánicos y BTEX se encuentran dentro de los límites permisibles.

Continuación Tabla V-7

Factor	Indicador	Valor del indicador
AGUA	Disponibilidad	Superficial: Cuenca C Rio Cazones: 1884.938 y Cuenca D Rio Tuxpan 2049.558, cifras en millones de metros cúbicos por año. Subterránea: 47.04, cifra en millones de metros cúbicos Acuífero: Álamo-Tuxpan.
VEGETACIÓN	Numero de comunidades en el SAR	1 tipos de vegetación natural, 2 tipo Agrícola pecuario
	Superficie de la capa vegetal (Ha por comunidad)	Vegetación natural: VS/SAP 5624.47 Ha (11.21 %). IAPF: PC, 4561.02 Ha (9.09 %); Agricultura: 39483.58 (78.74 %).
	Número de especies, géneros y familias	Especies: 278, géneros: 222, Familias: 79
	Número de especies endémicas y en estatus	Endemismos: 3. Especies bajo categoría de riesgo 18 especies: CITES [16]; IUCN [4]; NOM-059 [3].
	Número de Individuos / Ha	Densidad de individuos de la clase diamétrica más representativa: Vs/SAP: 207/Ha, PC: 20694/Ha
	Número de especies exóticas	Especies exóticas: 24, géneros: 23, Familias: 11
	Número de estratos, altura promedio de individuos, cobertura promedio, diámetro a la altura del pecho (DAP), área basal (AB)	Por comunidad vegetal y clase diamétrica más representativa:
FAUNA	Riqueza de especies	Familias: 71, Géneros: 151, Especies: 184 Anfibios: 7 Reptiles: 21 Aves: 111 Mamíferos: 45
	Abundancia	Total: 2535, Anfibios: 168, Reptiles: 329, Aves: 1594, Mamíferos: 444
	Especies exóticas	Exóticas: 6
	Endemismos y especies bajo protección (NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES)	Endémicas: 4, Normadas: 16, CITES: 12
	Composición de especies por hábitat	IAPF: 126, Vs/SAP: 130, Compartidas:107, Exclusivas IAPF: 26, Exclusivas Vs/SAP: 30
	Diversidad Beta	Anfibios: 0, Reptiles: 0.312, Aves: 0.24, Mamíferos: 0.096
PAISAJE	Recursos paisajísticos	Número de recursos paisajísticos detectados 12 Recursos detectados en el SA: suelo disponible para el aprovechamiento agropecuario, vías de comunicación rural, carretera federal, carretera estatal, núcleos urbanos, yacimiento arqueológico, vistas de vegetación natural, biodiversidad, corriente de agua perenne, corriente de agua intermitente, cuerpo de agua perenne, cuerpo de agua intermitente.
	Elevación del territorio (relieve).	Dentro del SA presenta una latitud entre los 75 y 680 msnm.
	Carácter paisajístico	Cobertura de suelo y vegetación: paisajes de tipo urbano-agrícola.
SOCIOECONÓMICO	Desempleo	En el Sistema Ambiental Regional el 3.48% de la Población Económicamente Activa, se encuentra desocupada.
	Demografía	78.49 hab/km^2
	Calidad de vida	El índice de Marginación promedio en el Sistema Ambiental Regional es de -0.1430 (Grado de marginación Alto)

V.2.1.1.3 Procedimiento de llenado de la Matriz Modificada de Leopold

La Matriz Modificada de Leopold es generada con base en la Tabla de interacciones Proyecto-Ambiente. A esta matriz se pasan solamente los factores ambientales y acciones del proyecto que presentan interacciones. El procedimiento para el llenado es el siguiente:

A. Para determinar el carácter del impacto, en cada casilla de interacción se colocó un signo negativo (-) al impacto adverso y un signo positivo (+) al impacto benéfico.

B. Para indicar la duración del impacto se utilizaron cuatro colores, el amarillo para los impactos de duración muy corta, el verde para cortos, azul para larga y el rojo para los permanentes.

C. La extensión del impacto se indica con asteriscos (*), un asterisco representa un impacto puntual, dos (**) local, tres (***) regional y cuatro (****) a gran escala.

D. La intensidad del impacto se indica en la matriz de la siguiente manera: 1 corresponde a mínima, 2 a moderada, 3 a alta y 4 a máxima.

E. Para indicar la importancia del factor afectado se utilizó la notación: I (Importante), R (Relevante) y C (Crítico).

F. Acumulación del efecto (A): presencia de los efectos aditivos en los impactos. Se utiliza la letra (A) para denotar el efecto acumulativo, seguida de las letras (A) para Alto, (M) para medio, (B) para Bajo y (m) para mínimo, así se existe impacto acumulativo alto seria: (AA), y así sucesivamente.

V.2.2 Magnitud del Impacto

Está determinado por los alcances del impacto con relación a la superficie o volumen afectado, la permanencia e intensidad de afectación. Para determinar el nivel de magnitud se utilizó la siguiente ecuación.

$$\text{Magnitud} = \left(\frac{E + D + I + A}{16} \right) S$$

Dónde:

E = Extensión del Impacto
D= Duración del Impacto
I = Intensidad del Impacto
A=Acumulación del impacto
S = Sinergia
16 = Es la ponderación de los valores máximos de E, D, I y A, de acuerdo con los criterios de la Tabla V-4.

Considerando los valores posibles que pueden tener las variables de la ecuación establecidas en la Tabla V-8, el dominio de la variable magnitud (M) sería 0,25, a 2.

La subdivisión de este dominio en intervalos que denotan diferentes niveles de magnitud, se realizó considerando que en la Tabla V-8, el primer nivel de la escala de impacto (2) después del límite inferior, se produce idealmente cuando las variables E, D e I, toman valores de 2, resultando un valor de magnitud de 0,5. El siguiente valor de escala de impacto (3) de la misma Tabla, se genera idealmente cuando las variables referidas toman el valor de 3, produciendo un valor de magnitud de 0,75. De acuerdo con esto, los intervalos de magnitud de impacto quedan de la siguiente manera:

Tabla V-8.- Escalas para asignar las categorías de magnitud.

Escala	Magnitud
M ≥ 0,25 pero < 0,5	Baja
M ≥ 0,5 pero < 0,75	Media
M ≥ 0,75	Alta

M= Magnitud.

Cualquier impacto que presente sinergia, tendrá una magnitud media o alta, en virtud de que el valor mínimo que puede obtener cuando existe sinergia es de 0,5.

V.2.3 Significancia del Impacto

El nivel de significancia que representa el impacto para el entorno ambiental está en función de la Magnitud del impacto y la Importancia del Atributo Ambiental afectado; es decir:

Significancia = (Magnitud)*(IAA)

Dónde:

IAA = Importancia del Atributo Afectado

La categoría del IAA es determinada según el procedimiento de la Tabla V-4 y la Magnitud del Impacto, de acuerdo a la Tabla V-8. Con estos dos criterios, se determina el Valor Significancia del Impacto, Tabla V-9.

Tabla V-9.- Nivel de Significancia del impacto.

Magnitud	Importancia del factor		
	Importante	Relevante	Critico
Baja	Bajo	Bajo	Medio
Media	Bajo	Medio	Alto
Alta	Medio	Alto	Alto

V.2.4 Matriz Cribada

Con base en los resultados de la matriz modificada de Leopold, se construye la matriz cribada en donde en primer lugar se eliminan todas las columnas (acciones del proyecto) y los renglones (componentes ambientales), en los que no se determinaron impactos significativos para la dinámica natural del sistema.

Posteriormente para ser evaluados en la Matriz Cribada se seleccionaron solo los impactos ambientales causados en los atributos ambientales que mostraron un **Nivel de Significancia** del Impacto **Medio**, o **Alto** y **aquellos que el especialista ambiental considera relevante dentro del sistema ambiental**, para describirlos y emitir sus medidas de prevención, mitigación y/o compensación. Los impactos ambientales causados en los atributos ambientales considerados Bajos o no Relevantes, no se analizaron en la Matriz

Cribada y tan solo se describe en general su efecto sobre el ecosistema, así como las acciones del proyecto consideradas para mitigar dicho impacto (Tabla V-12).

V.2.5 Residualidad del impacto

Representa el daño remanente del impacto, después de considerar la capacidad que tiene el medio de asimilar y restituir el impacto adverso y/o los resultados esperados de las medidas de mitigación a aplicar; se determina mediante la siguiente fórmula:

Residualidad = Magnitud [1-(1/8) (R+M)]

Dónde:

R = Reversibilidad del Impacto

M = Mitigabilidad

En esta ecuación puede observarse que la reversibilidad y la mitigación tienen un efecto reductor de la magnitud del impacto, resaltando con ello la importancia de la aplicación de las medidas de mitigación.

Una vez obtenido el valor de residualidad, lo referimos en el **Anexo "T"**, si este valor es mayor a 0,5, el impacto debe ser considerado en los pronósticos del escenario y en el programa de monitoreo ambiental.

V.3 Descripción de los impactos ambientales más Significativos en el SAR

Aire

Las emisiones a la atmósfera por las actividades propias del proyecto emitirán gases contaminantes y la suspensión de partículas a la atmósfera que modificarán la calidad del aire, específicamente, durante la operación y el mantenimiento de las obras. De las actividades de mayor relevancia es el uso de transportes vehiculares y maquinaria de construcción base diésel y base gasolina cuyo proceso de combustión ocasiona la contaminación del aire, para el traslado de personal, suministro de equipo, abastecimiento de materiales

y el desarrollo de la secuencia de operaciones de las obras durante su vida útil. La infraestructura del transporte y movilidad está relacionada como una de las fuentes principales de aportación de contaminantes al aire que impactan considerablemente en el deterioro de su calidad. Los Programas de gestión para mejorar la calidad del aire existentes en los estados de Veracruz (2018) y Puebla (2012 - 2020) que inciden en el área de influencia y SAR concluyeron que las emisiones móviles fueron la principal fuente de aporte de CO y NO_X a la atmósfera.

También se detectó el uso de motores de combustión interna alimentados con gas para el funcionamiento de las unidades de bombeo (UBM/UBH) en pozos productores que requieren de levantamiento superficial. El ACM cuenta de 121 pozos de interés, de los cuales 80 son los pozos con sistemas de extracción. Las UBM/UBH utilizan motores Vortec 6 cilindros (V6), Vortec 8 cilindros (V8) y Arrow para los tipos hidroneumática, hidráulico y mecánico, contribuyendo con emisiones de olores, gases y partículas fugitivas del tipo antropogénico que emanan a la atmósfera, producto de su operación y que será hasta el abandono definitivo del pozo.

Cabe recalcar que también dentro de los impactos significativos se manifestó el transporte y entrega de la producción de los hidrocarburos de 9 pozos que cuentan de tanque a boca de pozo, hacia las Baterías de Separación, no omitiendo que también se generarán emisiones y/o partículas mínimas.

De lo anterior, si bien se originará impacto sobre la calidad del aire, obedecerá principalmente de la duración, y el desplazamiento de los contaminantes dependerá de la velocidad y la dirección de los vientos. La metodología desarrollada obtuvo que en el área de influencia y SAR soplan en los rumbos, este, norte, sur y noreste (E, N, S y NE) con velocidades entre los 2.45 y los 20.58 m/s, significado que mientras mayor sea la velocidad del viento, menor será su concentración siendo altamente reversibles, influyendo en la dispersión y permanencia de los gases contaminantes, las partículas suspendidas y el ruido.

Geomorfología

La región del Sistema Ambiental Regional Miquetla se encuentra comprendida entre dos provincias fisiográficas donde es posible observar la transición de una sierra baja hacia una zona de lomeríos típicos. Las actividades que conlleva la construcción de un pozo y un gasoducto así como de las actividades de operación y mantenimiento de pozos y ductos dentro del Área del Proyecto representan una afectación directa cuando estas obras se implementan sobre pendientes pronunciadas debido principalmente a los cortes longitudinales y transversales que se efectúan en las laderas de los cerros, impactando negativamente en la geoforma y afectando la estabilidad del relieve al inducir a la ocurrencia de deslaves y/o derrumbes cuando no se estabiliza correctamente el talud.

Suelo

De acuerdo con las actividades a desarrollar en cada una de las etapas del proyecto existe afectación directa e indirectamente al recurso suelo, al realizar la evaluación de las interacciones y de acuerdo a la metodología uno de los impactos más importantes es incremento de erosión en el por la construcción de infraestructura nueva de gasoducto durante la actividad de excavación de zanja por el acondicionamiento de derecho de vía que consiste en la remoción de la vegetación dejando sin cobertura al suelo, así mismo la excavación de la zanja afecta a las propiedades físicas como la estructura, densidad aparente que trae como consecuencia la deformación de los suelo y disminución de espacios porosos. Durante la etapa de operación y mantenimiento de la infraestructura nueva y existente el transporte de hidrocarburos por ductos y la recolección del hidrocarburo por UPV (pipas) las fugas y derrames pueden afectar potencialmente al recurso suelo afectando las propiedades químicas. Los impactos relevantes ocurren en las etapas de construcción en el atributo de erosión mientras que las propiedades químicas en la operación y mantenimiento.

El Área de Proyecto ubicado dentro del Área Contractual Miquetla y Sistema Ambiental Regional no requerirá cambios de uso de suelo, dado que se utilizarán superficies en plataforma y derechos de vía existentes, por lo que no se realizará un impacto a la disponibilidad de área agrícola pecuario y forestal, sin embargo, en el derecho de vía deberá promoverse la sucesión primaria que proteja al suelo y evitar la pérdida del mismo por arrastre.

Hidrología superficial

De acuerdo con las actividades que se desarrollaran en cada etapa del proyecto se puede presentar una afectación directa e indirecta al recurso agua, específicamente uno de los impactos más significativos es:

La potencial modificación de la calidad del agua en la etapa de operación y mantenimiento de los pozos (infraestructura nueva y existente) en la recolección de hidrocarburos por UPV (pipas), el manejo de hidrocarburos siempre representa un potencial riesgo de incidentes por múltiples factores. En este mismo sentido se presenta la actividad de bombeo que en parte consiste en la acción de extraer el hidrocarburo de la formación a la superficie y al igual que el trasporte, la operación de los 121 pozos existentes y el pozo nuevo en el tiempo de la vida útil del proyecto representan una posibilidad de afectación a las corrientes de agua presentes dentro del área contractual Miquetla por alguna fuga o derrame. La última actividad corresponde al trasporte de hidrocarburos en la etapa de operación y mantenimiento a través de Ductos (infraestructura existente y nueva), esta actividad implica el llevar la producción de hidrocarburo de los pozos a las estaciones de separación por medio de ductos de diferentes diámetros lo que implica un riesgo potencial de presentarse alguna fuga o derrame en el proceso de operación y mantenimiento y a su vez contaminar alguna corriente de agua que se encuentre cercana al sitio. Con la identificación de las corrientes de agua cercana a los ductos es el rio Miquetla y agua abajo muy alejada del área contractual Miquetla desemboca en el rio Pantepec. Actualmente de acuerdo con las muestras recolectadas y a los análisis realizados no se presenta contaminación por hidrocarburos.

Hidrología subterránea

La calidad del agua contenida en el subsuelo es uno de los atributos de mayor importancia debido a que cuando ocurre una afectación a ésta es particularmente complicado y complejo llevar a cabo una caracterización certera del recurso ya que de acuerdo con su ubicación no es de fácil acceso u observancia y su movimiento continuo no permite predecir su alcance. Debido a lo anterior y, de acuerdo con las actividades descritas, cada etapa del proyecto puede afectar directamente al recurso durante un evento de fuga o derrame de hidrocarburos y/o aceites, así como gasolina y residuos peligrosos, entre otros. La ocurrencia de un evento de este tipo vulnera la calidad del agua subterránea dependiendo de la velocidad con la que estas sustancias viajen a través de la zona no saturada por lo que es importante cumplir con las

medidas de protección y mitigación para evitar que éstas alcancen el nivel freático y se incorporen al flujo de agua subterránea.

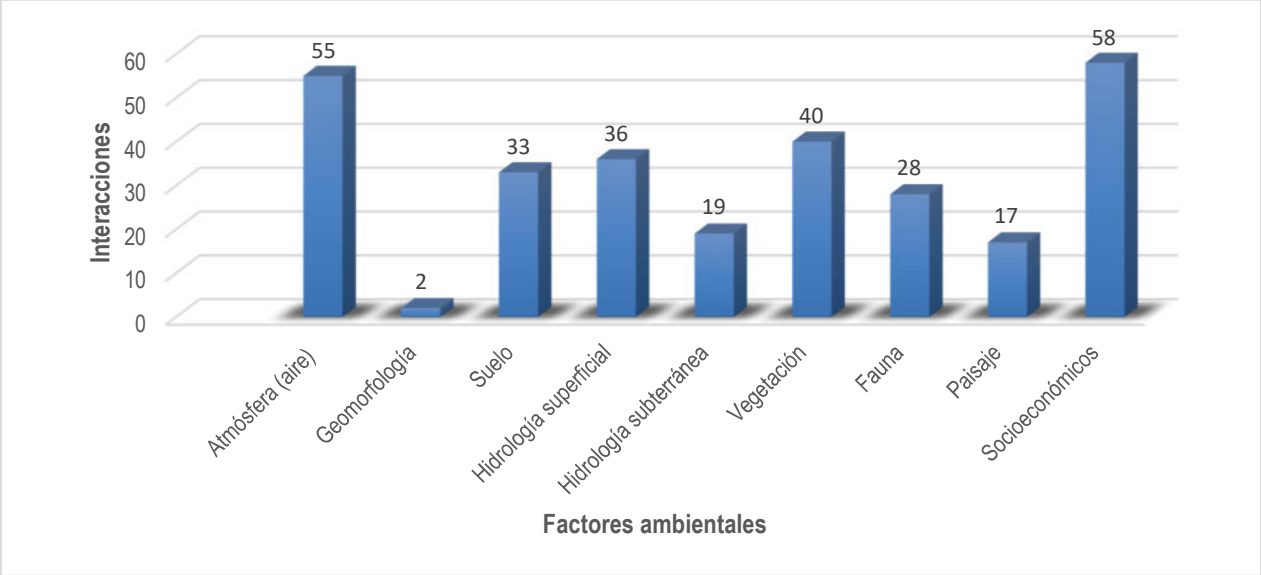
Socioeconómicos

En el desarrollo y operación del proyecto se prevé que existan impactos benéficos en cuanto al fortalecimiento de la economía local, a través de generación de empleos en momentos puntuales de la ejecución de éste, así como el crecimiento de comercios. Adicionalmente, el impacto positivo más significativo será el transporte de hidrocarburo, que conlleva la extracción y aprovechamiento de aceite y gas, una actividad productiva que puede garantizar una mayor oferta en la industria, creando con ello un potencial de desarrollo sustentable, ya que podrá contribuir a disponer de energía suficiente para satisfacer la demanda energética actual y futura, tanto de la región como del país, coadyuvando en el impulso del desarrollo económico.

En este sentido, coadyuvar en que se mejoren las condiciones de nivel de vida también significa desarrollo sustentable, debido a esto el desarrollo de proyectos deberá contemplar el beneficio a la sociedad receptora de las actividades industriales.

V.4 Resultados de la identificación y evaluación de los efectos en el sistema ambiental

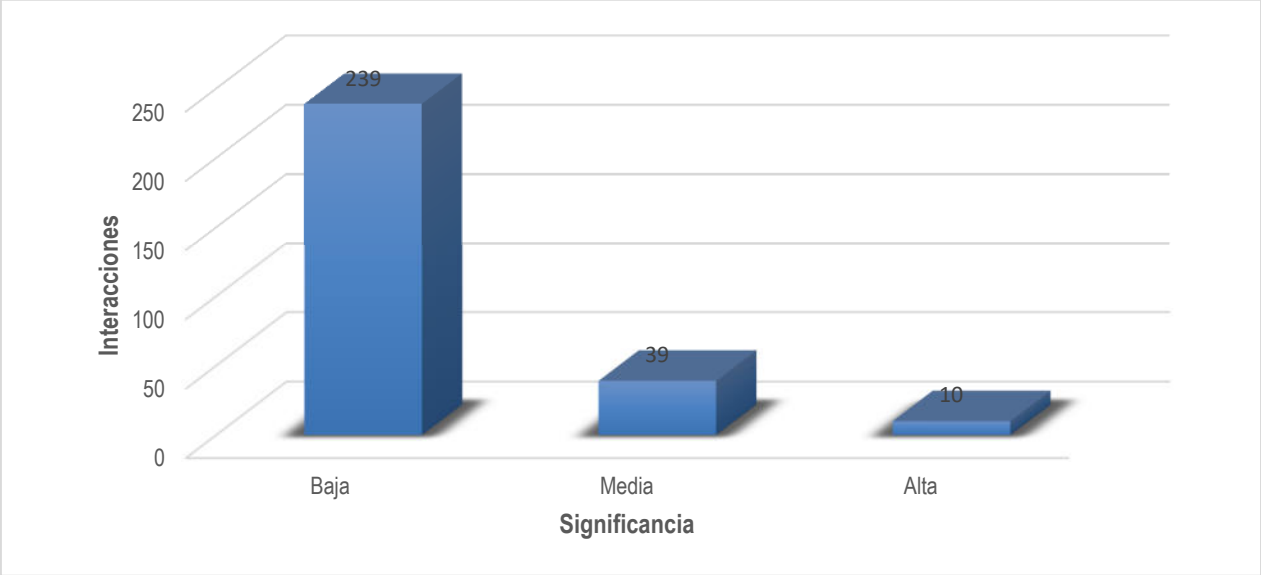
De acuerdo con el procedimiento de identificación de impactos del apartado V.1.1 de este capítulo, se presenta la Tabla de Interacciones Proyecto-Ambiente (Tabla V-10), en la cual se indican las interacciones de cada una de las actividades por obra del proyecto, con los factores y atributos ambientales. En general podemos mencionar que se identificaron 288 interacciones, entre las actividades del Proyecto y los atributos de los factores ambientales. Para el factor atmósfera (aire) se identificaron 55, para geomorfología solo 2, para suelos 33, para hidrología superficial 36 para hidrología subterránea 19, para vegetación 40, para fauna 28, para paisaje 17, y por último 58 para socioeconómicos, como se muestra en la Gráfica V-1.



Grafica V-1.- Interacción proyecto ambiente.

Siguiendo el procedimiento de evaluación, se presenta la Matriz Modificada de Leopold (Tabla V-11), la cual es generada en base a la Tabla de Interacciones Proyecto-Ambiente. En el **Anexo "T"**, se muestran los resultados de magnitud y significancia, para cada uno de los impactos analizados en la Matriz Modificada de Leopold, con base en las variables y criterios establecidos en el apartado V.2.1.1.1. De acuerdo con estos resultados, se seleccionaron únicamente los impactos de significancia media y alta, así como las que el especialista de cada área considera relevantes para agruparlos en la Matriz Cribada (Tabla V-12).

En la Gráfica V-2, se muestra el número de interacciones de significancia, en donde se aprecia que la baja es de 239, es decir el 82.98%, en media con 39 equivalente a 13.54 % y alta con 10 que corresponde a 3.47 % del total de las interacciones.



Gráfica V-2.- Significancia de interacciones.

ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

Tabla V-10.- Tabla de Interacciones Proyecto-Ambiente de cada una de las actividades por obra del Proyecto Regional.

Tabla V-11.- Matriz Modificada de Leopold de cada una de las actividades por obra del Proyecto Regional.

Tabla V-12.- Matriz Cribada de cada una de las actividades por obra del Proyecto Regional.

V.5 Descripción de impactos ambientales

Enseguida se presenta una serie de fichas que describen los impactos que se marcan en la Matriz Cribada que engloba todas las actividades del proyecto, en sus diferentes fases (Tabla V-12), así como los que el especialista de cada área consideró importante anexar a este capítulo.

ATMÓSFERA (AIRE)

Clave de Impacto	A-19 y A-28
Factor Ambiental	Atmósfera (Aire).
Atributo ambiental	Calidad del aire y partículas suspendidas.
Etapa	Operación y mantenimiento.
Obra	Infraestructura nueva y existente (Pozos, Ductos, Baterías de Separación).
Acciones del proyecto	Uso de vehículos y maquinaria para el transporte de equipo y materiales.
Descripción del Impacto	El uso intensivo de automotores y vehículos autopropulsados que están destinados al traslado de personal, suministro de equipo, abastecimiento de materiales y al desarrollo de la secuencia de operaciones de las obras del proyecto, causarán emisiones provenientes de estas fuentes móviles.
Carácter del Impacto	Adverso, por la pérdida de la calidad del aire.
Duración del Impacto	Permanente, el efecto supera los cinco años.
Intensidad del Impacto	Alta, durante la vida útil de las obras en esta etapa.
Extensión del Impacto	Regional, manifestándose hasta los límites del SAR.
Sinergia	Se presentan efectos sinérgicos, además de su uso en el proyecto, algunos municipios que forman parte del área de influencia y SAR se caracterizan por tener una actividad intensa agrícola en el cultivo de maíz, y de fuerte dominancia en el cultivo de naranja, y que el acarreo del cítrico (Cosechas temprana y tardía) se realiza en vehículos que no siempre se encuentran en buen estado lo que genera una combustión incompleta, por falta de tecnología en sus motores y la ausencia de mantenimientos preventivos a los mismos, por ende a no cumplir con las verificaciones vehiculares que les aplican.
Importancia del Atributo Ambiental	Importante.
Significancia del Impacto	Medio.

Clave de Impacto	A-21 y A-30
Factor Ambiental	Atmósfera (Aire).
Atributo ambiental	Calidad del aire y partículas suspendidas.
Etapa	Operación y mantenimiento.
Obra	Infraestructura nueva y existente (Pozos).
Acciones del proyecto	Bombeo para extracción de hidrocarburos.
Descripción del Impacto	En el ACM se disponen de sistemas extractivos tales como unidades de bombeo (UBM/UBH) en los activos que así lo requieren durante su vida útil, al ser el combustible fósil (Gas de formación) la base de su funcionamiento, se generarán emisiones a la atmósfera.
Carácter del Impacto	Adverso, por la pérdida de la calidad del aire.
Duración del Impacto	Permanente, el efecto supera los cinco años.
Intensidad del Impacto	Alta, el uso de estos sistemas garantiza la continuidad operativa en los pozos para la producción de aceite y gas en el ACM.
Extensión del Impacto	Local.
Sinergia	Se presentan efectos sinérgicos al utilizar motores del tipo de combustión interna (V6, V8 y ARROW) en el bombeo hidroneumático, hidráulico y mecánico en 80 pozos del total que se operan, que se suman a las emisiones móviles que se generan en el área de influencia.
Importancia del Atributo Ambiental	Importante.
Significancia del Impacto	Medio.

Clave de Impacto	A-37
Factor Ambiental	Atmósfera (Aire).
Atributo ambiental	Nivel de ruido.
Etapa	Operación y mantenimiento.
Obra	Infraestructura nueva y existente (Pozos, Ductos, Baterías de Separación).
Acciones del proyecto	Uso de vehículos y maquinaria para el transporte de equipo y materiales.
Descripción del Impacto	El uso de los automotores y vehículos autopropulsados causará impactos del nivel de ruido, que también es un agente de la contaminación y que será generado derivado de su uso intensivo durante esta etapa.
Carácter del Impacto	Adverso.
Duración del Impacto	Permanente, el efecto supera los cinco años.
Intensidad del Impacto	Alta.
Extensión del Impacto	Regional.
Sinergia	Se presentan efectos sinérgicos, la infraestructura del transporte y movilidad también está relacionada como una de las fuentes principales de aportación de contaminantes al aire, y entre ellos el ruido, por el incremento de vehículos automotores, la demanda de viajes, el tráfico constante en zonas urbanas y el transporte público y de carga, que impactan considerablemente en el deterioro de su calidad.
Importancia del Atributo Ambiental	Importante.
Significancia del Impacto	Medio.

SUELO

Clave de Impacto	S-8
Factor Ambiental	Suelo
Atributo ambiental	Grado de erosión
Etapas	Construcción
Obra	Gasoducto
Actividad de la Obra o Proyecto	Excavación de zanja
Descripción del Impacto	La actividad de excavación de la zanja en área del proyecto requiere de movimiento de suelo exponiendo principalmente a la erosión hídrica.
Carácter del Impacto	Adverso, por la pérdida nutrientes y disminución de la calidad del suelo.
Duración del Impacto	Muy corta, dura más de un mes, pero menos de un año, dado que previo al inicio de operación el derecho de vía se dispersa el montículo producto de excavación.
Intensidad del Impacto	Alta, dado que el suelo no presenta una cohesión de los agregados y bajo laguna acción externa cono el impacto del agua es susceptible de desplazamiento.
Extensión del Impacto	Puntual, el impacto ocurre en el sitio de la obra.
Sinergia	No aplica
Importancia del Atributo Ambiental	Relevante
Significancia del Impacto	Medio

Clave de Impacto	S-15
Factor Ambiental	Suelo
Atributo ambiental	Propiedades físicas
Etapas	Construcción
Obra	Gasoducto
Actividad de la Obra o Proyecto	Excavación de zanja
Descripción del Impacto	La actividad de excavación de la zanja en área del proyecto requiere de movimiento de suelo afectando las propiedades físicas como la estructura del suelo, incrementado la densidad aparente y disminuyendo el espacio poroso.
Carácter del Impacto	Adverso, por la pérdida de calidad del suelo, disminución flujos de aire y agua que no permiten la sucesión temprana de plantas.
Duración del Impacto	Larga, dura más de un año y menos de cinco años.
Intensidad del Impacto	Alta, por la ruptura de agregados que no permiten el movimiento del agua y oxígeno.
Extensión del Impacto	Puntual, la afectación se da únicamente en el sitio de la obra.
Sinergia	No aplica
Importancia del Atributo Ambiental	Relevante
Significancia del Impacto	Medio

Clave de Impacto	S-19 y 23
Factor Ambiental	Suelo
Atributo ambiental	Propiedades químicas
Etapas	Operación y mantenimiento
Obra	Pozo y ductos
Actividad de la Obra o Proyecto	Recolección de hidrocarburo por UPV (Pipas) y transporte de hidrocarburo
Descripción del Impacto	Las actividades de recolección y transporte de hidrocarburo, implica el almacenamiento y transporte (pipas y ductos) existiendo posibilidad de presentarse fugas y/o derrames.
Carácter del Impacto	Adverso, uno de los primeros impactos ocurre en las propiedades químicas y biológicas afectando la calidad de los suelos.
Duración del Impacto	Permanente, la actividad se desarrollará durante la vida útil del proyecto.
Intensidad del Impacto	Mínima, dado que una vez detectados los eventos se deberá aplicar las medidas de contención y colecta de los hidrocarburos y proceder de acuerdo con la normatividad.
Extensión del Impacto	Regional, el impacto con potencial de fugas o derrames puede ocurrir dentro del Área Contractual.
Sinergia	No aplica
Importancia del Atributo Ambiental	Importante
Significancia del Impacto	Bajo

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Clave de Impacto	HSP-16
Factor Ambiental	Hidrología Superficial
Atributo ambiental	Calidad del agua
Etapa	Operación y mantenimiento
Obra	Pozos
Actividad de la Obra o Proyecto	Recolección de hidrocarburo por UPV (Pipas)
Descripción del Impacto	Derrame
Carácter del Impacto	Adverso, por la potencial contaminación de cuerpos de agua
Duración del Impacto	Permanente. La etapa de operación y mantenimiento aunado a la actividad de recolección de hidrocarburos por UPV se realizará en toda la vida útil del proyecto.
Intensidad del Impacto	Alta: Dentro del ACM existen cuerpos de agua que son de bajo caudal pero que se pudieran ver afectados.
Extensión del Impacto	Local: los posibles impactos pueden quedar dentro de un radio de 2 km del sitio del impacto.
Sinergia	Este impacto es potencial.
Importancia del Atributo Ambiental	Relevante
Significancia del Impacto	Medio

Clave de Impacto	HSP-17
Factor Ambiental	Hidrología Superficial
Atributo ambiental	Calidad del agua
Etapa	Operación y mantenimiento
Obra	Pozos
Actividad de la Obra o Proyecto	Bombeo para extracción de hidrocarburos
Descripción del Impacto	Derrame
Carácter del Impacto	Adverso, por la modificación de la calidad del agua.
Duración del Impacto	Permanente. La operación y mantenimiento en la actividad de bombeo que corresponde a la extracción de hidrocarburo se realizara en toda la vida útil del proyecto.
Intensidad del Impacto	Alta: Dentro del ACM existen cuerpos de agua que se pudieran ver afectados comprometiendo la calidad del agua.
Extensión del Impacto	Local: los posibles impactos pueden quedar dentro de un radio de 2 km del sitio del impacto debido a que las corrientes son muy someras y de bajo caudal lo que puede facilitar la contención de forma rápida.
Sinergia	Este impacto es potencial.
Importancia del Atributo Ambiental	Relevante
Significancia del Impacto	Medio

Clave de Impacto	HSB-21
Factor Ambiental	Hidrología Superficial
Atributo ambiental	Calidad del agua
Etapa	Operación y mantenimiento
Obra	Ductos (infraestructura nueva y existente)
Actividad de la Obra o Proyecto	Trasporte de hidrocarburo
Descripción del Impacto	Fuga o derrame
Carácter del Impacto	Adverso, por la modificación de la calidad del agua
Duración del Impacto	Permanente. La operación y mantenimiento en obras asociadas a la conducción de hidrocarburo y asociados se realiza en toda la vida útil del proyecto.
Intensidad del Impacto	Alta: Dentro del ACM existen cuerpos de agua que se pudieran ver afectados comprometiendo la calidad del agua.
Extensión del Impacto	Local: los posibles impactos pueden quedar dentro de un radio de 2 km del sitio del impacto.
Sinergia	Sin sinergismo
Importancia del Atributo Ambiental	Relevante
Significancia del Impacto	Alto

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Clave de Impacto	HSB-5
Factor Ambiental	Hidrología Subterránea
Atributo ambiental	Calidad del agua
Etapa	Construcción
Obra	Pozo y gasoducto
Actividad de la Obra o Proyecto	Generación de RSU y RME
Descripción del Impacto	Derrame de residuos que por su naturaleza líquida pudieran alcanzar el nivel freático de los cuerpos de agua subterráneos.
Carácter del Impacto	Adverso
Duración del Impacto	Larga
Intensidad del Impacto	Alta
Extensión del Impacto	Local
Sinergia	Sí presenta efectos sinérgicos
Importancia del Atributo Ambiental	Importante
Significancia del Impacto	Medio

Clave de Impacto	HSB-6
Factor Ambiental	Hidrología Subterránea
Atributo ambiental	Calidad del agua
Etapa	Construcción
Obra	Pozo y gasoducto
Actividad de la Obra o Proyecto	Generación de RP
Descripción del Impacto	Derrame de residuos que por su naturaleza líquida pudieran alcanzar el nivel freático de los cuerpos de agua subterráneos.
Carácter del Impacto	Adverso
Duración del Impacto	Larga
Intensidad del Impacto	Alta
Extensión del Impacto	Local
Sinergia	Sí presenta efectos sinérgicos
Importancia del Atributo Ambiental	Importante
Significancia del Impacto	Medio

Clave de Impacto	HSB-7
Factor Ambiental	Hidrología Subterránea
Atributo ambiental	Calidad del agua
Etapa	Construcción
Obra	Pozo y gasoducto
Actividad de la Obra o Proyecto	Generación de Aguas residuales
Descripción del Impacto	Derrame de residuos que por su naturaleza líquida pudieran alcanzar el nivel freático de los cuerpos de agua subterráneos.
Carácter del Impacto	Adverso
Duración del Impacto	Larga
Intensidad del Impacto	Alta
Extensión del Impacto	Local
Sinergia	Sí presenta efectos sinérgicos
Importancia del Atributo Ambiental	Importante
Significancia del Impacto	Medio

Clave de Impacto	HSB-8
Factor Ambiental	Hidrología Subterránea
Atributo ambiental	Calidad del agua
Etapa	Operación y mantenimiento
Obra	Pozos
Actividad de la Obra o Proyecto	Recolección de hidrocarburo por UPV (Pipas)
Descripción del Impacto	Derrame de hidrocarburo que pudiera alcanzar el nivel freático de los cuerpos de agua subterráneos.
Carácter del Impacto	Adverso
Duración del Impacto	Corta
Intensidad del Impacto	Moderada
Extensión del Impacto	Local
Sinergia	Sí presenta efectos sinérgicos
Importancia del Atributo Ambiental	Importante
Significancia del Impacto	Medio

Clave de Impacto	HSB-9
Factor Ambiental	Hidrología Subterránea
Atributo ambiental	Calidad del agua
Etapa	Operación y mantenimiento
Obra	Pozos
Actividad de la Obra o Proyecto	Bombeo
Descripción del Impacto	Derrame de hidrocarburo que pudiera alcanzar el nivel freático de los cuerpos de agua subterráneos.
Carácter del Impacto	Adverso
Duración del Impacto	Corta
Intensidad del Impacto	Alta
Extensión del Impacto	Local
Sinergia	Sí presenta efectos sinérgicos
Importancia del Atributo Ambiental	Importante
Significancia del Impacto	Medio

Clave de Impacto	HSB-11
Factor Ambiental	Hidrología Subterránea
Atributo ambiental	Calidad del agua
Etapa	Operación y mantenimiento
Obra	Pozos
Actividad de la Obra o Proyecto	Mantenimiento mayor a pozo
Descripción del Impacto	Derrame de hidrocarburo y/o gasolinas o aceites que pudiera alcanzar el nivel freático de los cuerpos de agua subterráneos.
Carácter del Impacto	Adverso
Duración del Impacto	Corta
Intensidad del Impacto	Alta
Extensión del Impacto	Local
Sinergia	Si presenta efectos sinérgicos
Importancia del Atributo Ambiental	Importante
Significancia del Impacto	Medio

VEGETACIÓN

Clave de Impacto	V-1
Factor Ambiental	Vegetación
Atributo ambiental	Endemismos y especies bajo categoría de riesgo
Etapas	Preparación del sitio
Obra	Infraestructura nueva (Pozo)
Actividad de la Obra o Proyecto	Uso de vehículos y maquinaria para el transporte de equipo y materiales, acondicionamiento de macropera y camino existente.
Descripción del Impacto	Endemismos y especies bajo categoría de riesgo: La importancia de especies vulnerables, sujetas a alguna categoría de protección y/o endémicas, llega a ser crítica, debido a que sus poblaciones se encuentran reducidas de manera considerable por distintos factores, principalmente antropogénicos; por lo que la pérdida de individuos puede llegar a comprometer su persistencia en el área, agravando su estatus. Aumentar la presión hacia éstas llevaría a la pérdida irreversible de la variabilidad genética (y aspectos relacionados) del taxón. En este caso debido a la circulación de vehículos para el traslado de materiales, personal e hidrocarburos (según sea el caso) o a las labores de mantenimiento de los derechos de vía (deshierbe, desmonte, poda, etc). Debido a esto debe prestarse especial atención a dichas especies.
Carácter del Impacto	Negativo
Duración del Impacto	Permanente, el efecto supera los cinco años.
Intensidad del Impacto	Endemismos y Especies bajo categoría de riesgo: **Máxima**, causa daño a especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Extensión del Impacto	A Gran Escala
Sinergia	No se presentan efectos sinérgicos.
Importancia del Atributo Ambiental	Crítico
Significancia del Impacto	Media

Clave de Impacto	V-12
Factor Ambiental	Vegetación
Atributo ambiental	Endemismos y especies bajo categoría de riesgo
Etapas	Construcción
Obra	Infraestructura nueva (Pozo)
Actividad de la Obra o Proyecto	Uso de vehículos y maquinaria para el transporte de equipo y materiales
Descripción del Impacto	Endemismos y especies bajo categoría de riesgo: La importancia de especies vulnerables, sujetas a alguna categoría de protección y/o endémicas, llega a ser crítica, debido a que sus poblaciones se encuentran reducidas de manera considerable por distintos factores, principalmente antropogénicos; por lo que la pérdida de individuos puede llegar a comprometer su persistencia en el área, agravando su estatus. Aumentar la presión hacia éstas llevaría a la pérdida irreversible de la variabilidad genética (y aspectos relacionados) del taxón. En este caso debido a la circulación de vehículos para el traslado de materiales, personal e hidrocarburos (según sea el caso). Debido a esto debe prestarse especial atención a dichas especies.
Carácter del Impacto	Negativo
Duración del Impacto	Permanente, el efecto supera los cinco años.
Intensidad del Impacto	Endemismos y Especies bajo categoría de riesgo: **Máxima**, causa daño a especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Extensión del Impacto	A Gran Escala
Sinergia	No se presentan efectos sinérgicos.
Importancia del Atributo Ambiental	Crítico
Significancia del Impacto	Media

Clave de Impacto	V-16, V-17 y V-18
Factor Ambiental	Vegetación
Atributo ambiental	Endemismos y especies bajo categoría de riesgo
Etapas	Operación y mantenimiento
Obra	Infraestructura nueva (Pozo), Infraestructura nueva (gasoducto)
Actividad de la Obra o Proyecto	Uso de vehículos y maquinaria para el transporte de equipo y materiales, Recolección de hidrocarburo por UPV (Pipas) y Mantenimiento a derecho de vía
Descripción del Impacto	Endemismos y especies bajo categoría de riesgo: La importancia de especies vulnerables, sujetas a alguna categoría de protección y/o endémicas, llega a ser crítica, debido a que sus poblaciones se encuentran reducidas de manera considerable por distintos factores, principalmente antropogénicos; por lo que la pérdida de individuos puede llegar a comprometer su persistencia en el área, agravando su estatus. Aumentar la presión hacia éstas llevaría a la pérdida irreversible de la variabilidad genética (y aspectos relacionados) del taxón. En este caso debido a la circulación de vehículos para el traslado de materiales, personal e hidrocarburos (según sea el caso) o a las labores de mantenimiento de los derechos de vía (deshierbe, desmonte, poda, etc). Debido a esto debe prestarse especial atención a dichas especies.
Carácter del Impacto	Negativo
Duración del Impacto	Permanente, el efecto supera los cinco años.
Intensidad del Impacto	Endemismos y Especies bajo categoría de riesgo: **Máxima**, causa daño a especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Extensión del Impacto	A Gran Escala
Sinergia	No se presentan efectos sinérgicos.
Importancia del Atributo Ambiental	Crítico
Significancia del Impacto	Media

Clave de Impacto	V-28, V-29 y V-30
Factor Ambiental	Vegetación
Atributo ambiental	Cobertura de la capa vegetal
Etapas	Abandono
Obra	Pozo y baterías de separación
Actividad de la Obra o Proyecto	Abandono
Descripción del Impacto	En esta etapa se implementarán medidas para facilitar la recuperación de las condiciones iniciales del área afectada lo que llevará a la gradual recuperación de la cobertura vegetal en dicha superficie.
Carácter del Impacto	Positivo
Duración del Impacto	Permanente, el efecto supera los cinco años.
Intensidad del Impacto	Cobertura de la capa vegetal: **Mínima**, las existencias afectadas son menores del 5% del total de las existencias
Extensión del Impacto	Puntual, la afectación se da únicamente en el sitio de la obra.
Sinergia	No se presentan efectos sinérgicos.
Importancia del Atributo Ambiental	Critico
Significancia del Impacto	Media

Clave de Impacto	V-31
Factor Ambiental	Vegetación
Atributo ambiental	Endemismos y especies bajo categoría de riesgo
Etapas	Abandono
Obra	Infraestructura nueva (Pozo)
Actividad de la Obra o Proyecto	Uso de vehículos y maquinaria para el transporte de equipo y materiales
Descripción del Impacto	Endemismos y especies bajo categoría de riesgo: La importancia de especies vulnerables, sujetas a alguna categoría de protección y/o endémicas, llega a ser crítica, debido a que sus poblaciones se encuentran reducidas de manera considerable por distintos factores, principalmente antropogénicos; por lo que la pérdida de individuos puede llegar a comprometer su persistencia en el área, agravando su estatus. Aumentar la presión hacia éstas llevaría a la pérdida irreversible de la variabilidad genética (y aspectos relacionados) del taxón. En este caso debido a la circulación de vehículos para el traslado de materiales, personal e hidrocarburos (según sea el caso). Debido a esto debe prestarse especial atención a dichas especies.
Carácter del Impacto	Negativo
Duración del Impacto	Permanente, el efecto supera los cinco años.
Intensidad del Impacto	Endemismos y Especies bajo categoría de riesgo: **Máxima**, causa daño a especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Extensión del Impacto	A Gran Escala
Sinergia	No se presentan efectos sinérgicos.
Importancia del Atributo Ambiental	Crítico
Significancia del Impacto	Media

FAUNA

Clave de Impacto	F-5, F-22, F-23.
Factor Ambiental	Fauna.
Atributo ambiental	Endemismos y especies bajo protección (NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES).
Etapa	Preparación del sitio, Operación y Mantenimiento.
Obra	Infraestructura nueva (Pozo), Infraestructura nueva y existente (Pozos) e Infraestructura nueva y existente (Ductos).
Acciones del proyecto	Uso de vehículos y maquinaria para transporte de equipo y materiales, Recolección de hidrocarburo por UPV (pipas), Transporte de hidrocarburo.
Descripción del Impacto	El atropellamiento de individuos tiene un impacto sobre la abundancia, afectando a las poblaciones de las diferentes especies amenazadas y vulnerables, siendo el grado de afectación proporcional al tamaño de la población y capacidad reproductora de la especie.
Carácter del Impacto	**Adverso,** La posibilidad de afectar individuos de las especies endémicas, bajo categoría de riesgo, por la NOM-059-SEMARNAT-2010 o incluidos en algún apéndice CITES.
Duración del Impacto	**Muy corta.** El efecto dura menos de un mes.
Intensidad del Impacto	**Máxima**, por tratarse de individuos de especies endémicas o bajo categoría de riesgo, NOM-059-SEMARNAT-2010.
Extensión del Impacto	**Regional.** El efecto se manifiesta hasta los límites del polígono evaluado.
Sinergia	No se presentan efectos sinérgicos.
Importancia del Atributo Ambiental	**Crítica.** Las especies endémicas o protegidas se consideran como de fragilidad alta, vulnerables e importantes para la estructura y funcionamiento del sistema.
Significancia del Impacto	Alta.

Clave de Impacto	F-12 y F-28.
Factor Ambiental	Fauna.
Atributo ambiental	Endemismos y especies bajo protección (NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES).
Etapa	Construcción, Abandono.
Obra	Infraestructura nueva (Pozo), Infraestructura nueva y existente (Pozos) e Infraestructura nueva y existente (Ductos).
Acciones del proyecto	Uso de vehículos y maquinaria para transporte de equipo y materiales
Descripción del Impacto	El atropellamiento de individuos tiene un impacto sobre la abundancia, afectando a las poblaciones de las diferentes especies amenazadas y vulnerables, siendo el grado de afectación proporcional al tamaño de la población y capacidad reproductora de la especie.
Carácter del Impacto	**Adverso,** La posibilidad de afectar individuos de las especies endémicas, bajo categoría de riesgo, por la NOM-059-SEMARNAT-2010 o incluidos en algún apéndice CITES.
Duración del Impacto	**Corta.** El efecto dura más de un mes y menos de un año.
Intensidad del Impacto	**Máxima**, por tratarse de individuos de especies endémicas o bajo categoría de riesgo, NOM-059-SEMARNAT-2010.
Extensión del Impacto	**Regional.** El efecto se manifiesta hasta los límites del polígono evaluado.
Sinergia	No se presentan efectos sinérgicos.
Importancia del Atributo Ambiental	**Crítica.** Las especies endémicas o protegidas se consideran como de fragilidad alta, vulnerables e importantes para la estructura y funcionamiento del sistema.
Significancia del Impacto	Alta.

Clave de Impacto	F-13
Factor Ambiental	Fauna.
Atributo ambiental	Abundancia.
Etapa	Operación y Mantenimiento.
Obra	Infraestructura nueva y existente (Pozos, baterías de separación y ductos)
Acciones del proyecto	Uso de vehículos y maquinaria para el transporte de equipo y materiales.
Descripción del Impacto	El atropellamiento de individuos tiene un impacto sobre la abundancia, afectando a las poblaciones de las diferentes especies involucradas, siendo el grado de afectación proporcional al tamaño de la población y capacidad reproductora de la especie.
Carácter del Impacto	**Adverso,** La posibilidad de afectar individuos de las especies de fauna silvestre.
Duración del Impacto	**Larga.** El efecto del impacto a la abundancia dura más de un año y menos de cinco años.
Intensidad del Impacto	**Mínima**. Las existencias afectas del recurso son menores al 5% de las existencias en la zona de estudio.
Extensión del Impacto	**Regional.** El efecto se manifiesta hasta los límites del polígono evaluado.
Sinergia	No se presentan efectos sinérgicos.
Importancia del Atributo Ambiental	Relevante. Especies protegidas se consideran como de fragilidad alta, pero de importancia funcional baja.
Significancia del Impacto	Medio

Clave de Impacto	F-21
Factor Ambiental	Fauna.
Atributo ambiental	Endemismos y especies bajo protección (NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES).
Etapa	Operación y Mantenimiento
Obra	Infraestructura nueva (Pozo), Infraestructura nueva y existente (Pozos) e Infraestructura nueva y existente (Ductos).
Acciones del proyecto	Uso de vehículos y maquinaria para transporte de equipo y materiales
Descripción del Impacto	El atropellamiento de individuos tiene un impacto sobre la abundancia, afectando a las poblaciones de las diferentes especies amenazadas y vulnerables, siendo el grado de afectación proporcional al tamaño de la población y capacidad reproductora de la especie.
Carácter del Impacto	**Adverso,** La posibilidad de afectar individuos de las especies endémicas, bajo categoría de riesgo, por la NOM-059-SEMARNAT-2010 o incluidos en algún apéndice CITES.
Duración del Impacto	**Larga.** El efecto del impacto en las especies endémicas o en alguna categoría de riesgo dura más de un año y menos de cinco años.
Intensidad del Impacto	**Máxima**, por tratarse de individuos de especies endémicas o bajo categoría de riesgo, NOM-059-SEMARNAT-2010.
Extensión del Impacto	**Regional.** El efecto se manifiesta hasta los límites del polígono evaluado.
Sinergia	No se presentan efectos sinérgicos.
Importancia del Atributo Ambiental	**Crítica.** Las especies endémicas o protegidas se consideran como de fragilidades altas, vulnerables e importantes para la estructura y funcionamiento del sistema.
Significancia del Impacto	Alta.

SOCIOECONÓMICOS

Clave de Impacto	SE-29, SE-30
Factor Ambiental	Socioeconómicos
Atributo ambiental	Vías de acceso
Etapa	Operación y mantenimiento
Obra	Pozos, Baterías de separación
Acciones del Proyecto	Mantenimiento de caminos de acceso
Descripción del Impacto	Benéfico por el mantenimiento de caminos de acceso como brechas, terracerías, carreteras, que significa un mejoramiento en la comunicación vial entre comunidades
Carácter del Impacto	Positivo
Duración del Impacto	Corta
Intensidad del Impacto	Mínima
Extensión del Impacto	Regional
Sinergia	Se presentan efectos sinérgicos
Importancia del Atributo Ambiental	Importante
Significancia del Impacto	Media

Clave de Impacto	SE-14, SE-15, SE-18
Factor Ambiental	Socioeconómicos
Atributo ambiental	Empleo
Etapa	Operación y mantenimiento
Obra	Pozos, baterías de separación y ductos
Acciones del Proyecto	Uso de vehículos, maquinaria, transportación de equipo y materiales Mantenimiento mayor a pozo (reparación) Bombeo para extracción de hidrocarburo
Descripción del Impacto	Positivo, al generar empleo en las actividades directas de la producción de hidrocarburos.
Carácter del Impacto	Positivo
Duración del Impacto	Permanente
Intensidad del Impacto	Moderada
Extensión del Impacto	A gran escala
Sinergia	Se presentan efectos sinérgicos
Importancia del Atributo Ambiental	Relevante
Significancia del Impacto	Alta

Clave de Impacto	SE-31
Factor Ambiental	Socioeconómicos
Atributo ambiental	Calidad de vida
Etapa	Operación y mantenimiento
Obra	Pozos, baterías de separación y ductos
Acciones del Proyecto	Uso de vehículos, maquinaria para el transporte de equipo y materiales,
Descripción del Impacto	El uso de maquinaria y el constante cruce vehicular en las zonas aledañas a los pozos, genera emisiones a la atmósfera, como partículas suspendidas y gases contaminantes, lo que significa un impacto adverso en el medio ambiente y en la salud de los pobladores.
Carácter del Impacto	Negativo
Duración del Impacto	Corta
Intensidad del Impacto	Alta
Extensión del Impacto	Regional
Sinergia	Se presentan efectos sinérgicos
Importancia del Atributo Ambiental	Importante
Significancia del Impacto	Media

Clave de Impacto	SE-32
Factor Ambiental	Socioeconómicos
Atributo ambiental	Calidad de vida
Etapa	Operación y mantenimiento
Obra	Pozos
Acciones del Proyecto	Bombeo para extracción de hidrocarburo
Descripción del Impacto	La extracción de hidrocarburos de modo sustentable y su aprovechamiento permite el incremento en las actividades económicas secundarias y terciarias, generación de empleos directos e indirectos, disminuye marginación y mejora la calidad de vida de la población.
Carácter del Impacto	Positivo
Duración del Impacto	Permanente
Intensidad del Impacto	Moderada
Extensión del Impacto	Regional
Sinergia	Se presentan efectos sinérgicos
Importancia del Atributo Ambiental	Importante
Significancia del Impacto	Media

Clave de Impacto	SE-27
Factor Ambiental	Socioeconómicos
Atributo ambiental	Aprovechamiento de recursos naturales
Etapa	Operación y mantenimiento
Obra	Pozos
Acciones del Proyecto	Bombeo para extracción de hidrocarburo
Descripción del Impacto	Positivo, al explotarse de manera sustentable los recursos naturales en el subsuelo. La extracción de hidrocarburos de modo sustentable y que se utilice para el incremento de las actividades económicas, permitirá un aprovechamiento de recursos naturales de forma eficiente.
Carácter del Impacto	Positivo
Duración del Impacto	Permanente
Intensidad del Impacto	Moderada
Extensión del Impacto	Regional
Sinergia	No se presentan efectos sinérgicos
Importancia del Atributo Ambiental	Importante
Significancia del Impacto	Media

Clave de Impacto	SE-22, SE-23
Factor Ambiental	Socioeconómicos
Atributo ambiental	Actividades económicas
Etapa	Operación y mantenimiento
Obra	Pozos
Acciones del Proyecto	Mantenimiento mayor a pozo (reparación) Bombeo para extracción de hidrocarburo
Descripción del Impacto	Positivo, por la explotación de actividades económicas secundarias, como la industria petrolera; y actividades económicas terciarias, como el comercio de bienes y servicios.
Carácter del Impacto	Positivo
Duración del Impacto	Permanente
Intensidad del Impacto	Alta
Extensión del Impacto	A gran escala
Sinergia	Se presentan efectos sinérgicos
Importancia del Atributo Ambiental	Importante
Significancia del Impacto	Media

Clave de Impacto	SE-21
Factor Ambiental	Socioeconómicos
Atributo ambiental	Potencial de desarrollo
Etapa	Operación y mantenimiento
Obra	Pozos
Acciones del Proyecto	Bombeo para extracción de hidrocarburo
Descripción del Impacto	Positivo, al explotarse el potencial del desarrollo de estos recursos naturales, como lo son los yacimientos inmersos en el área contractual. Su extracción y aprovechamiento podrá garantizar una mayor oferta de energéticos a la industria, creando con ello un potencial de desarrollo sustentable. Contribuirá a disponer de combustibles suficientes para satisfacer la demanda actual y futura, tanto en la región como en el país, coadyuvando en el impulso del desarrollo económico.
Carácter del Impacto	Positivo
Duración del Impacto	Permanente
Intensidad del Impacto	Alta
Extensión del Impacto	A gran escala
Sinergia	Se presentan efectos sinérgicos
Importancia del Atributo Ambiental	Relevante
Significancia del Impacto	Alta

PAISAJE

Clave de Impacto	P-8, P-9 y P-10
Factor Ambiental	Paisaje
Atributo ambiental	Calidad paisajística
Etapas	Abandono
Obra	Pozos, baterías de separación y ductos
Actividad de la Obra o Proyecto	Corresponde al cierre, retiro y desmantelamiento de los materiales, incluyendo el taponamiento definitivo y abandono de pozos, el desmontaje y retiro de todas las estaciones, instalaciones y equipos utilizados. Además, incluye la reforestación del área afectada.
Descripción del Impacto	Toda actividad que transforme o sea susceptible de provocar un impacto sobre el fondo escénico del paisaje, es decir, las actividades que modifiquen los recursos paisajísticos que se observan y que son valorados dentro de un paisaje, principalmente la reposición de cobertura vegetal.
Carácter del Impacto	Positivo
Duración del Impacto	Larga
Intensidad del Impacto	La intensidad que se reconoce es mínima debido a que se restablece menos del 5% de los recursos paisajísticos existentes.
Extensión del Impacto	Regional, la reforestación propicia efectos positivos para la región.
Sinergia	No se presentan efectos sinérgicos.
Importancia del Atributo Ambiental	Relevante
Significancia del Impacto	Media

Clave de Impacto	P-15, P-16 y P-17
Factor Ambiental	Paisaje
Atributo ambiental	Fragilidad paisajística
Etapas	Abandono
Obra	Pozos, baterías de separación y ductos
Actividad de la Obra o Proyecto	Corresponde al cierre, retiro y desmantelamiento de los materiales, incluyendo el taponamiento definitivo y abandono de pozos, el desmontaje y retiro de todas las estaciones, instalaciones y equipos utilizados. Además, incluye la reforestación del área afectada.
Descripción del Impacto	Toda actividad que transforme o sea susceptible de provocar un impacto sobre el fondo escénico del paisaje, en este caso, la reforestación posee relevancia positiva para la transformación del paisaje a futuro.
Carácter del Impacto	Positivo
Duración del Impacto	Larga
Intensidad del Impacto	La intensidad que se reconoce es moderada debido a que se deducen efectos positivos que podrían ser acumulativos en un futuro, sin embargo, no existe certeza debido a los intereses socioeconómicos que existen en la región.
Extensión del Impacto	Regional, la reforestación propicia efectos positivos para la región.
Sinergia	No se presentan efectos sinérgicos.
Importancia del Atributo Ambiental	Relevante
Significancia del Impacto	Media