

INDICE

VIII. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS...	2
VIII.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
VIII.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	11
VIII.3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO	19
VIII.4. ANÁLISIS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS	45
VIII.5 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.	57
VIII.6. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.	58
VIII.7 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO.....	62
VIII.8. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGOS.....	65
VIII.9 CONCLUSIONES.....	66

VIII. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON LOS PROYECTOS.

VIII.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de **“Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401”** pertenece al sector económico 21 Minería, específicamente al numeral 2132 Perforación de pozos petroleros y de gas. Esta clasificación coloca al presente proyecto como uno de naturaleza extractiva.

El proyecto consistirá en dos actividades secuenciales: 1) la Construcción de la Localización Escuintle 401 que estará conformada por dos Carriles de Aceleración y Desaceleración, un Camino de Acceso, una Plataforma de Perforación o Pera que incluirá un Quemador de vela y, **2) la Perforación del Pozo Exploratorio Escuintle 401.**

Es importante aclarar que, el presente proyecto iniciará con la construcción de la infraestructura civil de la Localización Escuintle 401, misma que incluirá los carriles de aceleración y desaceleración en el entronque con la carretera federal 180, un camino de acceso, una plataforma de perforación o pera que incluirá un quemador de vela; tendrá las dimensiones y espesores requeridos para soportar el peso de la maquinaria y los equipos de perforación, y que permita la realización de las maniobras necesarias para llevar a cabo la perforación exploratoria.

Posteriormente a la construcción de la Localización Escuintle 401, se procederá a la instalación de los equipos de perforación y sus componentes para realizar la excavación de un pozo en el subsuelo hasta llegar a las profundidades donde se considera, con base en estudios geofísicos, existe un yacimiento. Esta perforación exploratoria, es de gran importancia debido a que define la viabilidad de un yacimiento para ser explotado o, en su caso, definirlo como improductivo con base a criterios de inversión. Si el pozo exploratorio Escuintle 401 resulta no ser viable, se procederá al taponado del mismo y al abandono de la instalación; en el caso de ser considerado como productivo, se reclasificará como un pozo de Producción, dejándolo debidamente instrumentado para iniciar con la extracción del hidrocarburo.

VIII.1.1. Ubicación del proyecto.

El proyecto de “**Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401**” se pretende desarrollar en la ranchería El Espino del municipio de Centro, en el estado de Tabasco (**Figura VIII.1**).



Figura VIII. 1. Ubicación del sitio elegido para la “**Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401**”.

Cómo se mencionó anteriormente, el proyecto incluye la construcción de: 1) la Construcción de la Localización Escuintle 401 que estará conformada por dos Carriles de Aceleración y Desaceleración, un Camino de Acceso, una Plataforma de Perforación o Pera que incluirá un Quemador de vela y, **2) la Perforación del Pozo Exploratorio Escuintle 401**. A continuación, se muestran las coordenadas de localización para la etapa de perforación del Pozo Exploratorio Escuintle 401, el cual es de interés para el presente Estudio de Riesgo.

Una vez construida la Plataforma, se instalarán los equipos necesarios para realizar la perforación del Pozo Escuintle-401 en la coordenada mostrada en la **Tabla VIII.1**.

Tabla VIII. 1. Coordenada de ubicación del punto propuesto para la perforación del pozo Escuintle-401.

Punto	Coordenadas U.T.M.	
	X	Y
Perforación del Pozo Escuintle 401	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.	

VIII.1.2. Principales vías de acceso

Las principales vías de acceso son terrestres, teniendo como punto de partida la ciudad de Villahermosa. Dirigiéndose con destino a la ciudad de Frontera sobre la carretera federal 180 se recorren aproximadamente 21.1 kilómetros hasta el sitio donde se construirá el entronque con el camino de acceso a la localización Escuintle 401.

VIII.1.3. Bases de diseño

Los códigos y normas aplicadas al proyecto, en el afán de garantizar el diseño, la construcción, la seguridad y protección al medio ambiente, son en orden de secuencia prioritaria (tomando como orden, lo indicado en la "guía de estándares técnicos" 2017): leyes, reglamentos, normas y referencias mexicanas vigentes y, a falta de alguna de ellas, normas internacionales. En las **Tablas VIII.2 y VIII.3**, se enlista una serie de normatividades de común aplicación para el diseño y la construcción de la obra en estudio:

Tabla VIII.2. Normativas Nacionales.

NORMATIVIDAD	DESCRIPCIÓN
LGE EPA	Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.
ASEA	Ley de la Agencia nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.
RESOLUCIÓN CNH.06.002/09	Por lo que la comisión nacional de hidrocarburos da a conocer los lineamientos técnicos para el diseño de los proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos y su dictaminación.
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones eléctricas (utilización).

NORMATIVIDAD	DESCRIPCIÓN
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal. Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
NOM-028-STPS-2012	Sistema para la administración del Trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejan sustancias químicas peligrosas.
NOM-149-SEMARNAT-2006	Especificaciones de protección ambiental para las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en las zonas marinas mexicanas.
NOM-115-SEMARNAT-2003	Especificaciones de protección ambiental en actividades de perforación y mantenimiento de pozos petroleros terrestres para exploración y producción.
NOM-008-SCFI-2002	Sistema general de unidades de medida.
NOM-093-SCFI-1994	Válvulas de relevo de presión, fabricadas de acero y bronce

Tabla VIII.3. Normativas Internacionales.

NORMATIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Spec 7-1/ISO 10424-1:2004	Estructuras para perforación y pozos
Equipo de perforación	Spec 7K
Spec 8C	Equipo de elevación
Spec 7F	Cables de acero y Cadena de transmisión
Lodo bentonítico	Spec 13A/ISO 13500:2009
RP 13C	Sistemas de procesamiento de los fluidos
RP 13M/ISO 13503-1:2003	Terminación de perforación y fluidos de fractura
Std 53	Sistemas de Control para Equipos de Control de Perforación
Sistemas de Control para fluidos de distribución uniforme	RP 64
Control de Dispositivos Rotatorios	Spec 16RCD
Spec 19V/ISO 28781:2010	Equipo para válvulas de seguridad de fondo
Std 65-2	Cementos
RP 10F/ISO 10427-3:2003	Equipo para alisar cemento
RP 65	Operaciones asociadas a la cementación

Cimentación para el equipo de perforación.

Esta cimentación está diseñada para alojar un equipo de perforación de 3000 HP y sus componentes. Como dato importante, el nivel superior de la parrilla de cimentación deberá ser el mismo que el nivel de rasante de la pera, por lo que las longitudes de los pilotes de cimentación serán medidas a partir del lecho inferior de

la parrilla, en dicha longitud se contempla que el pilote se desplante a 28 m a partir del nivel inferior de la trabe. El pozo exploratorio Escuintle-401 requerirá de un reforzamiento con 130 pilotes de 10" Ø repartidos en la forma que se presenta en la **Tabla VIII.4.**

Tabla VIII.4. Cantidad de pilotes a utilizar para el reforzamiento de la cimentación del Pozo Escuintle 401, por tipo de estructura.

No.	Componente	Cantidad	Dimensiones (pulgadas)	Profundidad de desplante (m)
1	Área de Sub-estructura	58	10" Ø	28
2	Área de máquinas y PCR	12		
3	Área de bombas de lodos	12		
4	Área de presa de mezclado, asentamiento y succión.	32		
5	Área de Silos y TV	16		
TOTAL	Pozo Exploratorio Escuintle 401	130		

Primeramente, se deben ubicar los puntos con apoyo topográfico donde se hincarán los pilotes. Se procede hacer una perforación previa al hincado de los pilotes, con el objeto de servir de guía o facilitar el hincado para alcanzar los estratos resistentes. El diámetro de perforación debe ser menor que el diámetro del pilote. Para estabilizar la perforación se utilizará lodo bentonítico (bentonita y agua) con una viscosidad de 45 s y densidad de 1,04 Kg/dm³.

La elección del tipo de martillo se hará utilizando los datos recomendados, energía de golpe de 20 KJ y masa de martillo de 1,600 Kg. Estos datos se obtuvieron en función de la energía mínima por golpe que es capaz de desarrollar, así como la de su masa y del pilote.

La cabeza del pilote se deberá acoplar al gorro del martillo piloteador. Se recomienda que el pilote y la resbaladera del martillo se coloque en posición perfectamente vertical. La verticalidad de los elementos permite una tolerancia del 2% de su longitud. Se debe considerar una longitud adicional a la longitud del pilote, para que al realizar el descabezado la longitud original no se vea afectada, de acuerdo con la norma N-CTR-CAR-1-06004/01 "pilotes de acero" de la Secretaría de Comunicaciones y transporte (SCT), después del encabezado se permitirá una tolerancia de +-25 cm.

El pilote se marcará a una separación máxima de 1 m a todo lo largo, con el fin de determinar con facilidad el número de golpes necesarios para cada metro de

hincado. En la fase de hincado se llevará un control cuidadoso y un registro por cada pilote.

En caso de presentarse emersión por la hinca de los pilotes adyacentes, los pilotes afectados se volverán a hincar hasta la elevación especificada en el proyecto. En caso de que no se puedan unir los tramos de tubería directamente, se podrá utilizar un suncho de placa de 20 X 1.3 cm entre tramo y tramo de tubo.

Respecto, a la construcción de la planta de distribución de pilotes, todo el acero estructural para placas serán de acero ASTM tipo A-36 $F_y = 2,530 \text{ Kg/cm}^2$. Todo el acero estructural para perfiles OC sin costura en frío serán de acero ASTM tipo A 500 GR. B. Este tipo de material debe estar libre de óxidos, escamas y restos de soldadura o escoria, tierra y otras materias extrañas.

Trampa de aceite.

Se fabricarán y colocarán recipientes a base de tubería de 36" de diámetro con tapa de placa de acero de 3/16" en la parte inferior, sifón en la parte interior de 1.0 x 0.5 m de 6" a 8" de diámetro y respiradero con tubería de 2" a 3" de diámetro. Estas estructuras son recolectores de líquidos aceitosos provenientes de cunetas.

Cárcamo.

Se define como un depósito enterrado que se emplea para recibir aguas libres de aceite provenientes de las cunetas. Las dimensiones del cárcamo serán de 5 m de largo por 3 m de ancho, con una altura de 1.50 m. Para la construcción del cárcamo se realizará el trazo y nivelación del terreno, excavación y se construirán muros de tabique; castillos, cadenas de cerramiento y tapas de concreto hidráulico.

Contrapozo.

Éste será de sección rectangular con medidas interiores de 4 x 4 x 2 m, los muros serán de concreto armado de 25 cm de espesor. Se construirá una banqueta alrededor del contrapozo de 50 cm de ancho por 10 cm de espesor, la plantilla y la banqueta serán de concreto con un espesor de 10 cm. Su función dentro de la

plataforma es evitar el derrame de fluido de perforación al exterior donde se encuentra la torre de perforación.

Cuneta.

Para su construcción se hará el trazo, nivelación, excavación, relleno con material producto de la excavación (compensado), cimbrado, elaboración y vaciado de concreto y descimbrado. Posteriormente, se construirá a base de concreto de sección tipo cajón (60 x 60 cm), con una altura variable, de 10 a 50 cm. Su función es una red de recolección y conducción pluvial de residuos líquidos, dispone de trampas para aceite que descargan a un cárcamo colector.

Cerca perimetral.

Delimita el área de perforación, impide la entrada de vehículos no autorizados y animales domésticos o silvestres al sitio de proyecto. Esta obra se realizará en la periferia de la instalación y tendrá una altura total de 2.00 m, se fabricará con postes de madera o tubería de acero y diez hilos de alambre de púas. Su construcción consiste en el hincado de los postes y la colocación y tensionamiento del alambre de púas.

Portón de acceso.

Es el punto de ingreso al sitio del proyecto, localizado sobre la cerca perimetral, facilita el control en el ingreso del personal autorizado que porte el equipo de seguridad reglamentario. La dimensión del portón será de 8 m de ancho en dos hojas de 4 m cada una, con una altura de 2.00 m, éste se construirá con tubería de acero, los marcos del portón se ahogarán en muertos (base para los marcos).

Instalación del Equipo de Perforación.

La perforación iniciará una vez que esté construida toda la infraestructura civil de la Localización Escuintle 401. Esta etapa inicia con la instalación de los componentes que integran el equipo de perforación; por lo que cabe mencionar que, estos equipos no forman parte de la infraestructura permanente de la localización. Posteriormente,

se realizará la introducción de la barrena hacia el subsuelo hasta encontrar el yacimiento y se realizará la instrumentación del pozo. Una vez construido, el equipo de perforación será retirado del sitio. Con la finalidad de conocer los equipos y procesos necesarios para la perforación del Pozo Escuintle 401, se realizará la siguiente descripción de los más representativos.

- **Subestructura.**

La sub estructura es un marco grade de acero que es ensamblado directamente encima del pozo a perforar. Soporta el conjunto de herramientas y equipos utilizados en el proceso de perforación para levantar, bajar o suspender la sarta de perforación y provee el área de trabajo para los equipos y personal sobre y debajo del piso de perforación. La sub estructura es capaz de soportar un peso importante, incluyendo el mástil de perforación, el equipo de izaje, la mesa rotatoria, la sarta de perforación y peso del revestidor.

- **Mástil.**

Estructura piramidal de acero con capacidad para soportar cargas verticales que excedan la capacidad del cable y el empuje máximo de la velocidad del viento, y tensiones que se producen al ingresar una sarta de perforación del pozo. La plataforma de trabajo debe estar a una altura apropiada para sacar la tubería del pozo en secciones de tres juntas de tubo (sarta o lingadas) que miden aproximadamente 27 m, dependiendo este del rango de la tubería.

- **Malacate.**

Es un equipo mecánico-eléctrico que proporciona la potencia. Por lo tanto, es la unidad más importante del equipo de perforación, su selección requiere de un mayor cuidado. Es un sistema de levantamiento en el que se puede aumentar o disminuir la capacidad de carga (distribución de esfuerzos), a través de un cable enrollado sobre un carrete. El malacate está instalado en una estructura de acero rígida, esto permite que pueda transportarse con facilidad de una localización a otra.

- **Block de corona y cable de perforación.**

El block viajero de corona y el cable de perforación constituyen un conjunto cuya función es soportar la carga que está en la torre o mástil, mientras se mete o se saca en el agujero perforado.

- **Equipo rotatorio o sarta de perforación.**

El equipo rotatorio consiste en la unión giratoria, la flecha, la mesa rotatoria, la barra maestra y la barrena.

- **Parte hidráulica del equipo.**

Sistema cíclico de fluidos que lubrican y facilitan la circulación de la perforación del pozo, el cual está integrado por una bomba de lodos y presas de trabajo.

- **Parte mecánica eléctrica.**

Conjunto de motores que suministran energía eléctrica, transformada a mecánica, para que operen los restos de los componentes del equipo, tales como, motores de combustión interna, motores eléctricos y neumáticos.

- **Instalación del resto de equipos considerados como dinámicos.**

Estos equipos para instalar de menor tamaño se encuentran listados en la **Tabla VIII.5**, donde se muestra sus pesos, características y dimensiones.

Tabla VIII.5. Características de los componentes de un equipo de perforación para un pozo petrolero.

No.	Componente	Dimensiones
1	Mesa rotatoria	2.37 X 1.82 X 0.70 m
2	Caseta de comedor operaciones (piso)	3.85 X 11.30 X 3.20 m
3	Top drive (NOV 500 Ton.)	-
4	Presa de asentamiento (vacía)	3.50 X 17.10 X 3.70 m (63 M ³)
5	Presa de succión (vacía)	3.50 X 17.10 X 3.60 m (86 M ³)
6	Presa de mezclado	3.45 X 16.80 X 3.40 m (87 M ³)
7	Ensamble de estrangulación	3.15 X 3.99 X 7.00 m
8	Caseta de control PCR	3.10 X 12.20 X 3.20 m
9	Tanque de diesel	3.15 X 13.20 X 2.80 m
10	Tanque de agua	2.35 X 19.35 X 2.70 m
11	Moto-generadores	3.60 X 12.50 X 3.55 m
12	Caseta del mec. elect. y sold.	3.15 X 12.45 X 2.50 m
13	Caseta de operación (herramientas)	2.50 X 12.30 X 2.85 m
14	Caseta de compresores	3.20 X 12.20 X 3.00 M
15	Bombas Koomey	2.88 X 5.10 X 3.10 m
16	Izadora	19.20 X 1.20 X 2.50 m
17	Bombas de lodo	3.30 X 9.30 X 2.45 m
18	Separador gas-lodo	2.50 X 2.50 X 5.60

No.	Componente	Dimensiones
19	Caseta de material químico	2.60 X 10.95 X 2.95 m
20	Caseta de centrifugas	3.20 X 163.20 X 3.00 m
21	Tanque de viaje	2.45 X 6.75 X 2.65 m
22	Caseta de control del top drive	2.20 X 5.40 X 2.40 m
23	Tubería de perforación	450 tramos de TP 5 1/2" X 24.7 LB/PIE
24	Equipo + TP	-
25	Tubería de revestimiento	4,000 metros de TR 13 3/8" X 72.0 LB/PIE

VIII.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

VIII.2.1. Etapa de perforación.

Exploración de yacimiento petrolífero.

La perforación del pozo exploratorio Escuintle-401 tiene programado perforar hasta 5,489 mdbmr/5,319 mvbmr en trayectoria tipo J, para explorar una columna geológica de 5,300 m que varía en edad de Plio-Pleistoceno al Jurásico Superior.

La perforación del pozo exploratorio Escuintle-401 pretende realizarse en seis etapas. Las cuales se muestran en la **Tabla VIII.6**, en la que se presenta el diámetro de la barrena a utilizar, profundidad a la que se encontrará la perforación en metros verticales bajo el nivel del mar (mvbnm), profundidad vertical bajo mesa rotatoria (mvbmr) y la profundidad en metros desarrollados bajo mesa rotatoria, el diámetro de la tubería de revestimiento (TR) a instalar y su tipo; así como indicaciones especiales para su construcción.

Tabla VII.6. Especificaciones de perforación del Pozo Escuintle-401.

Etapa	Diámetro Barrena (pulgadas)	Profundidad (mvbnm)	Profundidad (mvbmr)	Profundidad (mdbmr)	Diámetro TR (pulgadas)	Tipo de TR	Indicaciones
-------	-----------------------------	---------------------	---------------------	---------------------	------------------------	------------	--------------

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.

Etapa	Diámetro Barrena (pulgadas)	Profundidad (mvbnm)	Profundidad (m vbmr)	Profundidad (m dbmr)	Diámetro TR (pulgadas)	Tipo de TR	Indicaciones
-------	-----------------------------	---------------------	----------------------	----------------------	------------------------	------------	--------------

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.

En la **Figura VIII.2**, se representa de manera gráfica las profundidades de perforación por diámetro de barrena y tubería de revestimiento (TR) a colocar; así como, las desviaciones a realizar en su trayectoria al yacimiento localizado.

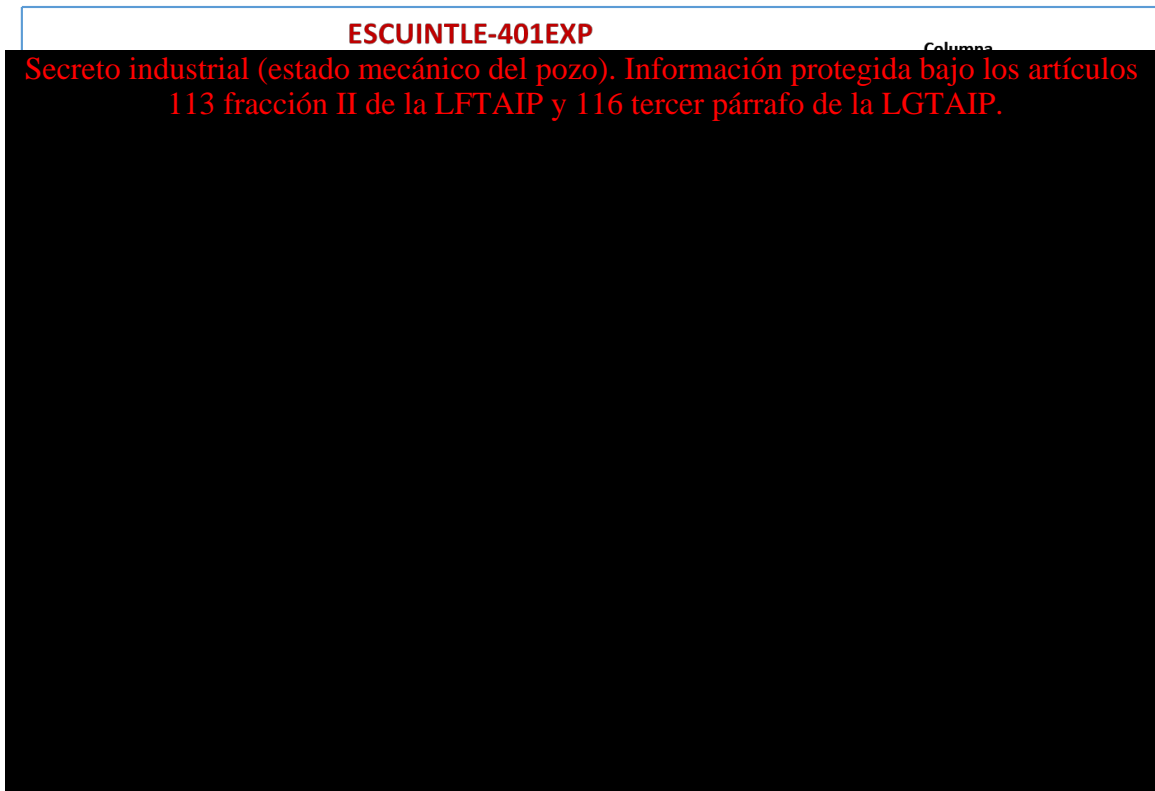


Figura VIII.2. Representación de la perforación de diseño para el pozo Escuintle-401.

Desinstalación y retiro del equipo de perforación.

Una vez culminado la etapa de perforación del pozo Escuintle-401, se procederá a realizar el desmantelamiento de la torre de perforación y sus componentes. Los materiales sobrantes serán cargados en trailers para ser llevado a su sitio de almacenamiento. Asimismo, los recortes de perforación y/o los lodos base agua y base aceite serán llevados en contenedores especiales hacia un sitio de tratamiento para este tipo de residuos.

En la plataforma de perforación, solo deberá quedar el árbol de válvulas del pozo debidamente instrumentado (**Figura VIII.3**).

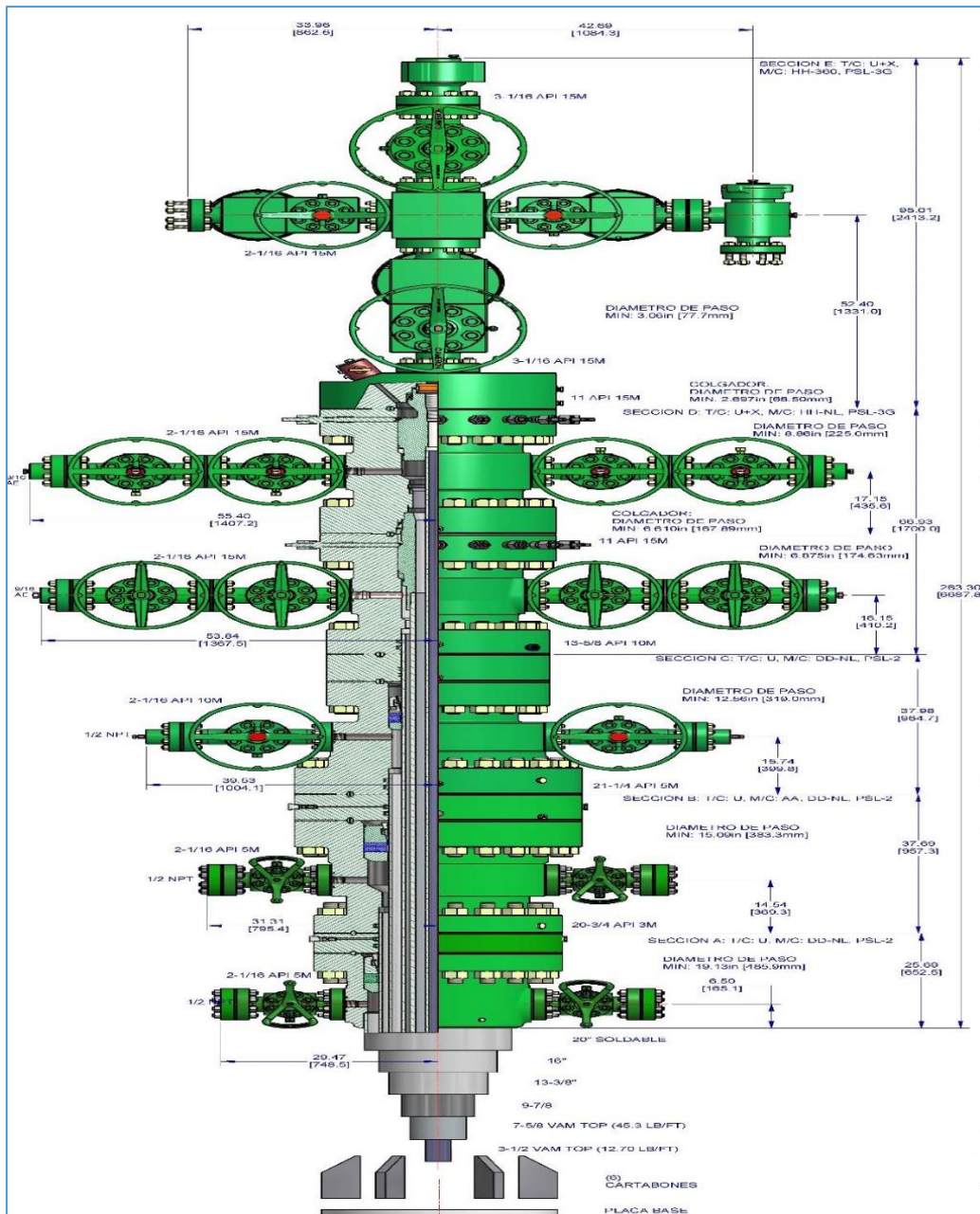


Figura VIII.3. Componentes que formarán parte del árbol de válvulas del proyecto.

VIII.2.2. Descripción de obras asociadas al proyecto

Por la naturaleza exploratoria de la Localización Escuintle 401, no hay obras asociadas a la misma. En caso de considerarse como un pozo productivo (resultado de la exploración exploratoria), será necesaria la construcción de infraestructura de

conducción del hidrocarburo hasta un sitio de procesamiento; sin embargo, éstas dependerán de los resultados obtenidos al ejecutar el presente proyecto.

VIII.2.3. Etapa de abandono del sitio

En caso de que el pozo sea rentable y productor, se instalará el árbol de válvulas debidamente instrumentado (**Figura VIII.3**) para el inicio de las actividades de extracción del yacimiento.

En caso contrario, se procederá al abandono del pozo, el cual podrá ser de manera temporal o permanente. Para lo cual se deberá sellar por los intervalos abiertos del pozo, probar la integridad de la tubería de revestimiento y sellarla en la superficie. Para ello, deberá colocar un tapón de superficie elaborado a base de concreto de alta resistencia con una longitud de al menos 60 metros y su cima debe colocarse entre 100 y 2540 metros debajo del contrapozo, se deberá soldar una placa de acero provista de una válvula de alivio en la parte superior del revestimiento de menor diámetro, instalar un árbol de válvulas y sella con una placa de hacer en la brida superior del cabezal del pozo e instalar una válvula de alivio.

Para el caso de taponado, se procede a realizar las actividades siguientes:

- Clausura con tapones de cemento en los intervalos abiertos del pozo.

VIII.2.4. Utilización de explosivos

Durante la etapa de terminación del pozo se utilizará un dispositivo conocido como “pistola” con pequeñas cargas especiales, que permiten poner en contacto el yacimiento con la tubería de producción para obtener los hidrocarburos.

VIII.2.5. Sustancias manejadas

La composición del gas-aceite proveniente de los pozos petroleros, por lo general son mezclas heterogéneas de compuestos orgánicos en el cual se puede presentar asociado a capas de gas natural, que estos a su vez presentan mezclas saturadas con cadenas abiertas pertenecientes al grupo de los alcanos o parafinas. Los cuatro primeros miembros del grupo son: metano (CH_4), etano (C_2H_6), propano (C_3H_8) y butano (C_4H_{10}). Todos los miembros alcanos son inertes, es decir, no reaccionan

fácilmente a temperaturas ordinarias con reactivos como los ácidos, los álcalis o los oxidantes. Las mezclas del gas natural con aire en concentraciones entre 4.5% y 14.5% son explosivas en zonas confinadas. La corriente de gas de pozos está compuesta en un alto porcentaje de metano (74.75%), el cual posee las siguientes características CRETI (**Tabla VIII.7**).

Tabla VIII. 7. Datos generales de la infraestructura

Pozo	Nombre químico de la Sustancia (IUPAC)	No. CAS	Densidad	Características						Capacidad Total		Capacidad de la Mayor Unidad de Almacenamiento (MMPCD)
				C	R	E	T	I	B	Almacenamiento (MMPCD)**	Producción	
Pozo Escuintle 401	Gas natural (CH4)	74-82-8	0.0806 (g/cm3)	-	-	X	*	X	-	Proceso continuo	11.8 (MMPCD)	No aplica
	Aceite Crudo	8002-05-9	43.08 °API	-	-	X	-	X	-	Proceso continuo	3,511 (BPD)	No aplica

* El gas metano es considerado asfixiante (ACGIH 1992-1993), Ver hoja de datos de Seguridad. $\rho_{CH_4} = 0.0806 \text{ g/cm}^3$

**Millones de pies cúbicos por día.

Otras sustancias manejadas para la perforación de pozos son barita, bentonita, dispersantes, antiespumante, emulsificantes, lubricantes, pinturas, recubrimientos, etc., los cuales no representan riesgos potenciales a la salud, a las instalaciones ni al medio ambiente si estos son manejados en forma adecuada y de acuerdo a la normatividad vigente aplicable.

VIII.2.6. Sustancias transportadas

No existirá sustancia transportada puesto que el pozo, aunque resulte de interés para incorporación de reservas, el yacimiento quedará confinado mediante tapón de control. El hidrocarburo que se incorporará a reservas será en fase gaseosa y en fase líquida, provenientes del yacimiento que en la zona de estudio se considera como ligero, además de acuerdo a las composiciones esperadas, presentan muy bajo o nulo contenido de gases amargos como CO, CO₂ y libre de H₂S, predominando en su composición el gas metano. La composición porcentual del gas y del aceite que se esperan obtener en el pozo es la siguiente (**Tabla VIII.8** y **VIII.9**):

Tabla VIII.8. Composición del gas del yacimiento.

COMPONETES	%MOL
------------	------

Secreto industrial (composición del gas). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

COMPONETES	%MOL
Secreto industrial (composición del gas). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.	

Tabla VIII.9. Composición del aceite del yacimiento.

COMPONENTES	SIMBOLOGÍA	% MOL
Secreto industrial (composición del aceite). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.		

COMPONENTES	SIMBOLOGÍA	% MOL
-------------	------------	-------

Secreto industrial (composición del aceite). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 tercer párrafo de la LGTAIP.

De acuerdo con el artículo 4º del segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas para sustancias inflamables y explosivas, los gases que forman la mezcla al ser liberados a partir de 500 kilogramos, estos podrían ocasionar afectaciones al ambiente, a la población, o a las instalaciones.

Debido a que el gas natural es más ligero que el aire (densidad relativa del gas = 0.61, aire = 1.0) y a pesar de sus altos niveles de inflamabilidad y explosividad, las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera, evitando así la formación de mezclas explosivas en el aire. Esta característica permite su preferencia y razón de uso (cada vez más generalizado) en instalaciones domésticas e industriales y como combustible en motores de combustión interna.

Presenta además ventajas ecológicas ya que al quemarse produce bajos índices de contaminación, en comparación con otros combustibles. Las propiedades fisicoquímicas de los componentes más representativos de la mezcla, así como de los niveles de peligrosidad, efectos potenciales a la salud, al medio ambiente, y las medidas de seguridad, se encuentran en las respectivas hojas de datos de seguridad localizadas en el Capítulo IX, Otros Anexos.

VIII.2.6. Condiciones de operación

Las condiciones del yacimiento son las siguientes (**Tabla VIII.10**):

Tabla VIII.10. Condiciones de Operación.

INFRAESTRUCTURA	Ø de la tubería	Sustancia	Presión diseño (kg/cm ²)	Presión en boca de pozo (kg/cm ²)	Temperatura diseño (°C)	Temperatura en boca de pozo (°C)	FLUJO BPD*	FLUJO MMPCD**
Pozo Escuintle 401	7" (T.R.)	Mezcla de Hidrocarburo	----	602.14	----	173	3 511	11.8

*BPD= Barriles por día.

**MMPCD=Millones de metros cúbicos por día.

VIII.3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

VIII.3.1. Aspectos abióticos

a) Clima.

- *Tipo de clima.*

De acuerdo con la información contenida en los mapas digitales de climatología del INEGI y la capa de unidades climáticas del Mapa Digital de México V6.3, el Estado de Tabasco presenta en su totalidad un clima Cálido (A). Aproximadamente el 95.5% del territorio estatal está representado por el clima cálido húmedo y el restante 4.5% por el cálido subhúmedo (Aw), el cual se despliega hacia la zona este en colindancia con el Estado de Campeche. A su vez, por su régimen de precipitación, la zona cálida húmeda se divide en: cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am) presente en la mayor parte del territorio tabasqueño, principalmente en la parte centro y norte del estado; y el clima cálido húmedo con abundantes lluvias todo el año (Af) que predomina en la zona colindante con el norte de Chiapas.

El sistema ambiental del proyecto "**Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401**" presenta en su totalidad un clima Am (f), Cálido húmedo con intensas lluvias en verano (**Figura VIII.4.**).



Figura VIII.4. Unidades climáticas del Sistema Ambiental del proyecto.

Este tipo de clima se caracteriza por presentar temperaturas del mes más frío mayor a los 18°C. Así mismo, es conveniente distinguir que el régimen de lluvias en verano se debe a que el mes con máxima precipitación cae dentro del periodo de mayo-octubre, y este mes recibe por lo menos diez veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año.

La estación meteorológica más cercana a la zona del proyecto es la 27-053 ubicada en la comunidad de Vicente Guerrero, Centla. La cual presenta registros desde 1961. En la **Tabla VIII.11**. Se muestran los valores promedio mensuales para temperatura y precipitación.

Tabla VIII.11. Datos promedio de temperatura y precipitación (1961-2019) de la estación meteorológica 27-053 Vicente Guerrero, Centla.

Mes	Temperatura media (°C)	Precipitación total (mm)
ENERO	22.355	136.13
FEBRERO	23.405	80.22
MARZO	25.607	44.661
ABRIL	27.596	36.572

Mes	Temperatura media (°C)	Precipitación total (mm)
MAYO	28.619	66.443
JUNIO	28.096	172.54
JULIO	27.962	134.63
AGOSTO	27.961	160.96
SEPTIEMBRE	27.511	206.9
OCTUBRE	26.204	294.72
NOVIEMBRE	24.344	187.58
DICIEMBRE	22.911	148.86
ANUAL	26.1	1,628.4

Fuente: Normales climatológicas de la estación meteorológica 27053 Vicente Guerrero.

Los datos muestran que la temperatura promedio de la zona es de 26.1°C. El mes más caluroso es mayo con una media de 28.619°C (su máximo histórico es de 47°C) y el más frío es enero con un promedio de 22.35°C (aunque el record histórico se tuvo en febrero de 2006 con 8°C). La precipitación promedio anual es de 1,628.4 mm, presentando las máximas precipitaciones en el mes de octubre con 294.72 mm y las mínimas en abril con 36.572 mm.

b) Geología y Geomorfología:

- *Origen geológico*

De acuerdo con la carta geológico-minera Frontera E15-1-5 el sistema ambiental del proyecto "**Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401**", se encuentra asentado sobre terrenos que tuvieron su origen en el Holoceno del periodo Cuaternario; es decir, son suelos relativamente jóvenes que tienen una antigüedad de no más de 0.01 millones de años. Está compuesto, casi en su totalidad, por depósitos de origen palustre (Qhopa) con depósitos en pantanos, compuestos por limo y arcilla de color oscuro con olor fétido; asociados con depósitos lacustres (Qhola) formados por arcilla y limo; en la zona, sur del sistema ambiental (en ambas márgenes de la carretera federal 180) se puede observar una pequeña franja de depósitos aluviales (**Figura VIII.5**).



Figura VIII. 5. Geología del Sistema Ambiental del proyecto.

- *Características litológicas.*

El informe técnico de las cartas geológico mineras Coatzacoalcos E15-1-4 y Frontera E15-1-5 del Servicio Geológico Mexicano, menciona que las características para los suelos de origen palustres de la zona más cercana al sistema ambiental del proyecto son las siguientes:

“...Dentro de la carta Frontera cubren amplias zonas, casi el 50% de ella, principalmente se tiene afloramientos en la porción oriental, centro norte ... (sitio donde está ubicado el proyecto) ... y occidental. De manera general consiste de depósitos arcillosos de color negro con un alto contenido de materia orgánica. Los depósitos arcillosos consisten de limos y arcillas mezclado con materia vegetal en estado de descomposición donde se tiene un drenaje deficiente el cual permite el crecimiento de plantas de mediana altura como lirios y manglares ...”.

Y las características de los suelos de origen aluvial, más cercanos al sistema ambiental son las siguientes:

"...Esta unidad aflora en áreas muy restringidas principalmente en la carta Frontera, al norte, centro-norte y el vértice suroriental del área..."

Por último, este informe menciona que el área caracterizada por aluvión tiene las siguientes características:

"...El cuaternario está representado por depósitos continentales, formado por aluvión constituido por grava, arena, los cuales se depositan en los cauces labrados por los ríos y suelos residuales que rellenan los valle, formados por la desintegración de rocas preexistentes..."

Con base a las descripciones anteriores, se puede concluir que el suelo del sistema ambiental y, por ende, del proyecto, está constituido por depósitos del periodo reciente que se originó por la erosión hídrica de las rocas y su acumulación en los sistemas hídricos del sitio.

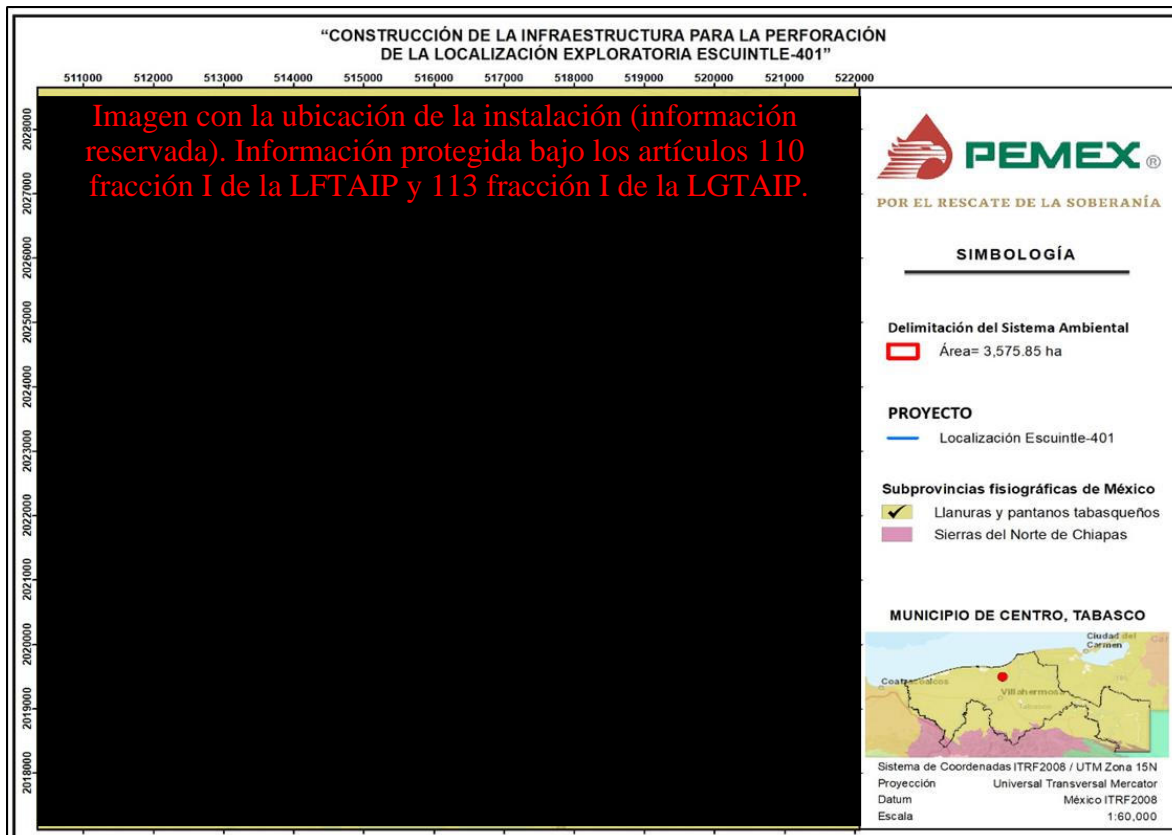


Figura VIII.6. Subprovincias fisiográficas presentes en el Sistema Ambiental del proyecto.

- Características fisiográficas y morfológicas.

De acuerdo con los mapas digitales de Fisiografía del INEGI, el sistema ambiental del proyecto “**Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401**” se encuentra asentado sobre la región fisiográfica XIII. Llanura Costera de la Golfo Sur, específicamente en la subprovincia fisiográfica 76. Llanura y Pantanos Tabasqueños (**Figura VIII.6**).

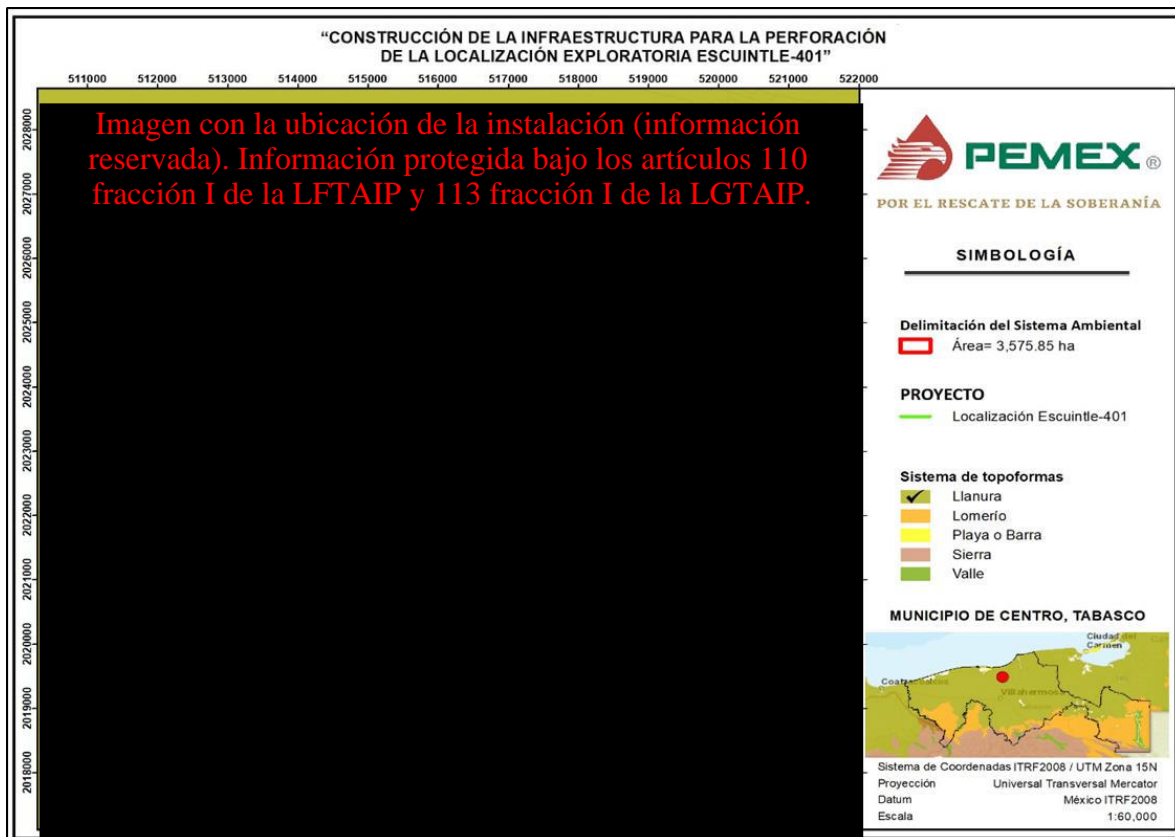


Figura VIII. 7. Sistema de topofomas predominante en el Sistema Ambiental del proyecto.

El sistema de topofomas que presenta el sistema ambiental del proyecto, está totalmente representado por Llanuras (**Figura VIII.7**) que, de acuerdo con el Diccionario geomorfológico del Instituto de Geografía de la UNAM, es sinónimo de planicie, la cual es:

“...Una porción de superficie terrestre de cualquier dimensión, equivalente a un plano horizontal o de poca inclinación...aplica también a los grandes territorios con relieve de poca diferencia altitudinal...Los métodos de cartografía morfológica

tradicionales clasifican a las grandes planicies en: a) denudatorias de basamento; b) denudatorias estructurales, de plataforma y c) acumulativas...”.

Por sus características el sitio del proyecto es una llanura acumulativa.

- Características de relieve.

El relieve presente en el sistema ambiental del proyecto de “**Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401**” es totalmente llano, caracterizado por zonas con elevaciones cercanas a los 28 metros sobre nivel de mar en la porción oriental. Asimismo, se pueden observar sitios donde la superficie del terreno se encuentra por debajo de los 4 metros por debajo del nivel medio del mar, principalmente en la zona cercana al río González. Esto le confiere una dinámica característica de zonas inundables (**Figura VIII.8**).

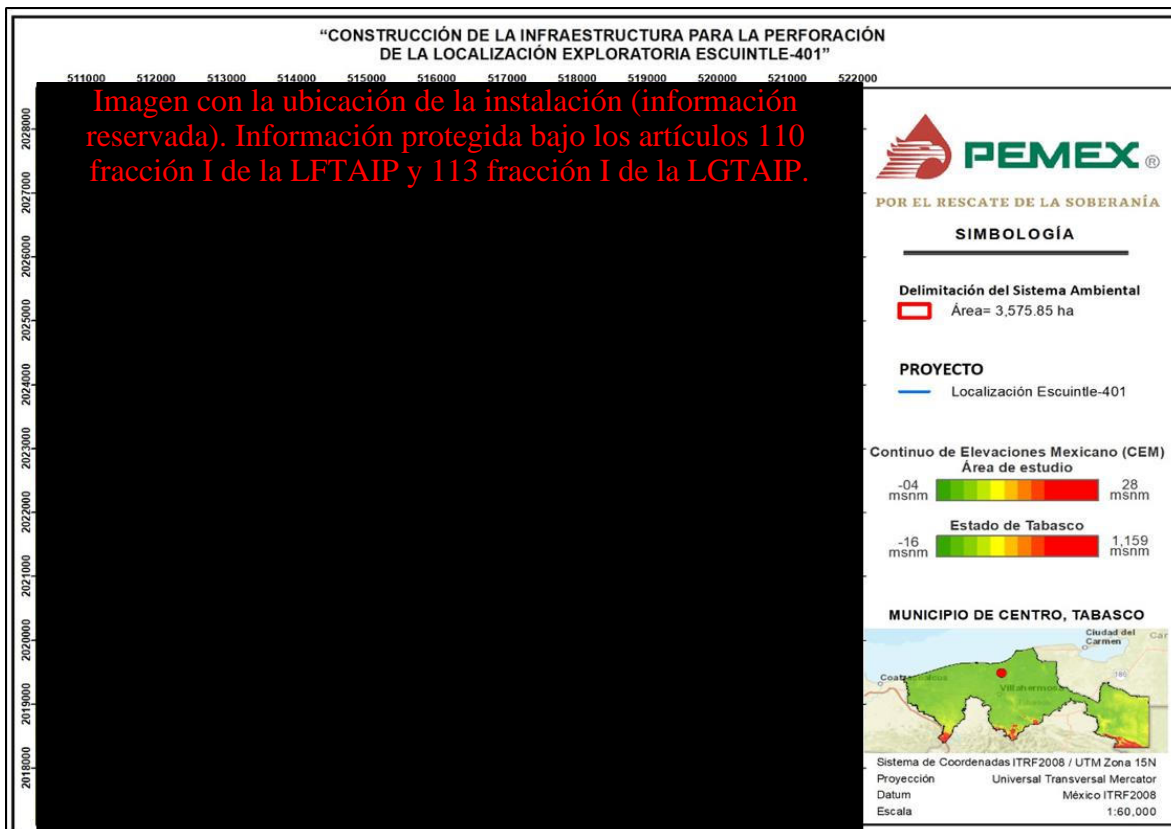


Figura VIII.8. Características del relieve presente en el Sistema Ambiental del proyecto.

c) Tipos de suelo

De acuerdo con las cartas edafológicas digitales del INEGI, el proyecto se encuentra asentado únicamente en un suelo de tipo Gleysol. Es importante mencionar que, a nivel de sistema ambiental, se pueden apreciar dos tipos de suelos: el Solonchack y el Gleysol (**Figura VIII.9**).

Los suelos de tipo Solonchack, se ubica en las porciones norte y este del sistema ambiental y son: “...*Literalmente suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo...*”. Por su parte, los suelos de tipo Gleysol se ubican en las porciones sur y oeste del polígono y estos son: “...*Literalmente, suelo pantanoso. Suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad...Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos, que muchas veces, al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo...*”.



Figura VIII. 9. Tipos de suelo presentes en el Sistema Ambiental del proyecto.

d) **Hidrología superficial y subterránea.**

- Hidrología Superficial

El sistema ambiental del proyecto “**Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401**” se encuentra ubicado dentro de la región hidrográfica 30. Grijalva-Usumacinta en la cuenca D. Río Grijalva-Villahermosa; específicamente en la subcuenca w. Río Carrizal. Es importante mencionar que, dentro del sistema ambiental y en su zona colindante se tiene la presencia de una cantidad considerable de escurrimientos y cuerpos de agua. Dentro del polígono delimitado como sistema ambiental se encuentra la laguna El Espino, una porción de la laguna El Güao y un escurrimiento tributario del río González. Asimismo, colindando con el mismo, se pueden localizar el cauce principal del Río González (sur-oeste) y el Río Jahuactal (norte), así como la laguna El Cerco (al norte) y la laguna El Desagüe (al sur). Es importante mencionar que, la dirección de flujo de los escurrimientos anteriormente mencionados es hacia el noroeste (**Figura VIII.10**).



Figura VIII. 10. Cuerpos de agua y escurrimientos cercanos al sistema ambiental del proyecto.

- Hidrología Subterránea

El sistema ambiental del proyecto de “**Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401**” se encuentra ubicado en su totalidad dentro del acuífero 2704. Centla, es cual es de tipo libre y de alta permeabilidad, con dirección de flujo subterráneo de sur a norte fluyendo hacia la línea de costa. Su salida es hacia el Golfo de México.

La profundidad del nivel estático varía entre los 12 y 4 metros, registrándose los más profundos en la zona sur del acuífero, ascendiendo gradualmente hacia la línea de costa donde alcanza los niveles más someros. Por la ubicación del proyecto en el polígono del acuífero, los niveles freáticos de la zona deben estar a poca profundidad de la superficie (**Figura VIII.11**).

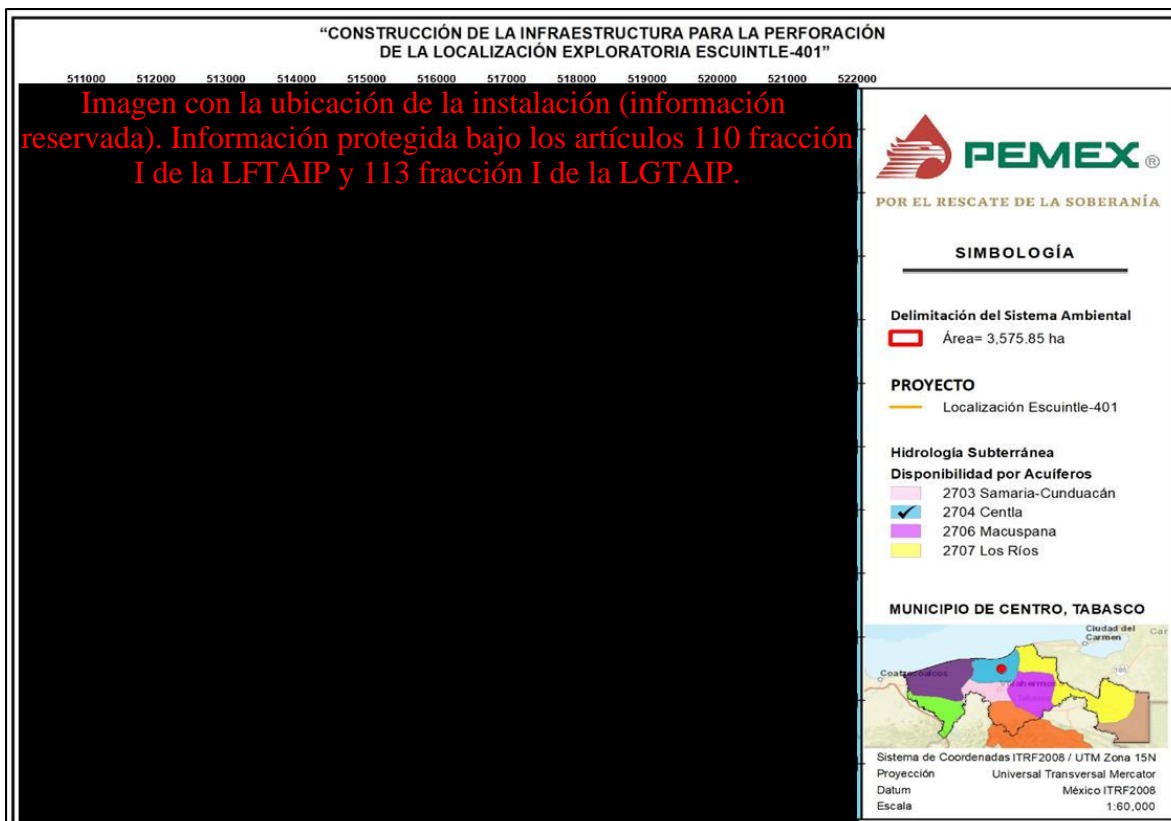


Figura VIII. 11. Ubicación del Sistema Ambiental del proyecto de “Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401” respecto a los límites de acuíferos.

VIII.3.2. Aspectos bióticos

a) Vegetación.

El objetivo de este apartado es la descripción del tipo de vegetación y especies asociadas presentes en el área del proyecto “**Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401**”.

Durante las visitas efectuadas sobre el trazo del proyecto, se registró un tipo de vegetación conocido como: **Hidrófita Enraizada (Figura VIII.12 y Figura VIII.13)**.



Figura VIII.12. Distribución de los tipos de vegetación Serie VI en el Sistema Ambiental delimitado para el proyecto.

El tipo de asociación vegetal del sitio es conocida como Tular o Espadaño (*Typha domingensis*), donde se encuentran algunas especies hidrófitas asociadas como popal (*Thalia geniculata*), sombrillita (*Hydrocotyle umbellata*), pasto pelillo (*Leersia hexandra*), chintul (*Cyperus articulatus*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), camaronera (*Ludwigia octovalis*) y carrizo (*Phragmites australis*) (**Tabla VIII.12**).

Tabla VIII. 12. Tipo de vegetación y especies asociadas, registrados en el proyecto.

Coordenadas		Tipos de vegetación	Especies asociadas
X	Y		
<p>Coordenadas de ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.</p>		<p>Vegetación Hidrófita Enraizada</p>	<p>Especies herbáceas Lechuga de agua (<i>Pistia stratiotes</i>), cola de pato (<i>Echinodorus paniculatus</i>), sombrillita (<i>Hydrocotyle umbellata</i>), chintul (<i>Cyperus articulatus</i>), corcho (<i>Sesbania emerus</i>), popal (<i>Thalia geniculata</i>), zarza (<i>Mimosa pigra</i>), camaronera (<i>Ludwigia octovalvis</i>), pasto pelillo (<i>Leersia hexandra</i>), camaroncillo (<i>Polygonum acuminatum</i>), pontederia (<i>Pontederia lanceolata</i>), oreja de ratón (<i>Salvinia minima</i>) y espadaño (<i>Typha dominguensis</i>).</p>
			<p>Especies arbóreas Guano redondo (<i>Sabal mexicana</i>), cocoíte (<i>Gliricidia sepium</i>), guaje (<i>Leucaena leucocephala</i>) y guácimo (<i>Guazuma ulmifolia</i>).</p>

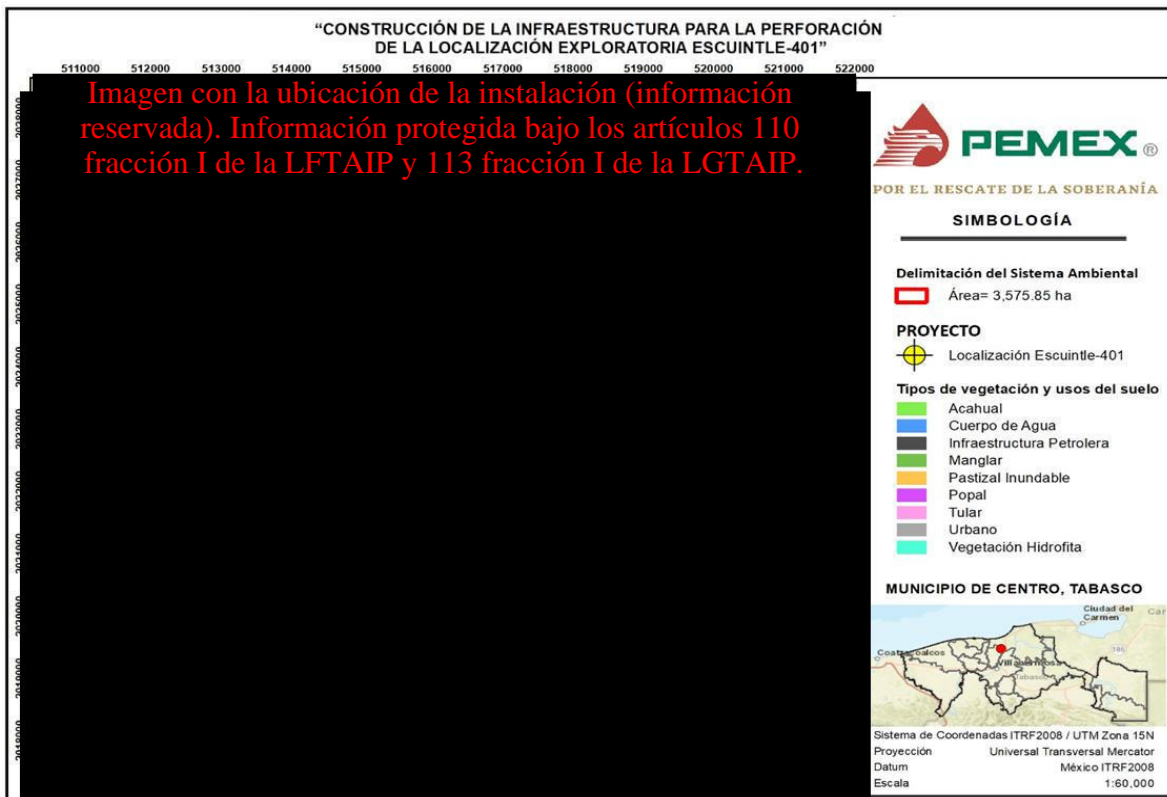


Figura VIII.13. Distribución de los tipos de vegetación y uso de suelo en el Sistema Ambiental delimitado para el proyecto.

Vegetación en el área del proyecto.

Con la finalidad de conocer la vegetación presente en el trazo del proyecto, se establecieron dos puntos de muestreo donde se delimitaron en cada uno 10 unidades de 1 x 1 m², identificándose así, el componente de la flora y los valores de las variables ecológicas. Para las especies arbóreas, se consideró el censo de especies con 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) y 5 m o más de altura, dentro del derecho de vía (**Tabla VIII.13**).

Tabla VIII. 13. Coordenadas de muestreo sobre el trazo propuesto de la obra.

Punto	Tramos	Kilometraje Km	Coordenadas	
			X	Y
1	Inicio	0+000	Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.	
	Final	0+146		
2	Pera de Perforación	Esquina-1		
		Esquina-2		
		Esquina-3		
		Esquina-4		

Durante los recorridos por la obra se identificó una riqueza florística de 17 especies vegetales, distribuidas en: 12 especies herbáceas (70.59 %), tres arbóreas (17.65 %), una arbustiva y una de palma (5.88 % cada una) (**Tabla VIII.14**).

Tabla VIII. 14. Relación de la riqueza florística encontrada en el área de influencia de la obra.

Forma Biológica	Riqueza florística				NOM-059-SEMARNAT-2010
	Familias	Géneros	Especies	% Abundancia	
Árbol	3	3	3	17.65	-
Arbusto	1	1	1	5.88	-
Hierba	12	12	12	70.59	-
Palma	1	1	1	5.88	-
Total, especies			17	100	

Para las especies arbóreas, se consideró el censo de especies con 10 cm de DAP y 5 m o más de altura, dentro de la superficie total del proyecto, donde se registraron 4 especies arbóreas correspondientes a 4 géneros, pertenecientes a 4 familias botánicas, las cuales se encuentran asociadas con la vegetación hidrófita enraizada. La especie más abundante es el guaje (*Leucaena leucocephala*, **Tabla VIII.15**).

Tabla VIII. 15. Riqueza de especies arbóreas encontradas dentro del trazo del proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Forma Biol.	Tramo	No. Ind.	NOM-059-SEMARNAT-2010
Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	Guano redondo	Palma	1	1	-
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoíte	Árbol	1	3	-
Mimosaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	Árbol	1	5	-
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Árbol	1	1	-
Total, de Individuos					10	

Asimismo, se registraron 13 especies herbáceas correspondientes a 13 géneros, de 13 familias botánicas; donde predominan las especies de hidrófitas como espadaño (*Typha domingensis*), popal (*Thalia geniculata*), sombrillita (*Hydrocotyle umbellata*) y pasto pelillo (*Leersia hexandra*). Adicionalmente, dentro del trazo de obra se registró una especie arbustiva (**Tabla VIII.16**).

Tabla VIII. 16. Riqueza de las especies herbáceas registradas dentro del trazo del proyecto.

No	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Forma Biol.	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Lechuga de agua	Hierba	-
2	Alismataceae	<i>Echinodorus paniculatus</i>	Cola de pato	Hierba	-
3	Apiaceae	<i>Hydrocotyle umbellata</i>	Sombrillita	Hierba	-
4	Cyperaceae	<i>Cyperus articulatus</i>	Chintul	Hierba	-
5	Fabaceae	<i>Sesbania emerus</i>	Corcho	Hierba	-
6	Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i>	Popal	Hierba	-
7	Mimosaceae	<i>Mimosa pigra</i>	Zarza	Arbusto	-
8	Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i>	Camaronera	Hierba	-
9	Poaceae	<i>Leersia hexandra</i>	Pasto pelillo	Hierba	-
10	Polygonaceae	<i>Polygonum acuminatum</i>	Camaroncillo	Hierba	-
11	Pontederiaceae	<i>Pontederia lanceolata</i>	Pontederia	Hierba	-
12	Salviniaceae	<i>Salvinia minima</i>	Oreja de ratón	Hierba	-
13	Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	Espadaño	Hierba	-

Dentro de la superficie total destinada para la construcción del proyecto e incluido su D.D.V. (3.17 ha), no se observaron especies vegetales enlistada en alguna de las cuatro categorías de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

b) Fauna.

El objetivo de este apartado es la descripción de la fauna presente en el área y en el sistema ambiental (SA) del proyecto “**Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401**”.

Fauna en el área del proyecto

Para determinar la composición faunística dentro del área de influencia del proyecto, se llevó a cabo el registro directo e indirecto de las especies, identificando aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de lento desplazamiento, así como pasos de fauna, sitios de anidación o refugio que podrían ser afectados por las actividades de construcción.

Se establecieron tres coordenadas en el trazo propuesto (**Tabla VIII.17**) y sólo cuando se observaron nidos o madrigueras activas, las coordenadas se tomaron de manera puntual.

Tabla VIII. 17. Coordenadas establecidas en el trazo del proyecto “Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401”

Puntos	Coordenadas	
	X	Y
1		
2		
3		

Imagen con la ubicación de la instalación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

Se registraron 16 individuos correspondientes a 12 especies, agrupados en tres clases de vertebrados (**Tabla VIII.18**). Del total de las especies reportadas, una se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la tortuga guao o tres lomos (*Staurotypus triporcatus*) en la categoría de Amenazada (**A**).

Tabla VIII. 18. Riqueza y abundancia registrada por clase para el proyecto.

Clase	Riqueza	Abundancia	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anfibios	2	2	0
Reptiles	2	2	1
Aves	8	12	0
Mamíferos	0	0	0
Total	12	16	1

Las especies registradas son especialistas de áreas abiertas, adaptadas a los cambios en su entorno. Las aves fueron el grupo mejor representado durante los muestreos, aportando el 87% del total de especies registradas. Debido a que son

un grupo muy diverso, se desplazan muy fácilmente y se encuentran prácticamente en todos los ambientes, son detectados con mayor facilidad. El 13% de las especies restantes corresponde a la clase de los anfibios y reptiles.

Las especies dominantes durante el muestreo fueron la polluela canela (*Laterallus ruber*) y zopilote común (*Coragyps atratus*). No se encontraron madrigueras, nidos o refugios activos dentro del derecho de vía. En la **Tabla VIII.19**, se muestran las diferentes especies registradas en el área evaluada, por clase y sus respectivas abundancias.

Tabla VIII. 19. Listado de las especies registradas en el trazo del proyecto.

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. individuos	Medida	Hábitat
Clase Anfibios					
Rana de árbol amarilla	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	-	1	V y A	Tular
Rana del Sabinal	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	-	1	V y A	Tular
Clase Reptiles					
Toloque	<i>Basiliscus vittatus</i>	-	1	V	Tular
Tortuga guao o tres lomos	<i>Staurotypus triporcatus</i>	A	1	V y R	Tular
Clase Aves					
Tordo sargento	<i>Agelaius phoeniceus</i>	-	1	V	Tular
Garza blanca	<i>Ardea alba</i>	-	1	V	Tular
Caracara quebrantahuesos	<i>Caracara cheriway</i>	-	1	V	Tular
Zopilote común	<i>Coragyps atratus</i>	-	3	V	Tular
Garza azul	<i>Egretta caerulea</i>	-	1	V	Tular
Garza dedos dorados	<i>Egretta thula</i>	-	1	V	Tular
Jacana norteña	<i>Jacana spinosa</i>	-	1	V	Tular
Polluela canela	<i>Laterallus ruber</i>	-	3	V	Tular

Categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010: Sujeta a Protección Especial (Pr), Amenazada (A), Peligro de Extinción (P), Probablemente Extinta (E). Medida a tomar: Ahuyentamiento (A), Reubicación (R), Vigilancia (V).

A continuación, se describen las clases de vertebrados registrados en el área evaluada.

- **Anfibios**

Los anfibios estuvieron representados por dos especies, la rana de árbol amarilla (*Dendropsophus microcephalus*) y rana del Sabinal (*Leptodactylus melanonotus*) con un individuo cada uno. No se descarta la presencia de otros anfibios en la zona, ya que se considera un área inundable y con cobertura vegetal densa.

No se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, si se llegarán a observar individuos durante la ejecución del proyecto, se recomienda realizar su ahuyentamiento fuera del derecho de vía.

- **Reptiles**

Esta clase estuvo representada por especies generalistas como el toloque (*Basiliscus vittatus*) y tortuga guao o tres lomos (*Staurotypus triporcatus*), desplazándose al margen del derecho de vía del proyecto. Tienen un amplio rango de distribución y son fácilmente de observar en este tipo de ambientes, zonas bajas inundables.

La tortuga guao o tres lomos (*S. triporcatus*) se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Amenazada (**A**). No se descarta la presencia de otras especies de quelonios en la zona, por lo que se recomienda la vigilancia ambiental y en su caso la reubicación de ésta y demás especies, que por las condiciones del sitio (zona baja inundable) pudieran presentarse durante la ejecución del proyecto.

- **Aves**

Las aves estuvieron representadas por ocho especies, siendo la polluela canela (*Laterallus ruber*) y zopilote común (*Coragyps atratus*) las más dominantes con tres individuos cada uno. Estas aves se caracterizan por ser generalistas y habitar en áreas abiertas como los pastizales o zonas bajas inundables.

Durante el recorrido, no se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- **Mamíferos**

No se registraron especies para esta clase de vertebrados.

VIII.3.3. Análisis de vulnerabilidad por fenómenos naturales

En materia de vulnerabilidad, con base al Atlas de Riesgo del Estado de Tabasco (septiembre, 2019), se identificaron los siguientes riesgos para las actividades de proyecto.

La vulnerabilidad ha sido definida como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador, es decir el grado de pérdida esperada. (Guevara *et al.* 2004).

Tabla VIII. 20. Identificación de vulnerabilidad.

DESLIZAMIENTOS	
Nivel	Evidencias
Muy Bajo	Atlas de Riesgo del Estado de Tabasco (septiembre, 2019)
SISMICIDAD	
Nivel	Evidencias
Medio	Atlas de Riesgo del Estado de Tabasco (septiembre, 2019)
PRECIPITACIONES	
Nivel 1	Evidencias
De 1800 a 2000	Atlas de Riesgo del Estado de Tabasco (septiembre, 2019)
SEQUÍAS	
Nivel 1	Evidencias
Porcentaje 5 - 10	Atlas de Riesgo del Estado de Tabasco (septiembre, 2019)
VIENTOS POR HURACÁN Y TORMENTAS TROPICALES	
Nivel 1	Evidencias
Alto	Atlas de Riesgo del Estado de Tabasco (septiembre, 2019)
INUNDACIONES	
Nivel 1	Evidencias
Medio	Atlas de Riesgo del Estado de Tabasco (septiembre, 2019)
Vientos	
Nivel 1	Evidencias
Alto	Atlas de Riesgo del Estado de Tabasco (septiembre, 2019)

VIII.3.4. Historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones

No se cuenta con información sobre historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área donde se desarrollará el proyecto.

VIII.3.5. Zonas Vulnerables de Población: Casas, poblaciones, escuelas, hospitales, centros comerciales, templos, unidades habitacionales de alta densidad, parques, etc.

En la zona proyecto no existen casas, poblaciones, escuelas, hospitales, centros comerciales, templos, unidades habitacionales de alta densidad, parques etc.; que pudieran ser vulnerables ante algún escenario de riesgo y ocasionar consecuencias.

Estas son las localidades más cercanas al proyecto de **“Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401”**, ya que dentro del radio de 500 metros no se encuentra ninguna.



Figura VIII. 14. Localidades cercanas al sitio de proyecto.

VIII.3.6. Componentes ambientales: Cuerpos de agua, regiones hidrológicas prioritarias, regiones marinas prioritarias, regiones terrestres prioritarias, áreas de importancia para la conservación de aves, sitios Ramsar1

- **Cuerpos de agua.**

Dentro de los 500 metros sólo se encuentran arroyos y canales que intercomunican a la Laguna El Espino y la Laguna El Guao.

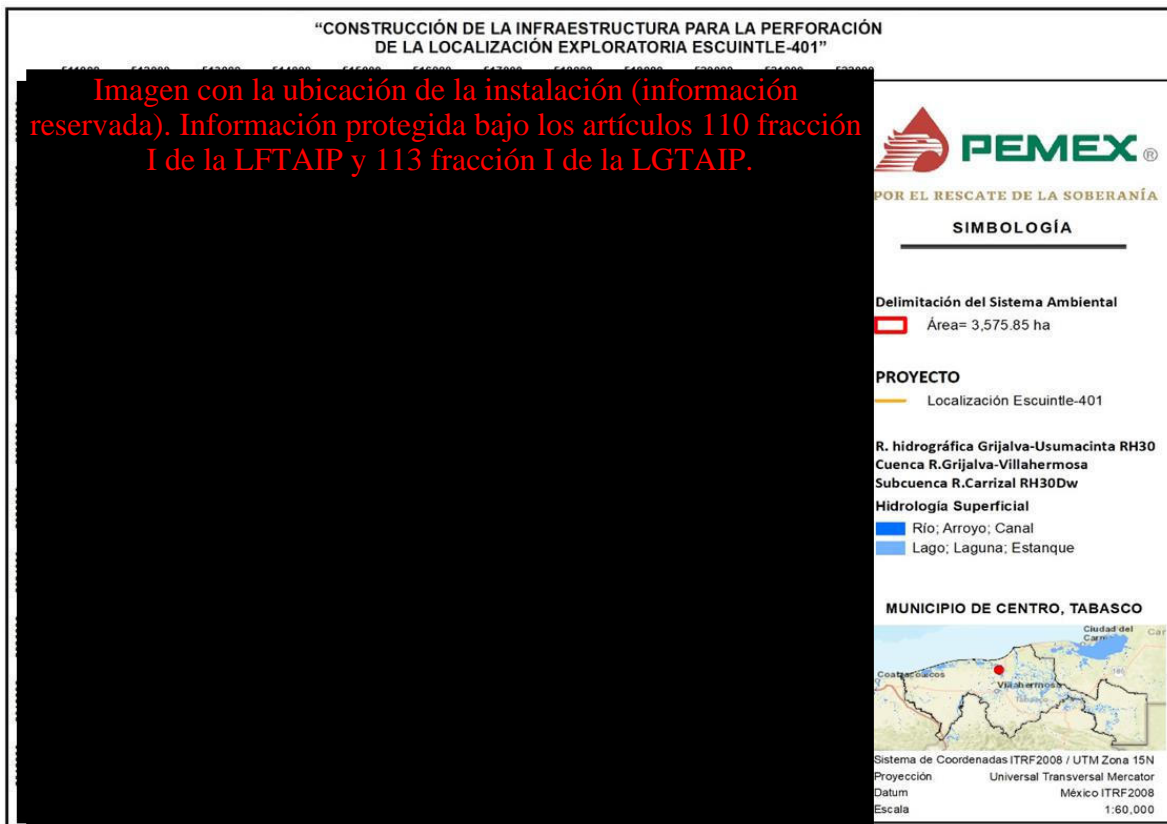


Figura VIII. 15. Arroyos y canales cercanos al sitio del proyecto.

De acuerdo al dato analizado del INEGI, 2010; el sitio de proyecto se encuentra ubicado en la Región Hidrológica Grijalva Usumacinta RH30, Cuenca R. Grijalva – Villahermosa, Subcuenca R. Carrizal RH30Dw.

- **Regiones hidrológicas prioritarias**

El sitio de proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica prioritaria de Región Sureste Laguna de Términos – Pantanos de Centla.



Figura VIII. 16. Región hidrológica prioritaria que incide con el proyecto.

- **Regiones marinas prioritarias.**

El sitio de proyecto se encuentra dentro de la Región Marina prioritaria de Pantanos de Centla – Lagunas de Términos



Figura VIII. 17. Región marina prioritaria que incide con el proyecto.

- **Regiones terrestres prioritarias.**

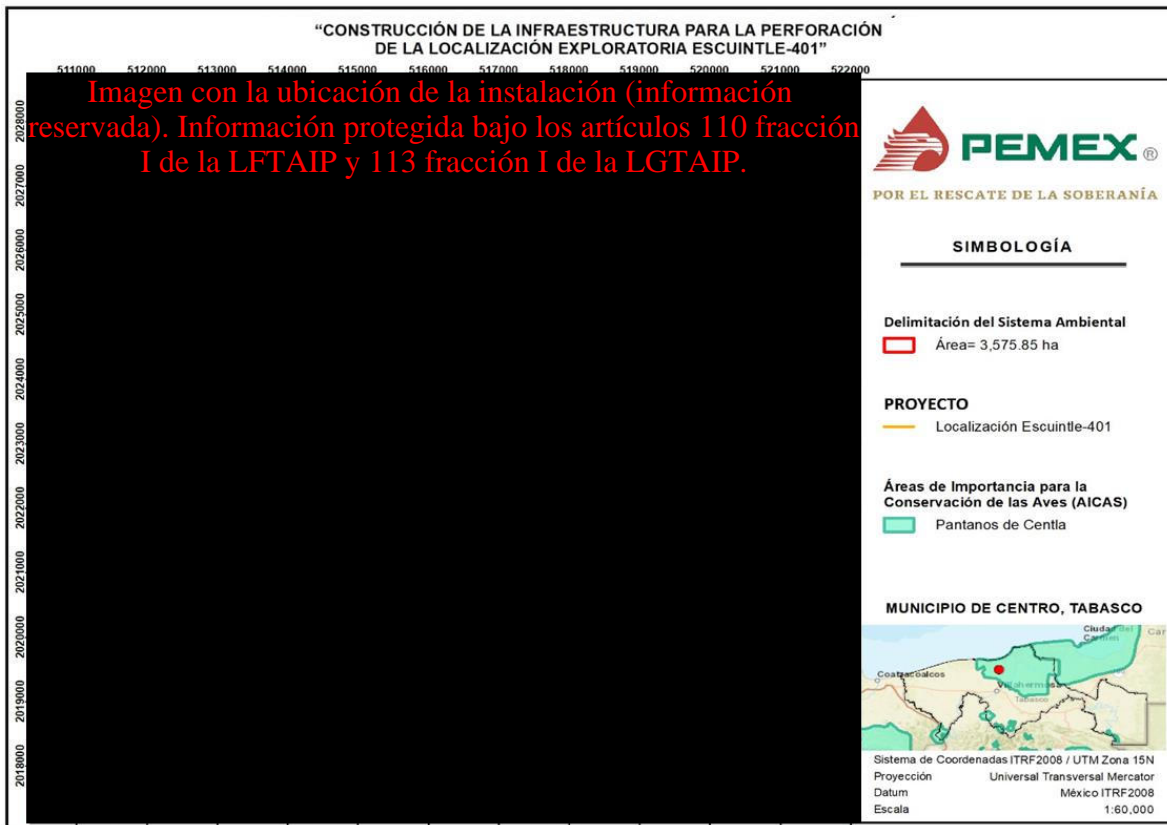
El sitio de proyecto se encuentra dentro de la Región Terrestre Prioritaria de Pantanos de Centla.



Figura VIII. 18. Región terrestre prioritaria que incide con el proyecto “Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401”.

- **Áreas de importancia para la conservación de aves.**

El sitio de proyecto se encuentra dentro del Área de Importancia para la Conservación de Aves de Pantanos de Centla.



VIII. 19. Área de importancia para la conservación de aves que incide con el proyecto.

- **Sitios Ramsar1**

El sitio de proyecto no se encuentra dentro de Sitios Ramsar1, el más cercano que es la Reserva de la Biosfera de Pantanos de Centla, se encuentra a 3.249 km al Este.

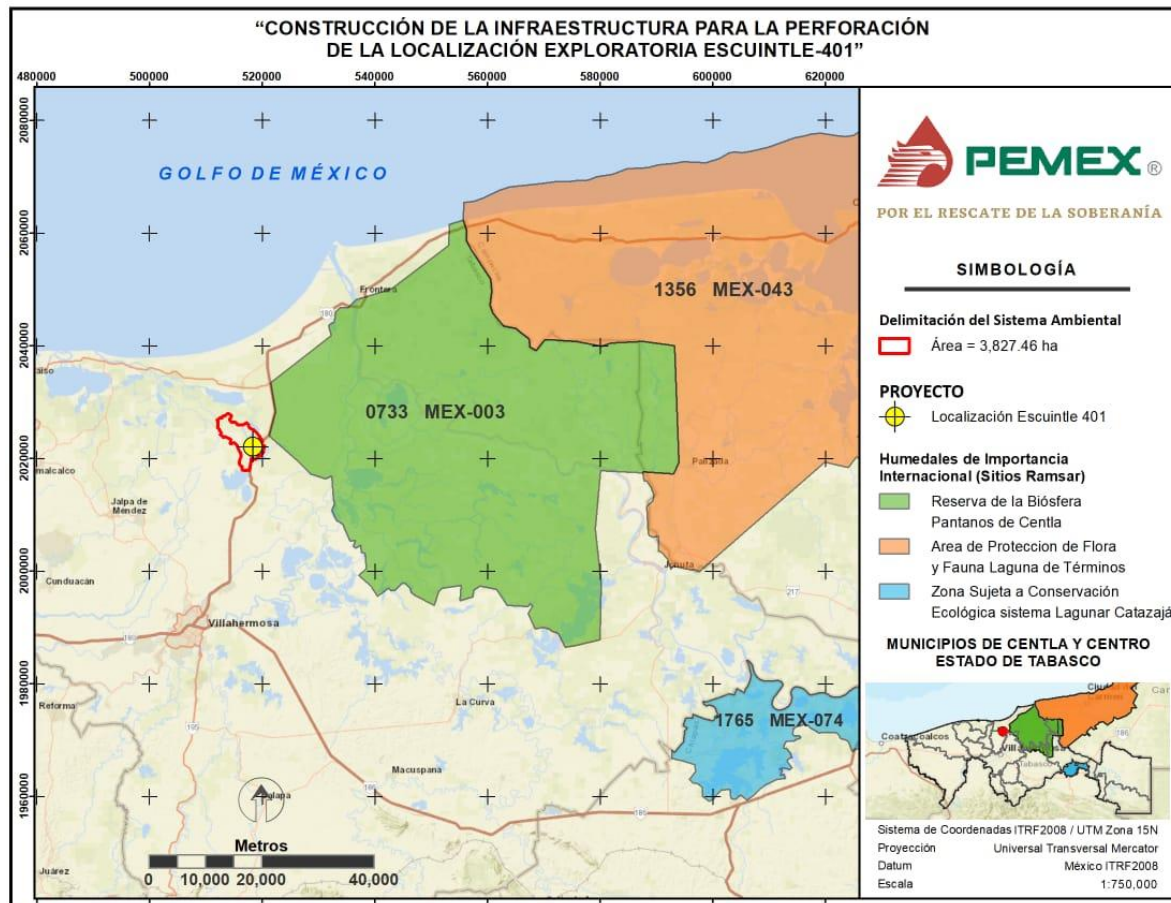


Figura VIII. 20. Sitios Ramsar cercanos al sitio del proyecto.

VIII.3.7. Infraestructura vial (carreteras y ferrocarril) e industrial (ductos, líneas de alta tensión y plantas industriales)

No existe ninguna infraestructura industrial a 500 metros, sólo la Carretera Federal 180 Villhermosa – Ciudad del Carmen.

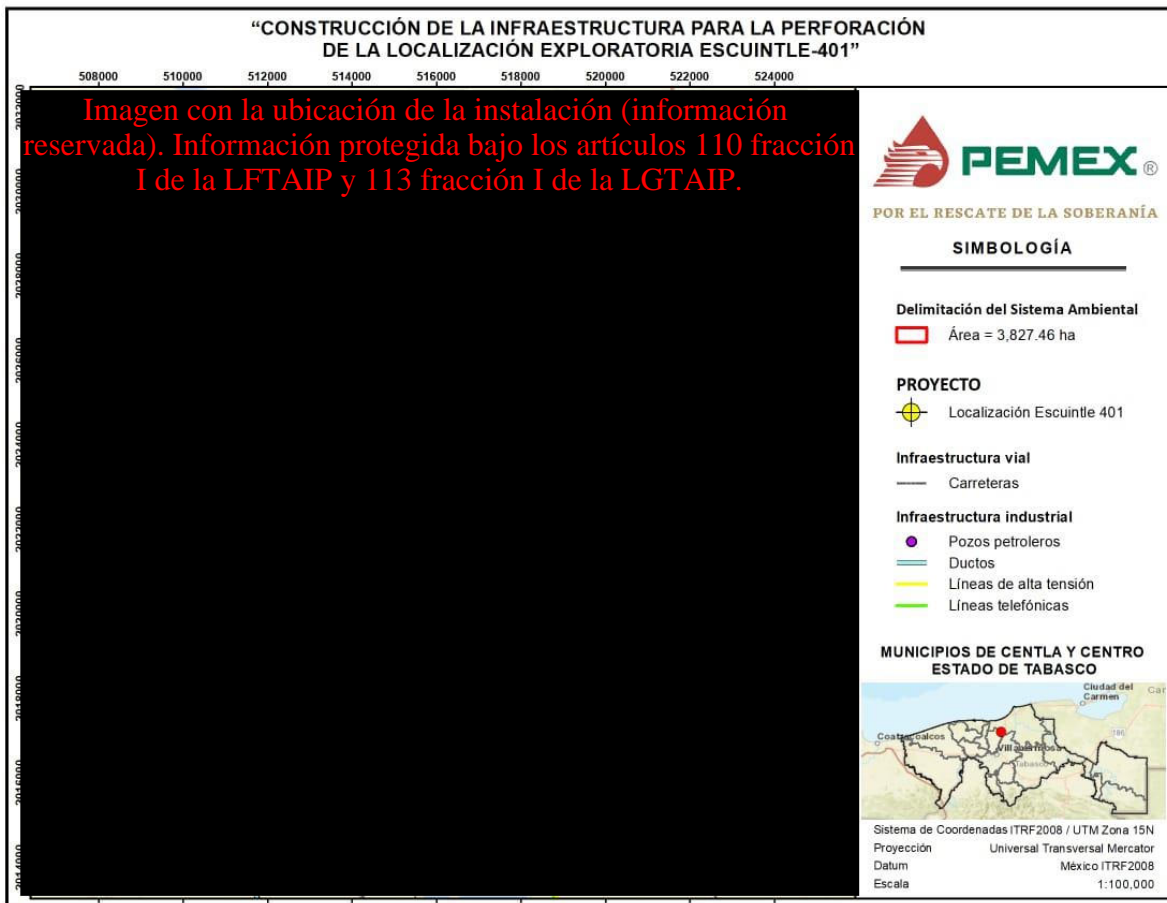


Figura VIII. 21. Infraestructura vial e industrial que incide con el proyecto.

VIII.3.8. Uso del suelo.

Se realizó la determinación de los porcentajes de ocupación de cada uno de los componentes: composición vegetal y uso del suelo; en la Delimitación del Sistema Ambiental en el que se encuentra inmerso el proyecto, como se muestran en la **Figura VIII.22**, donde se determinó que para el sitio del proyecto no tiene un uso común, dado a la predominancia de la vegetación encontrada, la cual es “Tular”.

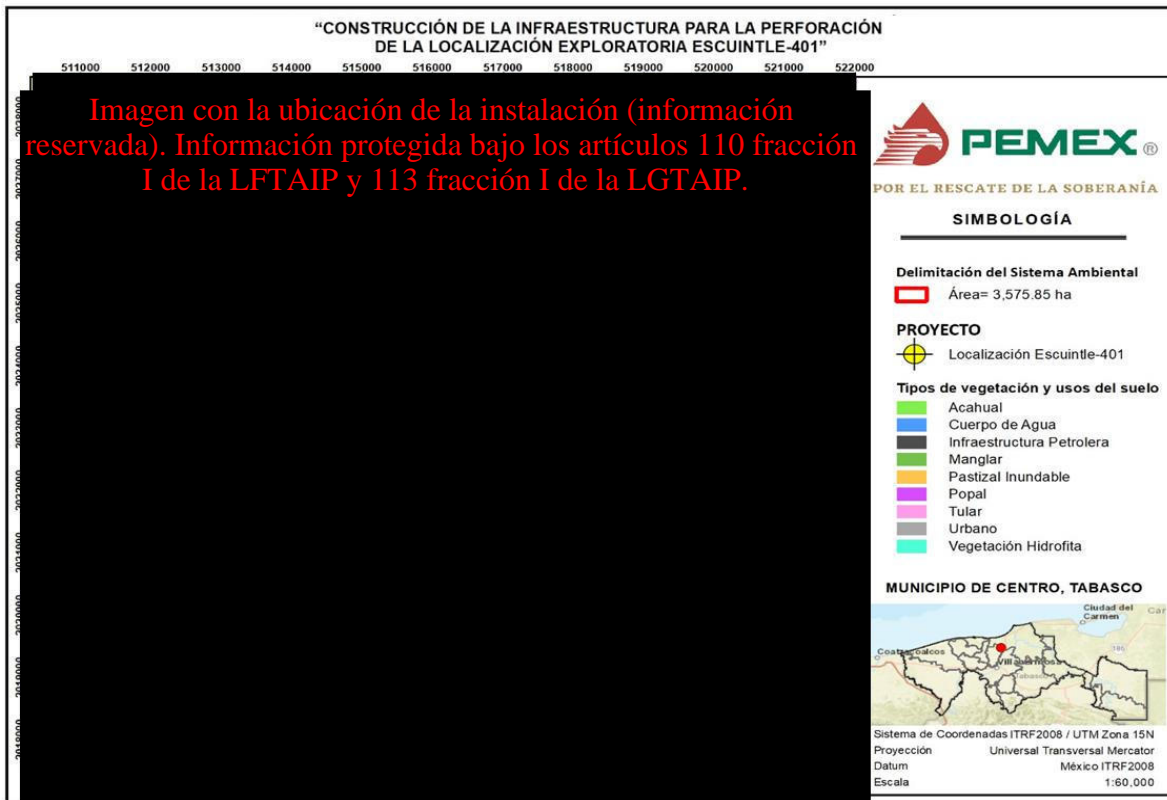


Figura VIII. 22. Vegetación y uso de suelo del sitio del proyecto "Construcción de la Infraestructura para la Perforación de la Localización Exploratoria Escuintle-401".

VIII.4. ANÁLISIS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

VIII.4.1. Antecedentes de accidentes e incidentes en proyectos similares

La mayoría de los accidentes mayores y el estudio de sus causas y consecuencias, han permitido la renovación de legislaciones nacionales e internacionales; por lo que, en el ámbito legal y jurídico, su importancia para un adecuado manejo y control de sustancias peligrosas es prioritaria.

Los hidrocarburos y sus derivados representan una industria de alto riesgo debido a sus características de inflamabilidad y/o explosividad. Adicionalmente, existe el riesgo de derrames o fugas, que también pueden causar importantes daños a personas, bienes o al medio ambiente.

El análisis histórico permite un conocimiento real de los descontrolados en el proceso

y otras situaciones anormales ocurridas en instalaciones semejantes, hecho que ayuda al planteamiento de situaciones accidentales factibles tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla VIII. 21. Situaciones anormales ocurridas en instalaciones semejantes.

N°	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) Involucradas(s)	Evento	Causa(s) del Accidente o Incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otras)
1	1969	Santa Bárbara California	Offshore	Petróleo crudo	Derrame	Incendio	Medio Ambiente/Litoral de California
2	1979	Campeche México	Offshore Ixtoc I	Petróleo crudo	Derrame	Explosión	Medio Ambiente/Derrame en mar
3	1984	Brasil	Offshore Enchova	Petróleo crudo	Incendio	Explosión	Medio ambiente/Personal
4	1988	Escocia	Offshore Piper Alpha	Gas	Incendio/ Explosión	Explosión/Negligencia	Medio Ambiente/Personas /Instalación
5	1995	Nigeria	Offshore Mobil	Gas	Incendio/ Explosión	Fuga de gas	Personas/Instalación
6	2001	Rio de Janeiro	Offshore P-36, Petrobras	Gas	Incendio/ Explosión	Sobrepresión/ Ignición de vapores	Medio Ambiente/Personas /Instalación
7	2005	India	Offshore Mumbai High North	Gas	Incendio	Fuga de gas	Medio Ambiente/Personas /Instalación
8	2007	México	Offshore Usumacinta	Gas sulfhídrico	Incendio	Fuga de gas	Medio Ambiente/Personas /Instalación
9	2009	Australia	Offshore West Atlas	Petróleo y Gas	Incendio/ Hundimiento	Fuga de Petróleo y gas	Medio Ambiente/Personas /Instalación
10	2010	Golfo de México	Offshore Deepwater Horizon	Petróleo y Gas	Explosión /Incendio	Fuga de Petróleo, gas y fallas operativas.	Medio Ambiente/Personas /Instalación
11	2010	Golfo de México	Plataforma de la Cía. Mariner	Petróleo y Gas	Explosión /Incendio	Fuga de gas	Personas /Instalación

N°	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) Involucradas(s)	Evento	Causa(s) del Accidente o Incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otras)
			Energy ME.N				
12	2013	México	Campo Terra	Petróleo y Gas	Incendio	Fuga de gas	Medio Ambiente/Personas /Instalación
13	2014	México	Plataforma Blake Rig	Aceite	Incendio	Calentamiento y fuga de aceite	Instalación
14	2015	México	Petroquímica básica de Ciudad Pemex	Gas	Incendio en torre de enfriamiento	Fuga de gas	Instalación
15	2015	México	Sonda de Campeche Abkatun	Gas	Incendio	Fuga de gas	Personas /Instalación
16	2015	México	Sonda de Campeche satélite Akal-H	Gas y Aceite	Incendio	Fuga de gas	Instalación
17	2015	México	Refinería Lázaro Cárdenas	Hidrógeno	Incendio	Fuga de gas Hidrógeno	Personas /Instalación
18	2016	México	Sonda de Campeche Abkatun	Gas y Aceite	Explosión /Incendio	Ruptura de separador	Personas /Instalación
19	2016	México	Campo Samaria, municipio de Cunduacán, Tabasco	Gas y Aceite	Incendio	Fuga de gas y aceite	Instalación
20	2016	México	Clorados 3, Planta pajaritos, Coatzacoalcos	Cloruro de vinilo	Explosión /Incendio	Fuga de Cloruro de vinilo	Medio Ambiente/Personas /Instalación
21	2017	México	Terrestre Pozo Girasol 1	Aceite	Derrame	Fuga de Aceite	Medio Ambiente

N°	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) Involucradas(s)	Evento	Causa(s) del Accidente o Incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otras)
22	2017	México	Comunidad La Libertad, en Huimanguillo, Tabasco	Hidrocarburo	Derrame	Fuga y emanación en tuberías	Medio Ambiente
23	2020	Rusia	Termoeléctrica de Norilsk	Diésel	Derrame	Derrumbe de Tanque de Diésel	Medio Ambiente

VIII.4.2. Identificación de peligros y de escenarios de riesgos.

Los puntos de riesgo de cualquier instalación se enfocan a todas aquellas áreas de operación que en un momento dado pueden causar daño al personal, a las instalaciones o al ambiente, ya sea por explosión incendio o toxicidad.

Para la identificación, evaluación y jerarquización del riesgo de las obras tipo que conforman el Proyecto, se considera en primer término la selección de la técnica de identificación de riesgos, posteriormente se realiza un análisis y evaluación de los riesgos identificados para jerarquizarlos de acuerdo con su nivel de peligrosidad y finalmente se analizan las consecuencias de la ocurrencia de los riesgos identificados.

- ✓ **Conformación del grupo multidisciplinario de análisis y evaluación de riesgo (GMAER).**

Con la finalidad de contar con el personal técnico, operativo y administrativo con funciones de opiniones decisivas durante todo el proceso de desarrollo del Análisis de Riesgo, así como en la aplicación de metodologías de identificación de riesgos y que den veracidad a los resultados esperados.

La formalidad del mismo se documenta a través de una Acta constitutiva en una Minuta de Trabajo, en la cual se enlistan a cada uno de los integrantes. En el **Capítulo IX, Otros Anexos**, se puede consultar el Acta Constitutiva del GMAER conformado.

Del GMAER se contempla al personal participante en las sesiones de la (s) metodología (s) aplicables en la identificación de peligros, como es el caso de la Metodología la **¿QUÉ PASA SÍ? (¿WHAT IF?)** con la finalidad de cubrir mayores desviaciones dentro del ciclo de vida del proyecto.

Como parte del procedimiento de la metodología, para las sesiones **¿QUÉ PASA SÍ?** se requiere de un grupo de especialistas, con las siguientes funciones y responsabilidades:

- **Líder del estudio:**
 - Preparación del estudio y su desarrollo.
 - Selección y disposición de información importante en la planeación y durante las sesiones de trabajo.
 - Proponer palabras guía y desviaciones operativas (palabra guía + variable).
 - Dirigir las sesiones.

 - **Secretario:**
 - Llevar registro del análisis durante las sesiones de trabajo.
 - Documentar los resultados.

 - **Especialistas:**
 - Describir unidades de estudios considerando condiciones de operación y diseño.
 - Describir cómo puede ocurrir una desviación definida y el comportamiento del sistema ante su presencia.
 - Descripción de las posibles consecuencias de una desviación, el nivel de peligrosidad y medidas preventivas y mitigadoras existentes.
 - Proponer recomendaciones de medidas preventivas y mitigadoras, que se considere faltante e importante para el proceso o que complemente a lo existente.
 - Participar activamente con opiniones de interés y fundadas desde sus áreas de especialidad.
- ✓ **Selección de la metodología.**

Existen diversas metodologías empleadas para identificar riesgos, aplicables a cada situación, de las cuales las más utilizadas son las siguientes:

- Listas de verificación (Check list).
- **¿Qué pasa sí? (What if).**
- Análisis de modos de falla y sus efectos (FMEA).
- Análisis de peligros y operabilidad (HAZOP).
- Análisis de árboles de eventos (AAE-ETA).
- Análisis de árboles de falla (AAF-FTA).

Cada metodología tiene sus fortalezas y debilidades, y se puede emplear en diferentes etapas del proceso, incluso el utilizar más de una metodología es factible dependiendo de la etapa y las necesidades del proyecto.

Entre los factores a considerar al seleccionar la metodología más adecuada para la identificación de riesgos, se encuentran:

- Motivo del estudio.
- Tipo de resultado requerido.
- Tipo de información disponible
- Características del problema (tipo de proceso).
- Riesgo asociado con el proceso o actividad.
- Disponibilidad de recurso/preferencia de analista.

De lo anterior, se optó por emplear la metodología ¿Qué pasa sí? (What if) para analizar las actividades de perforación, esta técnica involucra personal de diferentes disciplinas aunado a la disponibilidad de información técnica del proceso analizados, resultando útil y enriquecedor el contrastar distintos puntos de vista del personal en diversas áreas de un proceso que pueden ayudar a identificar situaciones de riesgo dentro de una instalación.

✓ **Metodología ¿Qué pasa sí?**

Esta técnica ayuda a detectar y analizar cualitativamente desviaciones, relacionadas a comportamientos o situaciones no previstas durante el proceso y sus variables. El propósito del análisis es identificar peligros, situaciones peligrosas o eventos de accidentes específicos que pueden producir una consecuencia no deseada.

La metodología consiste en una lluvia de ideas, donde un grupo multidisciplinario con amplio conocimiento del proceso, formula preguntas o plantea situaciones acerca de posibles eventos indeseados, que pudieran presentarse a lo largo del desarrollo del proyecto, para posteriormente sugerir alternativas de reducción de riesgos.

La información necesaria para el desarrollo del análisis incluye la descripción del proceso, diagramas de tubería e instrumentación, dibujos y procedimientos de operación, así como la experiencia y conocimiento del grupo multidisciplinario.

Como parte del desarrollo del análisis, el grupo multidisciplinario formula preguntas que empiecen con ¿Qué pasa sí...?, para analizar situaciones del proceso, por ejemplo:

- ¿Qué pasa sí la bomba A detienen su funcionamiento durante el arranque?
- ¿Qué pasa sí el operador abre la válvula B en lugar de la válvula A?

Todas las preguntas formuladas se registran y se responden una por una y se detallan las medidas existentes y las que se proponen para reducir los riesgos, identificado así las áreas o partes del proceso que deben tomar especial atención durante el desarrollo de las actividades del proyecto.

Cuando se aplica en la forma apropiada, el método ¿Qué pasa sí? resulta muy poderoso ya que permite lograr la cobertura completa de una amplia gama de riesgos, así como el consenso de diferentes áreas como: producción, mecánica, técnica, seguridad y personal.

El utilizar la metodología ¿Qué pasa sí? ofrece ventajas y desventajas; entre las que se encuentran:

En general esta técnica es ampliamente utilizada durante las etapas de diseño del proceso, durante el tiempo de vida o de operación de una instalación, así como cuando se introducen cambio al proceso o a los procedimientos de operación.

✓ **Valoración de frecuencias, consecuencias y factor de riesgo.**

La metodología ¿QUÉ PASA SÍ? en el presente estudio, incluirá una evaluación de Frecuencia por Consecuencias y Factor de Riesgo, basada en las matrices de

riesgo de 6 x 6 (seis categorías de frecuencia y seis de consecuencias) sugeridas por la Dirección corporativa de planeación de Petróleos Mexicanos (PEMEX). Los niveles de tolerabilidad de las frecuencias y las consecuencias para la evaluación de cada una de las desviaciones identificadas se presentan en la **Tabla VIII.22** y **Tabla VIII.23**.

Tabla VIII. 22. Niveles de frecuencia.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE LA FRECUENCIA DE OCURRENCIA	FRECUENCIA/AÑO
F6	Muy Frecuente	Puede ocurrir más de una vez en el año.	≥ 1.0 ($\geq 1 \times 10^0$)
F5	Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 1 año y hasta 5 años.	≥ 0.2 a < 1.0 ($\geq 2 \times 10^{-1}$ a $< 1 \times 10^0$)
F4	Poco Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	≥ 0.1 a < 0.2 ($\geq 1 \times 10^{-1}$ a $< 2 \times 10^{-1}$)
F3	Raro	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	≥ 0.01 a < 0.1 ($\geq 1 \times 10^{-2}$ a $< 1 \times 10^{-1}$)
F2	Muy Raro	Puede ocurrir solamente una vez en la Vida Útil de la instalación	≥ 0.001 a < 0.01 ($\geq 1 \times 10^{-3}$ a $< 1 \times 10^{-2}$)
F1	Extremadamente Raro	Es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro.	≥ 0.0001 a < 0.001 ($\geq 1 \times 10^{-4}$ a $< 1 \times 10^{-3}$)

Fuente: Guía GO-SS-TC-0002-2015, sección 9.9.1

Tabla VIII. 23. Niveles de consecuencias.

CATEGORÍA DE CONSECUENCIA (IMPACTO)	DAÑOS AL PERSONAL	EFFECTOS EN LA POBLACIÓN	IMPACTO AMBIENTAL	PÉRDIDA O DIFERIMIENTO DE PRODUCCIÓN (USD)	DAÑOS A LA INSTALACIÓN (USD)
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	>500'000,000	>500'000,000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día a 1 semana.	>50'000,000 a 500'000,000	>50'000,000 a 500'000,000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención médica que pueden generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos que puedan generar de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en 24 horas.	>5'000,000 a 50'000,000	>5'000,000 a 50'000,000
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Ruido, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derechos de vía. Se requieren acciones de evacuación	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones que lleguen hasta 1 hora.	>500,000 a 5'000,000	>500,000 a 5'000,000

CATEGORÍA DE CONSECUENCIA (IMPACTO)	DAÑOS AL PERSONAL	EFFECTOS EN LA POBLACIÓN	IMPACTO AMBIENTAL	PÉRDIDA O DIFERIMIENTO DE PRODUCCIÓN (USD)	DAÑOS A LA INSTALACIÓN (USD)
		y existe la posibilidad de lesiones o daño físico.			
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruido, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derechos de vía con posibilidades de evacuación.	Se presentan fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	>50,000 a 500,000	>50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	<50,000	<50,000

Fuente: Guía GO-SS-TC-0002-2015, sección 9.8.1.

- **Matrices de Riesgo**

Para desarrollar y clasificar la magnitud del peligro, se acordó aplicar la Matriz de Riesgos, establecida en el Anexo F, Matriz de riesgo, de la Guía 800-16400-DCO-GT-75-2015 (Guía técnica para realizar Análisis de Riesgo de Proceso de PEMEX).

La aplicación de la metodología ¿QUÉ PASA SÍ?, así como otras metodologías de tendencia cualitativa para la identificación de riesgos, requiere de la combinación de estas con una matriz que permita valorar de manera preliminar los niveles de riesgo importantes, principalmente cuando el conjunto de riesgos identificados es amplio y los recursos para su administración son limitados. Esto permite asignar prioridades a la atención de las recomendaciones que prevengan o mitiguen estos riesgos, así como una administración adecuada de los recursos.

El uso de matrices para lograr este objetivo está ampliamente difundido a nivel mundial. En la aplicación de una matriz para la evaluación de riesgos se sigue el principio ALARP (Tan Bajo Como Sea Razonablemente Práctico, del Inglés As Low As Reasonably Practicable), que guía las acciones derivadas de la ejecución del estudio de riesgos a llevar los niveles de estos a los valores más bajos razonablemente alcanzables. (Ver **Figura VIII.23**).

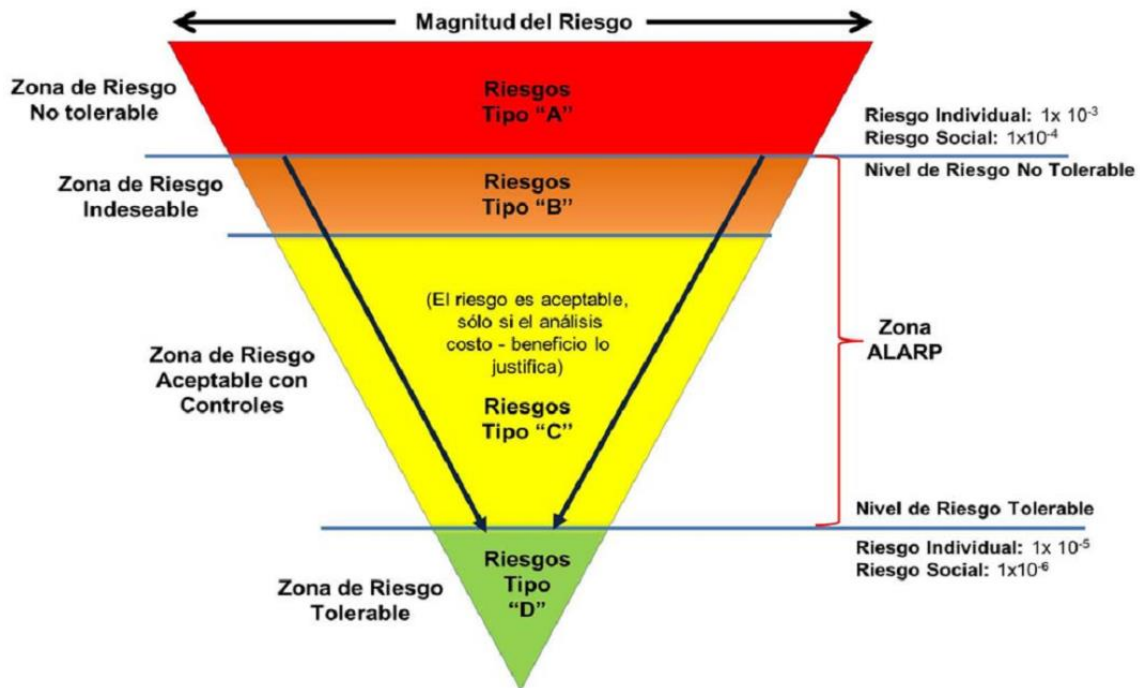


Figura VIII. 23. Principio ALARP.

Para establecer una categoría de Frecuencia y de Consecuencia para cada una de las desviaciones operativas analizadas durante las sesiones de trabajo del Pozo Exploratorio Escuintle 401, se emplean la **Tabla VIII.22** y **Tabla VIII.23**, tomando en cuenta la experiencia operativa de los especialistas, así como el conocimiento de incidentes y accidentes en instalaciones similares a las evaluadas. El marco de los receptores impactados es cinco, sin embargo, durante las sesiones se evaluará el impacto en el orden de criticidad, que implica seleccionar el receptor más crítico de interés y se filtra en el siguiente orden: Personal, Instalación, Producción, **Población** y **Ambiente**.

Para la asignación del Factor de riesgo o Magnitud de riesgo, se emplea una matriz de ponderación en el orden de 6×6 (seis categorías de frecuencia y seis de consecuencias), como se muestra en la **Figura VIII.24.**, la ubicación de la categoría de F y C de cada desviación dentro de esta matriz determina el Tipo de aceptabilidad del Riesgo de la desviación operativa en función de su Magnitud o Factor de riesgo (MR o FR).

Tal y como se describe, es la forma para lograr evaluar preliminarmente qué desviación es más crítica que otra, y así concentrar los recursos y los esfuerzos para implementar las medidas para evitar o minimizar su ocurrencia.

Después de un mayor análisis técnico, este valor de criticidad en términos de magnitud o factor, será la pauta para establecer los escenarios de riesgos que se pueden presentar, y permitirá indicar los puntos más vulnerables y de mayor enfoque e interés para el Análisis de Riesgo Ambiental para el presente proyecto que tiene como objeto **la Perforación del Pozo Exploratorio Escuintle 4001**.

En la **Figura VIII.24.**, se muestra la configuración de las zonas de la Matriz de Riesgos que se emplea para el presente análisis, y en la **Figura VIII.25**, la matriz de riesgos para cada receptor que se evalúa.

MAGNITUD DE RIESGO

		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Zona de Riesgo Aceptable con Controles (Tipo C)	F6	24/C	48/B	72/A	96/A	120/A	144/A
	F5	20/C	40/C	60/B	80/B	100/A	120/A
Zona de Riesgo No Tolerable (Tipo A)	F4	16/D	32/C	48/C	64/B	80/B	96/A
	F3	12/D	24/C	36/C	48/C	60/B	72/A
	F2	8/D	16/D	24/C	32/C	40/C	48/B
	F1	4/D	8/D	12/D	16/D	20/C	24/C
Zona de Riesgo Tolerable (Tipo D)							Zona de Riesgo Indeseable (Tipo B)

Figura VIII. 24. Matriz de evaluación de riesgos.

VIII.4.3. Jerarquización de escenario de riesgo.

Para la evaluación de los riesgos analizados con la metodología ¿Qué pasa sí? a cada causa planteada por el grupo multidisciplinario se le asignó un valor a la frecuencia y a la consecuencia, con lo cual se obtuvo como resultado la magnitud del riesgo analizado (No tolerable, indeseable, aceptable con controles y tolerables), correspondiente a los receptores evaluados: Población y Medio Ambiente que permitirá indicar los puntos más vulnerables y de mayor enfoque e interés para el Análisis de Riesgo Ambiental. Esto tomando como referencia la matriz de riesgo de 6X6 de Pemex. En la **Figura VIII.25**. Se muestran los resultados de las magnitudes de riesgos de los peligros identificados mediante la metodología ¿Qué pasa sí? Ver Capítulo IX, Otros Anexos, Minutas y hojas de trabajo.

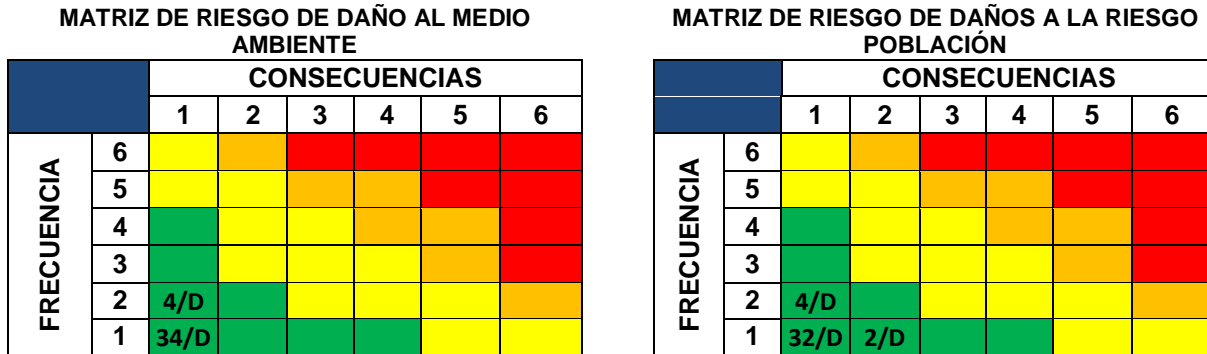
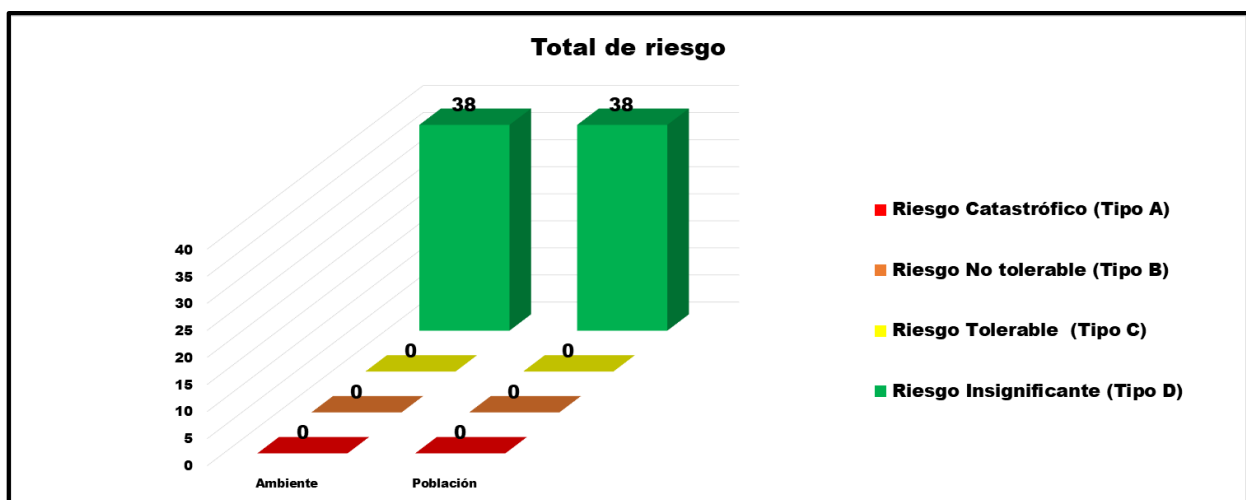


Figura VIII. 25. Matriz de evaluación de riesgos. Medio Ambiente y Población.

Definiciones de las diferentes regiones de riesgo

Region de riesgo	Descripción
No Tolerables (A)	El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto.
Indeseables (B)	El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos.
Aceptables con Controles (C)	El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes.
Tolerables (D)	El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes.

En la siguiente gráfica se observa los riesgos jerarquizados de forma individual y así mismo visualizar la distribución de cada uno de ellos por categoría.



Grafica VIII.1 Total de riesgos para los receptores de ambiente y población.

En la gráfica se observa que la zona de riesgo se encuentra en Zona Tolerable (Tipo D), esto significa que las actividades a realizar durante la perforación del pozo Escuintle 401, son seguras, y no existen riesgos latentes de daños a: población y medio ambiente.

VIII.5 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.

VIII.5. 1. Análisis de consecuencias.

Se consideran estos escenarios para simulación a petición de Grupo Multidisciplinario (GMAER), para peor caso (Descontrol de pozo) y caso alterno (Disparos). Debido a que todos los escenarios se encuentran en un nivel de riesgo tipo D (Zona verde).

VIII.5.1.1. Peor caso (Descontrol de pozo Escuintle 401).

Este escenario, con nivel de riesgo tipo D, se ubica en la zona tolerable (zona verde) de la matriz de riesgos de Pemex.

Para el peor caso se considera el escenario S3.SS3.1.2.1, de la metodología de identificación y evaluación de riesgos ¿Qué pasa sí? “No cierra el preventor”, se considera la liberación de hidrocarburo derivado del descontrol del pozo y la consecuente falla de los preventores, la cual imposibilita el control del pozo.

Sistema 3: Conexiones superficiales de control
Subsistema 3.1: Escenario: No cierra el preventor.

VIII.5.1.2 Caso Alterno (Disparos de pistola en superficie Pozo Escuintle 401).

Este escenario, con nivel de riesgo tipo D, se ubica en la zona tolerable (zona verde) de la matriz de riesgos de Pemex. Para más detalle ver Capítulo IX, Otros Anexos, Análisis de consecuencias.

Para el caso alterno se considera el escenario S6.SS6.6.1.2.1, de la metodología de identificación y evaluación de riesgos ¿Qué pasa sí? “Las cargas detonan en la superficie durante su armado”, ocasionada por el manejo inadecuado de explosivos. Para más detalle revisar las hojas de trabajo que se encuentra en el Capítulo IX,

Otros Anexos, Minutas y hojas de trabajo.

Sistema 6: Disparos

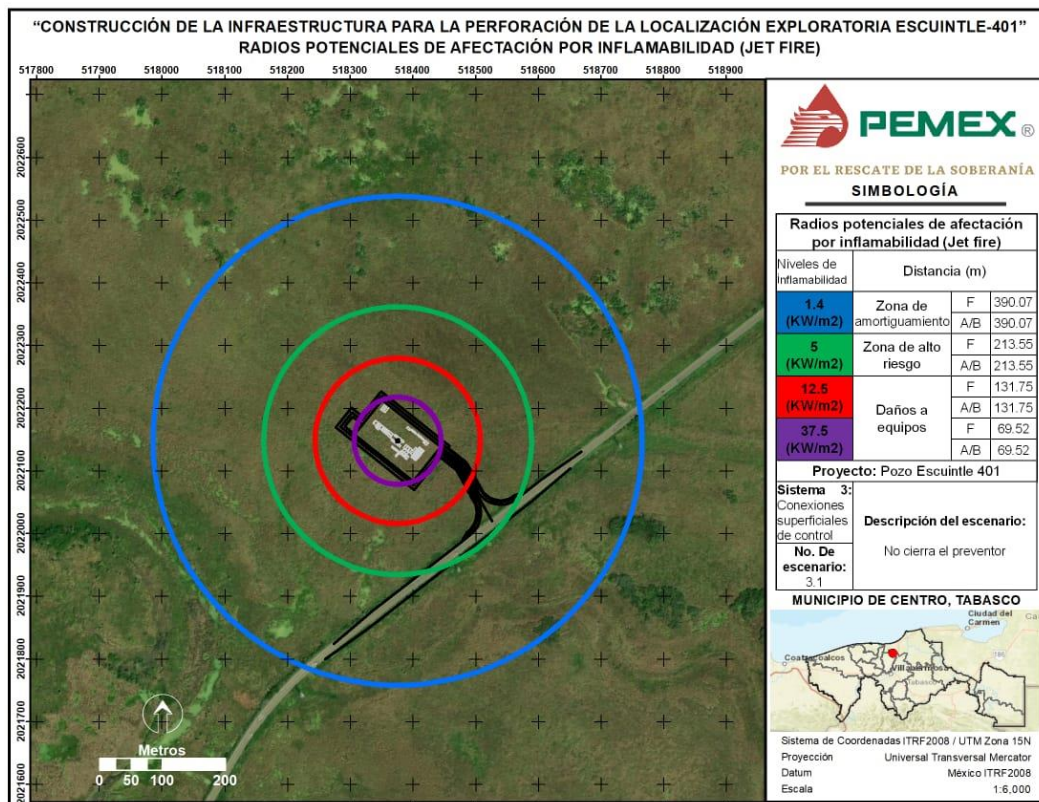
Subsistema 6.1: Escenario: Las cargas detonan en la superficie durante su armado

VIII.6. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

Tal como se menciona en el apartado de análisis de consecuencia, se tienen radios de afectación, de los cuales se describirá a continuación por los aspectos de radiación térmica y sobrepresión:

Para más detalle ver Capítulo IX, Otros Anexos, planos de los radios potenciales de afectación.

VIII.6.1 Radios potenciales de afectación por radiación térmica (Inflamabilidad).



Radiación térmica de 1.4 kW/m²

Las ondas de radiación térmica de 1.4 kW/m² afectara a los equipos y personal que se encuentre a una distancia 390.07 metros.

Equipo: Se afectará a todo el equipo de perforación, el cual no sufrirá daños por esta carga térmica, de igual forma el camino de acceso a la pera y los terrenos aledaños no se verán afectados.

Personal: El personal o población que tenga contacto con esta radiación térmica presentaran molestias, aun durante largo periodos de exposición, ya que es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día.

Radiación térmica de 5 kW/m²

Las ondas de radiación térmica de 5 kW/m² afectaran a los equipos y personal que se encuentre a una distancia 213.55 metros.

Equipo: Se afectará a todo el equipo de perforación, el cual no sufrirá daños por esta carga térmica, de igual forma el camino de acceso a la pera y los terrenos aledaños no sufrirán daños.

Radiación térmica de 12.5 kW/m²

Las ondas de radiación térmica de 12.5 kW/m² afectaran a los equipos y personal que se encuentre a una distancia 131.55 metros.

Equipo: Se afectará a todo el equipo de perforación, el cual sufrirá daños debido a que es la energía mínima para ignición de madera, fusión de tubería plástica, presentara daños en mangueras y componentes plásticos, el camino hacia la pera no se verá afectado pero los pastizales circundantes pudieran entrar en ignición.

Personal: Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos. Es el máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (traje de bomberos). Es conveniente, refrigerar a la persona expuesta a esta dosis de carga térmica.

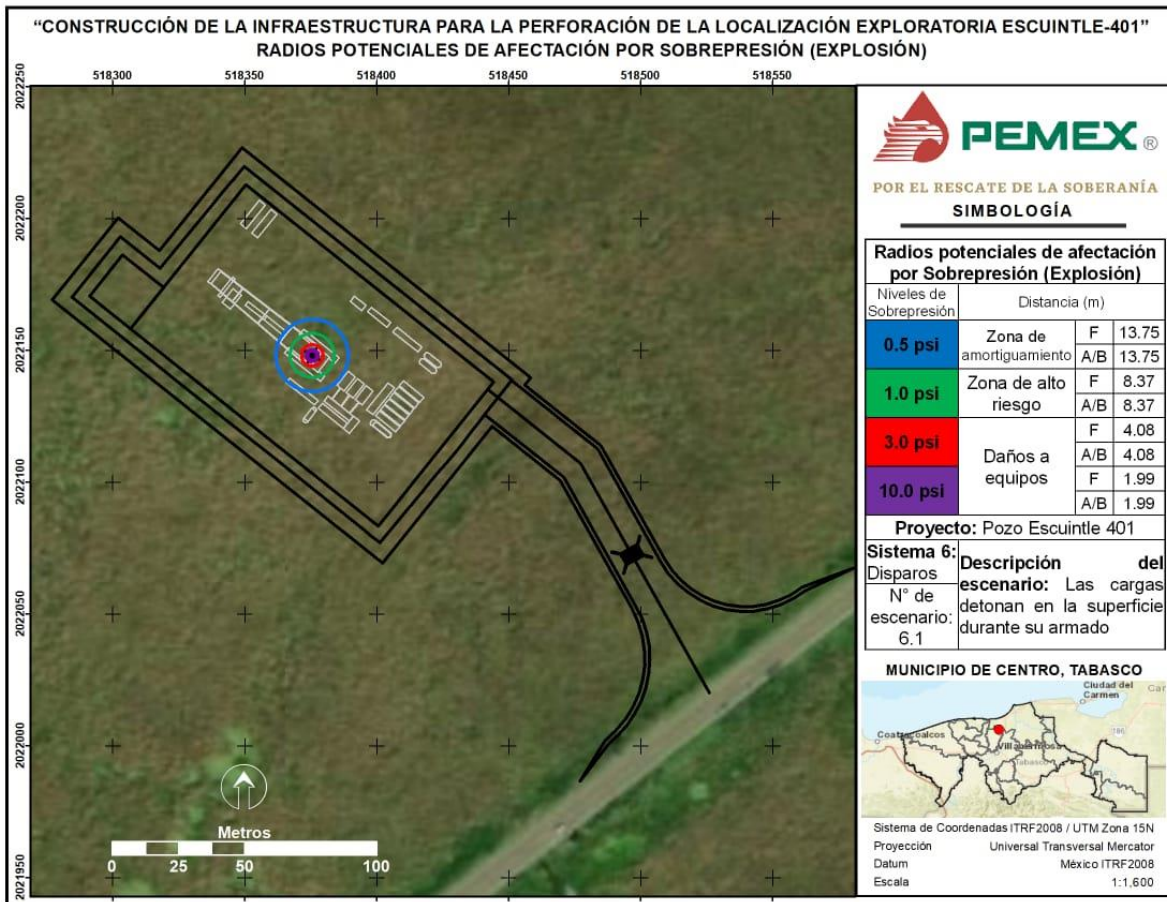
Radiación térmica de 37.5 kW/m²

Las ondas de radiación térmica de 12.5 kW/m² afectaran a los equipos y personal que se encuentre a una distancia 69.52 metros.

Equipo: Se afectará a todo el equipo de perforación, el cual sufrirá daños debido que es la suficiente carga térmica para causar daños en materiales, esto es suficiente radiación térmica para causar daños a equipos de proceso y colapso de estructuras.

Personal: Ocasionará el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que no se proteja de esta carga térmica.

VIII.6.2 Radios potenciales de afectación por Sobrepresión.



Sobrepresión de 0.5 psi

Las ondas de sobrepresión de 0.5 psi afectaran a los equipos y personal que se encuentre a la distancia 13.75 metros.

Equipo: mesa rotaria, subestructura, tanque de viajes, caseta y consola de perforador y malacate. Pudiendo ocasionar daños de la manera siguiente: Ventanas grandes y pequeñas normalmente se hacen añicos; daño ocasional a los marcos de las ventanas. Limitado a daños menores a estructuras.

Personal: El personal expuesto a estas ondas de sobrepresión tendrá 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de las heridas serias ocasionadas por proyectiles.

algunas lesiones ocasionadas por la proyección de proyectiles.

Sobrepresión de 1 psi

Las ondas de sobrepresión de 1 psi afectaran a los equipos y personal que se encuentre a la distancia 8.37 metros.

Equipo: mesa rotaria, subestructura, caseta y consola de perforador y malacate. Pudiendo ocasionar daños de la manera siguiente: Láminas de asbesto corrugado, se hacen añicos, daño en paneles de aluminio o acero corrugado y accesorios de sujeción con pandeo, daños en paneles de madera y accesorios de sujeción. Demolición parcial de las casas habitación, quedan inhabitables.

Personal: El personal expuesto a estas ondas de sobrepresión tendrá daños en los tímpanos de los oídos, golpes de proyectiles y posibles lesiones internas graves, incluso pueden ser fatales.

Sobrepresión de 3 psi

Las ondas de sobrepresión de 3 psi afectaran a los equipos y personal que se encuentre a la distancia 4.08 metros.

Equipo: mesa rotaria, subestructura, caseta y consola de perforador. Pudiendo ocasionar daños de la manera siguiente: La maquinaria industrial pesada (1.5 toneladas) sufrirá daños menores; las estructuras de acero de edificios y del equipo se distorsionan y son arrancados de su base.

Personal: El personal expuesto a estas ondas de sobrepresión tendrá lesiones internas graves, por estallamiento de vísceras, incluso pueden ser fatales.

Sobrepresión de 10 psi

Las ondas de sobrepresión de 10 psi afectaran a los equipos y personal que se encuentre a la distancia 1.99 metros.

Equipo: piso rotaria y subestructura. Pudiendo ocasionar daños de la manera siguiente: Probable destrucción total de edificios; la maquinaria pesada de 3.2 toneladas son desplazadas y severamente dañadas; la maquinaria pesada de 5.5 toneladas sobreviven con serios daños.

Personal: El personal expuesto a estas ondas de sobrepresión tendrá lesiones por estallamiento de vísceras, que serán fatales.

VIII.7 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO.

Análisis de Vulnerabilidad e interacción de riesgo para la perforación del pozo Escuintle 401. **CASO CATASTROFICO** y CASO ALTERNO ver Capítulo IX, Otros Anexos, Análisis de consecuencias.

➤ Caso Catastrófico

TIPO DE EVENTO: JET FIRE

Velocidad del viento 1.5 m/s. Estabilidad atmosférica Clases F y A/B, Vientos dominantes Proviene del NorEste al SurEste						
METODOLOGIA DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	¿QUÉ PASA SÍ?	SISTEMA	1	SUBSISTEMA	3	Escenario:
						3.1. Falla el preventor, con consecuencia para cierre de pozo en caso de alguna arremetida
Causa		Problemas para cierre de pozo en caso de alguna arremetida				
Consecuencia		Explosión				
Tipo de evento		INCENDIO POR JETFIRE				
Tipo de Escenario	Radiación térmica (kW/m ²)	Distancia de afectación en metros	Receptores de Riesgo		Protecciones	
			Medio Ambiente	Población		
Caso Catastrófico	1.4	390.07	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos. Ya que no existen núcleos de población cercanos a la instalación	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba de cierre del preventor en instalación y en cada etapa posterior a la instalación. • Prueba de apertura y hermeticidad • Programa de mantenimiento • Personal Capacitado • Conjunto de preventores. 	
	5	213.55				
	12.5	131.75				
	37.5	69.52	Se presenta fugas y / o derrame con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas.			

Para el receptor de riesgo Medio Ambiente: NO afectan cuerpos de agua ni zonas naturales protegidas.

➤ Interacciones de Riesgo

Descontrol de pozo	
Inflamabilidad kW/m ²	Equipos afectados
1.4	

5	Trasgrede los límites de la instalación, afectando a todo el equipo e infraestructura presente en la pera. Afectando además el camino de acceso a la instalación, los pastizales circundantes de los terrenos vecinos.
12.5	
37.5	

TIPO DE EVENTO: SOBREPRESIÓN

Velocidad del viento 1.5 m/s. Estabilidad atmosférica Clases F, Vientos dominantes Proviene del NorEste al SurEste						
METODOLOGIA DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	¿QUÉ PASA SÍ?	SISTEMA	1	SUBSISTEMA	3	Escenario:
		Problemas para cierre de pozo en caso de alguna arremetida				3.1. Falla el preventor, con consecuencia para cierre de pozo en caso de alguna arremetida
Causa		Explosión				
Consecuencia		EXPLOSIÓN				
Tipo de evento		EXPLOSIÓN				
Tipo de Escenario	Sobrepresión (psi)	Distancia de afectación en metros	Receptores de Riesgo		Protecciones	
Caso Catastrófico	0.5	1390.22	Se presenta fugas y / o derrame con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos. Ya que no existen núcleos de población cercanos a la instalación	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba de cierre del preventor en instalación y en cada etapa posterior a la instalación. • Prueba de apertura y hermeticidad • Programa de mantenimiento • Personal Capacitado • Conjunto de preventores. 	
	1	1022.51				
	3	781.17	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta una semana.			
	10	709.4				

Para el receptor de riesgo Medio Ambiente: NO afectan cuerpos de agua ni zonas naturales protegidas.

Velocidad del viento 1.5 m/s. Estabilidad atmosférica Clases A/B, Vientos dominantes Proviene del NorEste al SurEste						
METODOLOGIA DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	¿QUÉ PASA SÍ?	SISTEMA	1	SUBSISTEMA	3	Escenario:
						3.1. Falla el preventor, con consecuencia para cierre de pozo en caso de alguna arremetida

Causa		Problemas para cierre de pozo en caso de alguna arremetida.			
Consecuencia		Explosión			
Tipo de evento		EXPLOSIÓN			
Tipo de Escenario	Sobrepresión (psi)	Distancia de afectación en metros	Receptores de Riesgo		Protecciones
			Medio Ambiente	Población	
Caso Catastrófico	0.5	1368.87	Se presenta fugas y / o derrame con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos. Ya que no existen núcleos de población cercanos a la instalación	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba de cierre del preventivo en instalación y en cada etapa posterior a la instalación. • Prueba de apertura y hermeticidad • Programa de mantenimiento • Personal Capacitado • Conjunto de preventores.
	1	1057.19			
	3	991.9	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta una semana.		
	10	990.95			

Para el receptor de riesgo Medio Ambiente: NO afectan cuerpos de agua ni zonas naturales protegidas.

➤ **Interacciones de Riesgo**

Descontrol de pozo	
Sobrepresión psi	Equipos afectados
0.5	Trasgrede los límites de la instalación, afectando a todo el equipo e infraestructura presente en la pera. Afectando además el camino de acceso a la instalación, los pastizales circundantes de los terrenos vecinos.
1	
3	
10	

VIII.8. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGOS.

VIII.8.1 Sistemas de seguridad.

Para la perforación del pozo Escuintle 401, se contará con los siguientes equipos para el control de cualquier emergencia.

- a) Equipo Respiración Autónoma
- b) Sistema de Señalización y Rutas de Escape
- c) Dispositivos indicadores de dirección del viento
- d) Equipos de Contra Incendio
- e) Sistema digital de monitoreo y control de gas y fuego
- f) Preventores
- g) Árbol de estrangulación
- h) Bomba acumuladora de presión
- i) Separador gas-lodo
- j) Presa de quema
- k) Quemador ecológico
- l) Apartarrayos
- m) Aterrizaje en equipos
- n) Camillas
- o) Botiquín de primeros auxilios
- p) Sistema de alarmas
- q) Punto de reunión

VIII.8.2 Medidas preventivas.

1. Platicas de seguridad
2. Procedimientos de maniobras e izajes
3. Programas de mantenimiento
4. Supervisión efectiva de la línea de mando
5. Capacitación del personal
6. Procedimientos operativos
7. Prueba de cierre al preventor en instalación y en cada etapa posterior a la instalación.

Para más detalles ver Capítulo IX, Otros Anexos, fichas técnicas del equipo.

VIII.9 CONCLUSIONES.

El presente Estudio de Riesgo, permitió evaluar de forma sistemática las condiciones de seguridad para la perforación del pozo Escuintle 401, durante el análisis de riesgos en conjunto con el grupo multidisciplinario de análisis y evaluación de riesgos (GMAER).

A partir de los resultados de la aplicación de la metodología de identificación y evaluación de riesgo, el cumplimiento de los procedimientos operativos y de seguridad, el apego a cumplimiento de normas y estándares nacionales e internacionales, se genera la correcta administración de los riesgos detectados.

Se determina que todos los escenarios analizados se posicionan dentro de la zona tolerable descrito en el principio ALARP establecido por PEMEX.

Es importante destacar que, durante la sesión de identificación y evaluación de riesgos, no se determinaron escenarios ubicados en las zonas: No tolerable (roja), indeseable (naranja) y aceptable con controles (amarilla), el GMAER determina que se realice el análisis de consecuencias a los escenarios de riesgo tolerable (verde) a la pérdida de contención originada por los riesgos siguientes:

1. **Disparo de pistola en superficie**
2. **Descontrol e pozo ocasionado por una arremetida del pozo, ocasionada por el fallo del preventor.**

Los riesgos detectados se ubican en la zona de riesgo tolerable (tipo D) con un porcentaje de 100%.

Tabla VIII. 24. Porcentajes de riesgos detectados durante la aplicación de las metodologías de identificación y evaluación de riesgos.

TIPO DE RIESGO	ESCENARIOS
Riesgo Tolerable (Tipo D)	100%
Total	100%

Esto significa que las actividades a realizar durante la perforación del pozo Escuintle 401, son seguras, y no existen riesgos latentes de daños a: medio ambiente y población.

En la instalación se cuenta con procedimientos de seguridad y operativos, personal capacitado y certificado, los equipos críticos cumplen en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e integridad mecánica establecidos, así como también los equipos para control de emergencias, además se cuenta con un protocolo de respuesta a emergencias que garantiza salvaguardar al personal, medio ambiente e instalaciones.

La sumatoria de todos estos elementos garantiza la seguridad del medio ambiente y población.

Es importante que se continúe con el programa de capacitación al personal de la instalación en materia operativa y de seguridad, así como también dar el seguimiento correspondiente a los programas de mantenimiento a los equipos críticos y generales, así como también a los dispositivos de seguridad de la instalación y a los equipos de protección personal.