



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional

Programa de Perforación Exploratoria,
Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-
1, Cuenca Sureste en el Golfo de México -
Obras pendientes por realizar

Capítulo 9: Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos

Julio 2022

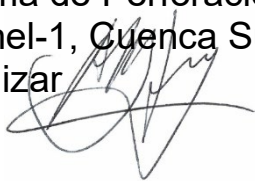
No. De Proyecto: 0654827

Detalle del Documento	
Título	Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional
Subtítulo	Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar
Proyecto No.	0654827
Fecha	Julio 2022
Versión	1.0
Autor	ERM México, S.A. de C.V.
Cliente	Eni México, S. de R.L. de C.V.

Julio 2022

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar



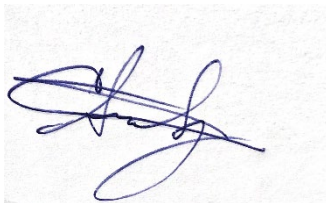
Alberto Sambartolome
Socio a Cargo



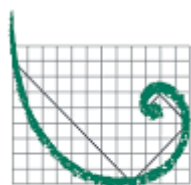
Irene Bronillet
Gerente del Proyecto



José Monroy
Especialista Senior de Riesgo



Manuel Salazar
Consultor Riesgo



ERM

ERM México, S.A. de C.V.

General Mariano Escobedo 476. Piso 13.

Col. Nueva Anzures. C.P. 11590. Ciudad de México

© Copyright 2022 by The ERM International Group Limited and/or its affiliates ('ERM'). All Rights Reserved. No part of this work may be reproduced or transmitted in any form or by any means, without prior written permission of ERM.

CONTENIDO

ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS	1
9.1 Descripción del Proyecto	1
9.2 Bases de Diseño.....	3
9.2.1 Equipos Principales y Auxiliares	3
9.2.2 Equipos y Sistemas de Control.....	11
9.2.3 Sistemas de Almacenamiento.....	13
9.2.4 Sistemas de Aislamiento.....	17
9.3 Diagramas de Tuberías e Instrumentación	17
9.4 Pozos.....	18
9.4.1 Ixchel-1	19
9.4.2 Yatzil-1	20
9.4.3 Abandono de pozos	22
9.5 Descripción del Proceso	24
9.6 Descripción de principales equipos de proceso y auxiliares	25
9.7 Análisis de Actividades Altamente Riesgosas	32
9.8 Propiedades de la Mezcla.....	33
9.9 Descripción del Entorno.....	35
9.10 Historial epidémico	37
9.10.1 Enfermedades infecciosas	37
9.11 Susceptibilidad a Riesgo Ambiental.....	38
9.12 Susceptibilidad de población cercana al Proyecto	44
9.13 Análisis y Evaluación de Riesgos	45
9.13.1 Identificación de Peligros y Jerarquización de escenarios de Riesgo.....	45
9.13.2 Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos	53
9.13.3 Jerarquización de Escenarios de Riesgo.....	58
9.14 Análisis Cuantitativo de Riesgo	81
9.14.1 Análisis de Frecuencias	81
9.14.2 Análisis de Consecuencias	82
9.15 Representación en planos de los Radios Potenciales de Afectación	109
9.15.1 Planos de afectación de análisis de ignición y explosión.....	109
9.15.2 Planos de afectación de análisis del derrame de hidrocarburo en mar.....	109
9.16 Análisis de Vulnerabilidad e interacciones de Riesgo.....	129
9.16.1 Análisis de Vulnerabilidad	129
9.17 Interacciones de Riesgo	139
9.17.1 Estudio 1- Escape de hidrocarburos de perforación desde la cubierta superior	139
9.17.2 Estudio 3- Escape submarino de hidrocarburos de gas somero.....	150
9.18 Reposicionamiento de Escenarios de Riesgos.....	159
9.19 Sistemas de Seguridad y Medidas para Administrar los escenarios de Riesgo	160
9.19.1 Sistemas de Seguridad.....	160
9.20 Medidas Preventivas	167
9.20.1 Planes de Respuesta a Emergencias (PRE)	167
9.20.2 Programa de Mantenimiento.....	171
9.20.3 Pruebas e inspección.....	173
9.21 Recomendaciones Técnico-Operativas	173
9.22 Conclusiones	178

Lista de Tablas

Tabla 0.1 Características de la plataforma semi-sumergible.....	3
Tabla 0.2 Equipos principales	3
Tabla 0.3 Equipo y/o maquinaria utilizada en la perforación	5
Tabla 0.4 Principales equipos de auxiliares.....	8
Tabla 0.5 Principales equipos de control de pozo	11
Tabla 0.6 Capacidad de almacenamiento de materiales en plataforma Semi-sumergible	15
Tabla 0.7 Equipos de prevención de contaminación	17
Tabla 0.8 Coordenadas geográficas de los pozos	18
Tabla 0.9 Fluidos de perforación a utilizar durante la perforación del pozo Ixchel-1	19
Tabla 0.10 Fluidos de perforación a utilizar durante la perforación del pozo Yatzil-1	21
Tabla 0.11 Sistema de izaje	28
Tabla 0.12 Comparación de sustancias peligrosas con LAAR.....	32
Tabla 0.13 Propiedades del Hidrocarburo	33
Tabla 0.14 Composición de la Mezcla	33
Tabla 0.15 Coordenadas geográficas de los vértices de Área Contractual 7	35
Tabla 0.16 Coordenadas geográficas de los pozos exploratorios del Área Contractual 7	35
Tabla 0.17 Eventos extremos reportados para el Golfo de México.....	43
Tabla 0.18 Total de accidentes relacionados con perforación y exploración por tipo de unidad	45
Tabla 0.19 Total de accidentes de la industria de los hidrocarburos por tipo de unidad	45
Tabla 0.20 Accidentes de Helicópteros en Operaciones Petroleras en el Mundo	46
Tabla 0.21 Mayores derrames de hidrocarburos en aguas de Estados Unidos.....	49
Tabla 0.22 Incidentes de derrame de hidrocarburos de Pemex.....	51
Tabla 0.23 Estadística de derrames de Eni	52
Tabla 0.24 Áreas de riesgo y categorías- aspectos sociales y medioambientales	55
Tabla 0.25 Áreas de riesgo y categorías- aspectos de seguridad operacional.....	55
Tabla 0.26 Áreas de riesgo y categorías – aspectos de salud	56
Tabla 0.27 Categoría de peligro y palabras guía utilizados en el HAZID	57
Tabla 0.28 Definiciones de riesgo para frecuencia.....	60
Tabla 0.29 Definiciones de nivel de severidad de la consecuencia	62
Tabla 0.30 Matriz general de evaluación de riesgos	65
Tabla 0.31 Definición de niveles de riesgo	66
Tabla 0.32 Nodos y actividades asociadas.....	68
Tabla 0.33 Resumen de resultados para cada nodo.....	68
Tabla 0.34 Jerarquización de riesgo por PELIGROS EXTERNOS Y AMBIENTALES (antes de medidas de reducción del riesgo/ medidas adicionales de mitigación).....	70
Tabla 0.35 Jerarquización de riesgo por PELIGROS OPERACIONALES (antes de medidas de reducción del riesgo/ medidas adicionales de mitigación).....	71
Tabla 0.36 Jerarquización de riesgo por PELIGROS PARA LA SALUD (antes de medidas de reducción del riesgo/ medidas adicionales de mitigación).....	72
Tabla 0.37 Jerarquización de riesgo por PELIGROS EXTERNOS Y AMBIENTALES (después de medidas de reducción del riesgo/ medidas adicionales de mitigación).....	73
Tabla 0.38 Jerarquización de riesgo por PELIGROS OPERACIONALES (después de medidas de reducción del riesgo/ medidas adicionales de mitigación).....	74
Tabla 0.39 Jerarquización de riesgo por PELIGROS PARA LA SALUD (después de medidas de reducción del riesgo/ medidas adicionales de mitigación).....	75
Tabla 0.40 Resumen de eventos con nivel medio (nivel de severidad 5) y medio-alto después de salvaguardas	77
Tabla 0.41 Eventos LOC.....	80
Tabla 0.42 Escenarios de modelación identificados.....	80
Tabla 0.43 Casos de Estudio en el FEA	83
Tabla 0.44 Datos representativos de la composición de la mezcla de gas condensado	86
Tabla 0.45 Datos representativos de composición de mezcla prorrateada de gas	86

Tabla 0.46 Objetivos clave en eventos de estudio FEA	87
Tabla 0.47 Criterios clave de impacto en las personas de los eventos de ignición y explosión	89
Tabla 0.48 Criterios típicos de falla del acero por efectos de incendio	89
Tabla 0.49 Criterios de daño estructural típico por sobrepresión en explosión.....	90
Tabla 0.50 Criterios clave de deterioro relacionadas con la respuesta a emergencia	90
Tabla 0.51 Datos geométricos principales aplicable al pozo Ixchel-1	95
Tabla 0.52 Datos geométricos principales aplicable al pozo Yatzil-1	95
Tabla 0.53 Datos termodinámicos y de frontera en términos de rangos de variaciones para el pozo Ixchel-1	96
Tabla 0.54 Datos termodinámicos y de frontera en términos de rangos de variaciones para el pozo Yatzil-1	97
Tabla 0.55 Resultados de flujo de descarga OLGA	99
Tabla 0.56 Escenarios y casos simulados	101
Tabla 0.57 Temporadas del año simuladas	101
Tabla 0.58 Descripción de los Espesores del Hidrocarburo.....	102
Tabla 0.59 Valores Umbral de los Espesores del Hidrocarburo	103
Tabla 0.60 Resultados del modelo COSIM.....	103
Tabla 0.61 Suposiciones de Umbrales	104
Tabla 0.62 Resultados del Modelo – Derrame de 24,500 Sm ³ /d (promedio) de hidrocarburo por 10 y 55 días para el peor caso (WC) Mayor área de hidrocarburo flotando sobre la superficie del agua .	107
Tabla 0.63 Resultados del Modelo – Derrame de 24,500 Sm ³ /d (promedio) de hidrocarburo por 10 y 55 días para el peor caso (WC) Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera.....	108
Tabla 0.64 Resultados del Modelo – Derrame de 24,500 Sm ³ /d (promedio) de hidrocarburo por 10 y 55 días para el peor caso (WC) Mayor masa de hidrocarburo en las costas.....	108
Tabla 0.65 Distribución de fauna en el Golfo de México	137
Tabla 0.66 Interacciones de riesgo por el escenario Estudio 1	140
Tabla 0.67 Interacciones de riesgo por el escenario Estudio 3	152
Tabla 0.68 Clasificación de Niveles de Emergencia.....	169
Tabla 0.69 Recomendaciones técnico-operativas	174

Lista de Figuras

Figura 0.1 Ubicación local y regional del Proyecto	2
Figura 0.2 Esquema de Ixchel-1	20
Figura 0.3 Esquema de Yatzil-1	22
Figura 0.4 Ubicación del Área Contractual 7	36
Figura 0.5 Ubicación de los pozos exploratorios del Área Contractual 7	36
Figura 0.6 Ubicación del Área Contractual 7 y el Sistema Ambiental Regional (SAR)	37
Figura 0.7 Puntos de origen de los Ciclones Tropicales durante el periodo de 1851 a 2015	38
Figura 0.8 Huracanes más relevantes	41
Figura 0.9 Calor oceánico en el Golfo de México	42
Figura 0.10 Registro histórico de huracanes cerca del AC7	43
Figura 0.11 Posibles trayectorias de flujo en caso de reventón	93
Figura 0.12 Ecuación de Vogel	94
Figura 0.13 Reventón simultáneo de objetivos 3 y 4 en Yatzil-1. Agujero descubierto atmosférica (WCD)	100
Figura 0.14 Área de cuadrícula de derrame de hidrocarburo con ampliación de la sub-cuadrícula de costa	106
Figura 0.15 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada frentes fríos anticiclónicos	110
Figura 0.16 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada seca	111

Figura 0.17 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada lluviosa	112
Figura 0.18 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la costa para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada frentes fríos anticiclónicos.....	113
Figura 0.19 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la costa para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada seca	114
Figura 0.20 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la costa para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada lluviosa	115
Figura 0.21 Trayectoria del derrame para mayor área de hidrocarburo flotando sobre la superficie del agua para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada frentes fríos anticiclónicos	116
Figura 0.22 Trayectoria del derrame - Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada seca	117
Figura 0.23 Trayectoria del derrame para mayor masa de hidrocarburo en las costas para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada lluviosa	118
Figura 0.24 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos	120
Figura 0.25 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada seca	121
Figura 0.26 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada lluviosa	122
Figura 0.27 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la costa para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos.....	123
Figura 0.28 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la costa para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada seca	124
Figura 0.29 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la costa para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada lluviosa	125
Figura 0.30 Trayectoria del derrame para mayor área de hidrocarburo flotando sobre la superficie del agua para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos	126
Figura 0.31 Trayectoria del derrame Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada seca .	127
Figura 0.32 Trayectoria del derrame para mayor masa de hidrocarburo en las costas para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada lluviosa	128
Figura 0.33 Receptores Sensibles (Marinos) para trayectoria del derrame - Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos	130
Figura 0.34 Receptores Sensibles (Terrestres y Marinos) para trayectoria del derrame Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos	132
Figura 0.35 Receptores Sensibles (Terrestres AICA) para trayectoria del derrame Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos	134
Figura 0.36 Receptores Sensibles (Zonas de salvaguarda) para trayectoria del derrame Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos	136
Figura 0.37 Receptores Sensibles (Fauna) para trayectoria del derrame Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos	138

Acrónimos y Abreviaturas

Nombre	Descripción
ABS	Oficina Americana de Navegación, por sus siglas en inglés
AC7	Área Contractual 7
ALARP	Tan bajo como sea razonablemente posible, por sus siglas en inglés
AMFE	Análisis modo de fallas y efectos, por sus siglas en inglés
ANSI	Instituto Nacional de Normalización de Estados Unidos, por sus siglas en inglés
API	Instituto Americano del Petróleo, por sus siglas en inglés
ARSH	Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos
ASEA	Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente
Bbl	Barril
BOEM	Buró de Administración de Energía Oceánica, por sus siglas en inglés
BOP	Preventor de Reventones de Pozo, por sus siglas en inglés
DOF	Diario Oficial de la Federación
FDS	Desviador de Flujo, por sus siglas en inglés
FEA	Análisis de Ignición y Explosión, por sus siglas en inglés
FERA	Incendio y Explosión, por sus siglas en inglés
FSA	Evaluación formal de seguridad, por sus siglas en inglés
FTA	Análisis de Árbol de fallas, por sus siglas en inglés
GEMSS	Sistema de modelado ambiental generalizado para aguas superficiales, por sus siglas en inglés
GOR	Proporción de gas y aceite
GPM	Galones por Minuto
HAZID	Identificación de Peligros, por sus siglas en inglés
HDM	Módulos Hidrodinámicos
HDS	Hoja de Datos de Seguridad
HSAC	Conferencia de Asesoría de Seguridad de Helicópteros, por sus siglas en inglés
HSE	Higiene, Seguridad y Medio Ambiente, por sus siglas en inglés
IADC	Asociación Internacional de Contratistas de Perforación, por sus siglas en inglés
IDLH	Peligro Inmediato para la Vida o la Salud, por sus siglas en inglés
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional, por sus siglas en inglés
IMO	Organización Marítima Internacional, por sus siglas en inglés
IPR	relación de rendimiento del flujo de entrada
ISO	Organización Internacional de Normalización, por sus siglas en inglés
JHSPH	Escuela de Salud Pública de John Hopkins, por sus siglas en inglés
km	kilómetro
km2	Kilómetro cuadrado
LCG	Centro de Gravedad Longitudinal, por sus siglas en inglés
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LMRP	Paquete Marino inferior de Riser, por sus siglas en inglés
LOC	Evento de Pérdida de Contención, por sus siglas en inglés

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Nombre	Descripción
m	metro
m2	metro cuadrado
m3	metro cúbico
MIA-P	Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
MMscfd	millones de pies cúbicos estándar por día, por sus siglas en inglés
MODU	Unidad Móvil de Perforación, por sus siglas en inglés
MPL	bloqueo de posición múltiple, por sus siglas en inglés
NFPA	Asociación Nacional de Protección contra Incendios, por sus siglas en inglés
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, por sus siglas en inglés
OMS	Organización Mundial de la Salud
OREDA	Datos de confiabilidad para equipos marítimos y terrestres, por sus siglas en inglés
PEMEX	Petróleos Mexicanos
Psi	Pulgada sobre libra cuadrada
QRA	Evaluación Cuantitativa del Riesgo, por sus siglas en inglés
RMP	Región Marina Prioritaria
SAR	Sistema Ambiental Regional
SBM	Lodos de base sintética, por sus siglas en inglés
SBPD	Barril estándar de petróleo al día
SCM	Modelo de Corte
SOLAS	Seguridad de la Vida en el Mar, por sus siglas en inglés
ST	Toneladas Estándar, por sus siglas en inglés
STPS	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
SW	Agua de Mar, por sus siglas en inglés
TCG	Centro de Gravedad Transversal, por sus siglas en inglés
TLV	Valor límite del umbral, por sus siglas en inglés
Ton	tonelada
TVD	profundidad vertical real, por sus siglas en inglés
UGA	Unidad de Gestión Ambiental
USD	Dólar estadounidense
VCG	Centro de Gravedad Vertical, por sus siglas en inglés
VLP	Relación de rendimiento de la elevación vertical
WBM	Lodos base agua, por sus siglas en inglés
WC	Peores casos, por sus siglas en inglés
WOAD	Base de datos mundial de accidentes en alta mar, por sus siglas en inglés
ZEE	Zona Económica Exclusiva Mexicana
µm	micrómetro

ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS

A continuación, se presenta el Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH), integrado a la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P) del Proyecto, esto de acuerdo con el Art. 17 de La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que señala que los Proyectos que involucren el manejo de sustancias o desarrollo de actividades consideradas como altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberán presentar un estudio de riesgo como parte de la Manifestación de Impacto Ambiental.

El ARSH fue elaborado considerando la Guía para la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos, publicada por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) en julio del 2020.

Tal como lo requiere la legislación vigente a través de la LGEEPA, la definición del requerimiento de un estudio de riesgo está vinculada al primer y al segundo listado de actividades altamente riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 28 de marzo de 1990 y 04 de mayo de 1992, respectivamente.

Para propósito de presentación del ARSH el enfoque presentado en las etapas de identificación de peligros y análisis de consecuencias incluyen todas las operaciones en la plataforma de perforación y no únicamente las operaciones con actividades altamente riesgosas.

9.1 Descripción del Proyecto

El Proyecto, tal como se ha definido en el Capítulo 2 de la MIA, comprenderá las actividades de exploración de hidrocarburos que se llevarán a cabo en el área de interés, Área Contractual 7 (AC7), localizada aproximadamente a una distancia de 70 km de la costa de Veracruz y cuenta con un área aproximada de 591 km². Dichas actividades abarcan específicamente la perforación de dos pozos exploratorios, con pretendida denominación *Yatzi-1* e *Ixchel-1*, los cuales se ubicarán al centro y noroeste del AC7, respectivamente. Cabe destacar que el pozo *Ixchel-1* se perforará únicamente si el pozo *Yatzi-1* resulta exitoso en la presencia de hidrocarburos. Asimismo, también cabe destacar que estos pozos estuvieron contemplados en el Programa de Exploración de esta área contractual pero, debido a la emergencia sanitaria generada por el virus SARS-CoV-2 (Covid-19), el programa de perforación tuvo que ser reprogramado acotado a las actividades pendientes por realizar.

El proyecto contempla la realización de las siguientes operaciones:

- Diseño de pozo;
- Movilización/Desmovilización de la plataforma de perforación dentro del área contractual;
- Actividades operativas rutinarias (operaciones generales de perforación, cambio de tripulación, transferencia de personal hacia/ desde la plataforma, etc.);
- Actividades operativas no rutinarias (como emergencias, mantenimientos mayores, suspensión temporal de actividades, etc.); y
- Abandono de pozo.

Cómo parte del alcance del presente proyecto no se planea realizar pruebas de producción.

Eni llevará a cabo la perforación de dos (2) pozos exploratorios (*Ixchel-1* y *Yatzi-1*). La perforación consistirá en atravesar formaciones geológicas submarinas hasta alcanzar los yacimientos de hidrocarburos que hayan sido ubicados por medio de la obtención de imágenes del subsuelo marino.

Como mencionado en el Capítulo 1 de esta MIA, en el AC7 existe un pozo preexistente llamado COX-1 (Pemex, diciembre 2007), cuyo objetivo eran probar el potencial de las areniscas del Plioceno Inferior atrapadas en una trampa combinada estratigráfica-estructural, y resultó invadido de agua, probablemente debido a un fallo del sello lateral. En febrero de 2020, el Regulado perforó un pozo exploratorio denominado Ehécatl-1EXP, el cual resultó seco. Esto lo hizo al amparo de la autorización en materia de impacto ambiental que la ASEA emitió hacia un proyecto previo y su modificación ingresados por Eni, mediante los oficios No. ASEA/UGI/DGGEERC/0157/2019 de fecha 12 de febrero de 2019 y ASEA/UGI/DGGEERC/1054/2019 de fecha 04 de julio de 2019, respectivamente. Como mencionado anteriormente, estos pozos estuvieron contemplados en el Programa de Exploración de esta área contractual pero, debido a la emergencia sanitaria generada por el virus SARS-CoV-2 (Covid-19), el programa de perforación tuvo que ser reprogramado acotado a las actividades pendientes por realizar y las cuales serán ejecutadas tal como fueron descritas en las autorizaciones referenciadas arriba.

Las obras asociadas al Proyecto incluirán la movilización de una plataforma semi-sumergible para la perforación de los pozos de exploratorios en aguas someras, la elección de este tipo de Unidad Móvil de Perforación (MODU, por sus siglas en inglés) se realiza considerando la profundidad al suelo marino, la cual será entre 150 a 550 metros. La MODU en todos los casos se encuentra prediseñada y está equipada con un paquete de perforación sustentada en estructuras grandes de tipo pontón, sumergidas por debajo de la superficie del mar. Generalmente se anclan con seis a doce anclas amarradas con cadenas y cables, controlados por computadoras para mantener la posición.

En la Figura 0.1, se muestra un plano de ubicación local y regional del Proyecto.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

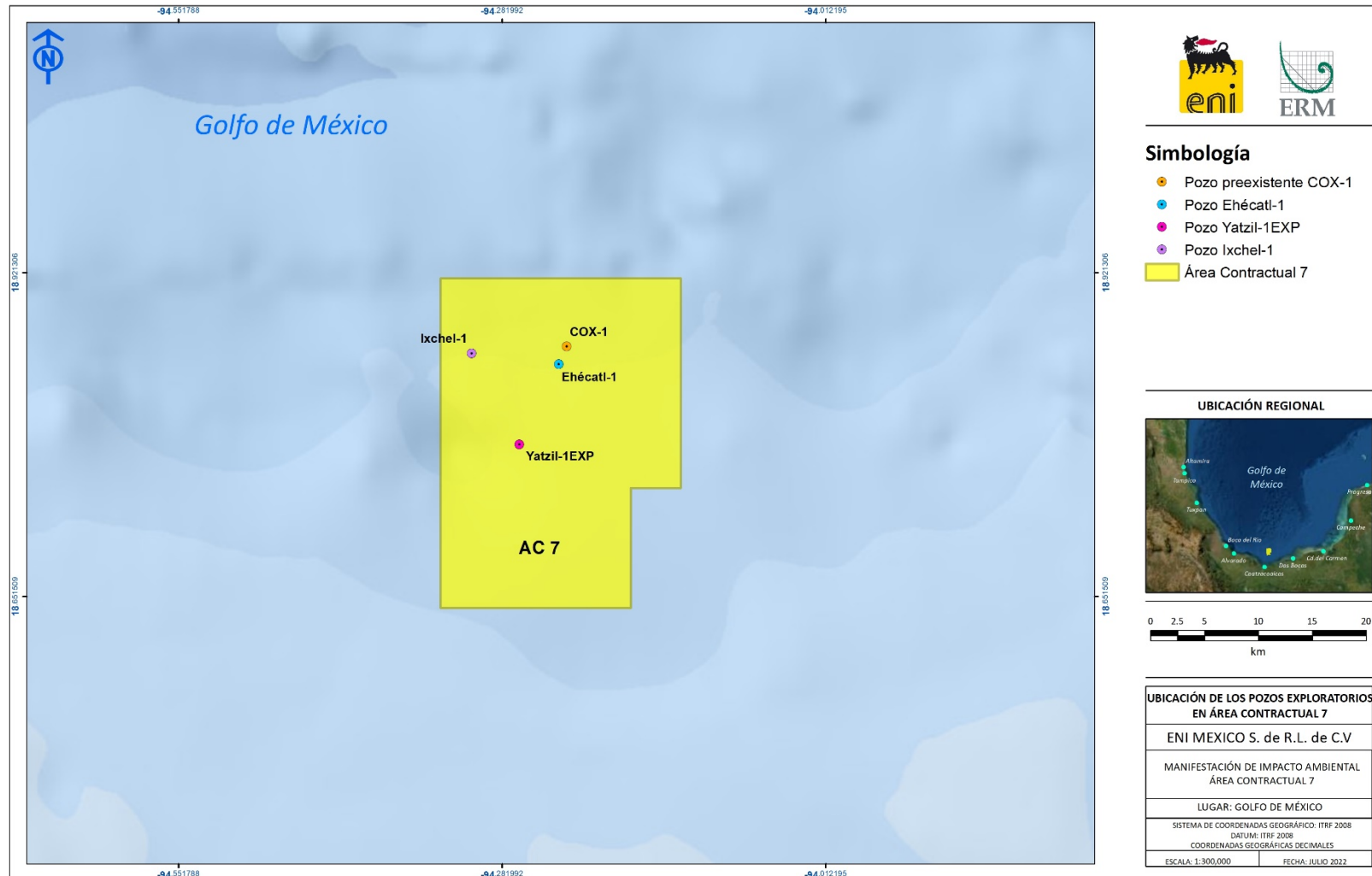


Figura 0.1 Ubicación local y regional del Proyecto

Fuente ERM, 2022.

9.2 Bases de Diseño

La plataforma semi-sumergible, se ajusta a las siguientes certificaciones y clasificaciones:

- American Bureau of Shipping (ABS)- Reglas para la construcción y Clasificación de Unidades Móviles de perforación
- ABS- Registro De Equipo de Carga para Grúas de cubierta giratorias
- ABS- Resolución “ABS Houston Letter Ref T1499572” con fecha del 11 de abril de 2016.
- International Maritime Organization (IMO)- Certificación para Unidades Móviles de Perforación (MODU CODE)
- IMO- Convenio Internacional Sobre Líneas de Carga, 1966, tipo B incluyendo protocolo de 1988
- IMO- Convenio Internacional sobre Arqueo de buques, 1969
- IMO- Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los Buques, Protocolo 1973, 1978, (MARPOL 73/78)
- IEEE- Estándar No. 45 “Prácticas recomendadas para instalaciones eléctricas en buques”, 2002
- International Electrotechnical Commission (IEC)- IEC 61892, Instalaciones Eléctricas en MODU

Las características generales de la plataforma de perforación que será utilizada como parte de las actividades del proyecto se presentan en la Tabla 0.1, además el plano de arreglo general se puede consultar en el **Anexo 9.2**.

Tabla 0.1 Características de la plataforma semi-sumergible

Características generales	Características
Largo de la plataforma de perforación	102.6 m
Ancho de la plataforma de perforación	80.3 m
Largo de la cubierta	77.7 m
Ancho de la cubierta	73.1 m
Altura de la cubierta	29.6 m
Columnas (4)	15.2 m x 13.7 m

Fuente: Eni, 2022.

9.2.1 Equipos Principales y Auxiliares

En el caso de este Proyecto, todos los equipos principales y auxiliares a utilizar se encontrarán dentro de la plataforma de perforación semi- sumergible, la cual es una estructura prediseñada y construida. La plataforma está equipada con un paquete de perforación sustentada en estructuras grandes de tipo pontón, sumergidas por debajo de la superficie del mar.

Las especificaciones generales de los equipos principales que se utilizarán para la perforación se presentan en la Tabla 0.2.

Tabla 0.2 Equipos principales

Equipo	Características
Propulsores/ Posicionadores (Thrusters)	
Modelo	Flowservice-Pleuger Modelo WFDS-340-2610
Cantidad	8
Tipo	Azimutal
Motores por propulsor	1

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Equipo	Características
Tipo / Modelo Motor	Lloyd Dynamowerke G5L900M34C+LWK
HP total por propulsor	3,500 HP
Posicionamiento Dinámico	
Modelo	L3 Nautronix NMS-6000 DGPS2
Referencia de posición	DGPS/Acústico/Angulo de Riser
Helipuerto	
Dimensión	22.25 m
Capacidad de carga	26,500 lbs
Diseño para tipo de helicóptero	Sikorsky S-61 o S-92
Iluminación de helipuerto según la especificación de aviación	CAP 437
Sistema de repostaje de helicóptero	SS-ADM-206
Capacidad de almacenamiento de combustible	5,800 litros
Cubierta por sistema de espuma contraincendio	Si
Motores Diésel	
Modelo	Electro-Motive ME20-710G7C
Cantidad	5
Potencia	3580 kW y 5,000 BHP
Velocidad de rotación	900 rpm
Motores Diésel	
Modelo	Electro-Motive L20-710G9C-T2
Cantidad	2
Potencia	3580 kW y 5,500 BHP
Velocidad de rotación	900 rpm
Generador AC	
Modelo / Tipo	NOV Baylor
Cantidad	7
Potencia	5114 KVA, 3580 kW
Velocidad de rotación	900 rpm
Voltaje de salida	4160 V
Motor de generador de emergencia	
Modelo / Tipo	Caterpillar / 3512B
Potencia	1476 HP
Velocidad de rotación	1200 rpm
Generador de emergencia AC	
Modelo / Tipo	Leroy Somer LSA 52.2 L7S-6P
Cantidad	1
Potencia	1040 kW
Velocidad de rotación	1200 rpm
Voltaje de salida	1250 KVA

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Equipo	Características
Sistema de Anclaje	
Anclas	4
Modelo / Tipo de ancla	Bryhof Anchors / Stevpris MK5
Peso	9 ton
Cabrestante de anclas	8
Modelo /Tipo motor	Eléctrico Brohl RAMW-2050
Potencia	1130 HP

Fuente: Eni, 2022.

**Nota: tonelada corta (traducción literal del inglés short ton) es una unidad de masa equivalente a 2.000 libras (unos 907,185 kilogramos).*

Para el funcionamiento de todo este sistema, es necesario contar con equipo y/o maquinaria para su operación. En la Tabla 0.3, son listados dichos equipos.

Tabla 0.3 Equipo y/o maquinaria utilizada en la perforación

Equipo	Características
Grúa tipo Derrick	
Modelo	NOV Dreco/ KFELS
Clasificación por velocidad de viento	API 4F & 4C
Con set back	50 nudos
Sin set back	100 nudos
Altura	201 pies
Dimensiones de la base	40 x 46 pies
Dimensiones de la corona	20 x 20 pies
Capacidad nominal bruta	2,000,000 libras
Número máximo de líneas	14
Temperatura diseño	38°C / -10 °C
Malacate	
Modelo	NOV-Varco ADS-30Q
Tipo motor	NOV-Baylor (v)CM632UUT
Cantidad	4
Potencia continua nominal por motor	1,500 HP
Potencia intermitente nominal por motor	1,970 HP
Capacidad de elevación	1,000 ton = 2000 kips
Tamaño de tambor (diámetroxlongitud)	54 x 98 pulgadas
Tipo de tambor	D0934
Tamaño de la línea de perforación	2 pulgadas
Tipo de freno	NOV Ross Hill – Electric Brake Resistors 9x5
Línea máxima de 10	937,000 libras
Línea máxima de 12	1,084,000 libras
Línea máxima de 14	2,145,000 libras
Sistema de rotación (Mesa rotativa)	
Modelo	NOV Varco BJ RST 605

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Equipo	Características
Máxima apertura	60 ½ pulgadas con bujes de 49 ½ y 37 ½ pulgadas
Capacidad	1,000 tons carga estática y rotatoria
Tipo de motor hidráulico	3 motores hidráulicos High Torque 10-950
Torque continuo máximo	45,000 pies/lbs @ 3,000psi
Sistema de perforación Top Drive	
Modelo	NOV Varco- TDS 1000 A
Tipo	Eléctrico C/A
Capacidad	1,000 tons
Presión de trabajo/prueba	7,500 psi
Si opera con motor eléctrico	Varco GEB-20 C/A
Potencia	1,150 hp
Torque máximo continuo	62,300 pies/lbs @90 rpm
Velocidad máxima rotacional	270 rpm
Fuerza de frenado del motor	52,288 pies/ lbs @ 90 psi 76,789 pies/ lbs @ 125 psi
Vástago de perforación operado remotamente	Sí
Tipo de Sistema de enfriamiento	Aire acondicionado
Compensador de la sarta de perforación	
Modelo / Tipo	NOV- HydraliftCMC- H- 1000-25
Capacidad- compensada	454 MT (1,000,000 lbs)
Capacidad- bloqueada	2,145,000 lbs
Máxima velocidad CMC y velocidad de elevación	1.22 m/seg
Aparejo móvil	
Modelo	NOV - Hydralift 7-72TB-1000
Capacidad	1,000 tons
No. de roldanas	7
Diámetro	72"
Ranura de polea para el tamaño de línea	2"
Peso	12,800 kg
Capacidad de carga al estirar	80 tons cortas*
Equipo para el manejo de tramos de tubería (Iron Roughneck)	
Modelo / Tipo	VARCO AR4500
Rango de tamaños (diámetros de tubería)	3 ½ pulgadas - 9 ¾ pies
Torque de ensamble de tuberías (Make up torque)	100,000 pies/lb
Torque de desensamble (Break out torque)	120,000 pies/lb
Brazo Manipulador multiusos	
Modelo / Tipo	NOV DFMA T6282-ZMA-001
Carga de trabajo segura	400 kg a alcance máximo
Inclinación del brazo	26° abajo / 10° arriba
Unidad de cementación	

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Equipo	Características
Modelo/ Tipo	Halliburton/ HCS-25
No. De bombas triplex	2
Presión máxima de trabajo	15,000 psi
Caudal volumétrico	16 bpm
Tipo de motor	Eléctrico GE- 752
Sistema de recirculación de mezcla	RCM
Capacidad total	25 bbl
Sistema de aditivos del motor	Bombeo CMS-4
Tanque batch	Mezclador de 150 bbl
Bombas de lodos de perforación	
Cantidad	4
Modelo	Lewco W-2215
Tipo	Triple
TR corta disponibles	6 ½ "(5" a 9")
Motores de accionamiento de bomba de lodos	2 cada sistema
Tipo de motor	GE 752 DC Hi- Torq series
Potencia por motor	1,150 hp @1,040 rpm
Presión de trabajo máxima	6,750 psi
Presión de prueba	11,250 psi
Contador de Carrera de la bomba	MD TOTCO
Bomba de sobrealimentación	Halco Supreme 250
Potencia del motor	119 hp 1,750 rpm
Línea de succión/ descarga DI	6"x 8"
Amortiguador de pulsaciones	Lewco L-20-7500 (2 por bomba)
Restablece válvula de Alivio	NOV Titan BX Atomic Reset
Caudal volumétrico de trabajo por bomba a 90%	1,239 gal con 9" de TR corta
Tamaño de TR corta	6.5"
Velocidad de bombeo (90% del máx.)	100
Presión de bombeo	4, 773 psi
Caudal volumétrico de trabajo @ 100% de salida volumétrica	646 gal/ min
Bombas de transferencia de lodos	
Cantidad	7
Modelo	Halco 2500 Supreme con sello mecánico
Tipo	5x4x14 con rodete de 12.3 pulgadas
Motor	Electrico 110 HP 1750 rpm
Bombas de Mezclado de lodos	
Cantidad	3
Modelo	Halco 2500 Supreme con sello mecánico
Tipo	8x6x14 con rodete de 12.3 pulgadas

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Equipo	Características
Motor	Electrico 184 HP 1750 rpm
Zaranda vibratoria	
Modelo	Derrick FLC-514 (6) y Derrick FLC-504 (2)
Cantidad	8
Tipo	High G
Tasa de flujo de diseño	900 GPM con 9.1 ppg. 7200 GPM total
Limpiador de Lodos	
Modelo	Derrick FLMC
Tipo	FLC 514
Numero de conos x tamaño	3x10" conos de desarenador
20x4" in conos de separadores de limo	
Tipo de bomba centrífuga	Halco 2500 Supreme
Tamaño de bombas centrífugas	Desarenador: 8x6x14 con rodete de 11 ¾ pulgadas Separador de limo: 8x6x14 con rodete de 13 pulgadas
Motores de bombas	Desarenador: 146 HP Separador de limo: 154 HP
Flujo máximo	Desarenador: 1500 GPM Separador de limo: 1440 GPM
Degasificador	
Modelo / tipo	Derrick Vacu-flo 1200
Tipo de bomba centrífuga	Halco 2500 supreme
Tamaño de bomba centrífuga	8x6x14 con rodete de 11 pulgadas
Motor	Eléctrico de 109 HP 1750 rpm
Separador de lodo /gas ("Poor Boy")	
Modelo / tipo	Hampco Horizontal
Línea de descarga de gas (diámetro interno)	12"
Rendimiento de gas calculado	40 MMscfd
Tolva de lodos ("Mud Hopper")	
Cantidad	2
Modelo / tipo	Vortex VVE-U6-5D-M18 Lobsestar Dust Free Shear mixer
Bomba de alimentación Modelo / tipo	Halco 2500 Supreme 8x8x14 con rodete de 12 3/4 pulgadas
Motor	Eléctrico 184 HP 1750 rpm

Fuente: Eni, 2022.

**Nota: tonelada corta (traducción literal del inglés short ton) es una unidad de masa equivalente a 2.000 libras (unos 907,185 kilogramos).*

MMscfd: millones de pies cúbicos estándar por día, por sus siglas en inglés

En la Tabla 0.4, se resumen los principales equipos auxiliares que estarán incluidos en la plataforma semi-sumergible (estructura prediseñada y armada).

Tabla 0.4 Principales equipos de auxiliares

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Equipo	Características
Grúa Giratoria Principal	
Cantidad	2
Especificación	API spec 2C 6ta edición 2004
Modelo / tipo	Seatrax S9032
Ubicación	Babor
Longitud de pluma	160 pies
Alcance del gancho por debajo de la cubierta principal	270 pies
Carga máxima (radio mínimo)	97 ton
Carga máxima (radio máximo)	32 ton
Canastas para transporte de personal	Billy pugh
Grúa Pórtico	
Cantidad	1
Modelo / tipo	Patriot-Riser handling Gantry
Ubicación	Babor
Capacidad	48 ton
Velocidad de carga	40 pies por minuto
Altura máxima de carga	50 pies 3 pulgadas
Sistema de manejo de BOP	
Modelo / tipo	Patriot
Capacidad nominal	750 TE BOP Carrier
Sistema de Manejo de Árbol de navidad	
Modelo / tipo	Patriot / Tree Handling system
Capacidad nominal	250 T Cart w/150T Xmas tree Elevator
Cabrestantes de piso de perforación	
Cantidad	3
Modelo / tipo	Ingersoll Rand - FA5iMR24MK1G (1 unidad) RAM- AW2.9K6-12AX1 (2 unidades)
Capacidad nominal	5 ton (1) 10 ton (2)
Cable	¾ pulgadas x 700 pies (1) 1 pulgada x 700 pies (2)
Cabrestante de piso del enganchador	
Cantidad	2
Modelo / tipo	Ingersoll Rand – FA2B-7MK utility
Capacidad	4400 lbs
Cable	7/16 pulgadas x 150 pies
Cabrestante tipo “Man Rider” en el piso de perforación	
Cantidad	1
Modelo / tipo	Ingersoll Rand – FA150KGiMR-I-E
Capacidad	330 lbs

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Equipo	Características
Cable	10mm x 600 pies
Cabrestante de utilidad en “Moon pool”	
Cantidad	2
Modelo / tipo	Ingersoll Rand - FA5iMR24MK1G
Capacidad	5 ton
Cable	5/8 pulgadas x 700 pies
Cabrestante tipo “Man Rider” en “Moon Pool”	
Cantidad	1
Modelo / tipo	Ingersoll Rand – FA150KGiMR-I-E
Capacidad	330 lbs
Cable	10mm x 600 pies
Cabrestante de utilidad (proa y popa)	
Cantidad	2
Modelo / tipo	Ingersoll Rand - FA5iMR24MK1G
Capacidad	5 ton
Cable	5/8 pulgadas x 700 pies
Cabrestante de utilidad en columnas (proa y popa)	
Cantidad	2
Modelo / tipo	Ingersoll Rand - FA5iMR24MK1G
Capacidad	5 ton
Cable	5/8 pulgadas x 700 pies
Manguera para “Fuel Oil”	
Cantidad	2
Dimensiones	4 pulgadas x 150 pies más 4 pulgadas x 10 pies
Modelo / Tipo	Copper state
Código de color	Café
Tipo de conexión	Brida ANSI 4 pulgadas 150 lbs x acoplamiento TODO de 4 pulgadas + Klaw dry break away coupling
Manguera para Químicos	
Cantidad	2
Dimensiones	6 pulgadas x 150 pies
Modelo / Tipo	Copper state
Código de color	Naranja
Tipo de conexión	6 pulgadas FIG 100 x Acoplamiento Camlock hembra
Manguera para cemento	
Cantidad	2
Dimensiones	6 pulgadas x 150 pies
Modelo / Tipo	Copper state
Código de color	Gris
Tipo de conexión	6 pulgadas FIG 100 x Acoplamiento Camlock hembra

Equipo	Características
Manguera para Aceite base	
Cantidad	2
Dimensiones	6 pulgadas x 150 pies
Modelo / Tipo	Copper state
Código de color	Café / Blanco/ Café
Tipo de conexión	Brida ANSI 6 pulgadas 150 lbs x acoplamiento TODO de 6 pulgadas + Klaw dry break away coupling
Manguera para Salmuera	
Cantidad	2
Dimensiones	6 pulgadas x 150 pies
Modelo / Tipo	Copper state
Código de color	Verde/Blanco/Verde
Tipo de conexión	6 pulgadas FIG 100 x Acoplamiento Camlock hembra
Manguera para lodo de aceite base	
Cantidad	2
Dimensiones	6 pulgadas x 150 pies
Modelo / Tipo	Copper state
Código de color	Café / Naranja/ Café
Tipo de conexión	Brida ANSI 6 pulgadas 150 lbs x acoplamiento TODO de 6 pulgadas + Klaw dry break away coupling
Manguera para agua de perforación	
Cantidad	2
Dimensiones	6 pulgadas x 150 pies
Modelo / Tipo	Copper state
Código de color	Azul
Tipo de conexión	6 pulgadas FIG 100 x Acoplamiento Camlock hembra

Fuente: ENI, 2022.

9.2.2 Equipos y Sistemas de Control

En la Tabla 0.5, se presentan las especificaciones técnicas de los principales equipos de control de pozo. En el **Anexo 9.3**, se encuentran los esquemas de los equipos de control de pozo, así como el sistema de interconexión y el plano de la sala de control del preventor de reventones.

Tabla 0.5 Principales equipos de control de pozo

Equipo	Características
Columna de Preventores de Reventón (BOP) (de abajo a arriba) Primario y Secundario	
Marco guía	Sí
Accesorio de recolección	Sí
Base de transporte	Sí
Diámetro	18 ¾ pulgadas
Presión de trabajo	15,000 psi

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Equipo	Características
Servicio para H2S	Sí
Conector hidráulico del cabezal de pozo	
Diámetro	18 ¾ pulgadas
Fabricante/Tipo	Dril-Quip 15M DXDW 30 pulgadas Perfil SHDH4 configurado con insertos de 27 pulgadas de perfil H-4
Presión de trabajo	15,000 psi
Sistema Hot-Tap para intervención submarina	Configurado con Inyección de glicol con ROV
Conector de repuesto del mismo tipo	Ninguno
Preventores de ariete (tipo RAM)	
Cantidad	3
Diámetro	18 ¾ pulgadas
Presión de trabajo	15,000 psi
Fabricante	Hydril
Modelo	Operadores de 15-1/2 pulgadas de bloqueo de posición múltiple (MPL, por sus siglas en inglés) en preventor anular ("pipe rams") y operadores de 22 pulgadas de preventor de arietes de corte de revestimiento ("Casing shear rams"). Preventor de arietes de corte no tienen MPL
Tipo (sencillo/doble)	Doble
Tipo de conexión superior de los Preventores	BX 164 Taponado
Tipo de conexión inferior de los Preventores	BX 164 Brida inferior
Salidas laterales	4
Diámetro de las salidas	3 1/16 pulgadas
Tipo de conexión	BX 154 bridada
Configuración de la Columna	
Ariete de corte ciego "Blind shear rams"	Ariete de corte ciego
Ariete de corte de revestimiento "Casing Shear rams"	Ariete de corte de revestimiento
Ariete anular superior Variable (VBR, Variable bore ram) "Upper pipe rams"	4-1/2 pulgadas -7 pulgadas VBR
Ariete intermedios "Middle rams"	6-5/8 pulgadas -6 -15/16 pulgadas Modificado
Ariete anular inferior Variable (VBR) "Lower pipe rams"	4-1/2 pulgadas -7 pulgadas VBR
Ariete de prueba "Test rams"	4-1/2 pulgadas -7 pulgadas VBR Invertido
Preventor Anular en la Columna	
Tamaño	18 ¾ pulgadas
Presión de trabajo	10,000 psi
Fabricante/modelo	Hydril GX Dual
Válvulas Hidráulicas en caso de Falla (Estrangulamiento y ahogo, "Kill and Choke")	
Cantidad en cada salida lateral	2
Tamaño (diámetro interior)	3 1/16 pulgadas
Fabricante/modelo	WOM
Presión de trabajo	15,000 psi

Equipo	Características
Bloque sólido	Sí
Paquete Marino inferior de Tubo ascendente “Primary Lower Marine Riser Package (LMRP)” (de abajo a arriba)	
Conector hidráulico	
Fabricante/modelo	Cameron Collet HC
Tamaño	18 ¾ pulgadas
Presión de trabajo	10,000 psi
Preventor Tipo Anular (LMRP)	
Tamaño	18 ¾ pulgadas
Presión de trabajo	10,000 psi
Fabricante/modelo	Hydril GX Dual
Junta Flexible	
Modelo / Tipo	Oil States Subsea
Dimensión	21 pulgadas
Máxima desviación	10°
Adaptador de tubo ascendente (riser)	
Modelo / tipo	Drill Quip
dimensión	19.10”
Múltiple de Estrangulamiento “Choke & kill Manifold”	
Fabricante/modelo	WOM
Diámetro Interno Mínimo	3 pulgadas
Presión máxima de trabajo	15,000 psi
Servicios H ₂ S	Si
Cantidad de estranguladores ajustables	2
Fabricante/modelo	Expro Power Choke
Dimensión (Diámetro interno)	3 1/16 pulgadas
Cantidad estranguladores “Power choke”	2
Fabricante/modelo	Expro Power Choke / SCB21515WH-hyd
Dimensión (Diámetro interno)	3 1/16 pulgadas
Panel de control	Si
Fabricante/modelo	Expro Power Choke / 15MSC/BB
Ubicación	Caseta de perforación

Fuente: Eni, 2022.

9.2.3 Sistemas de Almacenamiento

Debido a que esta etapa del proyecto contempla únicamente la exploración, no se tendrá almacenamiento de hidrocarburo. Los combustibles y demás sustancias almacenadas para el proyecto se encontrarán dentro de la plataforma y serán únicamente suministros para la perforación y combustibles para el funcionamiento de la MODU. Para mayor información sobre el sistema de almacenamiento, el arreglo general de tanques dentro de la plataforma de perforación se encuentra disponible en el **Anexo 9.4**.

A continuación, una lista de estándares de tanques de almacenamiento utilizados frecuentemente:

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

- API Spec 12D: especificaciones para tanques soldados en campo para almacenamiento de líquidos de producción
- API Std 620: diseño y construcción de tanques de almacenamiento grandes, soldados y de baja presión
- Tanques de acero soldados API Std 650: para almacenamiento de aceite (se reemplazaron varias especificaciones de la serie API 12)
- API Std 2000: ventilación tanques de almacenamiento atmosféricos y de baja presión
- ISO 28300/ estándar API 2000: venteo a la atmósfera
- API 12B: atornillado de tanques de almacenamiento de fluidos de producción: especificación
- API 12F: tanques de almacenamiento construidos en taller para fluidos de producción
- API 650: almacenamiento de gasóleo marino
- ANSI/ API 2350-2012: protección de sobrellenado de tanques de almacenamiento
- NFPA 59A: Norma para la producción, almacenamiento y manejo del gas natural licuado

En la Tabla 0.6, se indica la capacidad de almacenamiento de las sustancias que se utilizarán en la plataforma semi-sumergible (estructura prediseñada y armada). Los sistemas de seguridad que se incluyen en dicha tabla serán iguales o equivalentes a los que se consideran para las instalaciones del Proyecto.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.6 Capacidad de almacenamiento de materiales en plataforma Semi-sumergible

Tanque	Sustancia	Volumen	Peso (ST)	LCG	TCG	VCG	Sistemas de Seguridad
Tanque PF06	Gasóleo marino	722.09 m³	726.72	30.22	71.00	11.71	Regulador de flujo, indicador y medidor de nivel, transmisor de nivel, medidor de temperatura y válvulas de cierre rápido
Tanque PF08		539.39 m³	542.85	5.22	70.95	11.69	
Tanque SF06		722.09 m³	726.72	30.22	71.00	11.71	
Tanque SF08		539.39 m³	542.85	5.22	70.95	11.69	
Total	Gasóleo marino	2,522.96 m³	2539.14	NA	NA	NA	
	Combustible helicóptero	5.8 m³	ND	NA	NA	NA	ND
Tanque (Cuarto de motores)	Aceite lubricante	18.38 m³	18.72	87.08	57.25	104.67	Válvulas reguladoras de flujo, medidor de nivel, interruptor de seguridad para alto nivel, alarma de alto nivel, medidor de presión y de flujo
Tanque (Cuarto de bombeo de lodo):		1.65 m³	1.68	61.96	39.58	106.00	
Tanque (Cuarto de generador de emergencia):		0.74 m³	0.76	90.833	71.41	112.50	
Total	Aceite Lubricante	20.77 m³	21.16	NA	NA	NA	
Tanque PBO15	Aceite base	270.93 m³	268.76	110.00	97.42	13.94	Válvulas de control manual, indicador y transmisor de nivel. En el tanque de servicio: interruptores de seguridad para alto nivel, válvulas de cierre y apertura, válvulas de alivio, medidores de nivel y reguladores de flujo.
Pileta 1	Lodo Activo	104.73 m³	237.14	24.02	26.03	103.94	Válvula de control manual para el regulador de temperatura, manguera flexible para, sistema de venteo para la operación de mezclado, interruptor de seguridad para alto nivel, interruptor de enclavamiento para eliminar el diferencial de presión en el mezclador
Pileta 2		95.45 m³	216.14	24.03	8.24	103.92	
Pileta 3		92.73 m³	209.97	24.06	8.50	103.92	
Pileta 4		113.36 m³	256.69	24.00	26.72	103.96	
Pileta 5	Lodo de Reserva	99.56 m³	225.45	9.68	26.06	103.92	
Pileta 6		87.22 m³	197.49	9.72	8.31	103.66	
Pileta 7		86 m³	194.72	9.71	8.50	103.73	

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tanque	Sustancia	Volumen	Peso (ST)	LCG	TCG	VCG	Sistemas de Seguridad
Pileta 8		107.87 m³	244.25	9.70	26.76	103.95	
Pileta Intermitente 1	Lodo de Proceso	12.33 m³	27.92	34.00	5.27	109.00	
Pileta Intermitente 2		12.35 m³	27.97	34.00	15.27	109.00	
Total	Piletas de Lodos	811.6 m³	1837.74	NA	NA	NA	
Tanque PLM2	Lodo liquido de Reserva en Pontón	276.46 m³	625.99	110.00	97.42	14.14	
Tanque PLM3		345.57 m³	782.48	87.500	97.42	14.14	
Tanque SLM2		276.46 m³	625.99	110.00	97.42	14.14	
Tanque SLM3		345.57 m³	782.48	87.50	97.42	14.14	
Tanque SLM 14		345.57 m³	782.48	87.50	97.42	14.14	
Tanque SLM15		276.46 m³	625.99	110.00a	97.42	14.14	
Total	Lodo liquido de Reserva en Pontón	1,866.1 m³	4225.41	NA	NA	NA	
Tanque PBR14	Salmuera	338.66 m³	634.63	87.50	97.42	13.94	Regulador de flujo, indicador y medidor de nivel, transmisor de nivel, medidor de temperatura y válvulas de cierre rápido
N.D.	Bentonita/barita	372.79 m³	ND	ND	ND	ND	Regulador de flujo, indicador y medidor de nivel, transmisor de nivel, medidor de temperatura y válvulas de cierre rápido
N.D.	Cemento	382.28 m³	ND	ND	ND	ND	Regulador de flujo, indicador y medidor de nivel, transmisor de nivel, medidor de temperatura y válvulas de cierre rápido

Fuente: Eni, 2022.

ST: Toneladas Estándar

LCG: Centro de Gravedad Longitudinal

VCG: Centro de Gravedad Vertical

TCG: Centro de Gravedad Transversal

ND: No Disponible

NA: No Aplica

9.2.4 Sistemas de Aislamiento

La plataforma tendrá un sistema de drenaje cerrado en el que será contenido cualquier derrame que pueda producirse en las instalaciones. Estará conectado a través de líneas de drenaje en los diferentes niveles, tal como indica la normatividad SOLAS Capítulo II parte B regla 21 “Medios de bombeo de aguas de sentina”. El volumen de contención del sistema estará distribuido en 8 fosas de con una capacidad total de 4750 bbl/ 755 m³ dirigido a un tanque de almacenamiento, cuyo producto es dispuesto posteriormente bajo la regulación pertinente en tierra.

La plataforma cuenta con un sistema de drenaje a lo largo de la cubierta de la misma. Se verificará que todos los elementos cuenten con sello adecuado para evitar que el líquido salga por la borda, así mismo cualquier derrame producido en cualquier área de la cubierta de la plataforma entrará en el sistema de drenaje, el cual se acumulará en un tanque localizado en el casco de la plataforma (tanque de recolección). El tanque funciona como un separador, en caso de que el agua de lluvia entre en contacto con cualquier líquido derramado. El agua será filtrada y los residuos restantes serán gestionados como residuos peligrosos.

Por otro lado, en la Tabla 0.7, se describen los equipos de prevención de contaminación dentro de la plataforma.

Tabla 0.7 Equipos de prevención de contaminación

Equipo	Características
Tratamiento de aguas residuales	■ Cantidad:1 ■ Modelo: Hamworthy ■ Tipo de sistema: ST8 Super Trident ■ Estándares: Marpol Anexo IV ■ Capacidad: 3,128 Galones americanos
Tratamiento de aguas residuales	■ Cantidad:1 ■ Modelo: Omni Prime ■ Tipo de sistema:12 MXMP ■ Estándares: No especificado ■ Capacidad: 6,750 Galones americanos
Compactador de basura	■ Modelo: Red Fox/ Cajun TC 40- EN ■ Tipo de sistema: Aire/ hidráulico ■ Estándares: Marpol Anexo IV
Disposición de basura/ Molino	■ Modelo: Dolphin Tuff Gut ■ Tipo de sistema: Eléctrico ■ Estándares: Marpol Anexo IV
Separador agua- aceite	■ Cantidad: 4 ■ Modelo: RWO/ Skits Deb 5.0 ■ Estándares: Marpol Anexo IV ■ Capacidad: 22 ppm

Fuente: Eni, 2022.

9.3 Diagramas de Tuberías e Instrumentación

En el **Anexo 9.5** se encuentran disponibles Diagramas de Tubería e Instrumentación y arreglos generales de los equipos de proceso y auxiliares principales, tales como: cuarto de propulsores y bombas pontón, planta de energía y sala de máquinas, cuarto de bombas del sistema de lodos, área de zaranda vibratoria y fosa de lodos, cuarto de generador de emergencia, piso de perforación, sistema de almacenamiento y transferencia de combustible.

9.4 Pozos

Inicialmente, se llevó una evaluación del lecho marino en las áreas en donde se pretende perforar los dos pozos de exploración. Para llevar a cabo dicho estudio, Eni adquirió estudios de sísmica 2D y, estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos elaborados previamente por empresas especializadas. Esta etapa también es llamada “estudio de riesgos someros”. A través de estos estudios se evaluó e identificó la cuenca en donde se definió la historia tectónica, estructural y sedimentaria de la misma. Por otra parte, se realizará un diagnóstico geológico regional para definir y jerarquizar áreas con potencial para establecer el programa de perforación de modo que se asegure la viabilidad económica de las actividades de perforación, exploración y evaluación del yacimiento.

Previo a las actividades de perforación y exploración se requerirán actividades de preparación antes de iniciar cualquier actividad costa afuera, siendo éstas principalmente las de movilización y adecuación de las embarcaciones a emplear, así como instalación de la plataforma de perforación.

Una vez obtenidos los resultados de la evaluación superficial geológica y geofísica, se llevarán a cabo las perforaciones de dos pozos exploratorios principales, Ixchel-1 y Yatzil-1.

La perforación de los pozos exploratorios se planea comenzar en noviembre del 2022 para el pozo Yatzil-1 y en noviembre del 2023 para Ixchel-1. A continuación, se describe la temporalidad de las actividades para cada uno de los pozos prospectos.

- Ixchel-1– Objetivo principal formación (TVD): 3,136 m
 - Evaluación previa: 10 días
 - Desplazamiento del taladro: 2 días
 - Movilización – Desmovilización: 10 días
 - Perforación, taponamiento y abandono temporal: 90 días
 - Total: 112 días
- Yatzil-1 – Objetivo principal formación (TVD): 4,650 m
 - Evaluación previa: 10 días
 - Desplazamiento del taladro: 2 días
 - Movilización – Desmovilización: 10 días
 - Perforación, taponamiento y abandono temporal: 60 días
 - Total: 82 días

En el Capítulo 2, se detalla el programa de trabajo del Proyecto. Los tiempos mostrados podrán variar de acuerdo al comportamiento de los yacimientos, los resultados de la perforación exploratoria y las condiciones generales en el sitio del Proyecto como la meteorología.

Las coordenadas y ubicación de los pozos exploratorios se muestran en la Tabla 0.8.

Tabla 0.8 Coordenadas geográficas de los pozos

Pozo	Coordenadas geográficas sexagesimales		Coordenadas geográficas decimales		exploratorios del Área Contractual 7 Trayectoria	Profundidad (m)
	Longitud (O)	Latitud (N)	Longitud (O)	Latitud (N)		
Ixchel-1	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.				Vertical	3,136
Yatzil-1					Vertical	4,650

Fuente: Eni, 20

Nota: Las coordenadas se encuentran en datum ITRF 2008 para México

Ambos pozos investigarán la presencia de hidrocarburos en las áreas prospectivas ubicadas en bloques de falla no probados enfocándose en los niveles de los yacimientos. Para maximizar el valor de la campaña de evaluación, ambos pozos han sido diseñados con las trayectorias y profundidad total que permitirá alcanzar los depósitos para obtener puntos de control adicionales.

Los pozos se perforarán de acuerdo a los esquemas de pozo presentados en la Figura 0.2 y Figura 0.3, para Ixchel-1 y Yatzil-1, respectivamente. En los esquemas se observan las características y dimensiones principales de los pozos a perforar.

9.4.1 Ixchel-1

Para el pozo Ixchel-1, Figura 0.2, se comenzará a perforar el suelo marino un hoyo de 36" de diámetro, utilizando la técnica de perforación por chorro (*jetting*, en inglés) hasta una profundidad de 394 m MD y se instalará la primera tubería de revestimiento llamada tubo conductor. Posteriormente se insertará la broca de perforación y se perforará un hoyo de 30" hasta 506 m por debajo de la línea de lodos (800 m MD), se instalará una tubería de revestimiento superficial de 26" y se cementará. Una vez que el cemento haya endurecido se continuará perforando un hoyo de 24" hasta una profundidad de 1,329 m por debajo de la línea de lodos (1,623 m MD), se colocará la tubería de revestimiento intermedia de 20" y será cementada. Después se procederá a perforar un hoyo de diámetro de 12 ¼ x 17½" e instalará una tubería de revestimiento corta (*liner*, en inglés) de 13 ⅝" hasta una profundidad de 1,576 m por debajo de la línea de lodos (1,870 m MD) y se cementará. Una vez que el tiempo de fraguado termine se procederá a perforar la parte final del pozo a agujero descubierto con un diámetro de 12 ¼" hasta una profundidad de 3,136 m TVD.

Es posible que dependiendo de los estudios geológicos y geofísicos en revisión actualmente y de los resultados preliminares durante la fase de la perforación se podría evaluar la posibilidad de alcanzar una profundidad de perforación hasta 6,000 m TVD, incorporando las características de diseño apropiadas.

El tipo y las características de los fluidos de perforación a utilizar de acuerdo a las etapas programas durante la perforación del pozo Ixchel-1 se muestran en la Tabla 0.9.

Tabla 0.9 Fluidos de perforación a utilizar durante la perforación del pozo Ixchel-1

Tipo de tubería de revestimiento	Sección de pozo (Diámetro externo)	Tipo de fluido de perforación	Gravedad Específica
Conductor	36"	SW	-
Superficie	30"	SW / WBM	1.02-1.1 sg
Intermedia	24"	WBM	1.1-1.12 sg
Corta (liner)	12-1/4"x 17-1/2"	SBM	1.28-1.45 sg
Agujero Descubierto	12 1/4"	SBM	1.45-1.65 sg

Fuente: Eni, 2022

SW: Agua de Mar, por sus siglas en inglés

WBM: Lodos base agua, por sus siglas en ingles

SBM: lodos de base sintética, por sus siglas en inglés

Esquema de pozo (secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Figura 0.2 Esquema de Ixchel-1

Fuente: Eni, 2022.

MD: Profundidad Medida a lo largo del pozo

BLM: Profundidad desde el fondo marino

TD: profundidad Total

9.4.2 Yatzil-1

Para el pozo Yatzil-1, Figura 0.3, se comenzará a perforar el suelo marino un hoyo de 36" de diámetro, utilizando la técnica de perforación por chorro (*jetting*, en inglés) hasta una profundidad de 394 m MD y se instalará la primera tubería de revestimiento llamada tubo conductor. Posteriormente se insertará la broca de perforación y se perforará un hoyo de 30" hasta 506 m por debajo de la línea de lodos (800 m MD), se instalará una tubería de revestimiento superficial de 26" y se cementará. Una vez que el cemento haya endurecido se continuará perforando un hoyo de 24" hasta una profundidad de 1,329 m por debajo de la línea de lodos (1,623 m MD), se colocará la tubería de revestimiento intermedia de 20" y será cementada. Después se procederá a perforar un hoyo de diámetro de 12 1/4 x 17" e instalará una tubería de revestimiento corta (*liner*, en inglés) de 13 5/8" hasta una profundidad de 2,856 por debajo de la línea de lodos (3,150 m MD) y se cementará. Una vez que el tiempo de fraguado termine se procederá a perforar un hoyo de diámetro de 12 1/4" y se insertará una segunda tubería de revestimiento corta de 9 7/8" hasta una profundidad de 3,206 m por debajo de la línea de lodos (3,500 m MD) y se cementará. Después se procederá a perforar la parte final del pozo a agujero descubierto con un diámetro de 8 1/2" hasta una profundidad de 4,650 m TVD.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Igualmente, es posible que dependiendo de los estudios geológicos y geofísicos en revisión actualmente y de los resultados preliminares durante la fase de la perforación se podría evaluar la posibilidad de alcanzar una profundidad de perforación hasta 6,000 m TVD, incorporando las características de diseño apropiadas.

El tipo y las características de los fluidos de perforación a utilizar de acuerdo a las etapas programas durante la perforación del pozo Yatzil-1 se muestran en la Tabla 0.10.

Tabla 0.10 Fluidos de perforación a utilizar durante la perforación del pozo Yatzil-1

Tipo de tubería de revestimiento	Sección de pozo (Diámetro externo)	Tipo de fluido de perforación	Gravedad Especifica
Conductor	36"	SW	-
Superficie	30"	SW / WBM	1.02-1.1 sg
Intermedia	24"	WBM	1.1-1.12 sg
Corta (liner) (1)	12-1/4"x 17-1/2"	SBM	1.28-1.45 sg
Corta (liner) (2)	12-1/4"	SBM	1.45-1.65 sg
Agujero Descubierto	8-1/2"	SBM	1.6-1.8 sg

Fuente: Eni, 2022

SW: Agua de Mar, por sus siglas en inglés

WBM: Lodos base agua, por sus siglas en ingles

SBM: lodos de base sintética, por sus siglas en inglés

Eni Mexico

Esquema de pozo (secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Figura 0.3 Esquema de Yatzil-1

Fuente: Eni, 2022.

MD: Profundidad Medida a lo largo del pozo

BLM: Profundidad desde el fondo marino

TD: profundidad Total

9.4.3 Abandono de pozos

Para el caso de los pozos exploratorios, la etapa de terminación se considera el fin de las actividades de perforación exploratoria de hidrocarburos, tras las cuales éstos serán suspendidos hasta el nivel del lecho marino para desarrollos en actividades futuras. Los pozos podrán suspenderse de manera temporal o permanente según las reservas calculadas en cada yacimiento y pozo perforado, y la cantidad de acumulaciones de hidrocarburos.

En caso de que sean suspendidos de forma temporal, las zonas productivas con contenido de hidrocarburos serán aisladas con tapones de cemento y se instalará un tapón ciego debajo del fondo marino. En caso de que las reservas no sean suficientes y el pozo deba ser tapado de forma

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-
1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes
por realizar

permanente, se le colocarán tapones de cemento y la plataforma abandonará las instalaciones por completo.

9.5 Descripción del Proceso

Las actividades que Eni llevará a cabo en el AC7 para la fase de exploración se consideraron desde el diseño de pozo, el movimiento de equipos, la perforación y el abandono. Estas actividades se dividieron en cinco (5) nodos para su mejor análisis, como se muestra a continuación.

- **Diseño.** Estas actividades incluyen el diseño del pozo de exploración, que se hace con base en información geológica existente, datos sísmicos de cobertura azimutal, estudios metoceanicos, estudios de riesgos someros, experiencia de ingenieros de perforación, etc. Estos estudios sirven para determinar las zonas con mayores yacimientos potenciales de hidrocarburos y realizar ajustes en el diseño de la perforación exploratoria. Estos estudios serán adquiridos por Eni y se realizará el diagnóstico para definir las áreas con potencial para establecer el programa de perforación.

En esta etapa se definen las dimensiones y características del pozo, así como las características de los componentes que se van a utilizar en su construcción. Es importante mencionar que la plataforma de perforación es una estructura prediseñada que ha sido construida bajo estándares internacionales y ha sido sujeta a análisis de seguridad como safety case, que es un documento de seguridad producido por el mismo operador que identifica los peligros y los riesgos, y describe cómo es que se controlan los riesgos, también describe el sistema de administración de seguridad que asegura que los controles son efectivos y consistentemente aplicados. Es por esto que el diseño mismo de la plataforma de perforación no forma parte del alcance de este proyecto.

- **Construcción/Movilización/Desmovilización.** Como se mencionó anteriormente, el proyecto involucra la perforación de dos pozos exploratorios principales y en caso de ser requerido, uno de contingencia.

Para esta actividad no se requiere la construcción de alguna planta o similar, las instalaciones que se utilizan están contenidas en su totalidad en la plataforma de perforación que ha sido prediseñada y construida fuera de los alcances de este proyecto.

Es por esto que, en el nodo de construcción, se abordaron las actividades de movilización de la plataforma de perforación al área de trabajo y al terminar el pozo, la desmovilización fuera del área de trabajo.

- **Actividades rutinarias.** Una vez que se ha concluido la etapa de diseño del pozo y se ha movilizado la plataforma de perforación al área de trabajo, comienzan las actividades rutinarias que en este caso incluye las actividades mismas de perforación.

Para el AC7, Eni tiene contemplado perforar dos pozos exploratorios principales. Todos los pozos serán verticales y ninguno tendrá desviación direccionada.

Es importante mencionar que el procedimiento de perforación que se sigue es el mismo para todos los pozos y en todos los casos se siguen las mejores prácticas de la industria y no son perforados de manera simultánea.

Las actividades de perforación utilizan primero una técnica llamada *jetting*, para iniciar la perforación del pozo y posteriormente un tubo de perforación que incluye una broca de perforación. Para la lubricación de la broca se utilizan los lodos de perforación que además al ser recirculados, ayudan a transportar los recortes de perforación al buque de perforación y así evitar la contaminación del lecho marino.

A medida que el pozo se perfora, la tubería de revestimiento se cimienta en su lugar por debajo del fondo marino para estabilizar y aislar el pozo de las formaciones geológicas circundantes, evitando que las paredes del pozo se colapsen. Estas actividades requieren el uso de cemento; la preparación, mezclado y bombeo del cemento se incluyeron dentro de este nodo. Asimismo, dentro de las actividades rutinarias se incluyen las actividades de monitoreo del perfil

estratigráfico que se realizan a medida que se avanza con la perforación. No se planean pruebas de producción como parte de este Proyecto.

- **Actividades no rutinarias.** Dentro de las actividades no rutinarias se consideraron: amenazas por terrorismo, mantenimiento principal no planificado, operaciones simultáneas, sobrepresión del pozo y falla durante procedimientos de emergencia.
- **Abandono.** Para el caso de los pozos exploratorios, la etapa de terminación se considera el fin de las actividades de perforación exploratoria de hidrocarburos, tras las cuales éstos serán suspendidos hasta el nivel del lecho marino para desarrollos en actividades futuras. Los pozos podrán suspenderse de manera temporal o permanente según las reservas calculadas en cada yacimiento y pozo perforado, y la cantidad de acumulaciones de hidrocarburos. En caso de que sean suspendidos de forma temporal, las zonas productivas con contenido de hidrocarburos serán aisladas con tapones de cemento y se instalará un tapón ciego debajo del fondo marino. En caso de que las reservas no sean suficientes y el pozo deba ser tapado de forma permanente, se le colocarán tapones de cemento y la plataforma abandonará las instalaciones por completo.

9.6 Descripción de principales equipos de proceso y auxiliares

La plataforma semi-sumergible para la perforación del pozo tendrá los equipos principales indicados a continuación:

Torre de Perforación

Se contará con una torre o mástil del tipo NOV Dreco/KFELS siguiendo las especificaciones del API 4F & 4C, con una altura de 201 pies, una base de 40 x 46 pies, y una corona de 20 x 20 pies. Esta torre contará con una capacidad nominal de 2,000,000 libras. Estará equipada con un máximo de 14 líneas, así como escaleras, jaulas de seguridad, unidad para acceso a la polea de corona, contra balance, sistema para pinzas de perforación y pinzas para giro de tubería, y sistema de iluminación a prueba de explosión. La torre también contendrá piso, mástil y fosas de proceso resistentes a las inclemencias del tiempo.

Maquinaria en piso de perforación

La maquinaria en el piso de perforación incluye los siguientes equipos:

- Unidad de poder hidráulico para el compensador de movimiento de corona
- Motor del ventilador para malacate
- Separador lodo/ gas
- Mini tanque de viaje
- Malacate para levantador de personal
- Ancla de cable muerto
- Malacate para la línea de perforación
- Unidad de tensado de la tubería ascendente de perforación
- Polea
- Sub-base de cordón umbilical
- Panel de control del área de almacenamiento de tuberías
- Orificio de maniobra rotatorio
- Intensificador/ receptor de aire

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

- Panel de mesa rotatoria de apoyo
- Unidad de control de válvula del brazo manipulador de tubería
- Tanque de aceite de malacate
- Tanque de almacenamiento de aceite hidráulico
- Bomba remota de estranguladores
- Ensamblaje múltiple de 6,7,8 y 9 puertos
- Botellas de recipientes a presión de fluidos de perforación (CMC)
- Llaves de desenrosque
- Panel de control remoto del conector de tubería de perforación
- Cabina de aumento y reducción de CMC
- Panel de control de la cesta de entubación a presión
- Panel de interconexión del cabrestante de maniobras
- Ventilador de circulación
- Malacate para reacomodar secciones de tubería
- Panel de control y plataforma de herramientas para correr y recuperar la tubería ascendente de perforación (araña de tubería ascendente y gimbal)
- Panel de control para el Diseño para Fabricación y Ensamblaje
- Panel de control y cabina hidráulica del foxhole
- Kit auto-engrasante de ensamblado
- Panel de control del recipiente para prueba hidrostática
- Cadena de arrastre de la unidad de mando superior

Sistema de elevación de la Torre

La plataforma contará con un sistema de elevación principal para la corona del tipo NOV-Hydralift CMC-H-1000-25, compuesto por ocho poleas con un diámetro de 72 pulgadas cada una. Este sistema tendrá una capacidad nominal de 972.76 ton (2,145,000 libras) bloqueada o 453.59 ton (1,000,000 libras) compensada.

Adicionalmente, la plataforma contará con un sistema de elevación de viaje del tipo NOV-Hydralift 72TB-1000, con una capacidad de carga de 1,000 ton, utilizando siete poleas con un diámetro de 72 pulgadas cada una.

Sistema de Purificación de Agua de agua potable

La plataforma contará con dos sistemas de purificación de agua potable del tipo SE150ROas-1. Cada uno de estos sistemas tendrá una capacidad de 56,780 l/día e incluirá los siguientes tratamientos: neutralización, desmineralización, adición de CO₂ y desinfección por UV.

Motores

Proveen potencia al equipo de izaje y al equipo de perforación. La fuente de energía eléctrica es proporcionada por generadores accionados por motores diésel. Se contará con cinco motores Electro-Motive ME20-710G7C con una potencia máxima de 5,000 HP y dos motores Electro-Motive

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

L20-710G9C-T2 con una potencia máxima de 5,500 HP, que operarán con diésel. Estos motores estarán equipados con arrestadores de chispas y silenciadores. Los motores tendrán un consumo total de diésel de aproximadamente 200 a 250 barriles/día.

Cuarto de generador de emergencia

El arreglo de maquinaria de la sala del generador de emergencia contempla los siguientes equipos:

- Un generador de emergencia Caterpillar modelo 3512 BDITA con las especificaciones eléctricas de 1250 kVA, 480V, 3PH, 60Hz y cuenta con un peso seco/ húmedo de 14,398 / 16, 671 lbs
- Un Centro de Control de Motores de 480V, 3PH, 60Hz
- Un tablero de distribución de emergencia (480V)
- Un transformador HPS de 300 KVA
- Un tablero de distribución de 208/ 120 VAC
- Tanque de combustible (generador de emergencia) KFELS de dimensiones de 8'-10" de largo x 3'-0" de ancho x 6'-7" de altura y una capacidad de 1,300 galones
- Baterías de 24V Caterpillar 3T5760 (4 por set)
- Cargador de baterías marca Noris
- Receptor de aire con capacidad de 140 m3
- Tanque de aceite lubricante KFELS con dimensiones de 3'-0" de largo x 3'-0" de ancho ancho x 3'-0" de alto con capacidad de 200 galones
- Panel de iluminación principal y de emergencia ELP5 marca Nautronix con dimensiones de 800 mm de largo x 200 mm de profundidad x 1,000 mm de altura
- Caja de conexión a tierra (puerto) marca Houston Electric de 800 mm de largo x 400 mm de profundidad x 1,400 mm de altura
- Panel de interruptor de cambio marca TSL Power Systems
- Transformador de 200 KVA marca Hammond Power

Planta de energía y sala de máquinas

Como parte del arreglo general de la sala de maquina/ planta de energía se incluye al menos un generador diésel, una bomba de servicio de combustible, una bomba manual de emergencia, un separador centrífugo de diésel, un tanque de asentamiento, una bomba de transferencia de aceite lubricante, un tanque de aceite lubricante, un compresor de arranque en frío, un receptor de aire de arranque de motor, un transformador de 2,000 KVA, patines "Trolley", tanque y bomba de aceite usado, tanque de expansión de refrigerante, un panel de control de motor local, un limpiador de partes con ruedas y dispositivo de bloqueo, un gabinete de liberación de CO₂, un ventilador de circulación MSC-01, un generadores de motor base diésel, un motor local, un panel de control de generador, intercambiadores de calor con refrigerante, separadores centrífugos de diésel e intercambiadores de calor del generador de motor base diésel.

Cuarto de propulsores y bombas en pontón

A continuación, se añade una lista de equipos que forman parte del arreglo de maquinaria en el cuarto de pontón y propulsor:

- Bombas de balasto (4)
- Bombas de sentina (4 en cuarto de propulsores)
- Bomba de sentina (1 en cuarto de bombas)

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

- Bombas contra incendios (2)
- Bombas de servicio de agua salada (4)
- Bombas de transferencia de lodos (4)
- Bombas de agua de enfriamiento de propulsor (4)
- Filtro CJC/ Separador (4)
- HPU Sistema de control azimutal (4)
- Tanque de 630 litros y set de bombas
- Sistema de compensación de presión (4)
- Propulsores (4)
- Panel Nutronix (4)
- Caretila "Trolley"

Sistema de Izaje

El sistema de izaje estará compuesto por las características que se mencionan en la Tabla 0.11.

Tabla 0.11 Sistema de izaje

Características	Detalle
Grúas	Dos (2) en la cubierta principal
Especificaciones:	API2C
Marca:	Seatrax Model S9032
Tipo:	Pedestal
Ubicación:	Estribor y babor
Largo de la pluma	48.8 m
Alcance del gancho por debajo de la cubierta principal	82.3 m
Capacidad de carga	97 Mega toneladas (Mt)

Fuente: Eni, 2022.

El sistema de izaje contará con alarmas sonoras y visuales, freno automático, compuerta de seguridad en los ganchos, sistemas anticolidión (Crown saver) e iluminación en la pluma.

Mesa Rotatoria

La mesa rotatoria será del tipo NOV Varco BJ RST 605 y contará con una apertura máxima de 60 ½ pulgadas. Su capacidad estática será de 1,000 toneladas de carga estática. Esta mesa contará con tres motores hidráulicos de alto torque cada uno. Adicionalmente, la mesa rotatoria contará con sistema de recolección de lodos/goteo.

Top Drive

El Top Drive es uno de los tres elementos mayores del sistema rotatorio, el cual es utilizado para hacer rotar la sarta de perforación y la broca/barrena en el fondo del pozo. El Top Drive será del tipo NOV Varco TDS 1000A, estará accionado de manera eléctrica. La capacidad nominal de esta unidad será de 1,000 toneladas, con una presión de trabajo de 7,500 psi y una potencia de salida de 1,150 HP.

El Top Drive contará con un sistema de aire acondicionado integral para toda la unidad. Se cuenta con un sistema de fuga tipo Varco PH-100 con un torque máximo de 100,000 pies/libras.

Diverter (desviador de flujo)

El desviador de flujo o diverter es uno de los equipos de control que conforman el sistema de control de pozo. Como su nombre lo indica, su función es desviar el flujo. El desviador de flujo será del tipo DrilQuip FDS, fijo, con un diámetro máximo de 60 pulgadas y tendrá una presión de trabajo de 500 psi.

El desviador contará con dos salidas, de 12 pulgadas cada una, las cuales estarán equipadas con válvulas de bola con actuadores hidráulicos. Cuenta con válvulas para regular el flujo, reductores, juntas telescópicas, indicadores de presión y anillos de soporte para la tubería ascendente de perforación.

Cuarto de bombeo de lodos

Los equipos dentro del cuarto de bombeo de lodos incluyen tres bombas de lodo y cuatro bombas de carga. También contará con bomba de aceite residual, tanque de aceite de engranaje, dos carros de anclaje para elevación, consola de control de bomba de lodos, dos tanques de aceite residual y un panel de control de cinco estaciones.

Sistema de Lodos de Cementación

El Sistema de Lodos estará conformado por tres sistemas: Sistema de lodos de alta presión, sistema de lodos de baja presión y sistema de almacenamiento a granel.

Sistema de lodos de alta presión

El sistema de lodos de alta presión tendrá una presión de trabajo de 7,500 psi, con una presión máxima de prueba de 11,250 psi.

El sistema estará conformado por cuatro bombas de lodos manufacturadas por LEWCO, las cuales serán de tipo Triplex, con un diámetro por carrera de 5 x 9 pulgadas. Cada bomba contará con dos motores de 1,150 HP cada uno, los cuales operarán con corriente directa. Cada bomba contará con una válvula de relevo del tipo NOV Titan BX. La capacidad nominal de cada bomba al 90% será 4,690 litros por minuto (1,239 galones por minuto). La velocidad de operación de las bombas será de 100 carreras por minuto (spm por sus siglas en inglés, strokes per minute), correspondiente al 90% de su velocidad nominal.

El sistema también contará con siete bombas de mezclado del tipo Halco 5 x 4 x 14 con un poder de salida de 480 rpm.

Adicionalmente, el sistema contará con tres bombas de carga o refuerzo del tipo LEWCO W-2215 con capacidad de 1,239 galones por minuto cada una.

El sistema se completará con dos distribuidores verticales, una manguera rotatoria principal y una auxiliar, y una manguera de cementación.

Sistema de lodos de baja presión

El sistema de lodos de baja presión comprenderá los siguientes equipos:

Un tanque de procesamiento de lodos, compuesto por un tanque degasificador, un tanque limpiador de lodos y un tanque centrifugador.

Ocho tanques de lodos con capacidades individuales entre 493 y 623 bbl, dando un total de capacidad de 4,750 bbl. Todos estos tanques contarán con agitadores y fungirán como reserva.

Dos tanques de almacenamiento de mezclas líquidas con distintas composiciones y para distintos fines (pueden ser sólidos en suspensión y en este caso corresponde a lodos (mud). Los tanques tendrán una capacidad de 66 y 70 bbl, respectivamente.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Dos tanques de viaje de 50 bbl y un tanque de rectificación de 10 bbl. Estos tanques estarán equipados con bombas Halco Supreme 2500 3 x 2 x 13. Seis zarandas vibratorias controladas por dos motores eléctricos. Estas zarandas contarán con un flujo nominal de 900 GPM.

Un limpiador de lodo Derrick FLMC con tres conos de 10 pulgadas y 20 conos de cuatro pulgadas, alimentado por una bomba Halco 2500 Supreme. Un separador lodo/gas Hampco Horizontal con diámetro de descarga de 12 pulgadas. El flujo estimado de gas será de 40 pies cúbicos por minuto.

Un degasificador Derrick Vacu-flo 1200, alimentado por una bomba Halco 2500 Supreme 8 x 6 x 14. Adicionalmente se contará con 42 agitadores de lodo.

Preventores de Reventón (BOP por sus siglas en inglés, Blow-Out Preventors)

El preventor de reventones tiene un presión de trabajo nominal de 15 M y clase API 6-A1-R5 de acuerdo al estándar API 53, para preventores de reventón submarinos. Esto significa que la columna esta calibrada para soportar presiones de hasta 15,000 psi y cuenta con 1 preventor anular y 5 preventores de ariete.

La columna BOP estará equipado con diferentes tres preventores de tipo doble ariete del tipo Hydril Compact 15M de 15-1/2 pulgadas con bloqueo de posición múltiple (MPL, por sus sigla en inglés). Están equipadas con los siguientes preventores de ariete:

- Un ariete de corte de revestimiento "Casing shear ram"
- Un preventor de ariete ciego de corte "Blind shear ram"
- tres preventores variables "Variable rams" de 4 ½ pulgadas – 7 pulgadas

Al mismo tiempo, la columna del BOP cuenta con un preventor anular Hydril 10M GX Dual de 18 ¾ pulgadas.

La columna BOP también contará con dos válvulas WOM de 3 1/16 pulgadas en la línea de ahogo, las cuales trabajarán a una presión de 15,000 psi.

Se cuenta con un segundo preventor de reventones igual al descrito anteriormente en piezas de repuesto.

Área de zaranda vibratoria y fosa de lodos

El dispositivo principal, y quizás más importante, del equipo de perforación para remover los sólidos perforados del lodo es la zaranda vibratoria. un cedazo (filtro) de tela mecánica vibra mientras el fluido de perforación fluye sobre éste. La fase líquida del lodo y los sólidos más pequeños que la tela metálica pasan a través del cedazo, en tanto que los sólidos más grandes son retenidos en éste y finalmente caen por la parte posterior del dispositivo y son descartados. Obviamente, las aberturas más pequeñas del cedazo eliminan más sólidos de todo el lodo, pero se observa una reducción correspondiente en la tasa de flujo por unidad de área de la tela metálica.

Los servicios de equipamiento debajo de la cubierta del agitador a una elevación de 111'0" y capacidad de 1 ST que corresponden al sistema de la zaranda vibratoria son:

- 2 bombas degasificadoras
- Bomba destiladora
- Bomba desarenadora

Un tanque de acero abierto o con bordes protectores lleno de lodo de perforación que no se agita ni se hacer circular. Si se hace pasar el lodo lentamente a través de este tipo de contenedor, la mayoría de los sólidos de perforación grandes se depositan en el fondo, limpiando de alguna manera el lodo. Si la fosa de decantación es pequeña, como en el caso de los tanques de lodo de acero, debe limpiarse con frecuencia a medida que los recortes se acumulan en el fondo del tanque.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Algunos de los equipos más importantes que forman parte del arreglo de maquinaria para la zaranda vibratoria y la fosa de lodos se mencionan a continuación:

- Agitador de esquisto
- Acondicionador de lodo
- Degasificador al vacío
- Bomba mezcladora de lodo
- Bomba de tanque de viaje
- Agitador de lodo
- Divisor de flujo
- Tanques de compensación
- Colector de polvo
- Cortadora/ Mezcladora doble succión
- Taladro
- Tanque de decapado
- Secador VSM- 04
- Tanque de agitación
- Caja de colección de corte
- Ventilador de circulación MSC- 2A y 2B
- Separador de sólidos
- Tanque de efluente (portátil)
- Bomba de aire
- Panel de control de lodos
- Cargador de batería 3 fases de 3.5 a 10 kW

Sistema de ahogo y estrangulamiento

El peso aproximado del sistema de ahogo y estrangulamiento (choke & kill) es de 41,750 libras. Está conformado por diversos instrumentos, entre los cuales se encuentran colectores múltiples para válvulas, bridas con soldadura de cuello, hidro estrangulador, bloques de aparejo móvil de 3 y 7 vías, tanque buffer, junta giratoria de barrido largo, conexiones de bridas, cojín de fluido de brida, medidores de presión, regulador de presión, bridas transversales y anillos de juntas.

Asimismo, se contempla una tubería de alta presión para este sistema, el cual se compone de válvulas reguladoras de flujo, reductores, bridas ciegas, uniones martillo, accesorios como codos y Ts, juntas de expansión, transductores de presión, indicadores de presión, sensores de flujo, bombas centrífugas y transmisores de presión. Dentro de este sistema, se cuenta con un separador de gases horizontal, el cual tiene una presión de operación de 125 psi, mientras que la presión de diseño es de 150 psi. También, el diseño considera dos tanques de viaje, tienen generalmente una capacidad de 20 a 50 barriles. Este sistema tiene la capacidad de llenar el pozo continuamente, tomando los retornos en el tanque. Con esto se tiene la ventaja que se puede mantener el pozo lleno todo el tiempo y el volumen, tanto si decrece como se incrementa puede dar una idea de la condición del pozo.

Sistema de almacenamiento y transferencia de combustible

El sistema de almacenamiento y transferencia de combustible contará con medidas de seguridad pre instalados, tales como: válvulas (compuerta, aguja, bola, cierre rápido operada remotamente, bola cerrada, compuerta cerrada, bola operada por aire, anti retorno, retención y de cierre automático), mangueras flexibles, acoplamientos de camlock, tubos de escape de succión, línea de desbordamiento, control remoto, reductor, tubería de control, indicador visual, boquilla con dispositivo de hombre muerto, filtros, controles de ventilación con filtro de flama, indicadores de nivel operados con flotador magnético, medidores de nivel de contenido, colador simple y doble.

En el **Anexo 9.5**, se encuentran disponibles Diagramas de Tubería e Instrumentación y arreglos generales de los equipos de proceso y auxiliares principales, tales como: cuarto de propulsores y bombas pontón, planta de energía y sala de máquinas, cuarto de bombas del sistema de lodos, área de zaranda vibratoria y fosa de lodos, cuarto de generador de emergencia, piso de perforación y transferencia de combustible y tubería de alta presión para el sistema de ahogo.

9.7 Análisis de Actividades Altamente Riesgosas

De acuerdo con la información proporcionada por el Promovente, las sustancias peligrosas almacenadas en el área del Proyecto se presentan en la Tabla 0.12, en esta tabla se hace una comparación de las sustancias con los listados de actividades altamente riesgosas (LAAR).

Tabla 0.12 Comparación de sustancias peligrosas con LAAR

Sustancia	Volumen total almacenado (m³)	¿Se encuentra en algún LAAR?
Gasóleo marino	2,522.9	No
Lodos de perforación (activos, de reserva y de proceso)	2,641.1	No
Aceite base de lodos de perforación	270.9	No
Aceite lubricante	20.7	No
Cemento	382.2	No
Bentonita / barita	372.8	No
Combustible para helicóptero	5.8	No

Fuente: Eni, 2022.

Como se puede observar en la Tabla 0.12, de las sustancias almacenadas ninguna se encuentra listada el Primer/Segundo LAAR. Sin embargo, en el “Segundo listado de actividades altamente riesgosas” publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de mayo de 1992, en el artículo 4 sección VIII se menciona que las sustancias no indicadas, que tengan las características indicadas a continuación y una cantidad a partir de 10,000 kg deben ser consideradas como altamente riesgosas.

- Temperatura de inflamación menor de 37.8 °C
- Temperatura de ebullición menor a 21.1 °C
- Presión de vapor de 760 mm Hg

Sin embargo, cabe mencionar que independientemente del resultado de la comparación citada anteriormente es requerimiento de ASEA que todos los proyectos del sector hidrocarburos presenten estudios de riesgo ambiental ante esta dependencia. Por lo tanto, se incluye el presente análisis al ser el requerimiento regulatorio vigente al momento de la presentación de este estudio.

Las hojas de datos de seguridad (HDS) de los principales materiales utilizados en el proyecto se incluyen en el **Anexo 9.6**.

9.8 Propiedades de la Mezcla

A continuación, en la Tabla 0.13, se presentan las propiedades del hidrocarburo y en la Tabla 0.14, las características de composición de la mezcla del hidrocarburo, que se esperan encontrar en el área del Proyecto, de acuerdo con la información proporcionada por Eni.

Tabla 0.13 Propiedades del Hidrocarburo

Nombre	Gravedad API	Densidad (kg/m3)	Densidad relativa	Viscosidad (cP)	Proporción gas a hidrocarburo (GOR)
Hidrocarburo	35 - 40	876.3	1.101	1.5	75.25

Fuente: Información de almacenamiento proporcionada por Eni, 2022.

Tabla 0.14 Composición de la Mezcla

Nombre	Gravedad API
Nitrógeno	0.000
CO ₂	0.000
H ₂ S	0.000
Metano	0.000
Etano	0.007
Propano	0.100
i-Butano	0.073
n-Butano	0.318
Neo-pentano	0.000
i-pentano	0.362
n-pentano	0.579
Hexano	1.752
M-C-Hexano	0.176
Tolueno	0.213
Octano	2.410
E-Benceno	0.115
M/P-Xileno	0.172
O-Xileno	0.151
Nonano	2.685
1,2,4-TMB	0.215
C10	3.025
C11	2.817
C12	2.599
C13	2.607
C14	2.402
C15	2.507
C16	2.305
C17	2.550
C18	2.203
C19	1.690

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Nombre	Gravedad API
C20	1.859
C21	1.787
C22	1.698
C23	1.558
C24	1.486
C25	1.335
C26	1.294
C27	1.266
C28	1.207
C29	1.177
C30	1.061
C31	1.072
C32	0.991
C33	0.895
C34	0.873
C35	0.780
C36+	42.707

Fuente: Información de almacenamiento proporcionada por Eni, 2022.

Las hojas de datos de seguridad (HDS) de los principales materiales utilizados en el proyecto se incluyen en el **Anexo 9.6**.

La totalidad de las hojas de datos de seguridad de los materiales utilizados en el buque de perforación e instalaciones relativas al Proyecto, se mantendrán disponibles en Sitio, en idioma español, y siguiendo los lineamientos que se especifican en la Norma Oficial Mexicana, NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

9.9 Descripción del Entorno

El AC7 ha sido establecida por la Comisión Nacional de Hidrocarburos a través de la licitación CNH-R02-L01/2016 y el contrato CNH-R2-L01-A7.CS/2017 y se encuentra en la provincia geológica Salina del Istmo, dentro de la provincia petrolera Cuencas del sureste y abarca aproximadamente 591 km², dentro de la Zona Económica Exclusiva Mexicana (ZEE), dentro de la zona marina de competencia federal y se encuentra en profundidades de agua de 150 m a 550 m, y cubre una superficie total de 591 km².

Las coordenadas y ubicación del AC7 se presentan en la Tabla 0.15 y Figura 0.4.

Los pozos exploratorios, Ixchel-1 y Yatzil-1, se ubican al noroeste y al centro del AC7. Las coordenadas y ubicación de dichos pozos se muestran en la Tabla 0.16 y la Figura 0.5.

Tabla 0.15 Coordenadas geográficas de los vértices de Área Contractual 7

Vértice	Coordenadas geográficas sexagesimales		Coordenadas geográficas decimales	
	Longitud (O)	Latitud (N)	Longitud (O)	Latitud (N)
1	94° 20' 00"	18° 38' 30"	-94.333333	18.641667
2	94° 20' 00"	18° 55' 00"	-94.333333	18.916667
3	94° 08' 00"	18° 55' 00"	-94.133333	18.9916667
4	94° 08' 00"	18° 44' 30"	-94.133333	18.741667
5	94° 10' 30"	18° 44' 30"	-94.175000	18.741667
6	94° 10' 30"	18° 38' 30"	-94.175000	18.641667

Fuente: Eni, 2022

Nota: Las coordenadas se encuentran en datum ITRF 2008 para México

Tabla 0.16 Coordenadas geográficas de los pozos exploratorios del Área Contractual 7

Pozo	Coordenadas geográficas sexagesimales		Coordenadas geográficas decimales		exploratorios del Área Contractual 7 Trayectoria
	Longitud (O)	Latitud (N)	Longitud (O)	Latitud (N)	
Ixchel-1	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.				Vertical
Yatzil-1					Vertical

Fuente: Eni, 2022

Nota: Las coordenadas se encuentran en datum ITRF 2008 para México

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

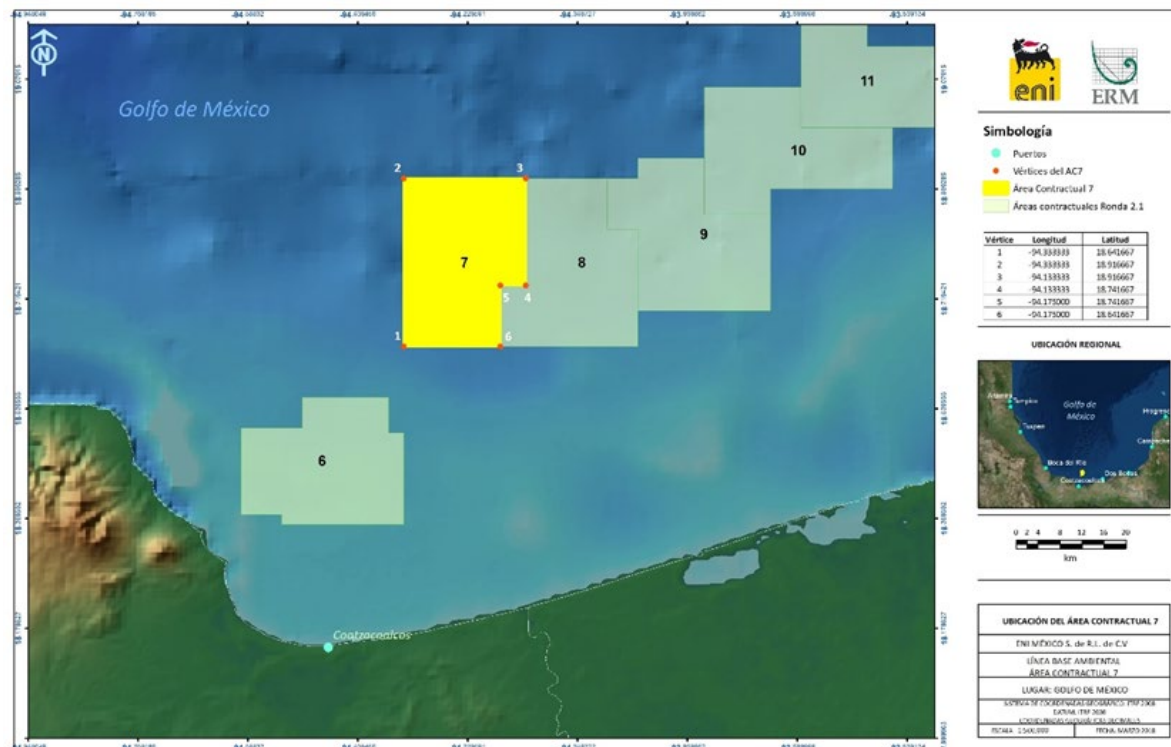


Figura 0.4 Ubicación del Área Contractual 7

Fuente. ERM, 2022.

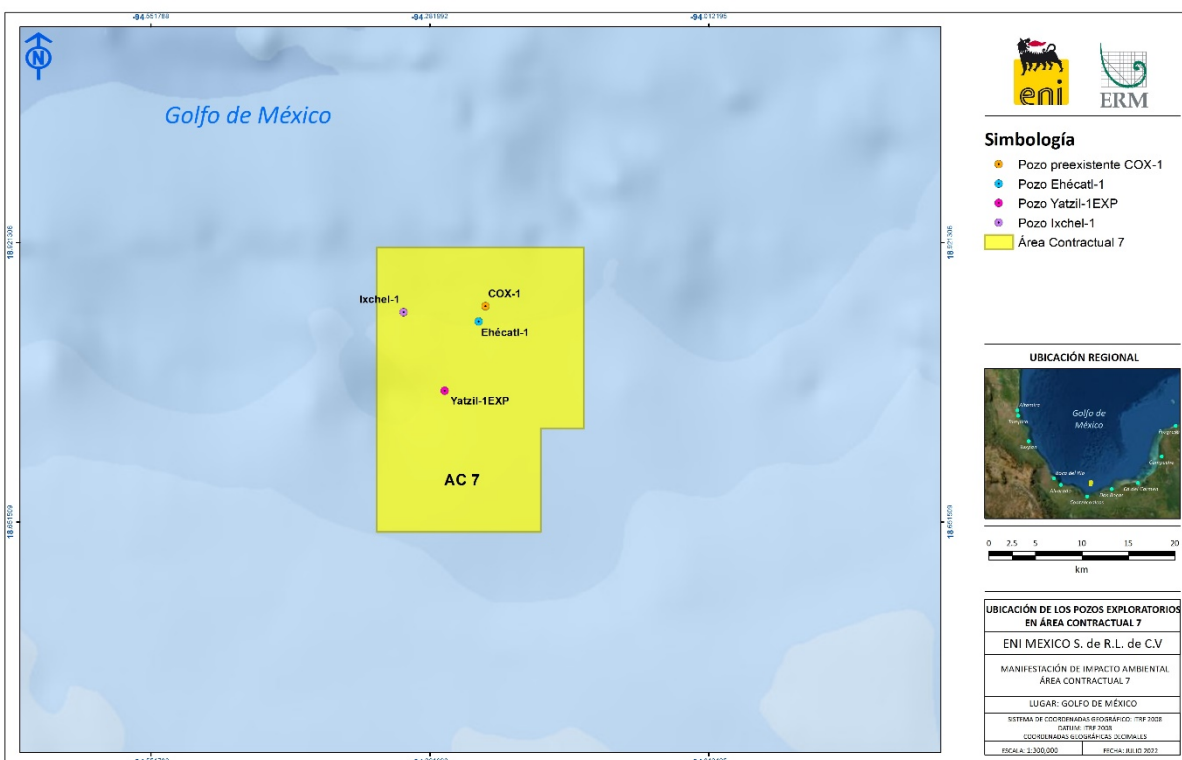


Figura 0.5 Ubicación de los pozos exploratorios del Área Contractual 7

Fuente: ERM, 2022.

Como se definió en el Capítulo 4 de este documento, para la definición del Sistema Ambiental Regional (SAR) del que AC7 es parte, se tomaron en consideración los siguientes aspectos:

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Unidad de Gestión Ambiental (UGA) del “Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe”. Se optó por delimitar el SAR mediante el uso de las UGA N° 187 del Programa de Ordenamiento Ecológico del Golfo de México y Mar Caribe junto con la N°165 y N° 166, que es vecina inmediata al sur del AC así como con la Región Marina Prioritaria (RMP) N° 53 (Pantanos de Centla- Laguna de Términos) y la No° 56 (Delta del Río Coatzacoalcos). La superficie total del SAR mide aproximadamente de 12,478 km² (Figura 0.6).

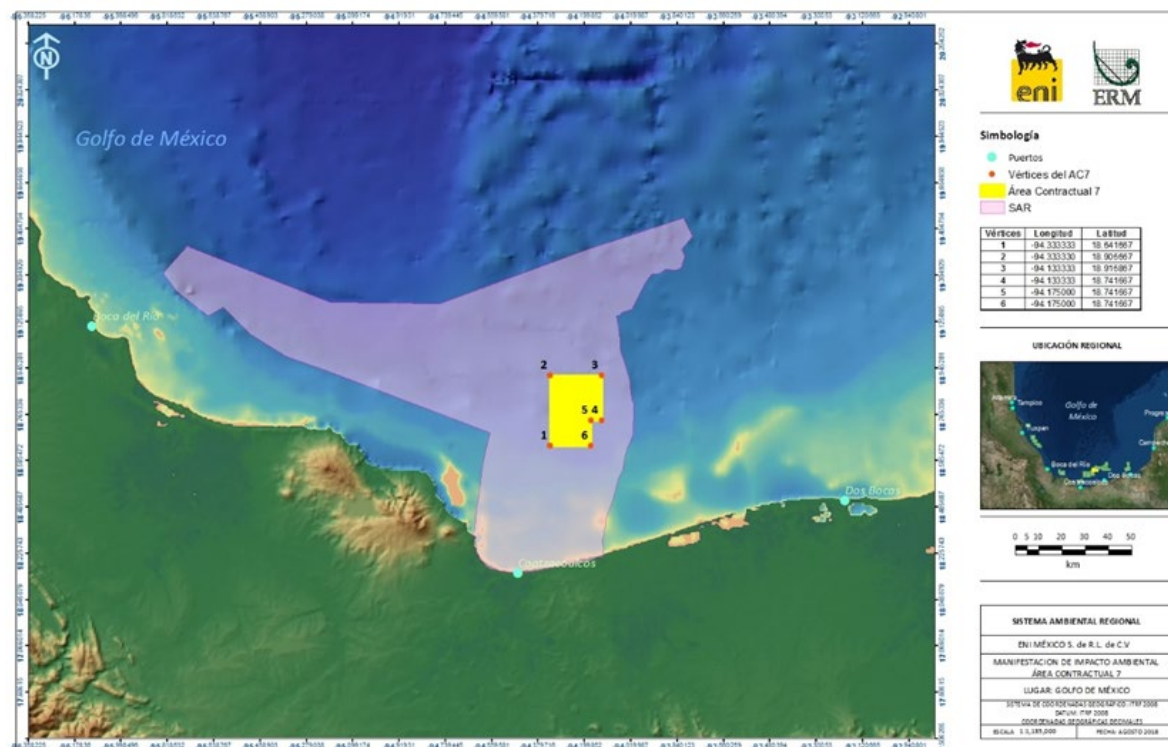


Figura 0.6 Ubicación del Área Contractual 7 y el Sistema Ambiental Regional (SAR)

Fuente: ERM, 2022.

9.10 Historial epidémico

9.10.1 Enfermedades infecciosas

A nivel nacional, las principales enfermedades infecciosas que causan enfermedades y muerte entre la población en general son la tuberculosis y las infecciones respiratorias, que son las causas sexta y novena de muerte entre todas las edades (OMS, 2014). Un rango de otras enfermedades infecciosas, incluida la tripanosomiasis americana (enfermedad de Chagas), chikungunya, *cutánea larva migrans* (CLM), dengue, hepatitis A, hepatitis B, leishmaniasis, malaria, rabia, Infecciones de Transmisión Sexual (ITS), TD, fiebre tifoidea, virus del Nilo Occidental y ZIKV (International SOS, 2019).

Con referente a las ITS cabe señalar que Tabasco representa el 2.2% de casos registrados del total con 4,094 mientras que los casos registrados en Tamaulipas (4,650) representan el 2.5%. Los estados con mayor porcentaje de casos son, en primer lugar, el Distrito Federal (14.5%), Estado de México (10.5%) y, en tercer lugar, Veracruz (8.5%).

9.10.1.1 SARS-CoV-2 (COVID-19)

Los coronavirus son una familia de virus que causan enfermedades (desde el resfriado común hasta enfermedades respiratorias más graves) y circulan entre humanos y animales. El SARS-COV2 apareció en China en diciembre de 2019 y provoca una enfermedad llamada COVID-19, la cual fue

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

declarada pandemia mundial el 11 de marzo de 2020 por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Debido a la declaración de pandemia mundial, el Gobierno de México ha adoptado medidas de protección para la prevención del contagio, las cuales serán adoptadas tanto por Eni en todas las etapas del Proyecto.

9.11 Susceptibilidad a Riesgo Ambiental

Dado que la zona en la que se llevará a cabo el Proyecto no presenta áreas identificadas como vulnerables por terremotos o sismicidad, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, inundaciones, vulcanología, fallas geológicas, fracturas geológicas o deslizamientos; se considera para esta sección como principal riesgo ambiental la presencia de huracanes, fenómeno meteorológico que ha ocurrido en el Golfo de México y que ha generado pérdidas humanas y económicas para las comunidades que se encuentran cerca de las costas.

Los vientos en el Golfo de México tienen una gran variabilidad sobre diferentes escalas de tiempo y espacio, los vientos de mayor intensidad son causados por ciclones tropicales que lo cruzan entre mayo y noviembre y por frentes fríos llegando principalmente entre septiembre y mayo¹.

En la Figura 0.7, se muestra la tendencia de formación de ciclones tropicales durante el mes de junio. Un análisis de los puntos de formación del 11 al 20 de junio (de 1851 a 2015) confirma que climatológicamente es donde es potencialmente más probable la formación de fenómenos meteorológicos.

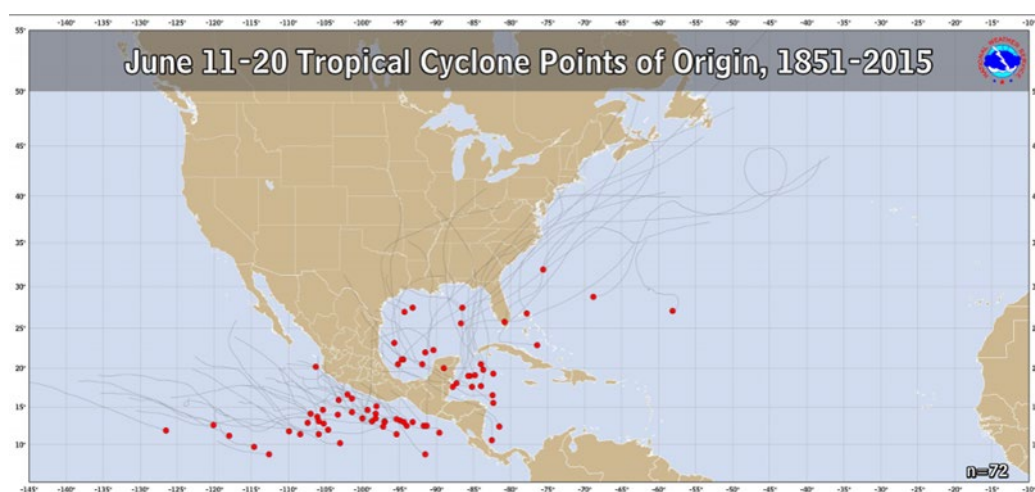


Figura 0.7 Puntos de origen de los Ciclones Tropicales durante el periodo de 1851 a 2015

Fuente: Early Hurricane Season May Be Brewing Something In The Gulf of Mexico: 4 Things To Know. Forbes, junio 2017.

Científicos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) reconocieron que, durante una temporada anual promedio, se forman 10 tormentas tropicales y dos o tres se convierten en huracanes con vientos que tienen velocidades superiores a los 177 km/h.

En el periodo del 2005 al 2010 ocurrieron eventos que ocasionaron daños devastadores. Por ejemplo, Dennis, Katrina, Rita y Wilma en el 2005; temporada que ocasionó pérdidas económicas de hasta \$128 mil millones de dólares. Dean y Félix fueron dos huracanes categoría 5 que golpearon América Central en el 2007. Por último, en el 2008 se presentó la segunda temporada de huracanes más destructiva después del 2005 registrada con \$54 mil millones de dólares en daños.

¹ Zavala-Hidalgo, J., Romero-Centeno, R., Mateos-Jasso, A., Morey, S. L., & Martínez-López, B. (2014). The response of the Gulf of Mexico to wind and heat flux forcing: What has been learned in recent years?. *Atmósfera*, 27(3), 317-334

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

La temporada de huracanes del Atlántico Norte 2010 fue extremadamente activa con 19 tormentas con nombre, 12 huracanes menores y cinco huracanes mayores. Según el Centro Nacional de Huracanes (NHC), el valor promedio de Energía Ciclónica Acumulada" (ACE, en inglés) y el número de tormentas se atribuyeron a las aguas cálidas, los vientos favorables provenientes de África y la débil cizalla del viento. Alex, Hermine, Karl, Nicole, Matthew, Paula y Richard, todos impactaron directamente a México y América Central con lluvias torrenciales y fuertes vientos.

La temporada de huracanes del Atlántico norte de 2012 tuvo 19 tormentas con nombre, diez huracanes menores y un huracán mayor. El número de tormentas con nombre marcó la tercera temporada de huracanes consecutiva con 19 tormentas con nombre para la cuenca y empató con 2011, 2010, 1995 y 1887 como el tercer año más activo para los ciclones tropicales del Atlántico Norte.

La temporada de huracanes del 2013 tuvo 13 tormentas nombradas y 2 huracanes menores. El número de tormentas tropicales fue ligeramente superior al promedio (12.1) de las temporadas de 1981-2010, el número de huracanes estuvo debajo del promedio (6.4) y la falta de huracanes mayores también estuvo por debajo del promedio (2.7). En términos de tormentas con nombre total, esta fue la temporada más lenta desde 2009. La última vez que se observaron dos huracanes fue en 1982 y la última temporada sin grandes huracanes fue en 1994.

Los dos huracanes que se formaron durante la temporada, Humberto e Ingrid, fueron de corta vida. Humberto alcanzó la fuerza de los huracanes el 11 de septiembre, vinculando la última fecha para el primer huracán de la temporada. La fecha promedio para el primer huracán es el 4 de agosto. Ningún huracán tocó tierra en los EE. UU. Durante 2013. La tormenta tropical Andrea tocó tierra a lo largo de la costa del Golfo de Florida en junio y fue la única tormenta tropical que impactó directamente a los EE. UU. Contiguos durante la temporada. El huracán Ingrid tocó tierra en México en septiembre, causando inundaciones.

La temporada de huracanes del Atlántico norte de 2014 tuvo ocho tormentas tropicales, cuatro huracanes y dos huracanes importantes. La temporada de huracanes del Atlántico norte de 2016 tuvo 15 tormentas con nombre (las que alcanzaron tormenta tropical o mayor resistencia), siete de las cuales fueron huracanes y tres fueron huracanes importantes. Típicamente, cuando las condiciones de El Niño están presentes en el Pacífico ecuatorial como en 2015 y principios de 2016, la actividad de ciclones tropicales en la cuenca del Atlántico Norte tiende a ser suprimida debido al aumento de la cizalladura del viento, que es una condición desfavorable para el desarrollo de ciclones tropicales².

Por último, en la temporada de huracanes del Atlántico en el 2017 se registraron siete tormentas tropicales, dos huracanes fuertes (categoría uno y dos) y dos huracanes intensos (categoría tres, cuatro y cinco), además se pronosticó que impactarían de tres a cinco ciclones tropicales³.

A continuación, se presenta la descripción de algunos de los huracanes más relevantes que se han suscitado en el Golfo de México:

- El huracán Emily se volvió el más fuerte en Julio durante el año 2005, debido a que el viento alcanzó velocidades de hasta 260 km/h en su trayectoria por el Golfo de México. A pesar de que la tormenta se debilitó antes de tocar la península de Yucatán provocó la muerte de 17 personas y generó más de 1 billón de dólares en daños.
- Los vientos máximos de Rita alcanzaron eventualmente 290 km/h, pero se debilitó antes de llegar a la costa cerca de la frontera entre Luisiana y Texas. Aun así, mató a 120 personas e infligió 12 billones de dólares en daños.
- Los vientos máximos del huracán Wilma alcanzaron 298 km/h mientras recorría el Mar Caribe en octubre. La tormenta se debilitó al golpear la península de Yucatán, dio un giro en ángulo recto,

² <https://www.ncdc.noaa.gov>

³ www.eluniversal.com.mx

recuperó fuerza y golpeó Key West con vientos de 193 km/h y una marejada ciclónica de 2.4 metros.

- En 2007 el huracán Dean llegó a las costas del Golfo de México, con vientos dominantes y tormentas torrenciales que ocasionaron la muerte de dos personas, inundaciones y viviendas destruidas.
- El huracán Hermine en 2010 se formó a partir del remanente de baja presión de la Depresión tropical No. 11-E localizado al Sur de Veracruz, mismo que al ingresar a aguas del Golfo de México y al ir mostrando mayor organización, generó a la Depresión tropical No. 10, localizándose a las 13:00 horas del 5 de septiembre a 190 km al Nor-noreste de Veracruz, Ver., con vientos máximos sostenidos de 45 km/h, rachas de 65 km/h, presión mínima central de 1003 hPa y desplazamiento hacia el Norte a 11 km/h. Hermine fue la 8va tormenta tropical de la temporada, por imágenes de radares, presentó características de ojo y favoreció daños a la altura del Río Grande, así como lluvias torrenciales en Veracruz, Hidalgo y Chiapas. Intensas en Tamaulipas, Tabasco, Campeche, Oaxaca, Nuevo León, Puebla y San Luis Potosí y fuertes en Morelos, provocando deslaves en zonas montañosas, así como inundaciones en zonas bajas⁴.
- “Ernesto” en Agosto de 2012 fue el quinto ciclón de la temporada y segundo huracán en el Océano Atlántico, tuvo su origen en el Atlántico Central y desde sus inicios los modelos de pronóstico lo presentaron con una trayectoria bien definida hacia el Oeste, por lo que después de cruzar a todo lo largo del Mar Caribe, tocó tierra en la costa de Quintana Roo y atravesó la Península de Yucatán hasta salir al mar en la Sonda de Campeche con rumbo hacia la costa de Veracruz, llegando a tierra por segunda ocasión, esta vez cerca de la población de Coatzacoalcos, Ver. Siguió su trayecto sobre territorio de Veracruz, después sobre el Norte de Oaxaca y finalmente se disipó sobre el Noreste del estado de Guerrero⁵.
- El nacimiento de Harvey, el devastador huracán más reciente, ocurrió el domingo 13 de agosto de 2017 cuando una ola tropical emergió de la costa oeste de África, y finalmente se fusionó con una amplia área de baja presión cerca de las Islas Cabo Verde. Al principio, se pensó que la ola y el área de baja presión tendrían una pista más oeste-noroeste, amenazando a las Antillas Menores. Sin embargo, esta baja se mantuvo más en un curso hacia el oeste a medida que avanzaba sobre el océano Atlántico abierto hacia el Mar Caribe Oriental. Durante unos días en su camino hacia el oeste, “Harvey” permaneció desorganizado, y había cierta incertidumbre sobre si se convirtiera en un ciclón tropical. Sin embargo, para el jueves 17 de agosto, el Centro Nacional de Huracanes comenzó a emitir avisos y pronósticos sobre el ciclón tropical “Nine” y la tormenta tropical Harvey. Las advertencias de tormenta tropical se emitieron para Martinica, Santa Lucía, Barbados y San Vicente y las Granadinas. La tormenta tropical Harvey impactó las Islas de Barlovento el viernes 18 de agosto y entró en el Mar Caribe Oriental como una mínima tormenta tropical, y finalmente se debilitó a una ola tropical. Aunque había algo de potencial para que los restos de Harvey se reorganizaran en un ciclón tropical, un ciclón tropical no se formó cuando los restos de Harvey se trasladaron a la Península de Yucatán el martes 22 de agosto por la mañana⁶. El poderoso huracán dejó 77 muertos y presentó vientos máximos de hasta 215 km/h.
- El huracán Katia en septiembre de 2017, tocó costas de Veracruz y afectó a 53 municipios de la entidad, y ocasionó la muerte de dos personas por deslaves, así como pérdida de electricidad para cerca de 77,000 personas. El huracán sopló vientos sostenidos de hasta 56 km/h y ocasionó fuertes lluvias de entre cinco (5) y 10 centímetros provocando también inundaciones y tres días de emergencia en el estado⁷.

⁴ <http://smn.cna.gob.mx>

⁵ <http://smn.conagua.gob.mx>

⁶ <http://www.weather.gov>

⁷ www.bbc.com/mundo

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

- El huracán Irma que impactó la península de Florida en septiembre de 2017, causó la muerte de al menos 12 personas en ese estado, además de 43 fallecidos en el Caribe, sumando un total de 55 víctimas. Las autoridades informaron que 15 millones de personas en Florida, un millón en el estado de Georgia y 20,000 en Carolina del Sur, padecieron cortes a la electricidad. En el Caribe, hubo daños a edificios, viviendas y hoteles. En Cuba, el huracán llegó a la isla siendo categoría cinco y se registraron al menos 10 muertes y la evacuación de 1.7 millones de personas. Otras islas del Caribe como Barbuda, San Martín y San Bartolomé fueron las más afectadas por el huracán Irma, donde los pobladores perdieron sus casas y los grandes hoteles quedaron devastados⁸.

A continuación, en la Figura 0.8, se pueden observar las trayectorias de los huracanes y tormentas tropicales más representativas que se presentaron en el Golfo de México en un periodo de 10 años.



Figura 0.8 Huracanes más relevantes

Fuente: Ten Years of Hurricanes and Tropical Storms in One Graphic. National Geographic, agosto 2005.

A continuación, en la Figura 0.9, se aprecia el cambio del calor oceánico en diferentes zonas del Golfo de México. Cabe destacar que para las zonas cercanas al AC7 se distingue una temperatura cercana a los 30°C, que de acuerdo con el Centro de Predicciones Climáticas de los Estados Unidos es superior a la temperatura promedio que es va de 21°C a 24°C (70-75°F).

⁸ www.bbc.com/mundo

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

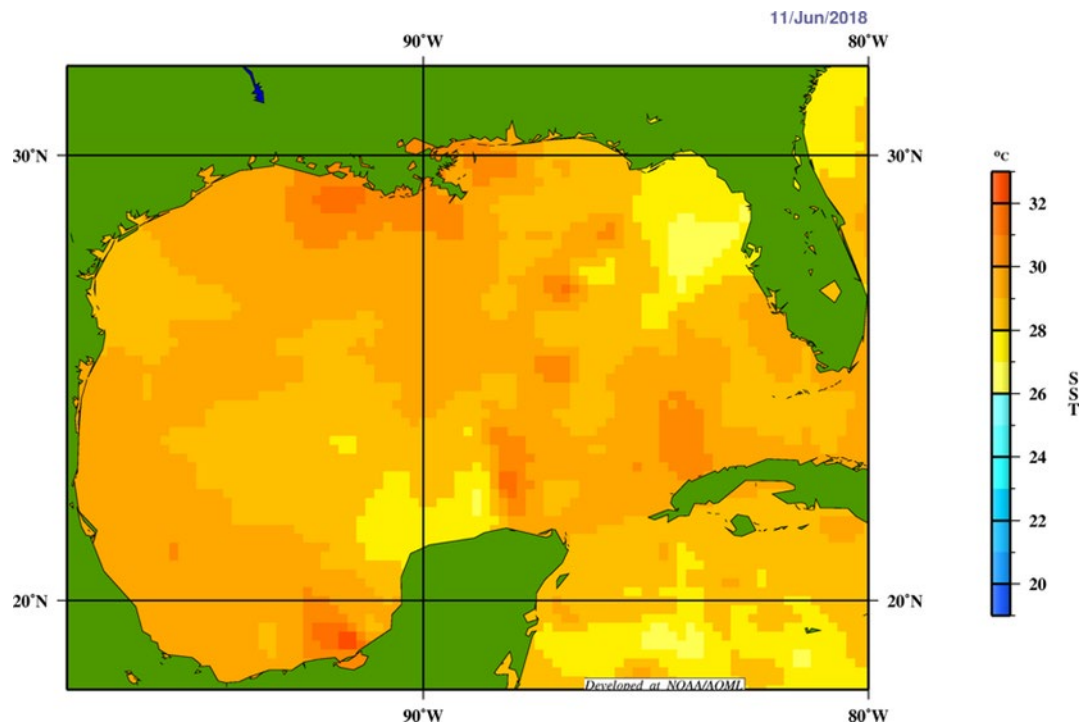


Figura 0.9 Calor oceánico en el Golfo de México

Fuente: Seguimiento de la temperatura superficial del Golfo de México. NOAA/AOML, junio 2018.

Los datos de la NOAA, reportan que para un radio de 50 km alrededor del AC7 se han suscitado 14 fenómenos en los últimos 130 años. Ocho de estos fenómenos fueron nombrados: Simone (1961), Hermine (1980), Stan (2005), Harvey (2011), Ernesto (2012), Barbara (2013), Fernand (2013) y Earl (2016), mientras que 6 son desconocidos y se llevaron a cabo durante el período de 1888 a 1999.

En la Figura 0.10, se muestran estos fenómenos meteorológicos y la trayectoria que siguieron en torno a la zona de interés. Según la simbología de la NOAA, las trayectorias color verdes, azules, amarillas, naranja, rojo, rosa y morado implican tormentas tropicales, depresiones tropicales, huracán nivel 1, huracán nivel 2, huracán nivel, huracán nivel 4 y huracán nivel 5 respectivamente.

Se puede observar que la mayoría de los fenómenos ocurridos cerca del AC7 han sido principalmente tormentas y depresiones tropicales y que el evento de mayor magnitud fue un huracán nivel 2, en color naranja, el cual no fue nombrado y ocurrió en el año de 1902. El segundo evento de mayor magnitud fue el huracán Stan (2005) el cual fue clasificado como huracán nivel 1 en el área cercana a AC7.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar



Figura 0.10 Registro histórico de huracanes cerca del AC7

Fuente: NOAA, 2020.

La infraestructura incluida como parte de las instalaciones del Proyecto cumplirá con criterios de diseño apropiados para la exposición a ambientes marinos extremos.

En la Tabla 0.17, se mencionan los eventos extremos reportados en el Golfo de México que han sucedido desde el año 2011 hasta 2022, en base a la información histórica disponible de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Tabla 0.17 Eventos extremos reportados para el Golfo de México

Nombre del Fenómeno	Mes y Año	Lugar de entrada a Tierra en México	Vientos máx.* (km/h)	Vientos máx.** (km/h)	Categoría***
Harvey	Agosto 2011	Tabasco y Veracruz	55	75	TT
Ernesto	Agosto 2012	Coatzacoalcos, Ver.	140	175	H1
Ingrid	Septiembre 2013	Veracruz	140	165	H1
Earl	Agosto 2016	Antón Lizardo, Ver.	130	150	H1
Franklin	Agosto 2017	No tocó tierra	110	140	TT
Alberto	Mayo 2018	No tocó tierra	100	100	TT
Ferdinand	Agosto 2019	La Pesca, Tamaulipas	85	85	TT
Hanna	Julio 2020	Tamaulipas	150	150	H1
Delta	Octubre 2020	Puerto Morelos	220	165	H4
Grace	Agosto 2021	Quintana Roo	195	130	H3

Fuente: CONAGUA, 2022.

Notas:

* *Sostenidos*: son los vientos más fuertes de superficie que ocurren durante 1 minuto dentro de la circulación del sistema.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

**** Rachas:** es un aumento brusco del viento con respecto a su velocidad media tomada en un cierto intervalo de tiempo.

***** Las categorías, de acuerdo con la escala de Saffir-Simpson, se clasifican en:** H1, 119-153 (km/h); H2, 154-177 (km/h); H3, 178-209 (km/h); H4, 210-250 (km/h) y H5, mayor de 250 (km/h).

H Huracán; TT Tormenta Tropical; DT Depresión Tropical

9.12 Susceptibilidad de población cercana al Proyecto

Dado que el AC se localiza en aguas someras a 70 km de la costa de Veracruz, no existen asentamientos humanos, ni ningún otro tipo de construcciones dentro de un radio de 500 m alrededor del área de operación del Proyecto.

9.13 Análisis y Evaluación de Riesgos

9.13.1 Identificación de Peligros y Jerarquización de escenarios de Riesgo

9.13.1.1 Antecedentes de accidentes e incidentes en proyectos similares

De acuerdo con la base de datos de la World Offshore Accident Database, WOAD, por sus siglas en inglés, la cual es una recopilación de información sobre 6,451 accidentes que han ocurrido en la industria de los hidrocarburos y gas en alta mar, desde 1970 hasta 2012. Se menciona que contiene información principalmente del Mar del Norte (57%) y el Golfo de México (26%) y en menor proporción de otras partes del mundo (17%).

De acuerdo con la información de dicha base, se tienen los siguientes accidentes reportados desde 1970 al 2012 por tipo de unidad, la Tabla 0.18, muestra los accidentes que involucran perforación y exploración de campos petroleros, y por lo tanto está más relacionado al proyecto. La Tabla 0.19, muestra accidentes en general ocurridos en la industria de los hidrocarburos y no necesariamente involucran actividades de perforación y exploración.

Tabla 0.18 Total de accidentes relacionados con perforación y exploración por tipo de unidad

Tipo de Unidad	Accidente	Incidente	Casi incidente	Evento insignificante	Total
Barcaza de perforación	66	22	0	2	90
Barco de perforación	95	75	3	4	177
Equipo asistente de perforación	10	4	0	1	15
Instalación submarina	4	8	0	2	14

Fuente: World Offshore Accident Database.

Tabla 0.19 Total de accidentes de la industria de los hidrocarburos por tipo de unidad

Tipo de Unidad	Accidente	Incidente	Casi incidente	Evento insignificante	Total
Isla artificial	2	1	0	0	3
Barcaza (no de perforación)	63	34	2	1	100
Estructura de concreto	83	432	78	138	731
Quemador	1	0	0	1	2
Unidad flotante de producción, almacenamiento y transferencia de hidrocarburo construida a partir de un buque (FPSO, por sus siglas en inglés)	25	102	9	32	168
Helicóptero	243	19	13	3	278
Plataforma tipo Jacket	746	916	128	259	2,049
Auto elevable	577	219	13	35	844
Boya de carga	13	19	2	5	39
Unidad móvil (no equipo de perforación)	18	3	0	0	21
Otros	0	2	0	1	3
Otras estructuras fijas	4	6	0	2	12
Tubería	145	115	1	4	265
Semi-sumergibles	306	663	151	123	1,243
Sumergibles	19	5	0	1	25

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tipo de Unidad	Accidente	Incidente	Casi incidente	Evento insignificante	Total
Plataforma de tipo TLP	14	137	24	30	205
Estructura de soporte de pozo	127	36	2	2	167

Fuente: World Offshore Accident Database.

Por otro lado, la Conferencia de Asesoría de Seguridad de Helicópteros (HSAC, por sus siglas en inglés Helicopter Safety Advisory Conference), en su reporte de seguridad del 2017 de operaciones con helicóptero costa afuera en el Golfo de México reporta que desde 1999 ha habido 29 accidentes de los cuales 7 fueron mortales (24%), resultando en 15 fatalidades y 18 lesiones⁹.

El Centro para la investigación de lesiones y política de lesiones Johns Hopkins, parte de la Escuela de Salud Pública de John Hopkins Bloomberg (JHSPH, por sus siglas en inglés John Hopkins Bloomberg School of Public Health) reporta que los helicópteros que trabajan con las plataformas de perforación y los buques en el Golfo de México colapsan en promedio más de seis veces al año, lo que resulta en un promedio de 5 muertes por año de 1983 a 2009. Durante el mismo periodo ocurrieron 178 accidentes que resultaron en 139 muertes, incluyendo 41 pilotos y 3 copilotos. Los análisis determinaron que el resultado más común de las fallas mecánicas en accidentes mortales y no mortales fue la pérdida de potencia del motor, que ocurrió en casi un tercio de los accidentes fatales. La mayoría de los aterrizajes forzosos posteriores a fallas mecánicas ocurrieron en el agua, con un 20 por ciento que resultó en el hundimiento del helicóptero a pesar del hecho de que la mayoría de los helicópteros están equipados con dispositivos de flotación activados por piloto¹⁰.

A continuación, en la Tabla 0.20, se presentan algunos de los últimos accidentes de helicóptero relacionados con la industria petrolera costa afuera en el golfo de México y en el mundo.

Tabla 0.20 Accidentes de Helicópteros en Operaciones Petroleras en el Mundo

Fecha	Helicóptero	Ubicación	Hechos	Causa
19/Ene/1996	Eurocopter AS332	Aberdeen	El helicóptero volaba a las plataformas petroleras cuando el helicóptero fue golpeado por un rayo causando severos daños al rotor de la cola del helicóptero. El piloto se vio forzado a realizar un aterrizaje de emergencia en el mar. Todos sobrevivieron	Externo
18/Nov/1998	Helicópteros Aresa y Pegasus	Golfo de México, Campeche	Colisión entre dos helicópteros cuando trasladaban a directivos de PEMEX entre plataformas marinas de la sonda de Campeche. 20 muertos	Operacional-Error humano
2001	Aerosatiale AS332L1	Mar de norte	Movimiento de la plataforma petrolera causó que el helicóptero se volteara mientras los rotores seguían corriendo. 1 herido	Externa
16/Jul/2002	Sikorsky S-76A	Mar del Norte	Durante un vuelo a la plataforma petrolera Clipper las cuchillas del rotor principal se desprendieron, lo que causó un impacto a alta velocidad al mar. 11 personas murieron	Técnica
19/Jun/2003	BO-105	Golfo de México, Campeche	Helicóptero se precipitó en el mar por causas desconocidas después de despegar de la plataforma Júpiter para recargar gasolina. 1 muerto	No se sabe

⁹ "2017 HELICOPTER SAFETY ADVISORY CONFERENCE (HSAC) GULF OF MEXICO OFFSHORE HELICOPTER OPERATIONS AND SAFETY REVIEW", <http://www.hsac.org/library>

¹⁰ "Oil and Gas Operations in the Gulf of Mexico Claim 139 Lives in Helicopter Crashes over 26-year Period", <https://www.jhsph.edu>

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Fecha	Helicóptero	Ubicación	Hechos	Causa
13/Abr/2006	XA-TNE	Golfo de México, Campeche	Pocos minutos después de que el helicóptero despegara rumbo a la zona de plataformas petroleras este sufrió falla mecánica del aparato, los tripulantes lograron acuatizar el helicóptero y fueron rescatados	Técnica
27/Dic/2006	Eurocopter AS365	Bahía de Morecambe, Inglaterra	Durante la transferencia de personal de noche, el piloto se desorientó debido a las condiciones climatológicas adversas y perdieron altitud estrellándose contra el mar. Los dos pilotos y 5 pasajeros murieron	Operacional
1/Abr/2009	Eurocopter AS332 L2 Super Puma	Escocia, UK	De regreso de la plataforma petrolera Miller el piloto perdió control del helicóptero cuando ocurrió una falla repentina en la caja de engranajes del rotor principal lo cual causó que se desprenda del helicóptero. El helicóptero se estrelló contra el mar a alta velocidad. El impacto destruyó el helicóptero y los 16 pasajeros murieron.	Técnica
2012	Eurocopter EC225	Mar del Norte	El piloto reportó problemas con la caja de engranajes y la intención del descenso de emergencia en el mar. No hubo fatalidades ni lesiones	Técnica
15/Feb/2015	AgustaWestland AW119 MK II	Golfo de México	EL helicóptero sufrió una abrupta y fuerte guiñada a la izquierda, lograron hacer aterrizaje de emergencia. No hubo muertes ni heridos. El helicóptero sufrió daño mecánico.	Externa
18/Jun/2015	Bell 407	Golfo de México	Fuertes vientos empujaron al helicóptero fuera del helipuerto y de la plataforma de perforación durante el arranque del motor. El piloto sufrió lesiones	Externa
6/Feb/2015	Bell 206B	Golfo de México	Helicóptero se estrelló contra el agua cerca de Galveston mientras regresaba de una plataforma de noche. 1 persona desaparecida de 3. La causa fue error del piloto	Operacional
12/Ago/2015	Sikorsky S-76C	Lagos, Nigeria	El helicóptero estaba regresando de una plataforma cuando el helicóptero se estrelló en el lago. No se conocen las razones. 6 muertos	Desconocido
3/Nov/2015	Desconocido	Mumbai High Oil Field, India	El helicóptero estaba realizando pruebas de aterrizaje de noche y se estrelló contra el mar por razones desconocidas. Dos muertos	Desconocido
29/Abr/2016	Airbus H225	Bergen, Noruega	De regreso de una plataforma de perforación el rotor principal del helicóptero se desprendió y consecuentemente se estrelló en una pequeña isla y se incendió. Los 13 pasajeros murieron	Técnica
27/Feb/2017	Bell 407	Golfo de México	El piloto no fue capaz de mantener la altitud que resultó en una colisión en el mar mientras regresaba para una reparación del motor. 1 fatalidad (piloto)	Operacional

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Fecha	Helicóptero	Ubicación	Hechos	Causa
2/May/2017	Bell 407	Golfo de México	Pérdida del rotor de cola del helicóptero lo que causó un aterrizaje de emergencia. No hubo muertos ni lesionados	Técnica
26/Sep/2017	Desconocido	Cabinda, Angola	EL helicóptero estaba en ruta hacia la plataforma Tombua-Landana y nunca llegó a su destino. El helicóptero se estrelló contra el mar. 6 muertos	Desconocido

Fuente: HSAC (Helicopter safety advisory conference); National Transportation Safety Board y Aero assurance.

9.13.1.2 Mayores incidentes de derrame en el mar de Estados Unidos

De acuerdo con el Buró de Administración de Energía Oceánica (BOEM, por sus siglas en inglés Bureau Ocean Energy Management) se tiene un registro de 47 derrames mayores de 1,000 barriles de hidrocarburos cada uno de 1964 al 2011, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos. En la Tabla 0.21, se muestran los accidentes que fueron causados por reventones.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.21 Mayores derrames de hidrocarburos en aguas de Estados Unidos

Notas	Fecha	Compañía	Nombre de la Instalación	Clasificación USCG*	Total derramado (barriles)	Hidrocarburos y refinado (barriles)	Fluidos sintéticos (barriles)	Otros químicos (barriles)	Producto derramado	Causa
1, 3	1964-10-03	Signal Oil y Gas Company	Plataforma B	Mayor	5,100	5,100	0	0	Hidrocarburo	Clima, Fuerza externa, Huracán Hilda
1, 3	1964-10-03	Midwest Oil Corp. y/or Continental Oil Co.	Plataformas A, C, y D	Mayor	5,180	5,180	0	0	Hidrocarburo	Clima, Fuerza externa, Huracán Hilda
1	1965-07-19	Pan American Petroleum Corp.	Caisson No. 7	Mediana	1,688	1,688	0	0	Condensados	Falla del equipo
1, 2	1969-01-28	Union Oil Company of California	Plataforma A Pozo No. A-21	Mayor	80,000	80,000	0	0	Hidrocarburo	Falla del equipo, Error humano
1, 6	1969-03-16	Mobil Producing Texas y New Mexico	Pozo No. 3,	Mayor	2,500	2,500	0	0	Hidrocarburo	Clima, Colisión, Fuerza externa, Falla del equipo, Error humano
1, 2, 5	1970-02-10	Chevron Oil Company	Plataforma C	Mayor	65,000	65,000	0	0	Hidrocarburo	Fuerza externa, Falla del equipo, Error humano, Fuego,
1, 2, 7, 8	1970-12-01	Shell Offshore, Inc.	Plataforma B Pozo No. B-21.	Mayor	53,000	53,000	0	0	Hidrocarburo	Falla del equipo, Explosión/Fuego, 36 lesiones, 4 fatalidades

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Notas	Fecha	Compañía	Nombre de la Instalación	Clasificación USCG*	Total derramado (barriles)	Hidrocarburos y refinado (barriles)	Fluidos sintéticos (barriles)	Otros químicos (barriles)	Producto derramado	Causa
1	2007-10-21	Anadarko Petroleum Corporation	Pozo No. 1	Mediana	1,061	0	1,061	0	Hidrocarburo base aceite sintético	Falla del equipo, Pérdida de control del pozo
1,2,5,7, 8	2010-04-20	BP Exploration y Production Inc.	-	Mayor	Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar	Hidrocarburo	En investigación

Fuente: Buró de Administración de Energía Oceánica (BOEM, por sus siglas en inglés Bureau Ocean Energy Management).

Notas

- 1 Fugas menores causadas por reventones : Menos de 10,000 galones (menor a 238 barriles)
- 2 Fugas medianas que tocaron tierra: 10,000 a 99,999 galones (238 to 2,380 barriles)
- 3 Fugas mayores causadas por huracanes: 100,000 galones y mayor (2,381 barriles and mayores)
- 4 Daños por huracanes: Basado únicamente en el tamaño del derrame, sin contabilizar impactos
- 5 Explosión/fuego
- 6 Colisión
- 7 Lesión
- 8 Fatalidad

9.13.1.3 Incidentes de derrame de hidrocarburos en PEMEX.

Con la intención de buscar incidentes relacionados en un sentido más local se revisaron las estadísticas de PEMEX. De acuerdo con la paraestatal mexicana Petróleos Mexicanos (PEMEX), derrames reportados en la , han tenido lugar en aguas de jurisdicción federal.

Tabla 0.22 Incidentes de derrame de hidrocarburos de Pemex

Fecha	Nombre de la instalación	Ubicación	Hechos	Cantidad derramada
1999	No disponible	No disponible	El informe de Seguridad, salud y medio ambiente de PEMEX, reporta que el 3% de los derrames registrado durante las actividades de 1999 por Pemex Exploración y Producción se presentaron en el Mar.	No disponible
2000	No disponible	No disponible	El informe de Seguridad, salud y medio ambiente de PEMEX, reporta que el 7% de los derrames registrado durante las actividades de 2000 por Pemex Exploración y Producción se presentaron en el Mar	No disponible
2001	No disponible	No disponible	El informe de Seguridad, salud y medio ambiente de PEMEX, reporta que el 3% de los derrames registrado durante las actividades de 2001 por Pemex Exploración y Producción se presentaron en el Mar	No disponible
2002	No disponible	No disponible	El informe de Seguridad, salud y medio ambiente de PEMEX, reporta que el 1% (200 toneladas) de los derrames registrado durante las actividades de 2002 por Pemex Exploración y Producción se presentaron en el Mar.	No disponible
2003	No disponible	No disponible	De acuerdo con el informe de Seguridad, salud y medio ambiente de PEMEX, para el año 2003 se registraron 72 derrames de hidrocarburos en el mar, dos resultantes de las actividades de PEMEX Refinación (PR) y 70 de Pemex Exploración y Producción.	1,022 barriles de hidrocarburos, relacionados con los 72 derrames
2006	No disponible	No disponible	De acuerdo con el informe de Seguridad, salud y medio ambiente de PEMEX, para el año 2006 se registraron 51 derrames de hidrocarburos en el mar	No disponible
2007	Pozo KAB-121	Ubicado a 32 kilómetros (20 millas) de la Terminal Marítima Dos Bocas (TMDB), en el Municipio de Paraíso	El mal tiempo provocó que la unidad de perforación auto elevable Usumacinta chocara contra la Kab-121 que perforaba el pozo Kab 103, ocasionando que se rompiera el árbol de válvulas provocando un derrame de Hidrocarburo y gas natural.	No disponible
2011	No disponible	No disponible	De acuerdo con al Informe de Responsabilidad Social de PEMEX, para el año 2011 se registraron 12 derrames de hidrocarburos en el mar.	Un total de 40 barriles por los 12 eventos

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Fecha	Nombre de la instalación	Ubicación	Hechos	Cantidad derramada
2012	Monoboya número 3	Costa del Pacífico (Oaxaca)	El hundimiento de la monoboya número 3, inhabilitada desde 2008, derramó Hidrocarburo al mar en Salina Cruz.	Mil litros de Hidrocarburo
2015	Akal-H	Bahía de Campeche, Mexico	Fuga de gas y aceite sin fatalidades o heridos. El accidente afectó la producción diferida de hidrocarburos, en un total de 15,000 barriles. La compañía petrolera reprimió el incendio utilizando cuatro buques de respuesta a emergencias.	No disponible

Fuente: La información fue tomada de los reportes anuales de la paraestatal (PEMEX) en materia de seguridad, salud y medio ambiente.

9.13.1.4 Incidentes reportados por Eni

En cuanto a las estadísticas de derrames de Eni, éstas se diferencian entre los derrames que son producto de las operaciones y aquellos, producto de sabotajes, es decir, actividades que son ajenas a las operaciones de Eni pero que impactan a equipo de transporte por robos o saqueos clandestinos en las inmediaciones de sus instalaciones, en la Tabla 0.23 se presentan las estadísticas de derrame de 2014 a 2020.

Tabla 0.23 Estadística de derrames de Eni

Año	Volumen derramado (actividades operativas) barriles	Volumen derramado (sabotaje) barriles
2014	1,161	14,401
2015	1,634	14,847
2016	1,159	4,489
2017	1,231	4,682
2018	2,665	4,022
2019	1,033	6,232
2020	958	5,831

Fuente <https://www.eni.com/assets/documents/eng/reports/2020/Annual-Report-2020.pdf>

Todos los derrames de crudo de 2016 pueden atribuirse exclusivamente a los sectores de refinación & comercialización y exploración & producción, así como productos químicos. Los volúmenes derramados cayeron más del 65% en comparación con 2015, una tendencia que abarcó tanto sabotaje como terrorismo (-10,358 barriles en comparación con 2015) y derrames resultantes de accidentes operacionales (-475 barriles en comparación con 2015), y afectó a ambos sectores. El 88% de los volúmenes resultantes de los derrames de crudo en 2016 se atribuyeron al sector de exploración & producción, de los cuales el 75% se localizaron en Nigeria, Egipto y Argelia. En todo el sector, a pesar de un aumento en el número de eventos en comparación con 2015 (73 vs. 59), los volúmenes cayeron alrededor de 13%, principalmente debido a una reducción del fenómeno en Nigeria (-199 barriles en comparación con 2015) gracias a actividades de renovación en algunas de las líneas. También hubo una reducción en el índice de derrames de crudo de producción (-10.5%), que cayó a 1.15 barriles / Mbarriles (1.28 barriles / Mbarriles en 2015).

En los sectores de refinación y comercialización y Química, los derrames operacionales cayeron en más de 290 barriles en comparación con 2015. En 2016, los derrames por sabotaje y actos terroristas se registraron en solo dos países: Nigeria (exploración & producción) e Italia (red de oleoductos).

En el sector de exploración y producción, que representa el 84% de los volúmenes de derrames, el fenómeno disminuyó tanto en términos de número de eventos (-10.8% en comparación con 2015)

como en volúmenes relacionados (-64.3%). Estos resultados se deben a las medidas tomadas en estrecha coordinación con los organismos gubernamentales, tanto para la prevención como en respuesta, con un aumento significativo en el número de equipos presentes en el territorio para la vigilancia aérea y terrestre y la acción para garantizar la contención temprana de eventuales derrames. En comparación con 2015, también hubo una mejora en los derrames químicos, con una reducción en el número de eventos (43 a 24) y volúmenes relativos (-98.5%). Todos los derrames de 2016 pueden ser atribuidos al sector de exploración & producción, con la excepción de un evento limitado (0.15 barriles), que ocurrió en el sector de refinación & comercialización y Químicos en la planta de Versalis en Szazhalombatta, en Hungría. El evento exploración & producción más significativa (alrededor de 17.6 barriles) fue registrado por la filial Eni Noruega.

Con el fin de reducir los derrames de crudo y el daño ambiental resultante, Eni está comprometido a la experimentación/aplicación de técnicas que permitan la detección anticipada de fugas, daños o actividades efervescentes cerca del crudo reduciendo los tiempos de respuesta y los derrames relacionados.

En 2018, el número de barriles derramados en los derrames de crudo operativos disminuyó en un 20% en comparación con 2017. El año 2018 vio una reducción en el número de incidentes por sabotaje, mientras que el volumen derramado aumentó en un 14%, especialmente debido a las actividades de sabotaje en el sector aguas arriba en Nigeria y Egipto. En términos de preparación y respuesta, en Italia Eni completó el análisis de riesgos de las áreas atravesadas por tuberías, identificando los puntos más sensibles en los que se pueden establecer acciones de contención potenciales de antemano.

En 2018, se consolidó el conjunto de procedimientos sobre gestión de emergencias, aumentando la puntualidad de los flujos de comunicación a la línea de comando y la parte superior y ampliando el apoyo mediante figuras transversales pertenecientes a la unidad de crisis. Los procedimientos se prueban constantemente en simulacros, que son esenciales para prepararse para situaciones de emergencia, probar la capacidad de respuesta en términos de planes, recursos, vehículos y materiales e identificar las acciones correctivas apropiadas. En 2018, se gestionaron más de 120 simulacros complejos con la participación, además de Eni, de autoridades locales como la Prefectura, la Policía, la Autoridad Portuaria y los Bomberos y, en el caso de simulacros de tercer nivel, también las Autoridades Centrales. Los simulacros principales en 2018, organizados en Cerdeña y en la biorefinería en Venecia, simulaban derrames de productos en el mar para probar la idoneidad de la capacidad de respuesta.

Con respecto al desarrollo de soluciones para prevenir sabotajes, en 2019, dos gasoductos piloto están equipados con una actualización del sistema e-vpms®, llamado TPI (Third Party Intrusion, por sus siglas en inglés), para detectar actividades cerca de la tubería (como excavaciones) y vehículos en tránsito) y permiten, por lo tanto, la intervención antes de que se complete el sabotaje.

9.13.2 Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

El proceso de identificación de peligros y administración de riesgos desarrollado por eni México, sigue los lineamientos del Procedimiento pro eni mex hse 004 r03 "Gestión de Riesgos HSE".

En dicho procedimiento se indica el proceso de identificación y evaluación de riesgos, por área de peligros, el cual comprende las siguientes etapas:

- **Etapas 1.** Establecer el contexto (normativa, estándares, entorno, etc.)
- **Etapas 2.** Identificación del peligro (componentes /aspectos sociales, medioambientales, seguridad industrial y salud)
- **Etapas 3.** Evaluación del riesgo
- **Etapas 4.** Tratamiento del riesgo
- **Etapas 5.** Seguimiento y revisión

A continuación, se presenta un resumen de cada una de las etapas:

■ Etapa 1 – Establecer el contexto

En esta etapa son analizados los problemas internos y externos relevantes para eni, incluyendo recursos, procesos, normas, partes interesadas, legislación, medio ambiente, etc.

■ Etapa 2 – Identificación del peligro/ componentes /aspectos sociales, medioambientales, seguridad industrial y salud

Consiste en el análisis y el desglose del macroproceso en procesos primarios e identificación de las actividades, productos y servicios llevados a cabo de manera directa o en representación de eni, para identificar los posibles peligros/aspectos sociales, medioambientales, seguridad industrial y salud; todo esto durante condiciones de operación normales, condiciones anormales y de emergencia.

Generalmente, se consideran las siguientes fuentes de identificación de riesgos y diferentes efectos/impactos medioambientales:

- Actividades de trabajo diarias (por ejemplo, contratistas y subcontratistas que llevan a cabo actividades de exploración y de supervisión)
- Observación espontánea de cualquier empleado
- Capacidades físicas y otros factores humanos que puedan generar peligros potenciales
- Conocimientos internos, tales como la experiencia, los fracasos de la industria y la base de datos
- Normas nacionales e internacionales pertinentes y normas y código de prácticas de eni México
- Uso de las auditorías y estadísticas de accidentes
- Riesgos transmitidos de procesos externos
- Talleres dedicados al intercambio de ideas (por ejemplo, Identificación de Peligros (HAZID)
- Estudios técnicos (por ejemplo, Evaluación Cuantitativa del Riesgo (QRA), Incendio y Explosión (FERA)); y
- Análisis de Riesgo de todas las situaciones de emergencia que se puedan generar, tales como, Derrames, Incendio y Explosión.

Para cada actividad, se identifican los peligros más significativos y luego se evalúan los efectos más probables para determinar si cada peligro es significativo o no en lo que respecta a las personas, el equipo crítico para la protección del personal, medio ambiente, activos y operaciones, reputación y contexto social.

Ahora, para determinar las categorías de riesgo, son consideradas las siguientes categorías:

- Aspectos sociales
- Aspectos medio ambientales
- Aspectos de seguridad operacional
- Aspectos de salud

Todas las áreas anteriormente mencionadas son evaluadas como parte de la identificación de peligros. Cuando dentro de las actividades existan áreas y/o categorías de riesgo no identificadas previamente se considerarán las necesarias adicionales incluyéndolas como componentes sociales-medioambientales, de seguridad, y de salud, respectivamente que son evaluadas como parte de la identificación de peligros. En la Tabla 0.24, Tabla 0.25 y Tabla 0.26, están desglosadas las consideraciones para los aspectos antes mencionados y son usadas cuando sean apropiadas a las operaciones del Proyecto.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Asimismo, en la Tabla 0.27, se observan las categorías de peligros y palabras guía utilizados para la elaboración del análisis de identificación de riesgos (HAZID) en la presente etapa de desarrollo del presente documento.

Tabla 0.24 Áreas de riesgo y categorías- aspectos sociales y medioambientales

Áreas de Riesgo		Categoría del riesgo
Social	1.1 Comunidades y seguridad	1.1.1 Comunidades/medios de comunicación hostiles
		1.1.2 Daños al patrimonio cultural
		1.1.3 Actividad Terrorista/sabotaje/trasvase de combustible
		1.1.4 Amenazas de seguridad internas y externas
	1.2 Fuerza de trabajo/Ética	1.2.1 Riesgo inducido por el estrés/turno de trabajo
		1.2.2. Riesgo vinculado con la rotación del personal
		1.2.3. Nivel insuficiente de capacitación de la población autóctona (mano de obra/contratistas locales)
		1.2.4. Barreras de comunicación
Medio Ambiente	2.1. Emisiones	2.1.1 Emisiones continuas a la atmósfera (requisitos de calidad del aire)
		2.1.2 Emisiones de emergencia/por alteración (requisitos de emisiones de gases de efecto invernadero)
	2.2. Derrames	2.2.1 Contaminación subterránea
		2.2.2 Contaminación de superficie
		2.2.3 Transporte por mar/tierra/aguas interiores (incluidas las actividades de carga y descarga)
	2.3. Residuos	2.3.1 Contaminación por residuos de operación
		2.3.2 Contaminación por residuos domésticos
		2.3.3 Contaminación por residuos sanitarios
		2.3.4 Contaminación por residuos radiactivos (TENORM o fuentes radiactivas)
	2.4. Agua para producción	2.4.1 Emisión continua al agua (requisitos de la legislación, sistemas de drenaje, separación de hidrocarburo/agua)
		2.4.2 Emisión continua al suelo
	2.5. Impacto sobre instalaciones	2.5.1 Área impactada (huella)
		2.5.2 Impacto por trazado de ductos
		2.5.3 Uso anterior del terreno
		2.5.4 Fauna y flora vulnerables
		2.5.5 Impacto visual
	2.6. Biodiversidad	2.6.1 Reducción de la biodiversidad autóctona
		2.6.1 Reducción de la biodiversidad autóctona
	2.7. Hundimiento	2.7.1 Estructura del suelo
		2.7.2 Cimientos
		2.7.3 Agotamiento del yacimiento

Fuente: pro eni mex hse 004 r03 "Gestión de Riesgos HSE".

Tabla 0.25 Áreas de riesgo y categorías- aspectos de seguridad operacional

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Áreas de Riesgo	Categoría del riesgo	
Equipos	3.1 Seguridad del proceso	3.1.1 Pérdida de contención primaria (falta de control en el proceso, erosión, corrosión, tensión del proceso)
		3.1.2 Manejo inconsistente con la filosofía del diseño y operaciones
		3.1.3 Riesgo por almacenamiento de inflamables
		3.1.4 Riesgo de ignición (incendio, explosión, fuego espontáneo)
		3.1.5 Riesgo por distribución (falta de contención, proximidad del módulo, vientos desfavorables, rutas de escape y puntos de reunión incorrectos)
		3.1.6 Riesgo de Reventón
		3.1.7 Riesgo de inhibición/anulación de elementos críticos de seguridad
		3.1.8 Riesgo de inhibición/anulación de elementos críticos de seguridad
	3.2 Seguridad de las operaciones	3.2.1 Riesgo por transporte y comunicación aérea
		3.2.2 Riesgo por transporte y comunicación terrestre
		3.2.3 Riesgo en transporte y comunicación en el mar/ aguas interiores (p. eje., actividades de manejo de anclaje + remolque)
		3.2.4 Levantamiento de objetos pesados
		3.2.5 Peligros de mantenimiento (acceso, anulación, desviación, etc.)
		3.2.6 Riesgo de Contratistas / Subcontratistas de calidad inferior (cláusulas y condiciones contractuales, capacitación y competencia)
		3.2.7 Operaciones Simultáneas/Concurrentes
		3.2.8 Riesgos por construcción, comisionamiento, arranque y paros.
		3.2.9 Riesgos en las operaciones de perforación
	3.3 Respuesta a emergencias	3.3.1 Falta de preparación para emergencias (combate de incendios, limpieza de derrames, apoyo de seguridad, evacuación)
		3.3.2 Falta de comunicación para la planeación de emergencias
	3.4 Seguridad en la oficina	3.4.1 Riesgos relacionados con la oficina

Fuente: pro eni mex hse 004 r03 "Gestión de Riesgos HSE".

Tabla 0.26 Áreas de riesgo y categorías – aspectos de salud

Áreas de Riesgo	Categoría del riesgo	
Salud	4.1. Ambiente laboral	4.1.1 Agente químico (incluidos los agentes cancerígenos, tóxicos, sustancias peligrosas y los que causan asfixia)
		4.1.2 Agente físico (ruido, vibración, barométrico, térmico, eléctrico, campo electromagnético, radiación óptica, radiación ionizante, TENORM)
		4.1.3 Riesgo ergonómico (carga física estática, carga física dinámica, lugar de trabajo), comodidad de oficina (ventilación, iluminación, temperatura, etc.)

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Áreas de Riesgo	Categoría del riesgo
	4.1.4 Riesgo psicosocial (contenido de la tarea, organización del tiempo, carga de trabajo, etc.)
4.2. Emergencia médica	4.2.1 Instalaciones médicas del sitio
	4.2.2 Capacidades de respuesta a emergencias médicas (por ejemplo: incidentes significativos)
	4.2.3 Soporte médico por país y región
	4.2.4 Competencia del personal médico
	4.2.5 Comunicación y respuesta (por ejemplo, planificación, preparación, respuesta, retraso, etc.)
4.3. Riesgo de enfermedad	4.3.1 Enfermedades endémicas y enfermedades transmitidas por vectores
	4.3.2 Contacto con animales
	4.3.3 Riesgo social (VIH, ETS, etc.)
	4.3.4 Enfermedades de transmisión en el lugar de trabajo - bioseguridad.
	4.3.5 Riesgos en la alimentación (almacenamiento, manejo, eliminación de los alimentos; contaminación contacto térmico, gestión de la cadena alimentaria)
	4.3.6 Riesgos del agua (gestión del agua para consumo humano y para desecho)
	4.3.7 Enfermedad pandémica
4.4 Ubicaciones remotas	4.4.1 Clima y geografía
	4.4.2 Aptitud laboral
	4.4.3 Exacerbación de condiciones previamente existentes.
	4.4.4 Accidentes de tránsito en carretera, conductores.
	4.4.5 Consideraciones para sitio remoto (trabajo de alto riesgo, instalaciones limitadas, seguridad, trabajo por turnos rotativos, cambios culturales)
	4.4.6 Ubicación y logística

Fuente: P pro eni mex hse 004 r03 "Gestión de Riesgos HSE".

Tabla 0.27 Categoría de peligro y palabras guía utilizados en el HAZID

Categoría de Peligro	Palabra Guía
Condición del pozo	Presión de formación
	Dimensión del equipo
	Litología
Natural (Diseño)	Manejo de residuos durante la perforación
Equipo submarino	Falla de la prueba BOP submarina
Plataforma de perforación	Tránsito de la plataforma de perforación
Natural (Operaciones rutinarias)	Clima extremo
	Fuente externa de ignición (relámpago)
Perforación	Inventario
	Peligro superficial
	Broca
	Perforación

Categoría de Peligro	Palabra Guía
	Revestimiento
	Cementación
Riesgos de incendio y explosión	Combustible almacenado durante la perforación
	Inflamables almacenados
	Protección y respuesta contra incendios
Emisiones y descargas al medio ambiente	Opciones de disposición de residuos
	Descargas continuas de la planta al aire
Riesgos de los procesos	Pérdida de contención durante almacenaje/ transferencia
Riesgos para la salud	Transporte
	Peligros laborales
Condición del pozo	Equipo
Logística	Cambios/ transferencia de tripulación
Perforación	Plataforma de perforación
	Plataforma de perforación: almacenaje/ transferencia
	Medición de las propiedades de formación durante la excavación del pozo, fuentes radiactivas.
Infraestructura	Producir Plan de Respuesta a Emergencias durante la fase de operación
Condición del pozo	Control del pozo
Intervención humana	Riesgos de seguridad
Filosofía de métodos de control	Filosofía de mantenimiento
	Respuesta a emergencias
Abandono de pozo	P&A (Desmantelamiento & abandono), Operaciones de cementación

Fuente: Eni, 2022.

En esta fase, es importante tener en cuenta la identificación de los posibles efectos adversos (riesgos) y los efectos beneficiosos potenciales (oportunidades de mejora), especificando los riesgos con posibles consecuencias.

9.13.3 Jerarquización de Escenarios de Riesgo

■ Etapa 3 – Evaluación del Riesgo

Consiste en la evaluación de la frecuencia, la consecuencia y de la tolerabilidad del riesgo para las personas, el medio ambiente, los activos y la reputación, mediante la comparación del nivel de riesgo con criterios de tolerabilidad, mediante una matriz de enfoque cualitativo completo para la detección de riesgos.

Ahora, para comprender y utilizar cada uno de los términos antes mencionados, en las siguientes líneas se detalla los criterios para realizar la evaluación de los riesgos. Para empezar, Cada riesgo se evalúa mediante la consideración de los siguientes factores:

- ¿Con qué frecuencia es probable que se produzca el peligro?
- La severidad de las consecuencias

9.13.3.1 *Evaluación de Frecuencia.*

Para poder evaluar este rubro, la información sobre la frecuencia puede obtenerse a partir de:

- Experiencia
- Datos de la empresa y origen, incluidos los datos de accidentes e incidentes
- Fuentes de datos publicados, tales como WOAD (Base de Datos Mundial de Accidentes Marítimos) y OREDA (Datos de confiabilidad para equipos marítimos y terrestres)

Cuando no se cuenta con datos, los mismos pueden obtenerse de los datos esenciales, con los siguientes métodos:

- Análisis de Árbol de fallas (FTA)
- Análisis modo de fallas y efectos (AMFE)

La frecuencia generalmente se expresa en ocurrencias por año. En la Tabla 0.28, se presentan las consideraciones para la evaluación de la frecuencia.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.28 Definiciones de riesgo para frecuencia

Riesgo	Frecuencia 0	Frecuencia A	Frecuencia B	Frecuencia C	Frecuencia D	Frecuencia E
Riesgo de Personal (de Tarea)	No aplica	No aplica	Podría ocurrir, cuando se Presentan factores adicionales; de lo contrario es improbable	No hay certidumbre de que ocurra, pero con un factor adicional puede dar como resultado un accidente/exposición	Casi inevitable que ocurra accidente/exposición	Casi inevitable que ocurra más de un accidente/exposición
Personas (Riesgo Operativo)	$<10^{-6}$ ocurrencias al año	10^{-6} a 10^{-4} ocurrencias al año	10^{-4} a 10^{-3} ocurrencias al año	10 a 10^{-1} ocurrencias al año	10^{-1} a 1 ocurrencias al año	> 1 ocurrencias al año
Riesgo social	$<10^{-6}$ ocurrencias al año	10^{-6} a 10^{-4} ocurrencias al año	10^{-4} a 10^{-3} ocurrencias al año	No aplica	No aplica	No aplica
Riesgo ambiental	$<10^{-6}$ ocurrencias al año	10^{-6} a 10^{-4} ocurrencias al año	10^{-4} a 10^{-3} ocurrencias al año	10^{-3} a 10^{-1} ocurrencias al año	10^{-1} a 1 ocurrencias al año	> 1 ocurrencias al año
Riesgo de activos	$<10^{-6}$ ocurrencias al año	10^{-6} a 10^{-4} ocurrencias al año	10^{-4} a 10^{-3} ocurrencias al año	10^{-3} a 10^{-1} ocurrencias al año	10^{-1} a 1 ocurrencias al año	> 1 ocurrencias al año
Riesgo de Reputación	Ocurrencia no creíble	Suceso poco frecuente	Suceso poco probable	Ocurrencia creíble	Suceso probable	Ocurrencia posible/frecuente

Fuente: pro eni mex hse 004 r03 "Gestión de Riesgos HSE".

9.13.3.2 *Severidad de las consecuencias*

Se analizan los resultados que tendría la supuesta materialización del riesgo estudiado, siempre dentro de límites razonables y realistas. Para ello, se tienen en cuenta los riesgos del personal, personas (riesgo operativo), riesgo social, riesgo ambiental, riesgo de activos y riesgo de reputación. En la Tabla 0.29, se presentan estos criterios.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.29 Definiciones de nivel de severidad de la consecuencia

Riesgo	Efecto/daño/impacto leve	Efecto/daño/impacto menor	Efecto/daño/impacto local	Efecto/daño/impacto mayor	Efecto/daño/impacto extensivo
Riesgo de Personal (de Tarea)	No aplica	Tratamiento médico o LTA fuera de las instalaciones; hasta 10 días de descanso. Los agentes tienen efectos reversibles para la salud	Más de 1 LTA hasta 30 días de descanso. Los agentes tienen efectos irreversibles en la salud: ruido, manipulación manual, sustancias tóxicas, etc.	Los agentes son capaces de causar discapacidad grave o la muerte	Un accidente o enfermedad por riesgo de trabajo (por ejemplo, asfixia química o cáncer o enfermedades epidémicas)
Personas (Riesgo Operativo)	Efecto/lesión leve para la salud	Efecto/lesión menor para la salud	Efecto/lesión mayor para la salud	Invalidez total permanente o 1 muerte (pequeña población expuesta)	Efecto/lesión leve para la salud
Riesgo social	Radiación (kW/m ²): < 3 Deflagración: No aplica Sobrepresión (mbar): < 30 Toxicidad (ppm): Hasta TLV	Radiación (kW/m ²): 3 Deflagración: Sobrepresión (mbar): 30 Toxicidad (ppm): TLV	Radiación (kW/m ²): 5 Deflagración: Sobrepresión (mbar): 70 Toxicidad (ppm): IDLH	Radiación (kW/m ²): 7 Deflagración: ½ LFL Sobrepresión (mbar): 140 Toxicidad (ppm): LC 1%hmn	Radiación (kW/m ²): 12.5 Deflagración: LFL Sobrepresión (mbar): 300 Toxicidad (ppm): LC 50%hmn
Riesgo ambiental	Sin impacto en los interesados o impacto temporal en la zona. zona afectada <0.1 milla cuadrada Derrame (1) <1 m ³ - Ningún impacto	Cierta preocupación de los interesados a nivel local o 1 año para la recuperación natural o impacto en un pequeño no. De especies no comprometidas. zona afectada <1 milla cuadrada	Preocupación de los interesados a nivel regional o 1-2 años para la recuperación natural o 1 semana para limpieza o amenaza para algunas especies o impacto en áreas naturales protegidas. zona afectada <10 millas cuadradas - Derrame (1) <100 m ³ .	Preocupación de los interesados a nivel nacional o impacto en las licencias o 2-5 años para la recuperación natural o hasta 5 meses para limpieza o amenaza a la biodiversidad o impacto en áreas de interés para la ciencia. zona afectada <100 millas cuadradas - Derrame (1) <1000 m ³ .	Preocupación de los interesados a nivel internacional o impacto en las licencias / adquisiciones o > 5 años para la recuperación natural o > 5 meses para limpieza o reducción de la biodiversidad o impacto en la conservación de zonas especiales áreas. zona afectada > 100 millas
Riesgo de activos	Sin interrupción de las operaciones/actividad comercial	Posible interrupción breve de las operaciones/actividad comercial: costo de la reparación <200,000 USD; inactividad en la producción <1 día	La unidad ha sido reparada/reemplazada para reanudar las operaciones: costo de la reparación <2,500,000 USD; inactividad en la producción <1 semana	Periodo largo/Cambios sustanciales para reanudar las operaciones/actividad comercial: costo de la reparación <2,500,000 USD; inactividad en la producción <3 meses. Investigación a	Pérdida total de operaciones/actividad comercial. Renovación necesaria para reanudar el proceso: costo de la reparación > 2,500,000 USD; inactividad en la producción >3 meses.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Riesgo	Efecto/daño/impacto leve	Efecto/daño/impacto menor	Efecto/daño/impacto local	Efecto/daño/impacto mayor	Efecto/daño/impacto extensivo
				gran escala para el costo de los daños.	Investigación exhaustiva para el costo de los daños.
Riesgo de reputación	Impacto menor y de corta duración en la localidad	Algo de pérdida de reputación en la zona, que debería recuperarse	Daño potencial significativo para la reputación a nivel regional	Daño grave/permanente a la capacidad de la Empresa para sostener una posición de negocios en la localidad, algunas implicaciones más amplias para la Empresa	Pérdida potencial de posición de negocios en el futuro en la localidad/región y/o daño significativo perdurable a la imagen general de Eni

Fuente: pro eni mex hse 004 r03 "Gestión de Riesgos HSE".

9.13.3.3 Jerarquización del riesgo.

Una vez que se conoce la frecuencia y la severidad de los diferentes casos, se utiliza una matriz de riesgos para determinar el nivel de riesgo para cada escenario considerado. En la Tabla 0.30, se presenta la matriz general de evaluación de riesgos donde se evalúan las consecuencias de acuerdo al receptor pudiendo ser personas, medio ambiente, activos o reputación de acuerdo a las áreas y categorías de riesgo definidas en la Tabla 0.24, Tabla 0.25 y Tabla 0.26.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.30 Matriz general de evaluación de riesgos

Consecuencia					Frecuencia anual en aumento					
Gravedad	Personas (Riesgo Operativo)	Medio ambiente	Activos ¹¹	Reputación	0	A	B	C	D	E
					Suceso prácticamente no creíble	Suceso poco frecuente	Suceso poco probable	Suceso creíble	Suceso probable	Suceso posible/frecuente
					Podría suceder en la industria de exploración y producción	Notificado al sector de exploración y producción	Al menos una ocurrencia en la Empresa	Ha ocurrido en varias ocasiones en la Empresa	Ocurre varias veces en la Empresa	Ocurre varias veces al año en una ubicación
1	Efecto/lesión leve para la salud	Efecto leve	Daño leve	Impacto leve	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo
2	Efecto/lesión menor para la salud	Efecto menor	Daño menor	Impacto menor	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo medio
3	Efecto/lesión mayor para la salud	Efecto	Daño Local	Efecto/lesión mayor para la salud	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo medio/alto	Riesgo alto/intolerable	Riesgo alto/intolerable
4	Incapacidad total permanente (PTD) o 1 fallecimiento	Efecto mayor	Daño mayor	Impacto nacional	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo medio/alto	Riesgo alto/intolerable	Riesgo alto/intolerable	Riesgo alto/intolerable
5	Múltiples víctimas mortales	Efecto extensivo	Daño extensivo	Impacto internacional	Riesgo medio	Riesgo medio/alto	Riesgo alto/intolerable	Riesgo alto/intolerable	Riesgo alto/intolerable	Riesgo alto/intolerable

Fuente: pro eni mex hse 004 r03 "Gestión de Riesgos HSE".

¹¹ Activos se refiere a los bienes, derechos y otros recursos controlados económicamente por la empresa.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Cuando los riesgos están jerarquizados, es usada una serie de consideraciones para poder atender el riesgo, de acuerdo con la categoría en la que se encuentre. En la Tabla 0.31, podemos ver dichos niveles.

Tabla 0.31 Definición de niveles de riesgo

Color	Nivel de Riesgo	Definición
	Riesgo bajo	Riesgos ampliamente admisibles, siguiendo los procedimientos básicos.
	Riesgo medio	El nivel de riesgo requiere un seguimiento continuo para evitar el deterioro.
	Riesgo medio/alto	El nivel de riesgo residual puede ser tolerable sólo cuando se ha realizado una revisión estructurada de las medidas de reducción de riesgos. En caso de que no pueda implementarse la medida de mitigación (ya que no puede ser controlada por eni México) o su costo ha demostrado ser desproporcionado con respecto a los beneficios (en términos de reducción del riesgo), el proceso de mitigación puede detenerse en este punto (tan bajo como sea razonablemente posible).
	Riesgo alto/intolerable	El nivel de riesgo residual no es aceptable y se requieren otras medidas de control de riesgos para mover el riesgo a las regiones anteriores.

Fuente: pro eni mex hse 004 r03 "Gestión de Riesgos HSE".

■ Etapa 4 – Tratamiento del Riesgo

Identificación de medidas eficaces de reducción de riesgos con el fin de reducir y/o controlar o mitigar el riesgo mediante la reducción de la posibilidad / probabilidad / frecuencia y severidad de las consecuencias. Para cualquier riesgo dado, existen cuatro enfoques básicos de gestión:

- Tomar/aceptar: el riesgo se tolera sin aplicación de controles activos
- Evitar: se eliminan los factores que pueden crear un riesgo (por ejemplo, la sustitución de productos químicos peligrosos)
- Tratar/Gestionar: aplicar controles en forma de hardware, software, procedimientos, planes de contingencia, con la finalidad de reducir la frecuencia o las consecuencias del evento; y
- Transferir/compartir: Asegurar (sólo en caso de riesgo para los activos).

Se define un plan de acción de mitigación de riesgos y el mismo contiene el conjunto de tareas necesarias para reducir el nivel de riesgo a su objetivo. Cada tarea tiene una persona responsable, una descripción del estatus y una fecha de vencimiento.

■ Etapa 5 – Seguimiento y Revisión

Seguimiento y la revisión de todo el proceso para garantizar que siga siendo eficaz y para verificar si las barreras siguen siendo eficaces.

Informe de Riesgos

Una vez que se ha determinado el nivel de riesgo y los respectivos controles para el mismo, toda la información es vertida en una tabla resumen de identificación de peligros (HAZID). La tabla incluye de manera general la siguiente información:

- Categoría de peligro
- Palabra guía
- Evento peligroso (descripción)
- Consecuencia
- Receptor
- Salvaguardas existentes
- Evaluación (probabilidad, severidad y clasificación de riesgo)

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

- Medidas de reducción del riesgo/ Medidas adicionales de mitigación
- Restablecimiento operacional
- Comentarios
- KPI (columna de seguimiento)

9.13.3.4 Sesión de identificación de Peligros

El proceso de identificación y evaluación de riesgos se llevó a cabo por un grupo multidisciplinario de expertos de Eni, incluidas las áreas de perforación e higiene, seguridad y medio ambiente (HSE). La sesión se realizó mediante coordinación del Gerente de HSE de Eni México el 15 de junio de 2018.

El alcance del análisis incluyó las actividades de perforación del AC7 del Golfo de México, actividades que comprenden la perforación de dos pozos exploratorios, con pretendida denominación *Yatzi-1* e *Ixchel-1*, los cuales se ubicarán al centro y noroeste del AC7, respectivamente. Cabe destacar que el pozo *Ixchel-1* se perforará únicamente si el pozo *Yatzi-1* resulta exitoso en la presencia de hidrocarburos. Asimismo, también cabe destacar que estos pozos estuvieron contemplados en el Programa de Exploración de esta área contractual pero, debido a la emergencia sanitaria generada por el virus SARS-CoV-2 (Covid-19), el programa de perforación tuvo que ser reprogramado acotado a las actividades pendientes por realizar

Las personas involucradas en la sesión de identificación fueron:

- Luca Gioacchini – Gerente de proyecto
- Francisco Vacas – Gerente de HSE
- Nitin Sharman – Gerente de pozos en Eni

En el **Anexo 9.7**, se incluye la lista de participantes de la sesión de identificación de peligros y jerarquización de riesgos.

Adicionalmente, se procedió a realizar una revisión y actualización de la identificación de peligros realizada el 15 de junio de 2018, para incluir desviaciones con potencial consecuencia de incendio, explosión o dispersión tóxica. La revisión y actualización se realizó mediante coordinación del Gerente de HSE de Eni México el 16 de enero de 2019. Las personas involucradas en la sesión de revisión y actualización fueron:

- Ulises Moreno.- Superintendente HSE
- Maurizio Scotto – Gerente de construcción de pozo
- Nitin Sharma – Gerente Ingeniero de pozos

Una copia del registro de asistencia de los participantes, se encuentra en el **Anexo 9.7**.

Al igual que la primera sesión de identificación de peligros (15 de junio 2018), la revisión y actualización utilizó la metodología descrita, la cual indica el proceso de identificación y evaluación de riesgos y sigue los lineamientos del Procedimiento pro eni mex hse 004 r03 “Gestión de Riesgos HSE”.

El análisis incluyó una lluvia de ideas para identificar los peligros y jerarquizar los riesgos de acuerdo a los lineamientos establecidos en el procedimiento pro eni mex hse 004 r03 “Gestión de Riesgos”:

- Peligros y/o eventos peligrosos asociados con las actividades de perforación;
- Jerarquización de los riesgos asociados con la matriz general de riesgos de eni;
- Controles/salvaguardas de ingeniería y/o administrativos planeados aplicables al alcance del análisis; y
- Recomendaciones propuestas.

Se identificaron receptores de impacto sobre la salud e integridad de las personas, el medio ambiente, daños en los activos y/o problemas de operatividad, y en la reputación de la empresa de acuerdo a la Tabla 0.24, Tabla 0.25 y Tabla 0.26.

Para este estudio se incluyeron cinco (5) nodos para el análisis de las actividades del proyecto, de acuerdo a la metodología interna de Eni y cubriendo las expectativas de la autoridad. Estos nodos son: Diseño, construcción (movilización y desmovilización), operaciones rutinarias, operaciones no rutinarias y abandono de pozo.

La descripción de los nodos incluidos dentro del análisis HAZID, así como las actividades asociadas se presentan en la Tabla 0.32.

Tabla 0.32 Nodos y actividades asociadas

No. Nodo	Nombre del nodo	Descripción
1	Diseño	Consideraciones del diseño de pozo.
2	Construcción (movilización y desmovilización)	Actividades de movilización y desmovilización de la plataforma al sitio de perforación.
3	Operaciones rutinarias	Operaciones desarrolladas durante la perforación del pozo.
4	Operaciones no rutinarias	Operaciones que no están contempladas durante una operación normal, como: mantenimiento, emergencias, etc.
5	Abandono de pozo	Acciones a tomar una vez terminada las actividades de perforación.

Fuente: Identificación de Peligros, 2022.

9.13.3.5 Resultados de la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

Una vez que se evalúan los valores de la frecuencia y severidad de acuerdo a la clasificación de frecuencias presentado en la Tabla 0.28 y la clasificación de severidad de acuerdo a la Tabla 0.29, ambas en la sección anterior, de los diferentes casos, se utiliza una matriz de riesgos para determinar el nivel de riesgo para cada escenario considerado. En la Tabla 0.30, en la sección anterior, se presentó la matriz general de evaluación de riesgos utilizada en el presente documento para determinar los niveles de riesgo de los escenarios identificados.

En el **Anexo 9.7**, se presentan las hojas de trabajo de la sesión de identificación de peligros en donde se presentan todos los escenarios identificados durante la sesión, así como el nivel de riesgo asignado a cada uno de los escenarios determinado a partir de la evaluación de los valores de frecuencia y severidad.

Es importante mencionar, que, para la identificación de los escenarios que fueron agregados durante la actualización de la identificación de peligros se colocó el siguiente comentario; “Escenario agregado durante la actualización del HAZID 16/01/2019”.

Para poder identificar las diferentes actividades que fueron analizadas en cada nodo se le asignó a cada actividad un ID, el cual fue asignado de forma consecutiva dentro del desarrollo del análisis de riesgos.

El análisis de cada una de las actividades de los nodos en la Tabla 0.32, resultó en un total de 63 posibles consecuencias de acuerdo a las palabras guías evaluadas. La distribución de cada una de estas actividades por nodo se muestra en la Tabla 0.33.

Tabla 0.33 Resumen de resultados para cada nodo

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Nombre del nodo	Categoría del peligro	Palabra guía	Evento peligroso	Consecuencia	Salvaguardas existentes	Medidas de reducción del riesgo / Medidas adicionales de mitigación
Diseño	3	5	6	6	6	6
Construcción (movilización y desmovilización)	1	1	4	4	4	1
Operaciones rutinarias	11	25	46	46	32	27
Operaciones no rutinarias	4	5	6	6	6	6
Abandono de pozo	1	1	1	1	1	1

Fuente: Identificación de Peligros, 2022.

Nota:

En caso de que un aspecto se repita más de una ocasión sólo fue contabilizado de manera unitaria.

Resumen de resultados incluye la actualización del HAZID 16/01/2019

A continuación, de la Tabla 0.34 a la Tabla 0.39, se encuentran los IDs de los eventos jerarquizados según los peligros externos y ambientales, peligros operacionales y peligros para la salud, para antes y después de la aplicación de salvaguardas.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.34 Jerarquización de riesgo por PELIGROS EXTERNOS Y AMBIENTALES (antes de medidas de reducción del riesgo/ medidas adicionales de mitigación)

Consecuencia					Frecuencia anual en aumento					
Gravedad	Personas (Riesgo Operativo)	Medio ambiente	Activos	Reputación	0	A	B	C	D	E
					Suceso prácticamente no creíble	Suceso poco frecuente	Suceso poco probable	Suceso creíble	Suceso probable	Suceso posible/frecuente
					Podría suceder en la industria de exploración y producción	Notificado al sector de exploración y producción	Al menos una ocurrencia en la Empresa	Ha ocurrido en varias ocasiones en la Empresa	Ocurre varias veces en la Empresa	Ocurre varias veces al año en una ubicación
1	Efecto/lesión leve para la salud	Efecto leve	Daño leve	Impacto leve			3.9.2.1.1			
2	Efecto/lesión menor para la salud	Efecto menor	Daño menor	Impacto menor		3.4.1.1.1	3.4.2.1.1 3.5.1.1.1	1.2.1.1.1		
3	Efecto/lesión mayor para la salud	Efecto local	Daño local	Impacto local						
4	Incapacidad total permanente (PTD) o 1 fallecimiento	Efecto mayor	Daño mayor	Impacto nacional						
5	Múltiples víctimas mortales	Efecto extensivo	Daño extensivo	Impacto internacional		4.4.2.1.1, 5.1.1.1.1	3.7.1.1.1 4.2.1.1.1			

Fuente: Sesión de Identificación HAZID, Anexo 9.7, 2022.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.35 Jerarquización de riesgo por PELIGROS OPERACIONALES (antes de medidas de reducción del riesgo/ medidas adicionales de mitigación)

Consecuencia					Frecuencia anual en aumento					
Gravedad	Personas (Riesgo Operativo)	Medio ambiente	Activos	Reputación	0	A	B	C	D	E
					Suceso prácticamente no creíble	Suceso poco frecuente	Suceso poco probable	Suceso creíble	Suceso probable	Suceso posible/frecuente
					Podría suceder en la industria de exploración y producción	Notificado al sector de exploración y producción	Al menos una ocurrencia en la Empresa	Ha ocurrido en varias ocasiones en la Empresa	Ocurre varias veces en la Empresa	Ocurre varias veces al año en una ubicación
1	Efecto/lesión leve para la salud	Efecto leve	Daño leve	Impacto leve		1.1.3.1.1				
2	Efecto/lesión menor para la salud	Efecto menor	Daño menor	Impacto menor		2.1.2.1.1 2.1.4.1.1 3.2.1.1.1 3.2.2.1.1 3.2.6.1.1 3.2.8.1.1	1.1.1.1.1 1.1.2.1.1 3.2.7.1.1 3.2.9.1.1 3.2.11.1.1 3.2.12.1.1	1.3.1.1.1 3.1.2.1.1 3.2.3.1.1		
3	Efecto/lesión mayor para la salud	Efecto local	Daño local	Impacto local		2.1.1.1.1 3.2.10.1.1	3.4.2.1.1			
4	Incapacidad total permanente (PTD) o 1 fallecimiento	Efecto mayor	Daño mayor	Impacto nacional		2.1.3.1.1 3.8.3.1.1	3.2.5.1.1			
5	Múltiples víctimas mortales	Efecto extensivo	Daño extensivo	Impacto internacional		1.1.4.1.1 3.8.1.1.1 3.8.2.1.1 3.8.4.1.1	3.1.1.1.1			

Fuente: Sesión de Identificación HAZID, Anexo 9.7, 2022.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.36 Jerarquización de riesgo por PELIGROS PARA LA SALUD (antes de medidas de reducción del riesgo/ medidas adicionales de mitigación)

Consecuencia					Frecuencia anual en aumento					
Gravedad	Personas (Riesgo Operativo)	Medio ambiente	Activos	Reputación	0	A	B	C	D	E
					Suceso prácticamente no creíble	Suceso poco frecuente	Suceso poco probable	Suceso creíble	Suceso probable	Suceso posible/frecuente
					Podría suceder en la industria de exploración y producción	Notificado al sector de exploración y producción	Al menos una ocurrencia en la Empresa	Ha ocurrido en varias ocasiones en la Empresa	Ocurre varias veces en la Empresa	Ocurre varias veces al año en una ubicación
1	Efecto/lesión leve para la salud	Efecto leve	Daño leve	Impacto leve						
2	Efecto/lesión menor para la salud	Efecto menor	Daño menor	Impacto menor		3.6.2.1.1		3.6.1.1.1		
3	Efecto/lesión mayor para la salud	Efecto local	Daño local	Impacto local		3.3.2.1.1 4.3.1.1.1 3.11.1.1.1	3.3.1.1.1 3.3.3.1.1 4.1.2.1.1	3.3.4.1.1		
4	Incapacidad total permanente (PTD) o 1 fallecimiento	Efecto mayor	Daño mayor	Impacto nacional		4.4.1.1.1 3.10.5.1.1 3.10.11.1.1 3.10.12.1.1 3.10.13.1.1	3.9.3.1.1 3.9.4.1.1 4.1.1.1.1	3.9.1.1.1		
5	Múltiples víctimas mortales	Efecto extensivo	Daño extensivo	Impacto internacional		3.10.1.1.1 3.10.2.1.1 3.10.3.1.1 3.10.4.1.1 3.10.6.1.1 3.10.7.1.1 3.10.8.1.1 3.10.9.1.1 3.10.10.1.1				

Fuente: Sesión de Identificación HAZID, Anexo 9.7, 2022.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.37 Jerarquización de riesgo por PELIGROS EXTERNOS Y AMBIENTALES (después de medidas de reducción del riesgo/ medidas adicionales de mitigación)

Consecuencia					Frecuencia anual en aumento					
Gravedad	Personas (Riesgo Operativo)	Medio ambiente	Activos	Reputación	0	A	B	C	D	E
					Suceso prácticamente no creíble	Suceso poco frecuente	Suceso poco probable	Suceso creíble	Suceso probable	Suceso posible/frecuente
					Podría suceder en la industria de exploración y producción	Notificado al sector de exploración y producción	Al menos una ocurrencia en la Empresa	Ha ocurrido en varias ocasiones en la Empresa	Ocurre varias veces en la Empresa	Ocurre varias veces al año en una ubicación
1	Efecto/lesión leve para la salud	Efecto leve	Daño leve	Impacto leve		1.2.1.1.1	3.9.2.1.1			
2	Efecto/lesión menor para la salud	Efecto menor	Daño menor	Impacto menor		3.4.1.1.1	3.4.2.1.1 3.5.1.1.1			
3	Efecto/lesión mayor para la salud	Efecto local	Daño local	Impacto local						
4	Incapacidad total permanente (PTD) o 1 fallecimiento	Efecto mayor	Daño mayor	Impacto nacional						
5	Múltiples víctimas mortales	Efecto extensivo	Daño extensivo	Impacto internacional	4.4.2.1.1 5.1.1.1.1	3.7.1.1.1 4.2.1.1.1				

Fuente: Sesión de Identificación HAZID, Anexo 9.7, 2022.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.38 Jerarquización de riesgo por PELIGROS OPERACIONALES (después de medidas de reducción del riesgo/ medidas adicionales de mitigación)

Consecuencia					Frecuencia anual en aumento					
Gravedad	Personas (Riesgo Operativo)	Medio ambiente	Activos	Reputación	0	A	B	C	D	E
					Suceso prácticamente no creíble	Suceso poco frecuente	Suceso poco probable	Suceso creíble	Suceso probable	Suceso posible/frecuente
					Podría suceder en la industria de exploración y producción	Notificado al sector de exploración y producción	Al menos una ocurrencia en la Empresa	Ha ocurrido en varias ocasiones en la Empresa	Ocurre varias veces en la Empresa	Ocurre varias veces al año en una ubicación
1	Efecto/lesión leve para la salud	Efecto leve	Daño leve	Impacto leve	1.1.4.1.1	1.1.1.1.1 1.1.2.1.1 1.1.3.1.1 1.3.1.1.1 3.2.1.1.1 3.2.2.1.1 3.4.2.1.1 3.2.5.1.1 3.2.6.1.1 3.2.7.1.1 3.2.8.1.1 3.2.9.1.1 3.2.10.1.1 3.2.11.1.1		3.2.3.1.1		
2	Efecto/lesión menor para la salud	Efecto menor	Daño menor	Impacto menor		2.1.2.1.1 2.1.4.1.1	3.1.1.1.1	3.1.2.1.1		
3	Efecto/lesión mayor para la salud	Efecto local	Daño local	Impacto local		2.1.1.1.1				
4	Incapacidad total permanente (PTD) o 1 fallecimiento	Efecto mayor	Daño mayor	Impacto nacional	2.1.3.1.1 3.8.3.1.1					
5	Múltiples víctimas mortales	Efecto extensivo	Daño extensivo	Impacto internacional	3.8.1.1.1 3.8.2.1.1 3.8.4.1.1					

Fuente: Sesión de Identificación HAZID, Anexo 9.7, 2022.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.39 Jerarquización de riesgo por PELIGROS PARA LA SALUD (después de medidas de reducción del riesgo/ medidas adicionales de mitigación)

Consecuencia					Frecuencia anual en aumento					
Gravedad	Personas (Riesgo Operativo)	Medio ambiente	Activos	Reputación	0	A	B	C	D	E
					Suceso prácticamente no creíble	Suceso poco frecuente	Suceso poco probable	Suceso creíble	Suceso probable	Suceso posible/frecuente
					Podría suceder en la industria de exploración y producción	Notificado al sector de exploración y producción	Al menos una ocurrencia en la Empresa	Ha ocurrido en varias ocasiones en la Empresa	Ocurre varias veces en la Empresa	Ocurre varias veces al año en una ubicación
1	Efecto/lesión leve para la salud	Efecto leve	Daño leve	Impacto leve						
2	Efecto/lesión menor para la salud	Efecto menor	Daño menor	Impacto menor		3.3.1.1.1 3.6.2.1.1 4.1.1.1.1	4.1.2.1.1	3.6.1.1.1		
3	Efecto/lesión mayor para la salud	Efecto local	Daño local	Impacto local	4.3.1.1.1 3.11.1.1.1	3.3.2.1.1 3.3.3.1.1 3.3.4.1.1				
4	Incapacidad total permanente (PTD) o 1 fallecimiento	Efecto mayor	Daño mayor	Impacto nacional	4.4.1.1.1 3.10.5.1.1 3.10.11.1.1 3.10.12.1.1 3.10.13.1.1	3.9.3.1.1 3.9.4.1.1	3.9.1.1.1			
5	Múltiples víctimas mortales	Efecto extensivo	Daño extensivo	Impacto internacional	3.10.1.1.1 3.10.2.1.1 3.10.3.1.1 3.10.4.1.1 3.10.6.1.1 3.10.7.1.1 3.10.8.1.1 3.10.9.1.1 3.10.10.1.1					

Fuente: Sesión de Identificación HAZID, Anexo 9.7, 2022.

La Tabla 0.37, Tabla 0.38 y Tabla 0.39, fueron utilizadas para identificar las actividades con nivel de riesgo más alto y de esta forma realizar el correspondiente análisis de consecuencias. De acuerdo a la información mostrada, existen cuarenta y dos (42) consecuencias con categoría de riesgo bajo, dieciocho (18) consecuencias en categoría de riesgo medio y tres (3) consecuencias en categoría de riesgo medio-alto. Ninguna desviación quedo definida con un nivel de riesgo residual alto.

Los escenarios que presentan el mayor nivel de riesgo después de salvaguardas, identificados a partir de la sesión de identificación de peligros, fueron escenarios con un nivel categorizado como medio-alto y los escenarios categorizados con nivel de riesgo medio evaluados con el mayor nivel de severidad (nivel 5). Los escenarios se resumen en la Tabla 0.40.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.40 Resumen de eventos con nivel medio (nivel de severidad 5) y medio-alto después de salvaguardas

No.	Nombre del nodo	Descripción del evento peligroso	Consecuencias	ID en HAZID	Severidad	Frecuencia	Categoría de riesgo
1	Operaciones rutinarias	Pérdida de la integridad del pozo	Reventón (blow-out)	3.7.1.1.1	5	A	MHR
2	Operaciones rutinarias	Falla mecánica / eléctrica de la aeronave	Choque de aeronave	3.8.1.1.1	5	0	MR
3	Operaciones rutinarias	Agotamiento de combustible	Choque de aeronave	3.8.2.1.1	5	0	MR
4	Operaciones rutinarias	Error humano	Choque de aeronave	3.8.4.1.1	5	0	MR
5	Operaciones rutinarias	Objetos caídos	Agravios personales, daño a los bienes	3.9.1.1.1	4	B	MHR
6	Operaciones no rutinarias	Pérdida de contención de pozo	Reventón (blow-out)	4.2.1.1.1	5	A	MHR
7	Operaciones no rutinarias	Falla en la secuencia de desconexión del pozo durante una emergencia	Lesiones al personal, daño a las instalaciones y el medioambiente	4.4.2.1.1	5	0	MR
8	Abandono de pozo	Aislamiento o barreras inadecuadas	Liberación de hidrocarburos al mar	5.1.1.1.1	5	0	MR
9	Operaciones rutinarias	Perforación de una zona de gas somero	Reventón de gas somero con ignición y fuego en la instalación	3.10.1.1.1	5	0	RM
10	Operaciones rutinarias	Perforación de una zona de gas somero	Reventón de gas somero con ignición y explosión en la instalación	3.10.2.1.1	5	0	RM
11	Operaciones rutinarias	Reventón	Reventón con ignición y fuego en la instalación	3.10.3.1.1	5	0	RM
12	Operaciones rutinarias	Reventón	Reventón con ignición y explosión en la instalación	3.10.4.1.1	5	0	RM

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

13	Operaciones rutinarias	Gas de hidrocarburo presente en fluidos de perforación de retorno	Explosión en el área de procesamiento de lodos	3.10.6.1.1	5	0	RM
14	Operaciones rutinarias	Incendio de diésel en el cuarto de maquinas	Incendio a gran escala en las instalaciones	3.10.7.1.1	5	0	RM
15	Operaciones rutinarias	Ignición General de trabajo en caliente	Incendio de gran escala en las instalaciones	3.10.8.1.1	5	0	RM
16	Operaciones rutinarias	Ignición de área de almacenamiento de combustible para helicóptero	Incendio de gran escala en las instalaciones	3.10.9.1.1	5	0	RM
17	Operaciones rutinarias	Ignición en área dispensadora de combustible de helicóptero	Incendio de gran escala en las instalaciones	3.10.10.1.1	5	0	RM

Fuente: Sesión de Identificación HAZID, Anexo 9.7, 2022.

Nota:

RM = Riesgo Medio

RMA = Riesgo Medio-Alto

Como se puede observar en la Tabla 0.40, de los diecisiete (17) eventos identificados, tres (3) fueron jerarquizados con nivel medio- alto y están relacionados con la pérdida de contención de pozo y objetos caídos.

También se identificaron catorce (14) eventos que presentan el mayor nivel de gravedad (nivel 5) catalogados con riesgo medio y se encuentran relacionados con:

- Peligros de incendio o explosión
- Objetos Caídos
- Choque de aeronave
- Fallas en los procedimientos de emergencia
- Liberación de hidrocarburos al mar debido al aislamiento inadecuado de barriles.

Para estos eventos se cuentan con controles preventivos y medidas de mitigación en caso de que se necesite responder ante el evento. Estas están documentadas en las hojas de trabajo de la sesión de identificación de peligros (**Anexo 9.7**).

Algunas de estas medidas de mitigación y controles preventivos se mencionan a continuación:

- Sistema BOP (“Blowout Preventer”, por sus siglas en inglés) certificado para prevención de colapso;
- Sistema de fluido para perforación;
- Personal certificado en control de pozos;
- Prueba de presión BOP periódicamente;
- LWD (registro durante la perforación);
- Ingenieros geomecánicos del contratista;
- Programa para el abandono del pozo;
- Diseño mecánico final del pozo;
- Zonas de permeabilidad geológica;
- Evaluación del riesgo de operación;
- Procedimientos implementados;
- Certificación e inspección de herramientas y equipo; y
- Barreras probadas.

Para efectos de análisis de consecuencias se debe proceder a modelación de aquellas actividades que hayan sido jerarquizadas con un nivel de riesgo alto y que sean susceptibles de modelación.

En este caso se procedió a modelar el evento de “pérdida de contención del pozo”, el cual presentaría un efecto potencial mayor. El evento de “liberación de hidrocarburos al mar debido al aislamiento inadecuado de barriles” no fue sujeto a modelación debido a que el volumen total que podría ser derramado será siempre menor al que se consideró para la modelación de “pérdida de contención de pozo”.

El evento de “choque de aeronave” no fue considerado para modelación debido a que, como se observa en la Tabla 0.20, no se identificaron accidentes reportados en donde el helicóptero impactará directamente en la plataforma, siendo el océano el principal lugar en donde ocurren los accidentes.

Eni cuenta con las siguientes medidas de reducción del riesgo en caso de que un evento de choque de aeronave ocurra:

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

- Seguimiento del programa de mantenimiento de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de la aeronave;
- Difusión de las normas y requisitos de embarque; y
- Seguimiento del Programa de Capacitación.

Para finalizar, de los (9) escenarios están relacionados con peligros de incendio y explosión, los cuales fueron agregados durante la actualización de identificación de peligros (16 enero 2019). Estos escenarios pueden ser ocasionados durante las operaciones rutinarias y abarcan desde el reventón de hidrocarburo o gas, hasta actividades de trabajo en caliente y actividades de reabastecimiento de combustible del helicóptero. En el **Anexo 9.8**, se presenta el informe de “Análisis de Ignición y Explosión (FEA)” en donde se presentan las interacciones y radios de afectación de los escenarios de fuego y explosión.

En resumen, de acuerdo con los resultados de jerarquización de riesgos en los tres (3) casos con nivel de riesgo medio-alto, el equipo que participo en la evaluación consideró que el nivel de riesgo residual es tolerable realizando una revisión estructurada de las medidas de reducción de riesgos tan pronto se cuente con información detallada del Proyecto y el proceso de mitigación puede detenerse al evaluarse que el riesgo es tan bajo como sea razonablemente posible (ALARP). Mientras que los cinco (5) eventos que presentan el mayor nivel de severidad (nivel 5) catalogados con riesgo medio, requieren de un seguimiento continuo para evitar el deterioro.

9.13.3.6 Eventos de pérdida de contención

Para continuar con el análisis de consecuencias, se identifican los eventos que involucran la pérdida de contención de sustancias peligrosas (LOC, por sus siglas en inglés). La pérdida de contención, para este análisis, involucra la liberación no deseada de mezcla multifásica hidrocarburos. La Tabla 0.41, muestra los escenarios LOC identificados.

Tabla 0.41 Eventos LOC

Evento LOC	No. Evento Peligroso	Descripción	Clasificación de impacto
1	1, 6, 8	Liberación submarina de hidrocarburos por reventón de pozo	Debido a una pérdida de integridad de pozo, o golpe de presión en el pozo; se produce una liberación de hidrocarburos en el pozo.
2	9, 10, 11, 12, 13	Liberación de gas en el piso de perforación	Debido a la perforación de una zona de gas somero, se produce una liberación de gas en la instalación.

Fuente: ERM, 2022.

9.13.3.7 Escenarios de Modelación

Derivado de los eventos LOC, se generaron los siguientes escenarios de modelación, dependiendo de la consecuencia y receptor a analizar. Es importante resaltar, que, debido a que no hay presencia de H₂S en la composición del hidrocarburo, de acuerdo con la información proporcionada por Eni, los efectos por dispersión tóxica no se consideraron para el presente análisis de riesgos.

La Tabla 0.42, muestra los escenarios de modelación identificados, los cuales, se determinaron considerando los Casos Más Probables (CMP) y el Pero Caso (PC).

Tabla 0.42 Escenarios de modelación identificados

Escenario	Modelación	No. De evento LOC	Descripción
1	Derrame de hidrocarburo en mar. CMP	1	Derrame de 24,500 m ³ /d con una duración de 10 días, hasta la llegada y control del derrame con ayuda del “Capping Stack”; es decir, derrame de 245,000 m ³ en total. Las simulaciones realizadas fueron usadas para predecir la

Escenario	Modelación	No. De evento LOC	Descripción
			extensión espacial del crudo derramado para tres diferentes peores casos (Superficie Máxima Cubierta de Crudo, Tiempo más corto en llegar a la costa y Máxima cantidad de crudo en la línea costera). Estos tres diferentes peores casos, se simularon bajo tres temporadas metoceánicas que se presentan a lo largo del año, las cuales incluyen la temporada lluviosa (de junio a octubre), de frentes fríos anticiclónicos (de octubre a febrero) y seca (de febrero a mayo). <u>El derrame de hidrocarburo se dispersa sobre el agua del océano del Golfo de México durante 10 días.</u>
2	Derrame de hidrocarburo en mar. PC	1	Derrame de 24,500 m ³ /d con una duración de 55 días, hasta la construcción del "Pozo de Alivio" y ahogo del pozo; es decir, derrame de 1,347,500 m ³ en total. Las simulaciones realizadas fueron usadas para predecir la extensión espacial del crudo derramado para tres diferentes peores casos (Superficie Máxima Cubierta de Crudo, Tiempo más corto en llegar a la costa y Máxima cantidad de crudo en la línea costera). Estos tres diferentes peores casos, se simularon bajo tres temporadas metoceánicas que se presentan a lo largo del año, las cuales incluyen la temporada lluviosa (de junio a octubre), de frentes fríos anticiclónicos (de octubre a febrero) y seca (de febrero a mayo). <u>El derrame de hidrocarburo se dispersa sobre el agua del océano del Golfo de México durante 55 días.</u>

Fuente: ERM, 2022.

9.14 Análisis Cuantitativo de Riesgo

9.14.1 Análisis de Frecuencias

Debido a la etapa actual del proyecto (definición de diseño de pozo y planeación) no se procedió a realizar un análisis detallado de frecuencia. Esto se debe principalmente a que el equipo de perforación a utilizar es una estructura prediseñada y construida de acuerdo a estándares internacionales y mejores prácticas por lo que el análisis detallado de los equipos de proceso y auxiliares dentro de ésta no es parte del alcance del proyecto.

De igual forma, para los eventos clasificados con mayores niveles de riesgo, como es el "choque de aeronave", no se cuenta con la información disponible para realizar un análisis detallado de frecuencia debido a que los helicópteros a utilizar aún no han sido definidos. Aun así, en la Tabla 0.20, se presenta información histórica de accidentes de helicóptero en operaciones petroleras en el mundo y los cuales fueron tomados en cuenta para la evaluación de frecuencia en las hojas de trabajo de la sesión de identificación de peligros.

Para los eventos relacionados con la "pérdida de contención del pozo", al estar en la etapa de exploración, no se cuenta con información detallada respecto a las condiciones de la reserva para poder hacer un análisis detallado sobre la frecuencia del evento.

Aun así, como se documentó en las hojas de trabajo de la sesión de identificación (**Anexo 9.7**), fue clasificado con una un nivel de frecuencia "A" implicando que el suceso es muy poco frecuente (frecuencia anual varía entre 10^{-6} y 10^{-4}) y se cuentan con salvaguardas para la prevención de este escenario, como lo es el equipo preventor de reventones, el cual está equipado con una serie de válvulas calibrada para soportar hasta 15,000 psi y poder controlar el pozo.

9.14.2 Análisis de Consecuencias

9.14.2.1 Escenarios de Ignición y Explosión

En el **Anexo 9.8**, se presenta el informe de “Análisis de Ignición y Explosión (FEA, por sus siglas en inglés) de la MODU representativa realizado por RPS Group. En este documento se realiza un análisis de consecuencias sobre escenarios de fuego, explosión y dispersión principalmente, en donde se presentan diferentes radios de afectación por estos fenómenos. En el documento FEA también se incluye análisis por dispersión tóxica, que, aunque no fue evaluado durante la identificación de peligros debido a que no se espera presencia de H₂S en la reserva, es de importancia para las plataformas de perforación como caso extremo y de probabilidad muy baja.

La Evaluación formal de seguridad o “Formal Safety Assessment” (FSA) se llevó a cabo para los peligros identificados que presentan un riesgo significativo para el personal que trabaja en la MODU. El FSA expresa y presenta un enfoque detallado y sistemático que se ha utilizado para identificar y evaluar los peligros y riesgos relacionados con dichos peligros. También expresa cómo se ha evaluado la efectividad de las medidas de reducción de riesgos con el fin de asegurar que el nivel de riesgo resulte tan bajo como sea razonablemente posible (ALARP).

El propósito particular de este estudio fue examinar los Peligros Mayores (MH) de Ignición y explosión que se han identificado a través de los otros estudios de riesgo en la FSA. Adicionalmente, se presentan los resultados del Análisis de consecuencias para los eventos identificados de ignición y explosión y ofrece aportes adecuados para las medidas de protección contra ignición y explosión que se utilizan en la MODU.

Objetivos del FEA

- Analizar los efectos físicos de las consecuencias de eventos de ignición y explosión en el personal y el equipamiento de la MODU a través del uso de técnicas cuantitativas o cualitativas, según corresponda.
- Determinar el potencial de escalada o efecto dominó de incendios y explosiones a otras consecuencias peligrosas.
- Poner de manifiesto las deficiencias existentes o identificar nuevas deficiencias y hacer recomendaciones sobre las medidas adicionales requeridas para reducir los riesgos de ignición y explosión ALARP.

Alcance del FEA

El alcance del estudio FEA se limita a los Peligros Mayores o Principales de Ignición y Explosión identificados en el Registro de Peligros y el Análisis BowTie, del Caso de HSE de la MODU, asociados con perforaciones, operaciones en pozos y actividades secundarias o asociadas. Esto incluye los peligros que pudieran surgir durante la exploración y el desarrollo de la perforación.

Metodología

A continuación, se resumen los pasos adoptados para desarrollar este FEA:

- Identificar eventos/escenarios peligrosos asociados con incendios, explosiones y gases tóxicos (entradas de identificación de peligros (HAZID) y estudios de análisis BowTie).
- Identificar objetivos relevantes (humanos, activos y sistemas de respuesta a emergencias) para eventos peligrosos de incendio, explosión y gas tóxico (aportes del análisis BowTie y estudios de escape, evacuación y análisis de rescate [EERA]).
- Establecer los criterios de afectación de incendio y explosión para los objetivos relevantes.
- Modelar y describir las consecuencias de eventos peligrosos relacionados con incendios, explosiones y gases tóxicos.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

- Evaluar las consecuencias estimadas para los objetivos y el deterioro mediante el uso de criterios de deterioro pertinentes
- Determine la posibilidad de una escalada de eventos de incendio, explosión y de gases tóxicos a otros eventos peligrosos
- Revisar las medidas de control para prevenir y mitigar las consecuencias de los eventos de incendio, explosión y gases tóxicos (aportes del estudio de análisis BowTie).
- Identificar cualquier posible recomendación para acciones correctivas (salidas del estudio ALARP).

Identificación de eventos peligrosos representativos

Se realizó un estudio exhaustivo HAZID durante el desarrollo del Caso de HSE, como iniciador para posteriores estudios de Análisis de riesgo. Se analizaron y clasificaron los diferentes peligros según el riesgo utilizando los resultados del estudio HAZID. Los peligros de Ignición y explosión que estaban evaluados como Peligros principales se sometieron a una evaluación detallada utilizando la técnica de Análisis BowTie, del caso HSE, que permite hacer hincapié en la identificación, el Análisis y el establecimiento de los requisitos funcionales de las medidas de reducción de riesgos.

Los casos representativos (estudios) para el FEA se han desarrollado utilizando como punto de partida los peligros identificados de los Análisis HAZID y BowTie, teniendo en consideración los inventarios de inflamables, combustibles, entre otros, y luego aplicando el conocimiento industrial y las normativas para desarrollar los casos representativos requeridos. El conjunto final de casos representativos que se ha elaborado y considerado en esta parte del FEA se resume en la Tabla 0.43.

En tanto se han abordado todos los casos de MH de Ignición y explosión en el FEA, no se han modelado cuantitativamente y en detalle todos los posibles casos debido a la gran cantidad de combinaciones de tamaños de vertidos, ubicaciones, potencia de ignición, etc. que puede existir en la MODU. Los casos representativos se han seleccionado para ilustrar las consecuencias de los MH.

Tabla 0.43 Casos de Estudio en el FEA

Estudio N.º	Nombre del escenario	Técnica de Modelo
Estudio 1	Escape de hidrocarburos de perforación desde la cubierta superior	Cuantitativo
Estudio 2	Escape de hidrocarburos de procesamiento de lodos desde la cubierta superior	Cualitativo y Cuantitativo
Estudio 3	Escape submarino de hidrocarburos de gas somero	Cuantitativo
Estudio 4	Incendio de aceite de cocina en alojamientos	Cualitativo
Estudio 5	Incendio de materiales de la lavandería de los alojamientos	Cualitativo
Estudio 6	Incendio de motor diésel	Cualitativo
Estudio 7	Incendio del área de almacenamiento de abastecimiento de combustible de helicóptero	Cuantitativo
Estudio 8	Impacto de helicóptero y escape de combustible de helicóptero	Cuantitativo
Estudio 9	Incendios generales por trabajo caliente	Cualitativo
Estudio 11	Escape de hidrocarburos de contraflujo de pozo	Cuantitativo
Estudio 12	Escape de almacenamiento de metanol	Cuantitativo
Estudio 13	Explosiones de recipientes a presión	Cuantitativo

Fuente: Análisis de Incendio y Explosión de la MODU

Técnicas de modelado

El modelo cuantitativo se realizó mediante herramientas de software para respaldar los cálculos y la presentación de los efectos físicos. En este FEA se utilizaron tres herramientas principales:

- Det Norske Veritas Germanischer Lloyd (DNV-GL) Phast, versión 8.0.33.0 - cálculo de los efectos físicos.
- Microsoft Excel 2016: modelos de análisis de qué pasaría, variable de entrada y cálculos de fórmulas de modelado.
- Trimble Sketchup Pro-16.0.19912: modelado tridimensional de fuentes, ubicaciones y trayecto de objetivo.
- Convert, Windows versión 4.10 - conversión de unidades de medida.

PHAST se ha seleccionado como la herramienta de modelado por los siguientes motivos:

- Se considera una herramienta de modelado estándar de la industria.
- El software es ampliamente utilizado en la industria de petróleo y gas en tierra y costa afuera.
- Es idóneo para modelar una gran cantidad de eventos de incendio y explosión.
- La herramienta ha sido ampliamente validada.

El software de modelado Phast de DNV-GL se ha utilizado en el estudio FEA para modelar las consecuencias de los escapes asociados con eventos de incendio y explosión. Phast es una de las herramientas de software de análisis de riesgo de la industria de procesos más completas del mundo para todas las etapas de diseño y operación. El software examina el desarrollo de un incidente potencial desde el escape inicial hasta la dispersión a campo lejano, incluyendo el modelado de la dispersión y evaporación del charco, y los efectos inflamables y tóxicos. El software Phast contiene modelos adaptados para el análisis de riesgos de estos escenarios:

- Modelo de descarga y dispersión, incluido el modelo de dispersión unificada (UDM) patentado por DNV-GL.
- Modelos inflamables, incluidos los efectos de radiación resultante, para incendios de dardos de fuego, incendios de charco y bolas de fuego.
- Modelos de explosión para calcular los efectos de sobrepresión y de impulso (Baker-Strehlow-Tang (BST), la energía múltiple y la equivalencia de trinitrotolueno (TNT) de la Organización de Investigación Científica Aplicada de los Países Bajos (TNO).
- Modelos para los riesgos tóxicos de un escape que incluyen cálculos de dosis tóxicas para interiores.

Inventarios y Cálculos de tasa de descarga/escape

Los inventarios de materiales inflamables y combustibles en el MODU se han compilado a partir de una variedad de fuentes de documentación específicas del MODU. Los inventarios asociados con los escapes de perforación son extremadamente grandes y tienen el potencial de alimentar una fuga por períodos prolongados (días o meses); por lo tanto, el modelado de los escapes relacionados con la perforación ha supuesto una cantidad infinita de inventario disponible en el incidente. Los inventarios de las cargas de combustible del helicóptero provienen de fuentes externas de la industria. El volumen y las propiedades físicas (por ejemplo, presión, densidad, etc.) de los inventarios inflamables se utilizan para estimar y calcular la tasa de escape de masa y, cuando corresponda, la duración del escape. La velocidad del escape o descarga inicial depende de la presión en la sección, el tamaño del orificio y la fase de fluido (es decir, gas, líquido o bifásico).

Las tasas de flujo reales serán específicas de la ubicación y también específicas para las circunstancias individuales de la afluencia en el pozo; sin embargo, se ha elegido un conjunto

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

representativo de tasas de escape basadas en los puntos de referencia de la industria ampliamente aceptados para el modelado FEA de perforación costa afuera. Las tasas de flujo en los pozos de perforación de exploración se derivan típicamente en términos de la tasa de flujo másico en kg/s. La Asociación Internacional de Contratistas de Perforación (IADC, por sus siglas en inglés) ha recomendado históricamente que el modelado para varios escenarios relacionados con la perforación se realice a 10 kg/s y a 35 kg/s.

Una guía más reciente de la industria indica que para la exploración, la perforación de 60 kg/s se considera como la tasa de flujo apropiadamente conservadora; sin embargo, se usa una tasa de escape conservadora de 75 kg/s, que se usa principalmente para examinar consecuencias muy poco probables, pero graves, como el límite superior de los accidentes creíbles de hidrocarburos. Esta velocidad de escape extrema se considera característica de las condiciones pico iniciales en un reventón ya que el pozo inicialmente se 'descarga' y después de una corta duración las tasas de flujo másico caerán típicamente a una tasa más baja de flujo de masa similar a la sugerida por IADC y la industria.

Por lo tanto, en el estudio FEA se utilizan 35 kg/s como el "caso probable" para las tasas de flujo de hidrocarburos y 75 kg / s se ha utilizado como el caso de prueba más conservador para caudales más altos en períodos pico cortos. También se han modelado un número limitado de escenarios a 10 kg/s, según el enfoque IADC recomendado para las emisiones más pequeñas del sistema de control de pozo de perforación, como el sistema de estrangulación y ahogo. Para proporcionar una guía adicional para futuras operaciones de perforación con diferentes características de pozo, se ha realizado un análisis de "que sucede si" para determinar los efectos de los cambios en la tasa de flujo másico a las consecuencias físicas modeladas en el estudio FEA.

La velocidad de escape es importante, ya que es un fuerte impulsor de la dispersión de las emisiones y / o incendios resultantes. Las ecuaciones utilizadas para las tasas de escape están integradas en el software de modelado Phast. La duración de un escape se calcula a partir del tamaño del inventario y la tasa de escape. Las propiedades físicas, la velocidad de escape y la duración del escape o descarga de los inventarios inflamables se utilizan como entradas para el modelado de consecuencias.

Debido al nivel de obstrucciones en la subestructura de la torre de perforación y perforación, los escapes de perforación vertical y horizontal se han modelado con un grado de pinzamiento. Los escapes con pinzamiento pueden dar distancias de dispersión más largas que los otros escapes porque se supone que el impulso es reducido en comparación con el valor inicial; esto reducirá la tasa de dilución inicial y significará que el escape tarda más en dispersarse.

Composición del inventario

Si bien el software de modelado puede aceptar y modelar mezclas complejas de diferentes compuestos, la composición real del fluido del pozo será específica de la ubicación y no está definida actualmente; por lo tanto, se ha preparado un conjunto de composiciones de fluidos de formación para usar en el estudio de FEA que son conservadoras y representativas de los tipos de fluidos de formación que podrían encontrarse. Las composiciones de inventario utilizadas se resumen a continuación para cada uno de los escenarios representativos en los que la elección de los compuestos utilizados se considera conservadora.

- Los escapes e incendios de hidrocarburo de fase de vapor modelados como metano al 100% (CH₄).
- Escapes e incendios de hidrocarburo de dos fases modelados como "mezcla de condensado de gas" (Tabla 0.44) con una fracción líquida del 5%.
- VCE (Explosiones de nube de vapor) de hidrocarburo modelado como volumen estequiométrico de 100% de CH₄.
- Escapes tóxicos modelados como 99% de CH₄, 1% de sulfuro de hidrógeno (H₂S).

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

- Escapes e incendios de combustible de helicóptero modelado como n-heptano (C_7H_{16}).
- Explosiones de APV de compensador de sarta de perforación montado en corona modelado como (N_2).
- Explosiones del cilindro de gas de soldadura modeladas como oxígeno (O_2) y acetileno (C_2H_2).
- Escapes e incendios de metanol modelados como metanol.
- Incendios de charcos de hidrocarburos modelados como condensado líquido prorratedo de la "mezcla de condensado de gas" (Tabla 0.45).

Tabla 0.44 Datos representativos de la composición de la mezcla de gas condensado

Componente	Cantidad másica	Cantidad molar
Sulfuro de hidrógeno	0	0
Nitrógeno	12.32594	0.44
Dióxido de carbono	371.88281	8.45
Metano	1126.364988	70.21
Etano	310.618968	10.33
Propano	185.2053	4.2
n-butano	113.34063	1.95
n-pentano	67.099779	0.93
n-hexano	45.673916	0.53
n-heptano	66.13464	0.66
n-octano	81.10401	0.71
n-nonano	203.93022	1.59

Fuente: Análisis de Incendio y Explosión de la MODU

Tabla 0.45 Datos representativos de composición de mezcla prorrateda de gas

Componente	Cantidad de masa	Cantidad molar
n-pentano	1518.042	21.04
n-hexano	1033.265	11.99
n-heptano	1496.046	14.93
n-octano	1834.55	16.06
n-nonano	4613.44	35.97

Fuente: Análisis de Incendio y Explosión de la MODU

El resto de las propiedades, limitaciones, supuestos y exclusiones del modelado se encuentra en la sección 3.3 del FEA, **Anexo 9.8**.

Identificación de los objetivos

En el FEA, se considera una variedad de objetivos potenciales para cada uno de los eventos de ignición y explosión. Los objetivos principales de interés son el personal de la MODU y de manera secundaria los sistemas críticos de la MODU. Sin embargo, todos los objetivos importantes se evalúan en cada escenario individual de ignición y explosión. En la Tabla 0.46, se muestra una lista de los objetivos que se han identificado específicamente para considerar en cada evento de Ignición y explosión.

Las distancias desde el origen de los efectos físicos hasta los objetivos potenciales se han determinado a partir de los planos del MODU, los datos del estudio del compartimiento y mediante la incorporación de los datos del modelo de consecuencia en un modelo tridimensional simple del MODU y del equipo. Las distancias se estiman en línea recta desde la fuente hasta el objetivo a través de los planos horizontal y vertical. En general, las distancias se han determinado desde el centro del evento del accidente (origen) hasta el límite relevante más cercano al objetivo.

Tabla 0.46 Objetivos clave en eventos de estudio FEA

N.º	Objetivo	Elevación sobre el origen *	Ubicación y descripción del objetivo
1	Módulo de alojamiento	Cubierta del primer piso: 29.6 m arriba de línea base (ABL) (11.3 m arriba de línea de agua (AWL)) Cubierta del segundo piso: 32.8 m ABL (14.5 m AWL) Cubierta del tercer piso: 36.0 m ABL (17.7 m AWL) Cubierta del cuarto piso: 39.2 m ABL (20.9 m AWL)	El módulo de alojamiento se encuentra en el extremo de proa del MODU y tiene cuatro niveles con capacidad para 150 personas. Está construido con sistemas de protección estructural pasiva de clase A y B según los requisitos de la Organización Marítima Internacional (IMO) y la <i>American Bureau of Shipping</i> . El comedor y la sala de vestidor dentro del módulo de alojamiento también sirven como refugio temporal seguro en el MODU para el personal no esencial. El módulo de alojamiento tiene cinco unidades de tratamiento de aire (AHU) ventilación, y suministro de aire fresco. Hay dos AHU en el nivel uno, que sirven al alojamiento de nivel uno y la cocina, y el AHU de la cocina AHU es un sistema independiente. Los niveles dos, tres y cuatro del alojamiento son atendidos por una AHU.
2	Estación de Control Central (CCS)	Cubierta del cuarto piso: 39.2 m ABL (20.9 m AWL) Nota: La instalación también tiene una estación alternativa de control; que es la oficina del OIM, ubicada en el lado del babor del nivel de alojamiento cuatro.	La sala de control de barcas actúa como la estación de control central y se encuentra en el nivel cuatro del módulo de alojamiento. Está construido con sistemas de protección estructural pasiva de clase A y B según los requisitos de IMO y ABS. La sala de control de barcas contiene una variedad de sistemas de respuesta de emergencia que incluyen pulsador / interruptor de alarma general, panel de control de detección de incendio y gas, baliza y sirena para alarma de cámara fría, panel de control de sistema de seguridad y socorro marítimo global, panel de apagado de emergencia y estación de paro de emergencia (ESD). El suministro de ventilación a esta área objetivo es a través de conductos internos al techo del alojamiento. La sala de espera de helicópteros se encuentra en el nivel cuatro del módulo de alojamiento; que actúa como una ubicación redundante para las comunicaciones internas y externas.
3	Caseta de perforador	Piso de perforación: 43.2 m ABL (24.9 m AWL)	La caseta del perforador está ubicada en el lado de proa a babor del piso de perforación. La caseta del perforador está provista de protección mecánica (barras de acero y pantallas) contra objetos que caen o salen disparados y cuenta con vidrio templado de grado A (endurecido y laminado). La caseta del perforador está presurizada positivamente mediante un sistema local de calefacción, ventilación y aire acondicionado con suministro de ventilación desde el exterior del área peligrosa. La caseta del perforador contiene una variedad de sistemas clave de respuesta de emergencia incluyendo panel de control para detección de fuego y gas, panel de control de altavoces públicos, estación ESD, altavoz de avisos públicos / aviso de incendio, contacto de alarma de incendio, panel de control de BOP / desviador y panel de estrangulamiento y ahogar.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

N.º	Objetivo	Elevación sobre el origen *	Ubicación y descripción del objetivo
4	Estructura de helipuerto y equipo relacionado	42.4 m ABL (24.1 m AWL)	La plataforma del helicóptero está ubicada en la parte superior del módulo de alojamiento hacia proa babor del MODU. El acceso al helipuerto octogonal es a través de las escaleras en los lados de babor y estribor. El área tiene ventilación natural y cuenta con un sistema de drenaje de cubierta. La sala de espera del helicóptero se encuentra en el lado del babor del cuarto nivel del módulo de alojamiento.
5	Estación de reunión de proa y embarcaciones de supervivencia	Cubierta del segundo piso: 32.8 m ABL (14.5 m AWL)	La estación principal de reunión y embarque se encuentra en el segundo piso hacia proa del módulo de alojamiento. Los botes salvavidas están guardados en una cubierta en voladizo orientada hacia afuera del MODU. El área tiene ventilación natural.
6	En la estación de reunión y de embarcaciones de supervivencia de popa	Cubierta principal: 29.6 m ABL (11.3 m AWL)	La estación secundaria de reunión y embarque se encuentra en el nivel de la cubierta principal, detrás del cuarto de máquinas principal. Los botes salvavidas están guardados en una cubierta en voladizo orientada hacia afuera del MODU. El área tiene ventilación natural.
7	Generador principal de energía	Cubierta principal: 29.6 m ABL	El cuarto de máquinas principal está ubicado en la popa del MODU en el nivel de la cubierta principal y se extiende hasta el nivel del techo de la caseta de preparación de lodos en el plano vertical. En el plano horizontal, el cuarto de máquinas principal es un espacio contiguo que alberga los siete motores diesel, generadores de corriente alterna, unidades de transformadores eléctricos y los tanques de combustible diésel y de sedimentación. Los cuartos de conmutadores eléctricos están ubicados hacia proa y hacia estribor del cuarto de máquinas en la cubierta intermedia. El suministro de ventilación al cuarto de máquinas principal se proporciona en el extremo de popa sobre la elevación del techo del cuarto de máquinas.
8	Generador de energía de emergencia	Cubierta principal: 29.6 m ABL (11.3 m AWL)	El sistema de generación y conmutación de energía de emergencia está ubicado en el lado de babor de la cubierta principal como un componente del primer nivel del alojamiento. La sala del generador de emergencia se extiende desde la cubierta principal hasta la cubierta del segundo nivel de alojamiento en el plano vertical. El cuarto cuenta con suministro de ventilación local en el mamparo de babor.

Fuente: Análisis de Incendio y Explosión de la MODU

**Nota: El 'punto de origen' utilizado en el modelado es la superficie del agua al máximo calado de operación, en la línea central de la mesa rotatoria. Esta ubicación del punto de origen está aproximadamente a 18.3 m (60 pies) ABL, que es la parte inferior de los pontones.*

ABL: Arriba de la línea base (above baseline)

AWL: Arriba de la nivel de agua (above water level)

Criterios de Deterioro de los objetivos y determinación de zonas de riesgo

Los criterios de deterioro aplicados en este FEA se han extraído de una amplia variedad de pautas aceptadas de la industria. Es importante mencionar que estos criterios, en su mayoría, no son exactamente los establecidos en la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos, pero si analizan rangos similares, por lo que se consideró que cumplen con el

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

propósito para analizar los radios de afectación, interacciones y las posibles zonas de riesgo de los escenarios analizados.

Las pautas de la industria han sido estudiadas y se ha reunido un conjunto detallado de criterios. En general, se supone que ocurre un deterioro si un evento es capaz de originar condiciones de deterioro. Las siguientes tablas (Tabla 0.47, Tabla 0.48, Tabla 0.49, y Tabla 0.50) presentan un conjunto consolidado de criterios de deterioro claves aplicados para la evaluación del deterioro en una variedad de tipos de objetivos expuestos a eventos de ignición y explosión.

Tabla 0.47 Criterios clave de impacto en las personas de los eventos de ignición y explosión

Efecto del evento	Criterio	Efecto
Efectos térmicos	4,7 kW/m ²	Intensidad de radiación limitante para medidas de escape que duran más de unos minutos (como pasar por una ruta de escape desprotegida) con ropa normal marítima. En este nivel el umbral del dolor para la piel expuesta se alcanza en unos 16 segundos. Se prevé que en unos 2 minutos se produzcan quemaduras de segundo grado en la piel expuesta. Se puede requerir al personal que tome medidas de emergencia sin protección durante muchos minutos, pero con ropa adecuada.
	12,5 kW/m ²	Intensidad de radiación limitante para las medidas de escape que duran unos segundos. En este nivel, el umbral del dolor se alcanza en unos 4 segundos y en 40 segundos se producen quemaduras de segundo grado en la piel expuesta. El probit de Eisenberg predice 50 % de mortalidad en unos 80 segundos.
	37,5 kW/m ²	Criterio para mortalidad inmediata. En este nivel, el umbral del dolor es prácticamente instantáneo y en unos 8 segundos se producen quemaduras de segundo grado en la piel expuesta. El probit de Eisenberg predice 50 % de mortalidad en unos 20 segundos.
Efectos de ráfagas de fuego	50 % LFL	100 % de probabilidad de mortalidad para las personas en la región inflamable
Efectos de la sobrepresión de explosión	0,17-0,21 barg	0 % de probabilidad de mortalidad al aire libre (capacidad de supervivencia máxima ante una explosión)
	0,25-0,35 barg	Entre 1 % y 50 % de mortalidad al aire libre
	0,5-1,0 barg	Entre 50 % y 100 % de probabilidad de mortalidad al aire libre
Efectos tóxicos (H ₂ S)	100 ppm	Inmediatamente peligroso para la vida o la salud (IDLH) después de 30 min
	795 ppm	1% de probabilidad de muerte después de 5 min.
	841 ppm	50% de probabilidad de muerte después de 30 min.

Fuente: Análisis de Incendio y Explosión de la MODU.

Tabla 0.48 Criterios típicos de falla del acero por efectos de incendio

Estructura	Tiempo de falla (minutos)		
	Impacto de dardos de fuego	Impacto de ignición de charco	Flujo térmico radiante 37,5 kW/m ²
Viga de acero estructural desprotegida (con carga)	10	10	30
Placa de acero desprotegida (sin carga)	5	10	30
Cortafuegos A60	10	30	60
Cortafuegos H60/J30	30	60	120
Cortafuegos H120	60	120	240

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Fuente: Análisis de Incendio y Explosión de la MODU.

Tabla 0.49 Criterios de daño estructural típico por sobrepresión en explosión

Sobrepresión (bar)	Daño en las estructuras
0,02	50 % rompimiento de ventanas
0,07-0,14	Falla de conexión del panel ondulado
0,08-0,1	Daño menor en el marco de acero
0,1	Daño reparable Puentes costa afuera con chapa explotada y balsa salvavidas con motor totalmente cerrada (TEMPSC) inhabilitada
0,15-0,2	Paredes de concreto o acero dañadas
0,2	Colapso del marco de acero
0,35	Daño severo en equipos o estructura
0,34	Paredes de acero explotadas Ruptura de planta de procesos dentro del módulo costa afuera. Módulos adyacentes dañados. 50 % de probabilidades de falla en el cierre de la válvula ESD.
0,4	Los cortafuegos A0 y A60 comparables resisten las sobrepresiones que están en el orden de 0,8 bar, aunque 0,4 barg es más representativo (nótese que la resistencia es una función de la configuración detallada de la pared).
1,0	Columnas y cubierta de flotante del semi-sumergible rotos

Fuente: Análisis de Incendio y Explosión de la MODU.

Tabla 0.50 Criterios clave de deterioro relacionadas con la respuesta a emergencia

Criterios	Sistema deteriorado	Consecuencia
Calor a 1,6 kW/m ²	Punto de reunión	"Cualquier ubicación en la cual el personal está continuamente expuesto."
Calor a 4,7 kW/m ²	Área de acción de emergencia	"Lugares en los cuales se requiere que el personal sin protección, pero con ropa adecuada realice medidas de emergencia durante muchos minutos."
Calor a 6 kW/m ²	Ruta de escape	"Por sobre los 6 kW/m ² se producirá dolor en el lapso de aproximadamente 10 segundos y solamente es posible el escape rápido."
Calor a 6,3 kW/m ²	Rutas de escape extensas	"Lugares en los cuales se requiere que el personal sin protección, pero con ropa adecuada realice medidas de emergencia de hasta 1 minuto."
Calor a 9,5 kW/m ²	Rutas de escape cortas	"En cualquier ubicación a la cual las personas puedan acceder. La exposición del personal está limitada a unos pocos segundos que deberían ser suficientes solamente para escapar".
Calor a 12,5 kW/m ²	Ruta de escape	"Una ruta separada de los efectos del calor por una pared revestida, pero con emparrillado es infranqueable si el nivel de radiación térmica del otro lado de la pared revestida es superior a 12,5 kW/m ² ."
Calor a 12,5 kW/m ²	Zonas de embarco en botes salvavidas	"Nivel de radiación térmica de más de 12,5 kW/m ² a la parte inferior o exterior del área de embarco."
Calor @ 37,5 kW/m ²	Ruta de escape	"Si la estructura de la parte inferior de una ruta formada por chapas y placas está todavía intacta, la ruta de escape es infranqueable si el nivel de radiación térmica en la parte inferior de la ruta de escape excede los 37,5 kW/m ² ."
Calor @ 100 kW/m ²	Refugio temporal	"Si los cálculos técnicos de Ignición indican que las superficies externas del módulo habitacional podrían estar sujetas a un flujo térmico de más de 100 kW/m ² en Caso de Ignición"

Criterios	Sistema deteriorado	Consecuencia
		dimensionado, se deberían instalar con las divisiones de Ignición de clase mínima H-60.” “La capacidad de un cortafuego A-60 es de aproximadamente 100 kW/m ² para la duración típica requerida de la evacuación.” (Cortafuegos A 60-100 kW/m ² durante 45 minutos. Cortafuegos H 60-150 kW/m ² durante 1 hora.)
Humo @ 2,3%	Ruta de escape	“Una ruta desprotegida es intransitable si la concentración de humo es mayor a 2,3%.”
Visibilidad a 4 m - 5 m	Ruta de escape	“Una visibilidad de 4 m - 5 m es el límite aproximado del rendimiento confinado. Una visibilidad de menos de la longitud de un brazo no será de ayuda en lo absoluto cuando se escapa de una ignición”.
VCE a 0,2 bar	Zonas de embarco en botes salvavidas	“Cualquier impacto de explosión con una sobrepresión mayor a 0,2 bar.”

Fuente: Análisis de Incendio y Explosión de la MODU.

Tipos de modelado

Puede ocurrir una amplia variedad de tipos eventos de Ignición y explosión. En el FEA se ha evaluado siempre que resultó adecuado cada tipo relevante de evento de Ignición y explosión descrito en esta sección. En la sección 3.4 del FEA, se presenta una descripción general de estos tipos de eventos de ignición y explosión y la forma en que usualmente se modelan dentro del FEA. Los eventos de ignición considerados son los siguientes:

- Dardos de fuego y extinción de Incendio
- Incendio de piscina
- Ráfagas de fuego
- Nube explosiva de vapor (VCE)
- Explosión por expansión de los vapores de los líquidos en ebullición (BLEVE) y bolas de fuego
- Explosiones en depósitos presurizados
- Incendio y explosiones no relacionadas con la perforación.

9.14.2.2 Escenarios de modelación derrame de hidrocarburo en mar

Esta sección tiene como objetivo analizar las consecuencias de un evento de derrame de Hidrocarburo en el Golfo de México producto de una pérdida de contención del pozo. Este escenario se seleccionó con base en la metodología de identificación y jerarquización descrito anteriormente (ver Tabla 0.42). Y fue seleccionado para ser modelado considerando que se trata del escenario con un mayor impacto (mayor severidad).

El modelo del impacto de un derrame accidental de hidrocarburos se realizó utilizando los módulos hidrodinámicos (HDM), químicos y de hidrocarburo (COSIM), módulos de GEMSS® (Sistema de modelado ambiental generalizado para aguas superficiales), software de modelado de aguas superficiales tridimensionales. Para los estudios de impacto ambiental, se aplicará un procedimiento típico al modelo de derrame en modo estocástico para predecir la probabilidad de un impacto de derrame en la superficie del agua, subsuelo y costa. Las condiciones a las que se llevó a cabo la modelación del derrame se obtienen generalmente de la línea de base ambiental, mediciones en campo, datos de monitoreo a largo plazo que puedan estar disponibles dentro del Área del Proyecto.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Las simulaciones realizadas con COSIM fueron usadas para predecir la extensión espacial del hidrocarburo derramado para el caso de Superficie Máxima Cubierta de Hidrocarburo. El objetivo de esto es proporcionar un rango de opciones que podrían ocurrir en caso de un derrame y que representan los casos de mayor preocupación para los encargados de responder ante dichos eventos.

Para la duración del blow-out se han tomado dos escenarios diferentes:

- **Duración de blow-out igual a 10 días.** Según las estadísticas de eni (para pozos de exploración, evaluación) después de 10 días el pozo colapsa y el flujo se detiene. En este escenario de 10 días, el pozo está en etapa de perforación y las paredes del pozo colapsarían como consecuencia del caudal de fluidos en agujero descubierto y el flujo se detiene de forma natural.
- **Duración de Blow-out igual a 55 días.** Para este caso se considera el tiempo extremo en donde es necesario la construcción de un pozo de alivio, para controlar el derrame.

Para cada iteración del modelo se simuló una descarga de hidrocarburo con una duración de liberación continua de 10 días y de 55 días, bajo tres temporadas meteoceánicas que se presentan a lo largo del año, las cuales incluyen la temporada lluviosa (de junio a octubre), de frentes fríos anticiclónicos (de noviembre a febrero) y seca (de marzo a mayo).

Las iteraciones del modelo fueron ejecutadas dos veces por mes para cinco años de información hidrodinámica y meteorológica (desde el 1 de junio del 2009 hasta el 31 de mayo del 2014) con un total de 120 iteraciones.

Enfoque general

El estudio de modelación, se llevó a cabo utilizando un conjunto de datos que incluyeron mapas de línea costera, batimetría, información meteorológica e hidrodinámica usada para caracterizar el movimiento de las aguas del Golfo de México (GdM). Las simulaciones realizadas fueron usadas para predecir la extensión espacial del hidrocarburo derramado el caso de Superficie Máxima Cubierta de Hidrocarburo, que es el de mayor preocupación para los encargados de responder ante dichos eventos.

Este caso se simuló bajo tres temporadas meteoceánicas que se presenta a lo largo del año, las cuales incluyen la temporada lluviosa (de junio a octubre), de frentes fríos anticiclónicos (de noviembre a febrero) y seca (de marzo a mayo). Este caso y las condiciones meteoceánicas se consideraron para simular un derrame promedio de 154,100 barriles por día (sbpd) de hidrocarburo con una duración de la liberación de 55 días (con un volumen total de 8,475,520 barriles). Para una liberación de 10 días el volumen total liberado sería de 1,541,003 barriles.

Duración estimada del derrame

La duración del derrame se estableció tomando en cuenta varios factores críticos, siendo el principal la movilización de equipo específico ubicado en Estados Unidos. Otros factores críticos tomados en cuenta para la duración fueron la evacuación del personal y la movilización de equipos de control de derrame, la selección del equipo a utilizar y la puesta en marcha plan de respuesta adecuado para la situación. La referencia para la duración del reventón es la NTL No. 2015-N01 y NTL No. 2010-N06 de US BOEM (Bureau of Ocean Energy Management) después del derrame del pozo Macondo en el Golfo de México, y las lecciones aprendidas de dicho evento; considerando el tiempo que necesita para movilizar el equipo de emergencia más el tiempo para perforar un pozo de alivio, como peor caso.

Los 10 días indicados para esta modelación considera las estadísticas de Eni (para pozos de exploración, evaluación) en donde después de 10 días el pozo colapsa y el flujo se detiene. En este escenario de 10 días, el pozo está en etapa de perforación y las paredes del pozo colapsarían como consecuencia del caudal de fluidos en agujero descubierto y el flujo se detiene de forma natural.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Los 55 días indicados para la modelación de derrame consideran que se genera el blow-out cuando en el pozo ha finalizado la perforación, los revestidores están colocados y cementados, fallan los dispositivos anti-reventones y no se tiene acceso a la plataforma de perforación con la siguiente línea de tiempo:

- 10 días – Tiempo para movilizar, instalar y asegurar una nueva plataforma de perforación,
- 40 días - Perforación de pozo de alivio, y
- 5 días – Tiempo necesario para matar el pozo generador del blow-out desde el pozo de alivio.

Estimación de flujo de descarga

Para la estimación de flujo de descarga se utilizó un estudio de evaluación de reventón de pozo realizado por Eni previamente respecto al AC7. A partir de este se obtuvieron los datos para el flujo de descarga del peor escenario posible. A continuación, se presenta la metodología y los resultados del estudio de evaluación de pozo realizado previamente para la estimación de flujo de descarga.

Selección preliminar de tasa flujo de reventón: Short Cut Model

Se realizó un estudio de sensibilidad con el objetivo de identificar los escenarios de descarga más desfavorables para el reventón, considerando el rango de variación de los datos de entrada proporcionados, las diferentes condiciones de reventón (de un solo nivel o contemporáneas) y las geometrías (trayectorias de flujo, Figura 0.11).

El cálculo de las condiciones de caudal y descarga se ejecutaron con el modelo de dimensión cero¹², denominado Short Cut Model (SCM), incluido en la metodología RAINBOW.

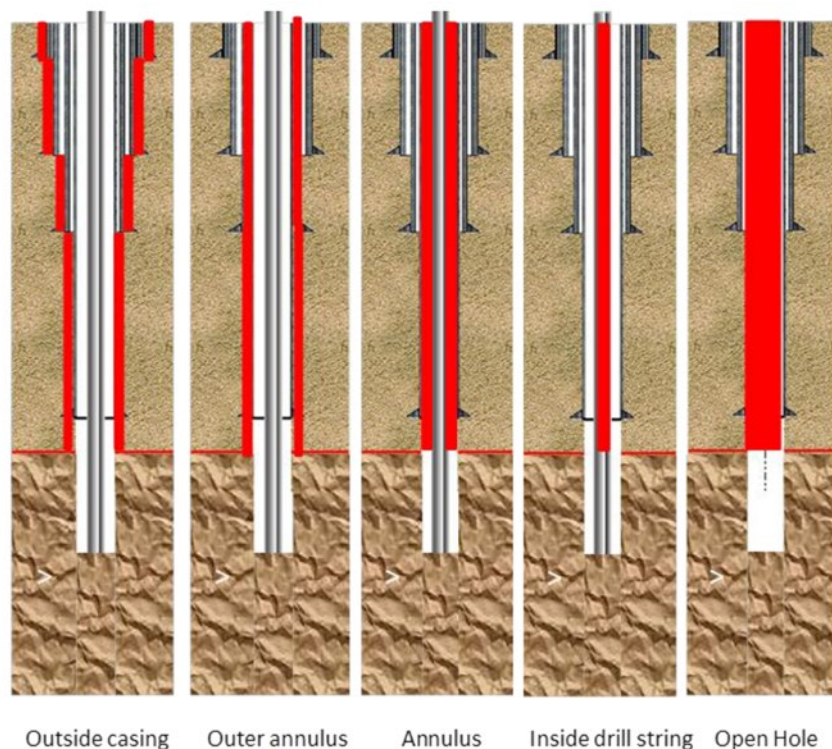


Figura 0.11 Posibles trayectorias de flujo en caso de reventón

¹² P. Blotto, P. Andreussi, M. Bonuccelli, R. Galinetto, F. Podenzani, M. Zuvo, M. Andreassen, "Application of Integrated Methodology for the Evaluation of the Safety and Environmental Impact Associated to a possible Blow-out Event in North Sea", Offshore Mediterranean Conference OMC 2001, Ravenna March 28-30, 2001

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Fuente: "Blowout Evaluation and Killing Design Study of the México Area 7 exploration wells", Eni, 2022.

Outside Casing: Al exterior de la tubería de revestimiento

Outer Annulus: Espacio anular externo

Annulus: Espacio anular

Inside drill string: Dentro de la sarta de perforación

Open Hole: Agujero descubierto (pozo sin tubería de revestimiento)

Mejor estimación de tasa de flujo de reventón: OLGA

OLGA es un simulador de flujo multifásico de una dimensión. Es usado para simular el comportamiento del flujo transiente y los perfiles de presiones del pozo, desde el fondo hasta el cabezal. Se utiliza principalmente para modelar el flujo en redes de pozo, líneas de flujo, líneas de conducción y equipos de proceso.

Una vez identificado el peor escenario de descarga con la selección preliminar, el cálculo de la tasa de flujo se realizó con el software OLGA, con el propósito de realizar una simulación detallada del yacimiento y la geometría del pozo mediante modelado unidimensional.

La caracterización termodinámica del fluido se ha ejecutado con el paquete PVTsim, realizando un ajuste adecuado para que coincida con las características del crudo. (°API, BP, etc.)

Las condiciones de reventón se identifican cruzando el Desempeño de Elevación Vertical (VLP, Vertical Lift Performance) con el Rendimiento de Flujo de Reserva (IPR, Inflow Performance of Reservoir) adecuado. Este enfoque está integrado en el Short Cut Model (SCM), pero también se lleva a cabo en el cálculo del índice de flujo de reventón con el código OLGA.

En este estudio, para el índice de productividad, no solo se utilizó el método de IPR lineal mencionado y validado con la metodología RAINBOW, también se realizó el análisis con la ecuación de flujo de Vogel, presentada en la qo: Flujo de dos fases

Cuando la presión del punto de burbuja es más alta que la presión del flujo del fondo del pozo significa que, termodinámicamente, el yacimiento está saturado. Bajo estas condiciones, existe el fenómeno de gas instantáneo (flash gas) en el depósito, lo que resulta en una reducción en la productividad del mismo. Por esta razón es necesario hacer un mayor análisis del flujo de descarga del pozo. La ecuación de Vogel permite obtener una solución simplificada al problema del flujo de dos fases cuando la presión del punto de burbuja es más alta que la presión de flujo del fondo del pozo. Vogel dio la siguiente ecuación para tomar en cuenta el flujo de dos fases (q_o) en el yacimiento con efectos de saturación.

$$q_o(t) = J^*(\bar{p} - p_b) + \frac{p_b \cdot J^*}{1,8} \left[1 - 0,2 \left(\frac{p_{wf}}{p_b} \right) - 0,8 \left(\frac{p_{wf}}{p_b} \right)^2 \right]$$

Figura 0.12 Ecuación de Vogel

Fuente: "Blowout Evaluation and Killing Design Study of the México Area 7 exploration wells", Eni, 2018

qo: Flujo de dos fases

J= Índice de Productividad

$\bar{p}$: Presión promedio actual del yacimiento

Pb: Presión de punto de burbuja

Pwf: Presión de flujo de fondo del pozo

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Datos de alimentación

Para los datos geométricos de los pozos (profundidad y diámetros) se utilizaron los esquemas de pozo presentados en la sección 9.4 y se resumen en la Tabla 0.51 y Tabla 0.52. Para la sarta de perforación el estudio tomó un diámetro de 5".

Tabla 0.51 Datos geométricos principales aplicable al pozo Ixchel-1

Tubería de Revestimiento	ND (pulgada)	ID (pulgada)	OD (pulgada)	Profundidad (m)	
				MD	TVD
Conductor	34	34	36	409	409
Superficial	24.5	24.5	26	800	800
Intermedia	18.376	18.376	20	1,623	1,623
Corta	12 3/8	12 3/8	13 5/8	1,870	1,870
Agujero descubierto	12 1/4	12 1/4	12 1/4	3,136	3,136

Fuente: "Blowout Evaluation and Killing Design Study of the México Area 7 exploration wells", Eni, 2022.

ND: Diámetro Nominal

ID: Diámetro interno

OD: Diámetro Externo

MD: Profundidad Medida

TVD: Profundidad Vertical Real

Tabla 0.52 Datos geométricos principales aplicable al pozo Yatzi-1

Tubería de Revestimiento	ND (pulgada)	ID (pulgada)	OD (pulgada)	Profundidad (m)	
				MD	TVD
Conductor	34	34	36	394	394
Superficial	24.5	24.5	26	800	800
Intermedia	18.376	18.376	20	1,623	1,623
Corta	12 3/8	12 3/8	13 5/8	2,530	2,530
Agujero descubierto	8 5/8	8 5/8	9 7/8	3,400	3,400

Fuente: "Blowout Evaluation and Killing Design Study of the México Area 7 exploration wells", Eni, 2022.

ND: Diámetro Nominal

ID: Diámetro interno

OD: Diámetro Externo

MD: Profundidad Medida

TVD: Profundidad Vertical Real

Los datos termodinámicos para ambos pozos (Ixchel-1 y Yatzi-1) se presentan en la Tabla 0.53 y Tabla 0.54. Desde el punto de vista de las sustancias tóxicas, no se prevén H₂S ni CO₂ en las formaciones.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.53 Datos termodinámicos y de frontera en términos de rangos de variaciones para el pozo Ixchel-1

Parámetro	Rango de Valor		Unidad
Formación geológica de la reserva	Mioceno inferior	Mioceno Inferior	-
Tipo de reventón	Submarino/ atmosférico	Submarino /atmosférico	-
Ubicación de Reventón	Costa afuera	Costa afuera	-
Duración reventón	55	55	Días
Profundidad del Agua	380	380	m
Temperatura del yacimiento	50	70	°C
Presión estática	230-270	345-395	Barg
Presión estática DATUM	1960	2600	m bajo el nivel del mar
Gradiente de Presión de Poro	1.2-1.4	1.35-1.55	Kg/cm ² /10m
Índice de Producción	8-32	8-32	Sm ³ /d/bar
Gravedad Hidrocarburo	35-40	35-40	°API
Punto Burbuja	140	140	Barg a T° de yacimiento
G.O.R.	75.25	75.25	Sm ³ /m ³
Contenido de gas H ₂ S en superficie	0	0	ppm

Fuente: "Blowout Evaluation and Killing Design Study of the México Area 7 exploration wells", Eni, 2022.

G.O.R: *Proporción de gas y aceite*

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.54 Datos termodinámicos y de frontera en términos de rangos de variaciones para el pozo Yatzil-1

Parámetro	Rango de Valor				Unidad
Formación geológica de la reserva	Mioceno inferior	Mioceno Inferior	Mioceno Inferior	Mioceno Inferior	
Tipo de reventón	Submarino/ atmosférico	Submarino /atmosférico	Submarino /atmosférico	Submarino /atmosférico	
Ubicación de Reventón	Costa afuera	Costa afuera	Costa afuera	Costa afuera	
Duración reventón	55	55	55	55	Días
Profundidad del Agua	270	270	270	270	m
Profundidad de la reserva	2530	3000	3500	4000	m bajo el nivel del mar
Temperatura del yacimiento	65	78	90	105	°C
Presión estática	320-360	400-440	515-570	610-670	Barg
Presión estática DATUM	2530	3000	3500	4000	m bajo el nivel del mar
Gradiente de Presión de Poro	1.3-1.45	1.35-1.5	1.2-1.65	1.55-1.7	Kg/cm ² /10m
Índice de Producción	8-32	8-32	8-32	8-32	Sm ³ /d/bar
Gravedad Hidrocarburo	35-40	35-40	35-40	35-40	°API
Punto Burbuja	140	140	140	140	Barg a T° de yacimiento
G.O.R.	75.25	75.25	75.25	75.25	Sm ³ /m ³
Contenido de gas H ₂ S en superficie	0	0	0	0	ppm

Fuente: "Blowout Evaluation and Killing Design Study of the México Area 7 exploration wells", Eni, 2022.

G.O.R: *Proporción de gas y aceite*

Resultados de flujo de descarga

Como se mencionó anteriormente, se realizó un análisis preliminar con el método SCM para identificar los valores que pueden maximizar el flujo de hidrocarburo y gas. Al mismo tiempo, todas las simulaciones realizadas con SCM para el cálculo de las tasas de flujo de reventón se realizaron teniendo en cuenta la ecuación de Vogel.

Para las simulaciones realizadas con SCM se tomó en cuenta un reventón simultáneo en las secciones a agujero descubierto de los pozos, los cuales son los objetivos 1 y 2 del pozo Ixchel-1 y objetivos 3 y 4 para el pozo Yatzil-1, por las diferentes trayectorias (Figura 0.11)¹³.

Entre todas las posibles trayectorias de flujo en las que puede ocurrir el evento de reventón, el estudio de sensibilidad preliminar permitió identificar los dos peores escenarios de descarga posibles (WCD). Estos escenarios fueron los reventones atmosféricos y subacuáticos de agujero descubierto, considerando el reventón simultáneo de los objetivos 1 y 2 para Ixchel-1 y los objetivos 3 y 4 para el pozo Yatzil-1. Estos dos escenarios de WCD fueron considerados para simulaciones de reventón con el código OLGA (Mejor enfoque de estimación) a través del cual es posible evaluar con mayor precisión el valor de las tasas de flujo de reventón de petróleo y gas. El resumen de los resultados de la simulación de reventón se presenta en la Tabla 0.55.

¹³ Los objetivos se refieren a zonas de interés a diferentes profundidades en las reservas. Para Ixchel-1 El objetivo 1 (1960 m) y objetivo 2 (2600 m) se encuentran en la sección a agujero descubierto. Para Yatzil-1, el objetivo 3 (3500 m) y objetivo 4 (4000 m) también se encuentran en la sección a agujero descubierto. Al estar ambos objetivos en la misma sección se consideró reventones simultáneos.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.55 Resultados de flujo de descarga OLGA

Trayectoria de Flujo	Condiciones de Salida				Condiciones "Stock Tank"					
	Flujo Volumétrico Hidrocarburo	Flujo Volumétrico Gas	Flujo Másico Hidrocarburo	Flujo Másico Gas	Flujo Volumétrico Hidrocarburo	Flujo Volumétrico Gas	Flujo Másico Hidrocarburo	Flujo Másico Gas	Duración de reventón	Hidrocarburo liberado
Pozo Ixchel-1- Agujero descubierto-Atmosférico	14,633.3	1,279,611.8	136.2	15.7	14,608.6	1,126,503.7	138.1	13.8	55	803,473
Pozo Ixchel-1 - Agujero descubierto-Submarino	12,931.2	22,450.0	116.1	6.3	11,780.4	908,417.3	111.3	11.2	55	647,924
Pozo Yatzil-1- Agujero descubierto-Atmosférico	24,680.3	2,460,701.0	226.0	30.0	24,553.0	1,886,294.9	232.9	23.0	55	1,350,416
Pozo Yatzil-1- Agujero descubierto-Submarino	25,177.1	55,646.0	220.1	14.2	22,478.4	1,726,914.7	213.2	21.1	55	1,236,315

Fuente: "Blowout Evaluation and Killing Design Study of the México Area 7 exploration wells", Eni, 2022.

Condiciones "Stock Tank": Presión atmosférica de 14.696 psi y temperatura de 16°C

Al mismo tiempo, las condiciones de reventón se identificaron cruzando el VLP con el IPR adecuado. El cruce entre el VLP y el IPR representa el punto de operación. El IPR se define como una función de la tasa de producción y describe el flujo en la reserva. El VLP describe el flujo desde el fondo del pozo al cabezal del pozo y depende de muchos factores, incluidas las propiedades de PVT fluido, la profundidad del pozo, el tamaño de la tubería, la presión superficial, el corte de agua y la GOR. En todos los casos, el IPR se ha calculado considerando la ecuación lineal (IPR) y la ecuación de Vogel.

En la Figura 0.13, se presenta el cruce de IPR y VLP para el WCD de reventón atmosférico de agujero descubierto, considerando el reventón simultáneo del objetivo 3 y el objetivo 4, del pozo Yatzil-1, que tal como se observa en Tabla 0.55, es el mayor flujo de descarga.

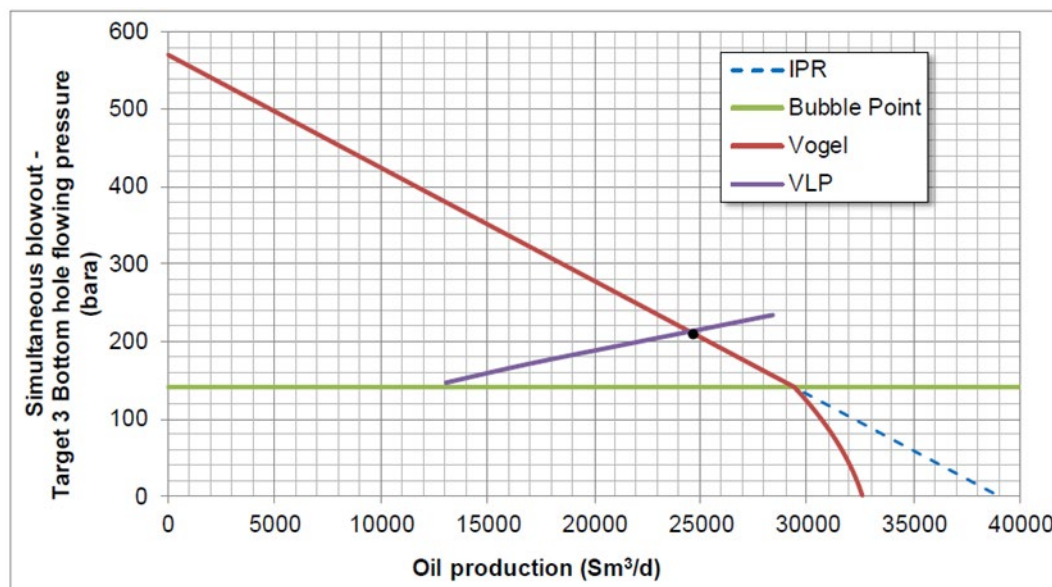


Figura 0.13 Reventón simultáneo de objetivos 3 y 4 en Yatzil-1. Agujero descubierto atmosférica (WCD)

Fuente: "Blowout Evaluation and Killing Design Study of the México Area 7 exploration wells", Eni, 2022.

IPR: Rendimiento de Flujo de Reserva (Inflow Performance of Reservoir)

VLP: Desempeño de Elevación Vertical (Vertical Lift Performance)

Bubble Point: Punto Burbuja.

A partir de estos resultados el índice de flujo esperado de petróleo liberado del WCD atmosférico para el caso más desfavorable (mayor flujo) es de aproximadamente 24,500 m³/d, con un volumen total liberado de aproximadamente 1,347,500 m³ en 55 días y 245,000 m³ en 10 días.

Por lo tanto, para los propósitos de la simulación se procedió a utilizar el valor de 24,500 m³/d. Este valor, aunque está asociado al pozo Yatzil-1, se consideró como representativo para el AC7, tal como se describe a continuación.

Criterios generales de modelación

La modelación de los peores casos busca evaluar lo siguiente:

- La trayectoria del derrame;
- El espesor de las capas oleosas superficiales;
- El tiempo que le tomará a la mancha de hidrocarburo en llegar a diferentes ubicaciones; y
- La magnitud de las concentraciones de los componentes de hidrocarburos aromáticos en la fase disuelta (HAD) del hidrocarburo.

En la Tabla 0.56 y en la Tabla 0.57, se presentan un resumen de los diferentes peores casos y temporadas del año simuladas, respectivamente para el AC7. La ubicación del pozo de exploración

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

que fue utilizado con efectos de modelación fue el Yatzil-1, por ser el más cercano a las costas mexicanas y por tanto en caso de un potencial derrame el pozo el que tendría mayores consecuencias.

Tabla 0.56 Escenarios y casos simulados

Peor caso	Pozo	Coordenada Decimal Longitud (O)	Coordenada Decimal Latitud (N)	Profundidad de la liberación (m)
Blowout (hidrocarburo)	Área Contractual No. 7	-94.267647	18.777823	Blowout (hidrocarburo)

Fuente: ERM, 2022.

Tabla 0.57 Temporadas del año simuladas

Número	Temporada	Meses
1	Seca	marzo a mayo
2	Lluvias	junio a octubre
3	Frentes fríos anticiclónicos	noviembre a febrero

Fuente: ERM, 2022.

Metodología utilizada

La evaluación de derrames potenciales de hidrocarburos en el Golfo de México debido a la operación del Proyecto se realizó con el modelo Generalized Environmental Modeling System for Surfacewaters (GEMSS®) y su módulo de derrames de hidrocarburos, Módulo de Impacto de Derrames de Químicos e Hidrocarburos (COSIM por sus siglas en inglés). Detalles sobre la formulación teórica de COSIM se describen en Kolluru, et al. (1994).

Una aplicación COSIM requiere tres tipos de datos:

- **Espaciales:** principalmente de, la línea costera y la batimetría del cuerpo de agua (en este caso el GdM), pero también de, las ubicaciones, las elevaciones y las configuraciones de estructuras construidas.
- **Temporales:** es decir, datos que varían con el tiempo y definen las corrientes y las condiciones meteorológicas, así como los índices de liberación del derrame; y
- **Propiedades químicas y proporciones volumétricas** de las sustancias derramadas.

Para su ingreso al modelo, los datos espaciales se codifican primariamente en dos archivos de entrada: el de control y la batimetría. Los datos de estos archivos están geo-referenciados. Los datos temporales se codifican en varios archivos, cada uno de los cuales representa un conjunto de condiciones que varían con el tiempo. Cada registro en los archivos de condiciones límite tiene un sello de año-mes-día-hora-minuto. Los valores de propiedades químicas y proporciones volumétricas se almacenan en una base de datos que lee el archivo de control de COSIM. Esta base de datos contiene las propiedades de varios químicos y tipos de hidrocarburos y los compuestos que los conforman.

Los modelos numéricos hidrodinámicos y de transporte que varían con el tiempo se pueden ejecutar en dos modos: determinista y estocástico. Las simulaciones deterministas se usan primariamente para análisis retrospectivos, es decir, reproducir un período histórico usando conjuntos de datos que representan las condiciones reales del período histórico que se simula.

Los modelos probabilísticos pueden ejecutar múltiples iteraciones en fechas aleatorias durante un período de muchos años. La simulación usa los vientos observados y las corrientes modeladas a partir de las fechas de inicio seleccionadas. Este proceso se repite varias veces para simular un rango de condiciones. En este estudio, en lugar de usar un enfoque estocástico para elegir fechas de

inicio al azar, se eligieron fechas de inicio a intervalos uniformes durante todo el período de estudio del escenario.

El modo estocástico (o probabilístico) permite el análisis prospectivo de los resultados del modelo mediante el muestreo repetido de una representación estadística de los datos temporales. Se ejecuta el modelo varias veces y se resumen los resultados como diagramas de probabilidad.

Diagramas de Probabilidad y Control de COSIM

Los resultados de los modelos de derrames de hidrocarburos que pronostican eventos hipotéticos, por lo general se muestran como diagramas de probabilidad que tienen por objeto representar el rango de ubicaciones potencialmente afectadas debido a la presencia del hidrocarburo bajo las condiciones que definen el escenario y la simulación. Estos diagramas de probabilidad son el resultado de combinar varias iteraciones en las que una iteración individual representa un único evento de derrame. Así, el uso de varias iteraciones presenta un resumen de todos los resultados potenciales.

En cada ubicación de una cuadrícula a una frecuencia especificada (p.ej., cada hora), la concentración del componente en cuestión se organiza en una serie de cajas, una caja para cada rango. Un ejemplo podría ser una caja que representa un rango de concentraciones de químicos de 0.0 a 0.2 miligramos/litro (mg/l).

En los análisis probabilísticos, para cada una de las simulaciones y para cada incremento de tiempo en cada celda de la superficie, se realiza un conteo si se determina que un mínimo de una sola partícula de hidrocarburo alcanza esa celda. Para cada iteración, se puede contar una celda una sola vez.

Al final de todas las simulaciones, se presentan los resultados como el porcentaje de tiempo en que una partícula alcanzó la celda al menos una vez durante cada una de las simulaciones. Los resultados se presentan en mapas con cuadrícula de celdas de la superficie, a las cuales se les puede colocar un contorno. El mapa de contorno resultante se puede interpretar como la probabilidad de que al menos una sola partícula de hidrocarburo alcance esa ubicación. Por lo general, la caja de contorno mínima es el valor de un conteo en la cantidad total de iteraciones. Por ejemplo, si había hidrocarburo presente en una celda de la cuadrícula de la costa una vez en 25 iteraciones en total, el valor mínimo del contorno de probabilidad es 4%.

Cabe mencionar que los resúmenes probabilísticos no representan el resultado de un solo derrame; más bien, estos resúmenes muestran la probabilidad de que haya hidrocarburo presente en varias ubicaciones. Una sola iteración, que representa un evento de derrame individual, cubriría solo una porción del área que se muestra.

Se define la deposición superficial significativa de hidrocarburo como todo el hidrocarburo (hidrocarburo) que tenga un espesor por encima del umbral de espesor mínimo, valor que delinea dónde se hace visible el hidrocarburo y debajo del cual la biota acuática estaría en riesgo casi nulo de asfixiarse por el hidrocarburo. Tal y como se muestra en la Tabla 0.58, el primer hidrocarburo claramente visible se ve como un lustre plateado a espesores entre 0.04 micrómetros (μm) y 0.3 μm sobre la base de los valores catalogados en el Código de Apariencia de los Hidrocarburos del Acuerdo de Bonn 2006 (BAOAC) (Lewis 2007).

Tabla 0.58 Descripción de los Espesores del Hidrocarburo

Color	Espesor (μm)
Color plateado	0.04 – 0.3
Color arco iris	0.3 – 5
Metálico	5 – 50
Color verdadero discontinuo	50 – 200
Color verdadero continuo	200 y más

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Fuente: ERM, 2022.

μm = micrómetros

Se definió el valor mínimo del umbral de espesor como 0.1 μm . El hidrocarburo de este espesor puede ser visible y potencialmente verse en la costa con un color plateado, pero no se espera que cause daños físicos (p. ej., deposición de hidrocarburo, asfixia) a la vida silvestre que entre en contacto con el mismo. El resultado del modelo de deposición de hidrocarburo visible en la superficie y el tiempo mínimo para impactar la costa se filtra para eliminar el hidrocarburo de menos de 0.1 μm de espesor.

Se realizaron investigaciones para estimar los valores umbrales de exposición para aves y mamíferos que entran en contacto con una capa oleosa. Peakall et al. (Peakall et al. 1985) y French (French 2009) hallaron que las capas oleosas de hidrocarburo de menos de 1 μm no eran perjudiciales para las aves marinas; por eso, se eligió la exposición al Hidrocarburo hidrocarburo visible entre 0.1 μm y 1.0 μm como el rango de espesor de bajo riesgo. Estudios adicionales hallaron que las aves y los mamíferos marinos pueden verse afectados a espesor de capa oleosa en el rango de 10 μm a 25 μm [Engelhardt 1983, Clark 1984, Geraci and St. Aubin 1988, Jenssen 1994 y Scholten et al. 1996]. Así, el rango del umbral de exposición media comienza en el umbral de impacto en la vida silvestre para Hidrocarburo hidrocarburo de 1 μm de espesor, mientras que se define el umbral de exposición alta como todo el hidrocarburo con un espesor de más de 10 μm (ver Tabla 0.59).

Tabla 0.59 Valores Umbral de los Espesores del Hidrocarburo

Rango de espesores (μm)	Umbrales de exposición al espesor
0.1 – 1.0	Bajo (umbral de visibilidad)
1.0 – 10.0	Medio (umbral de impacto en la vida silvestre)
> 10.0	Alto

Fuente: ERM, 2022.

μm = micrómetros

Umbrales de COSIM

En la Tabla 0.60, se presenta un resume de la importancia de los resultados del modelo de derrames y cómo se pueden usar en una evaluación general de riesgos con base a diferentes componentes. Esto componentes son: términos de la probabilidad de que el hidrocarburo entre en contacto con el agua, la distribución espacial de la capa oleosa de la superficie, el espesor del hidrocarburo, la probabilidad de que el hidrocarburo llegue a la costa, el tiempo que tarda el hidrocarburo en desplazarse a varias ubicaciones, así como las concentraciones de hidrocarburos aromáticos disueltos (HAD).

Tabla 0.60 Resultados del modelo COSIM

Componente de los resultados	Importancia de la información	Uso potencial de la información
Distribución geográfica y probabilidad de la capa oleosa	Entender el riesgo relativo y el alcance de un evento de derrame	Análisis de riesgos y planificación de respuestas
Distribución geográfica de los espesores del hidrocarburo	Entender el alcance de una masa de hidrocarburo significativa por área y el riesgo de que la biota se asfixie	Planificación de respuestas y efectos ecológicos
Probabilidad de deposición de hidrocarburo en las costas y tiempo de llegada	Entender el riesgo para los receptores costeros y el alcance de la deposición de hidrocarburo en las costas	Análisis de riesgo y planificación de respuestas (tiempo para interceptar antes de que el hidrocarburo se deposite en las costas o alcance de la limpieza)
Concentraciones de HAD (Hidrocarburos Aromáticos Disueltos)	Las fracciones disueltas presentan un riesgo y un problema de respuesta diferentes de los de las formas en vapor y líquido libre de	Evaluación de toxicidad acuática y riesgo ecológico

Componente de los resultados	Importancia de la información	Uso potencial de la información
	los productos y tienen implicaciones para la vida acuática	

Fuente: ERM, 2022.

Para la presentación de resultados, se usaron dos suposiciones de umbrales críticos en el diseño de los modelos y la interpretación de los resultados. Estas suposiciones abordan los umbrales críticos para el espesor de las capas oleosas del hidrocarburo y las concentraciones de HAD, así como la relación directa con los efectos ecológicos (ver Tabla 0.61).

Tabla 0.61 Suposiciones de Umbrales

Suposición	Valor	Importancia	Fuente
Espesor significativo de la mancha	0.1 μm y 1.0 μm	Visibilidad del hidrocarburo (respuesta a derrame) y espesor mínimo para asfixiar organismos y vida silvestre acuáticos. Rango de espesores de asfixia mínimos 1-10 μm citados en la literatura.	Peakall et al. (1985); French (2009)
Concentraciones críticas de HAD	5 partes por mil millones (ppb)	Umbral conservador 1 a 2 órdenes de magnitud debajo de LC50 (50 por ciento de mortalidad) para impactos narcóticos agudos en organismos acuáticos sensibles.	ANZECC y ARMCANZ (2000) y French (2000)

Fuente: ERM, 2022.

μm = micrómetros

PPB = partes por billón

Descripción de GEMSS

El software Generalized Environmental Modeling System for Surfacewaters (GEMSS®) es un sistema integrado de módulos de hidrodinámica y de transporte tridimensionales integrados que se incorporan en un sistema de datos ambientales y de información geográfica. El modelo GEMSS® es de dominio público y se ha utilizado para estudios hidrodinámicos y de calidad del agua alrededor del mundo.

GEMSS® se desarrolló a mediados de los ochenta como una plataforma hidrodinámica para el modelo de transporte y destino de diferentes tipos de componentes que se introducen en las masas de agua. La plataforma hidrodinámica ("núcleo") proporciona campos de flujo tridimensionales de los que se puede calcular la distribución de varios componentes. Los cálculos de transporte y destino de los componentes se agrupan en módulos. Los módulos de GEMSS® incluyen aquellos que se usan para el análisis térmico, la calidad del agua, el transporte de sedimentos, el rastreo de partículas, el derrame de hidrocarburos y químicos, así como el arrastre de material y evaluación de material tóxico.

El fundamento teórico del núcleo hidrodinámico de GEMSS® es el modelo tridimensional de Generalized, Longitudinal-Lateral-Vertical Hydrodynamic and Transport (GLLVHT) que se presentó inicialmente en Edinger y Buchak (Edinger y Buchak 1980) y posteriormente en Edinger y Buchak (Edinger y Buchak 1985). El cómputo de GLLVHT fue revisado por expertos en la materia y publicado (Edinger y Buchak, 1995; Edinger, et al., 1994 y 1997; Edinger y Kolluru, 1999).

El núcleo es una extensión del conocido modelo de transporte longitudinal-vertical escrito por Buchak y Edinger (Buchak y Edinger 1984) que forma la base hidrodinámica y de transporte del modelo de calidad del agua de Corps of Engineers CE-QUAL-W2 (U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station, 1986). Las mejoras en el esquema de transporte, la construcción de los módulos de componentes, la incorporación de herramientas de software de asistencia, la inter-operatividad de GIS, las herramientas de visualización, la interfaz gráfica de usuario (GUI); así como los post-procesadores fueron desarrollados por Kolluru et al. (Kolluru et al. 1998; 1999; 2003a; 2003b) y Prakash and Kolluru (Prakash and Kolluru 2006).

GEMSS-COSIM

GEMSS-COSIM es el módulo tridimensional de derrames de hidrocarburos de GEMSS. El modelo funciona en marcos lagrangianos y eulerianos. En el marco lagrangiano, el hidrocarburo/químico en la superficie y en la columna de agua se representa mediante una serie de partículas. Las partículas se desplazan por advección en las direcciones x, y, z debido a la acción de las corrientes marinas, los vientos y forzadas por la densidad (Kolluru 1999). Las partículas se dispersan mediante el método del camino aleatorio tridimensional (Bear and Verruijt 1987) en las direcciones x, y, y z. La variación espacial y temporal de las corrientes hidrodinámicas, la salinidad y la temperatura se pueden obtener del módulo GEMSS-HDM o especificar con otro modelo y/o fuentes de datos (p.ej., HYCOM). El marco euleriano sigue el esquema provisto en el modelo TOX15 de la U.S. Environmental Protection Agency (EPA) y se puede ejecutar simultáneamente con HYCOM para obtener las concentraciones tóxicas potenciales en la columna de agua. El arrastre de sustancias tóxicas potenciales del Hidrocarburo /químico en la superficie y dentro de la columna de agua se proporciona como tiempo y fuentes espacialmente variantes en la ecuación de transporte resuelta en GEMSS-HDM.

Eventos potenciales

Como se mencionó anteriormente, el evento con el mayor impacto es el derrame de hidrocarburos al mar considerando las características de las operaciones del Proyecto y los riesgos identificados a través del análisis de identificación de peligros.

Los derrames de Hidrocarburo se puede considerar que consisten en cualquier accidente que implica la liberación, no planificados y de origen humano de un hidrocarburo en el medio natural. Los derrames de Hidrocarburo se encuentran especialmente asociados con accidentes en las costas o en el mar, normalmente por buques oceánicos, unidad de perforaciones petroleras y pozos.

Diseño de escenario

Se evaluó un escenario de derrame simulando un reventón de pozo liberando hidrocarburo en las costas del Golfo de México, con el objeto de predecir impactos potenciales en el medio ambiente. El modelo simuló la liberación de 154, 100 sbpd de hidrocarburo en el fondo del Golfo de México con una duración de la liberación de 10 y 55 días, con un volumen total de 1,541,003 barriles y 8,475,520 barriles respectivamente. Para ambos casos se siguió la trayectoria del derrame por 14 días adicionales, sumando en total 24 y 69 días.

Para el análisis probabilístico, cubriendo un rango de condiciones hidrodinámicas y meteorológicas, se realizaron un total de 120 iteraciones (50 para la temporada lluviosa, 40 para la temporada de frentes fríos anticiclónicos y 30 para la temporada seca). Dichas simulaciones se llevaron a cabo para el AC7 cubriendo 5 años de información hidrodinámica y meteorológica (desde el 1 de junio del 2009 hasta el 31 de mayo del 2014) con dos (2) simulaciones cada mes.

Para el trabajo de modelación del AC7, el hidrocarburo se dividió en varias clases de los principales componentes a fin de que el destino de cada clase se pueda calcular por separado.

COSIM calcula el destino y el transporte de cada componente del hidrocarburo por separado. El volumen total liberado se divide entre cada grupo de componentes sobre la base de las proporciones de masa descritas en el ensayo. Las proporciones de masa se convierten a proporciones volumétricas sobre la base de la densidad promedio de cada grupo de componentes.

Para el hidrocarburo mediano, la gravedad específica del American Petroleum Institute (API por sus siglas en inglés) es de 37.5° (0.8373 kg/L) y una viscosidad dinámica de 1.5 centipoise (cP). Las propiedades del hidrocarburo mediano fueron simplificadas en los siguientes ocho grupos:

Monoaromáticos (MAH por sus siglas en inglés)

■ C4-C5;

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

- C6-C7 ciclo alcanos;
- iC5-C6
- C7-C8;
- C9-C10;
- C11-C17; y
- C18-C40 (+residuos pesados)

En la Tabla 0.14, se presentan las características y las proporciones en masa de los componentes de la mezcla de hidrocarburo usados en el modelo de derrame COSIM.

Al mismo tiempo, se construyó una cuadrícula de derrame de hidrocarburo de 700 por 600 celdas con un tamaño de 1,500 m por 1,500 m para cubrir un área de aproximadamente 1,050 km por 900 km en las direcciones este-oeste y norte-sur, respectivamente. Se clasificó cada celda de la cuadrícula como tierra, agua o costa. Las partículas que representan al hidrocarburo solo pueden moverse en celdas de agua.

Cada cuadrícula de agua tiene un valor de profundidad asignado. Se volvió a dividir las celdas de costa de la cuadrícula, que actúan como barrera entre las celdas de agua y las de tierra, en una sub-cuadrícula de 100 m por 100 m con celdas de 15 m por 5 m en las direcciones este-oeste y norte-sur, respectivamente para permitir una delineación refinada de la costa. Se produce la deposición de hidrocarburo en la costa, cuando una partícula modelada entra en contacto con una celda de la misma. La cuadrícula del derrame de hidrocarburo, con un recuadro de la sub-cuadrícula de la costa, se muestra en la Figura 0.14.

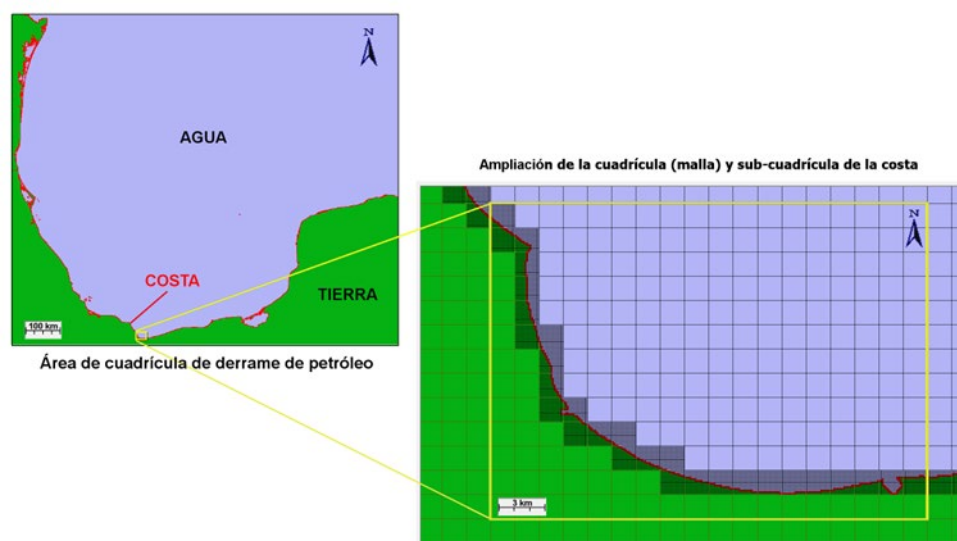


Figura 0.14 Área de cuadrícula de derrame de hidrocarburo con ampliación de la sub-cuadrícula de costa

Resultados de la Modelación de Escenarios

De la Tabla 0.62 a la Tabla 0.64, se presentan los resultados de los dos blowouts simulados, reventón de 10 y de 55 días, con una descarga promedio de 24,500 Sm³/día (154,100 sbpd). Para esto, se analizaron tres peores escenarios (Worst Cases, WC) o trayectorias potenciales de cada derrame; Mayor área de hidrocarburo flotando sobre la superficie del agua, Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera y Mayor masa de hidrocarburo en las costas.

Al mismo tiempo, en la Tabla 0.62, para el WC Mayor área de hidrocarburo flotando sobre la superficie del agua, se presentan el área máxima con concentraciones mayores a 5 ppb de Hidrocarburos Aromáticos Disueltos (HAD), el área máxima con crudo visible en la superficie y el

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

área superficial cubierta por hidrocarburo con un espesor mayor a 1 μm para los derrames de 10 y 55 días.

En la Tabla 0.63, WC Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera, se presentan los resultados del tiempo potencial mínimo en impactar la costa (deposición del crudo en la costa) para ambos derrames.

En la Tabla 0.64, WC Mayor masa de hidrocarburo en las costas, se presentan la cantidad potencial máxima de hidrocarburo que puede ser depositada en la costa, así como la longitud máxima de las costas que pueden ser potencialmente afectadas para los derrames de 10 y 55 días.

El resumen de resultados se presenta a continuación.

■ Duración de blow-out igual a 10 días:

- La mayor área de crudo potencial se presenta en la temporada de frentes fríos anticiclónicos (137,506 km^2), mientras la menor en temporada seca (95,755 km^2).
- La mayor deposición potencial de masa de hidrocarburo en las costas se presenta en la temporada lluviosa (107,463 toneladas métricas), mientras que la menor masa de hidrocarburo potencial en las costas es en temporada seca (46,718 toneladas métricas)
- El tiempo potencial menor para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera corresponde a la temporada seca (2.5 días), mientras que en el tiempo mayor corresponde a la temporada lluviosa (4.75 días)

■ Duración de blow-out igual a 55 días:

- La mayor área de crudo se presenta en la temporada de frentes fríos anticiclónicos (586,334 km^2), mientras la menor en temporada lluviosa (546,100 km^2).
- La mayor deposición potencial de masa de hidrocarburo en las costas se presenta en la temporada lluviosa (403,623 toneladas métricas), mientras que la menor masa de hidrocarburo potencial en las costas es en temporada seca (232,593 toneladas métricas)
- El tiempo potencial menor para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera corresponde a la temporada seca (3 días), mientras que el tiempo mayor corresponde a la temporada lluviosa (4.75 días)

Tabla 0.62 Resultados del Modelo – Derrame de 24,500 Sm^3/d (promedio) de hidrocarburo por 10 y 55 días para el peor caso (WC) Mayor área de hidrocarburo flotando sobre la superficie del agua

Escenario Blow Out	Temporada	Área de superficie en riesgo de HAD > 5 ppb (km^2)	Área máxima con crudo visible en la superficie oceánica (km^2)	Área superficial > 1 μm (km^2)
10 Días	Temporada Lluviosa (junio a octubre)	44,440	119,668	113,456
	Temporada frentes fríos anticiclónicos (noviembre a febrero)	40,188	144,508	137,506
	Temporada Seca (marzo a mayo)	11,202	100,201	95,755
55 Días	Temporada Lluviosa (junio a octubre)	219,727	557,667	546,100
	Temporada frentes fríos anticiclónicos (noviembre a febrero)	103,942	601,675	586,334
	Temporada Seca (marzo a mayo)	158,938	564,813	552,897

Fuente: ERM, 2022.

km^2 : kilómetros cuadrados;

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

ppb: partes por billón;

HAD: Hidrocarburos Aromáticos Disueltos

Tabla 0.63 Resultados del Modelo – Derrame de 24,500 Sm³/d (promedio) de hidrocarburo por 10 y 55 días para el peor caso (WC) Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera

Escenario Blow Out	Temporada	Tiempo mínimo en impactar la costa (deposición del crudo en la costa) [días]
10 Días	Temporada lluviosa (junio a octubre)	4.75
	Temporada frentes fríos anticiclónicos (noviembre a febrero)	4.5
	Temporada Seca (marzo a mayo)	2.5
55 Días	Temporada lluviosa (junio a octubre)	4.75
	Temporada frentes fríos anticiclónicos (noviembre a febrero)	4.5
	Temporada Seca (marzo a mayo)	3

Fuente: ERM, 2022.

Tabla 0.64 Resultados del Modelo – Derrame de 24,500 Sm³/d (promedio) de hidrocarburo por 10 y 55 días para el peor caso (WC) Mayor masa de hidrocarburo en las costas

Escenario Blow Out	Temporada	Total de petróleo en la costa (MT)	Longitud del petróleo en la costa (km)
10 Días	Temporada lluviosa (junio a octubre)	107,463	52
	Temporada frentes fríos anticiclónicos (noviembre a febrero)	53,380	123
	Temporada Seca (marzo a mayo)	46,718	74
55 Días	Temporada lluviosa (junio a octubre)	403,623	688
	Temporada frentes fríos anticiclónicos (noviembre a febrero)	313,189	557
	Temporada Seca (marzo a mayo)	232,593	782

Fuente: ERM, 2022.

MT: Toneladas métricas

km: kilómetros;

Los planos de afectación para ambos derrames, 10 y 55 días, y los correspondientes WC para cada uno, se presentan en la siguiente sección y en el **Anexo 9.9**.

9.15 Representación en planos de los Radios Potenciales de Afectación

9.15.1 Planos de afectación de análisis de ignición y explosión

Como se mencionó anteriormente, en el Anexo 9.8, se presenta el informe de “Análisis de Ignición y Explosión (FEA, por sus siglas en inglés) de la MODU; en los cuales se examinan los escenarios por incendio y explosión a detalle y cómo estos pueden dañar la planta y la estructura misma.

9.15.2 Planos de afectación de análisis del derrame de hidrocarburo en mar

En las siguientes figuras se presentan probabilidades de distribución de hidrocarburo en el Golfo de México, tomando en cuenta que el evento haya ocurrido. Cabe mencionar que estas probabilidades asumen que el evento ocurrió, pero la probabilidad real es mucho menor, como se puede observar en la Tabla 0.28, la frecuencia con la que se categorizó el evento de “pérdida de la integridad de pozo” es de 10^{-6} a 10^{-4} ocurrencias al año. Estas figuras agrupan las 120 simulaciones realizadas para el AC7 (50 para la temporada lluviosa, 40 para la temporada de frentes fríos anticiclónicos y 30 para la temporada seca):

Escenario 1- Blowout con duración de derrame igual a 10 días

De la Figura 0.15 a la Figura 0.17, se muestran las probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica durante la temporada de frentes fríos anticiclónicos, la temporada seca y temporada lluviosa respectivamente para el escenario con duración del derrame de 10 días. En estas figuras se puede apreciar las áreas que tienen una mayor probabilidad de impacto debido al derrame.

De la Figura 0.18 a la Figura 0.20, se muestran las probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en las zonas costeras durante la temporada de frentes fríos anticiclónicos, la temporada seca y temporada lluviosa respectivamente para el escenario con duración del derrame de 10 días. En estas figuras se puede apreciar el área de mayor probabilidad de impacto de las zonas costeras cercanas al AC7 que podrían resultar afectadas. Cabe mencionar que estas probabilidades asumen que el evento ocurrió, pero la probabilidad real es mucho menor, como se puede observar en la Tabla 0.28, la frecuencia con la que se categorizó el evento de “pérdida de la integridad de pozo” es de 10^{-6} a 10^{-4} ocurrencias al año.

De la Figura 0.21 a la Figura 0.23, se muestran las trayectorias de los peores casos identificados (WC: Mayor área de hidrocarburo flotando sobre la superficie del agua, Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera y Mayor masa de hidrocarburo en las costas) respecto al tiempo durante todas las temporadas para el escenario con de derrame con de 10 días. En esta sección solo se presentan los planos que se consideraron los casos más representativos, los planos de resultados de las trayectorias restantes de cada WC para cada temporada se encuentran disponibles en el **Anexo 9.9**.

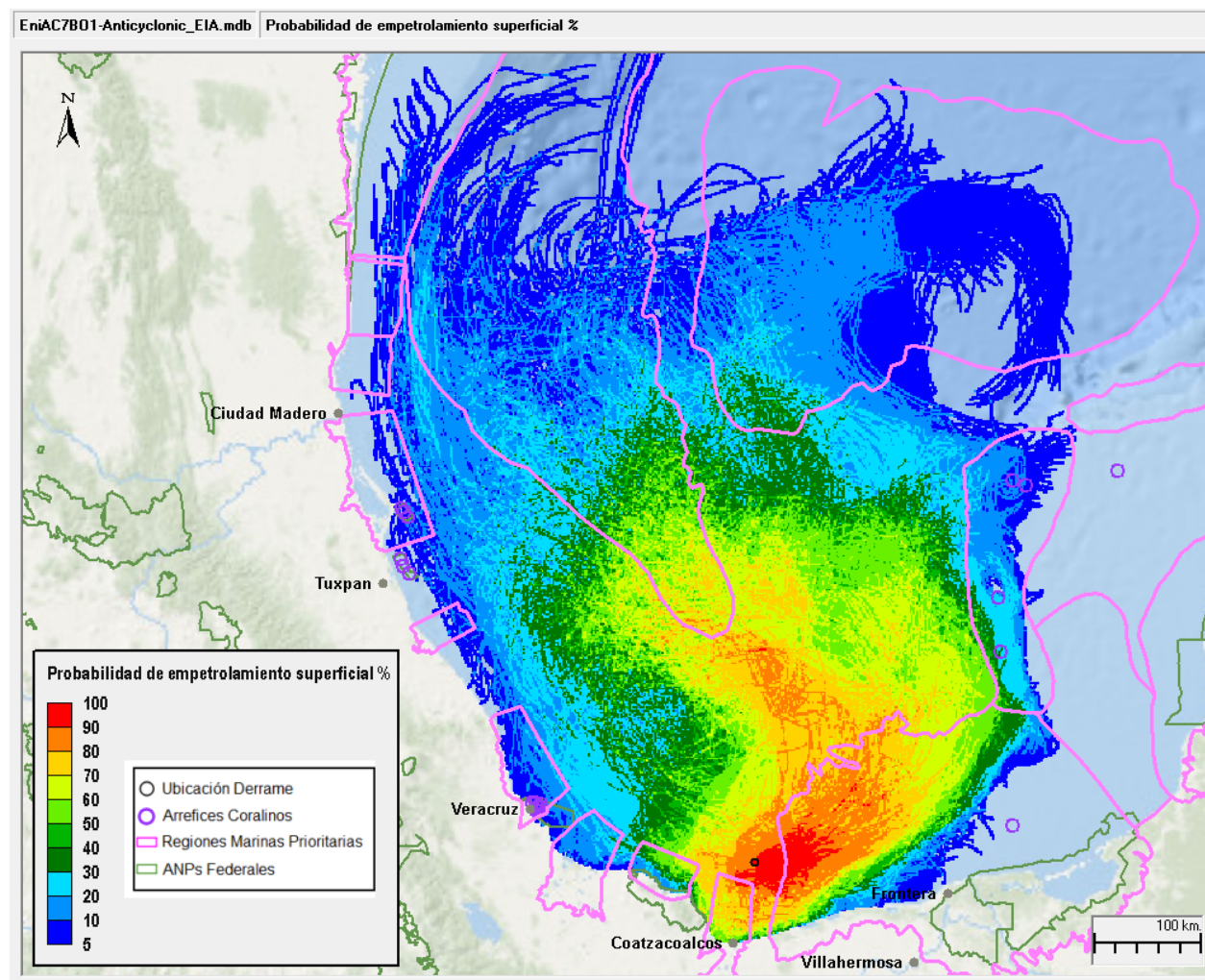


Figura 0.15 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada frentes fríos anticiclónicos

Fuente: ERM, 2022.

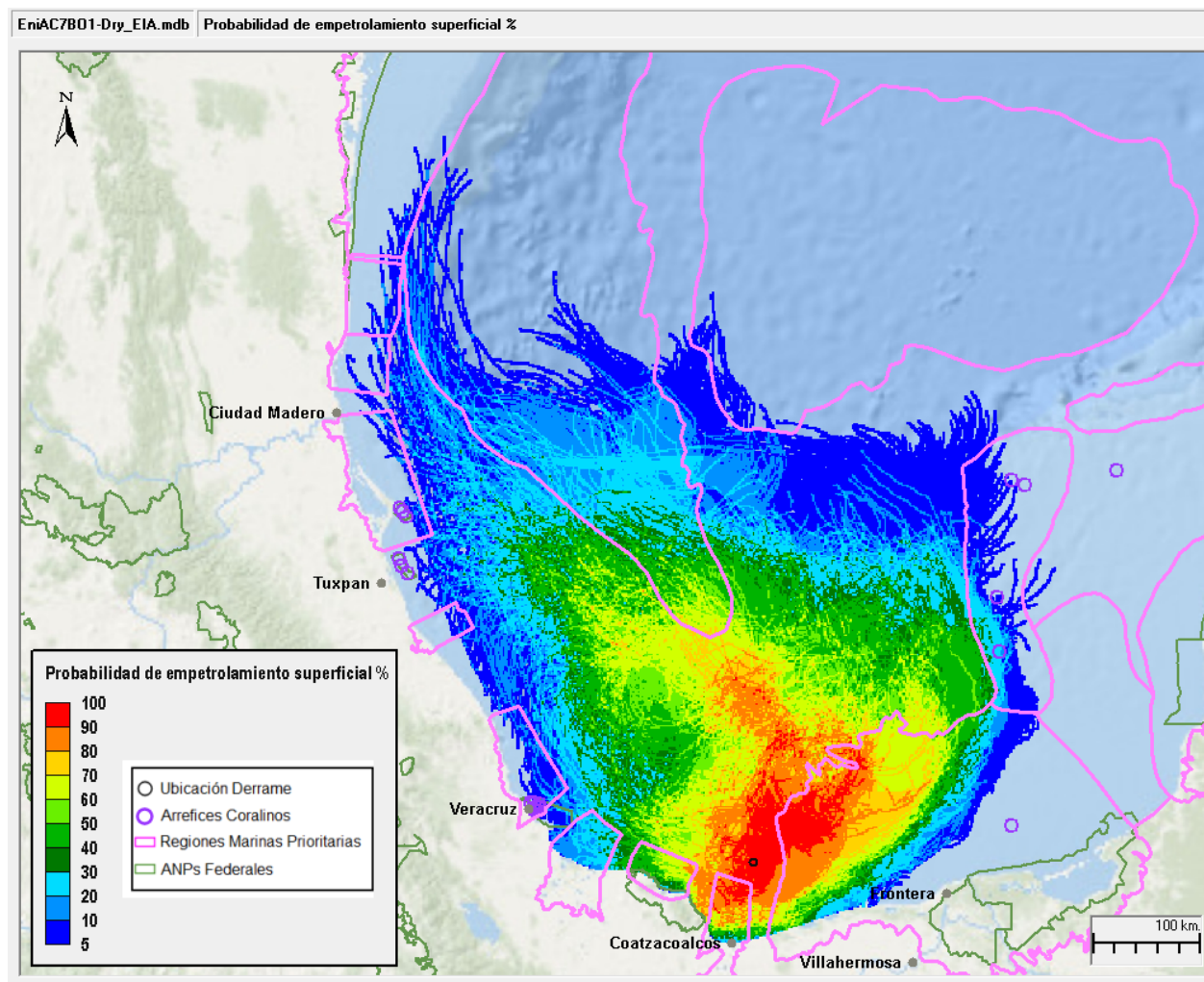


Figura 0.16 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada seca

Fuente: ERM, 2022.

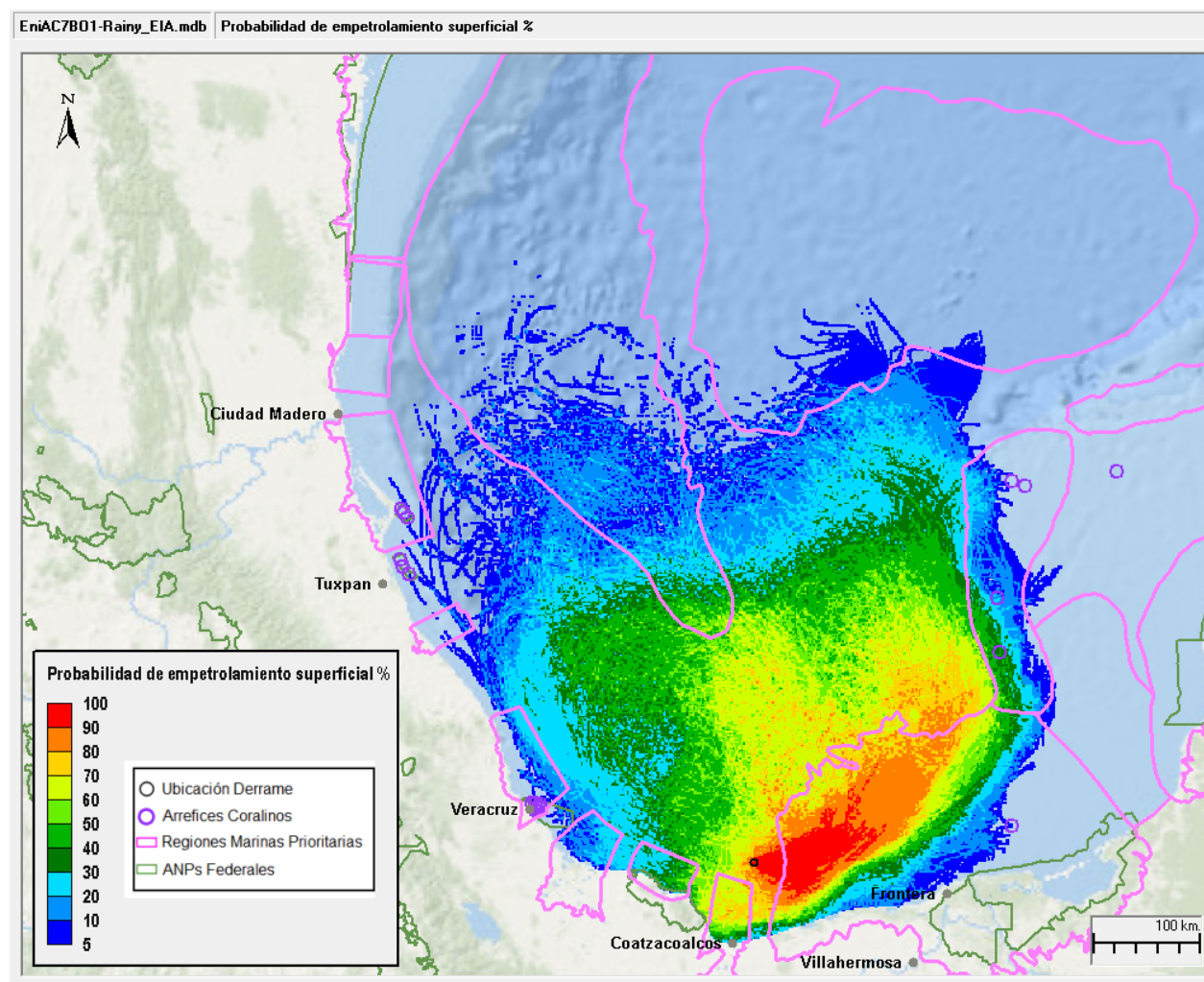


Figura 0.17 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada lluviosa

Fuente: ERM, 2022.

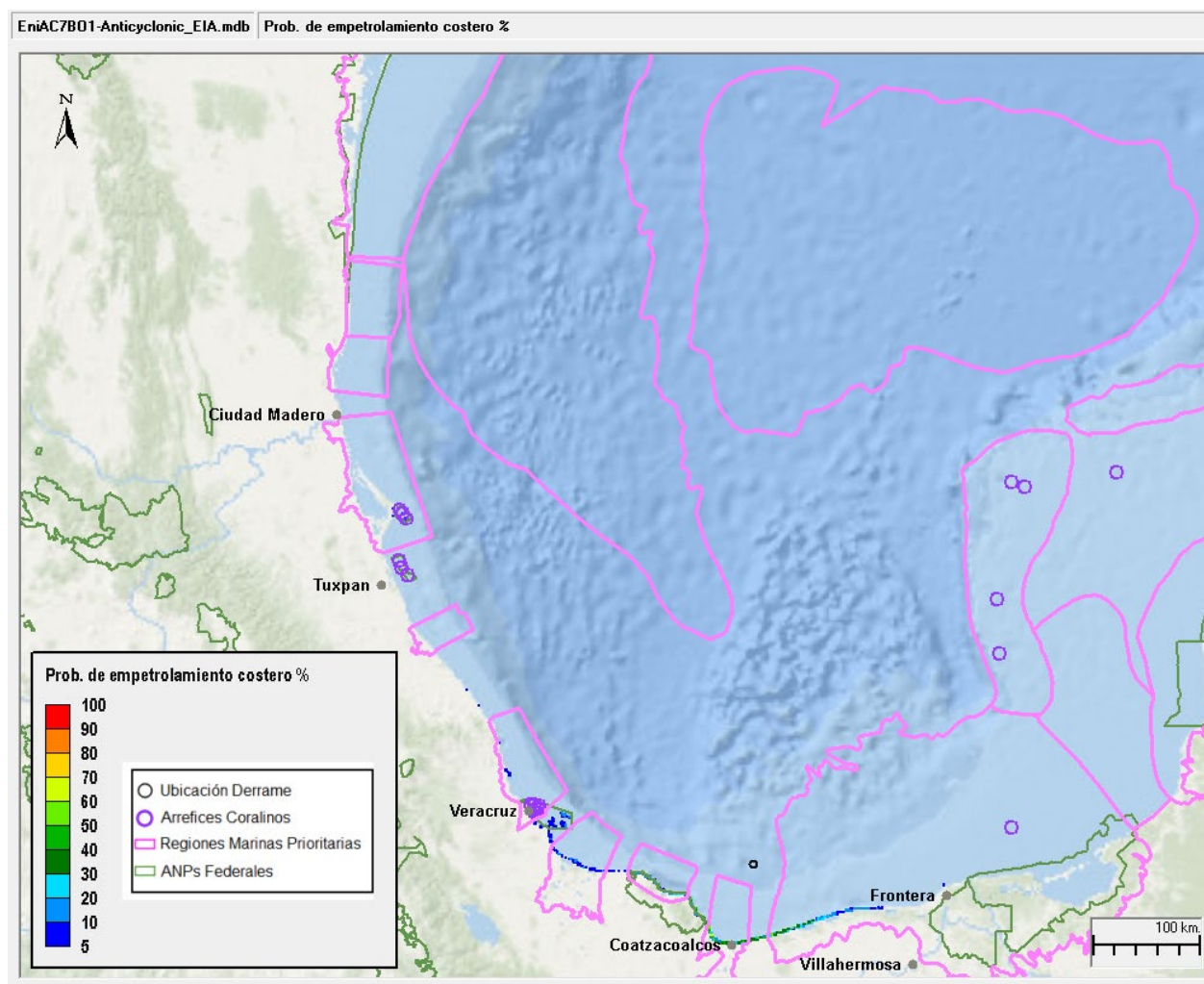


Figura 0.18 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la costa para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada frentes fríos anticiclónicos

Fuente: ERM, 2022.

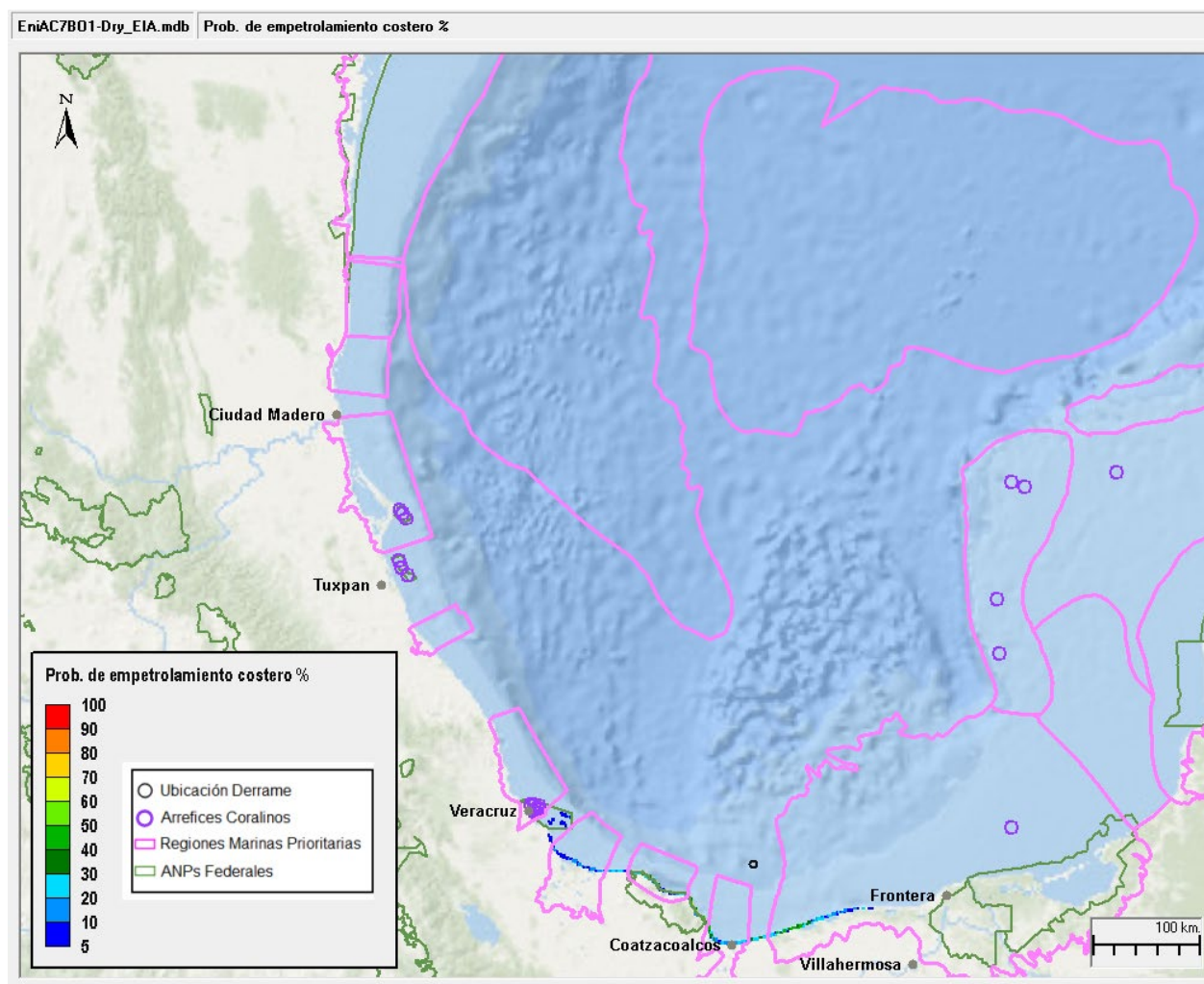


Figura 0.19 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la costa para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada seca

Fuente: ERM, 2022.

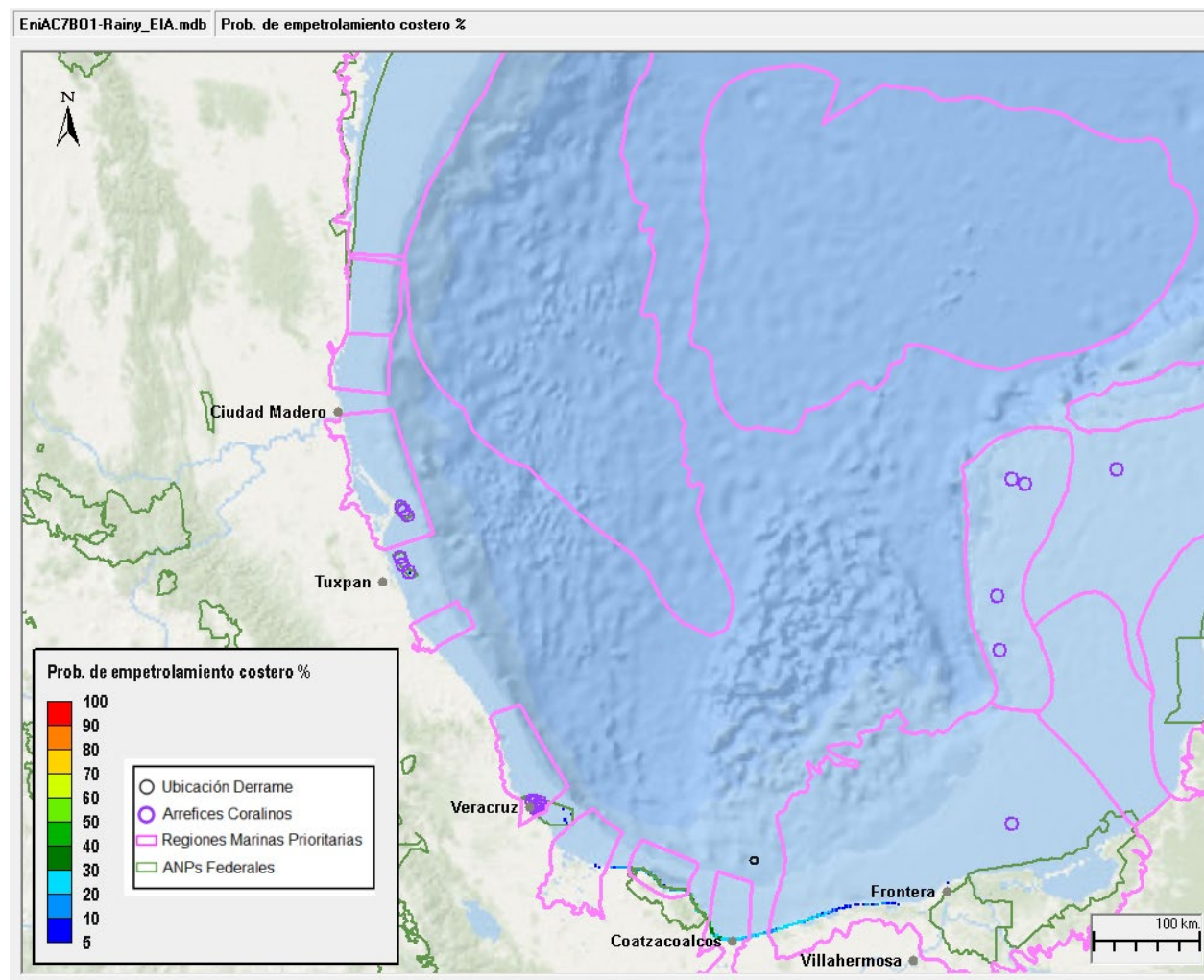


Figura 0.20 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la costa para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada lluviosa

Fuente: ERM, 2022.

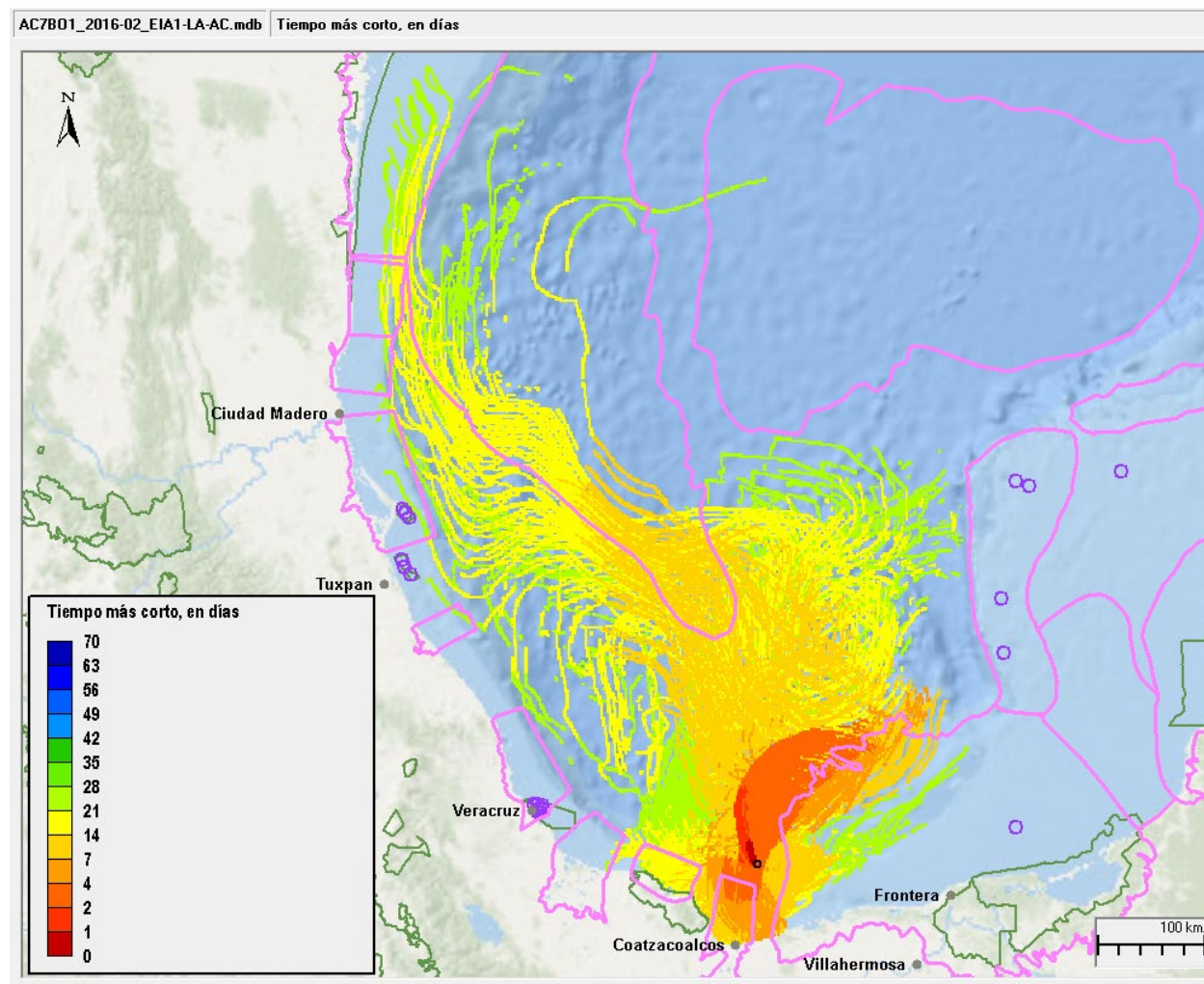


Figura 0.21 Trayectoria del derrame para mayor área de hidrocarburo flotando sobre la superficie del agua para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada frentes fríos anticiclónicos

Fuente: ERM, 2022.

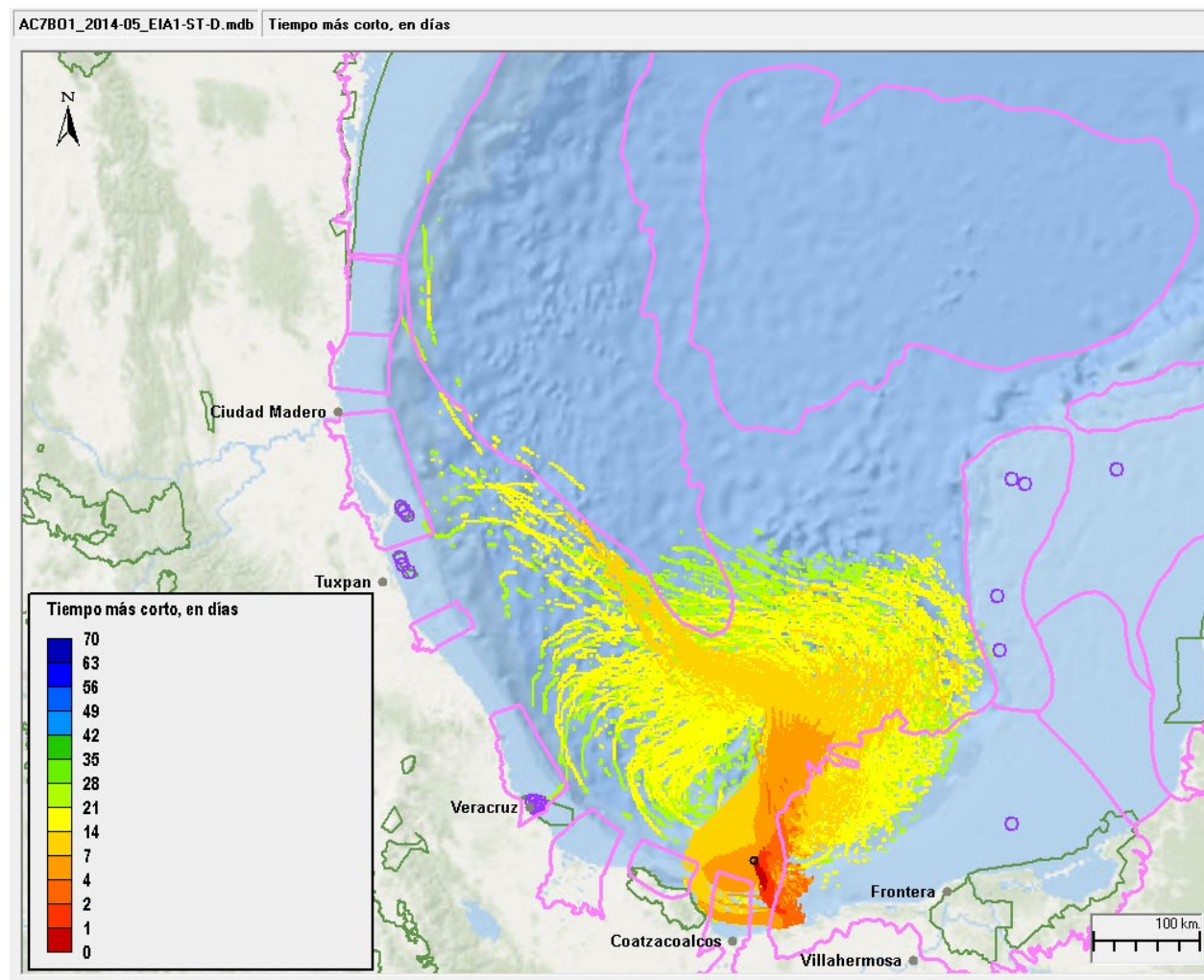


Figura 0.22 Trayectoria del derrame - Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada seca

Fuente: ERM, 2022.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

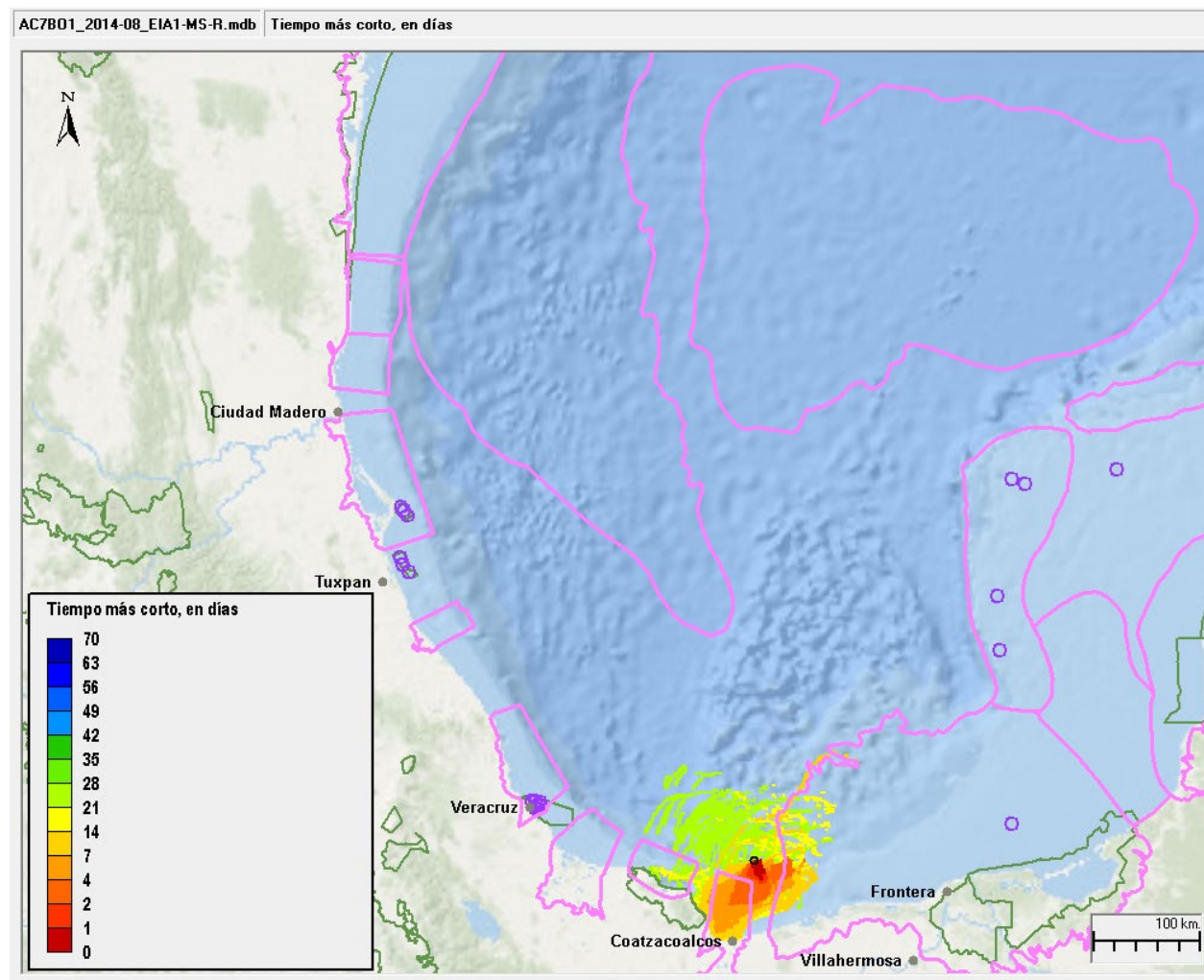


Figura 0.23 Trayectoria del derrame para mayor masa de hidrocarburo en las costas para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 10 días, temporada lluviosa

Fuente: ERM, 2022.

Escenario 2- Blowout con duración de derrame igual a 55 días

De la Figura 0.24 a la Figura 0.26, se muestran las probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica durante la temporada de frentes fríos anticiclónicos, la temporada seca y temporada lluviosa respectivamente para el escenario con duración del derrame de 55 días. En estas figuras se puede apreciar el área de mayor impacto, de manera que se presenta un acercamiento de las zonas costeras más cercanas al AC7 que podrían resultar afectadas.

De la Figura 0.27 a la Figura 0.29, se muestran las probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en las costas durante la temporada de frentes fríos anticiclónicos, la temporada seca y temporada lluviosa respectivamente para el escenario con duración del derrame de 55 días. En estas figuras se puede apreciar el área de mayor probabilidad de impacto de las zonas costeras cercanas al AC7 que podrían resultar afectadas. Cabe mencionar que estas probabilidades asumen que el evento ocurrió, pero la probabilidad real es mucho menor, como se puede observar en la Tabla 0.28, la frecuencia con la que se categorizó el evento de “pérdida de la integridad de pozo” es de 10^{-6} a 10^{-4} ocurrencias al año.

De la Figura 0.30 a la Figura 0.32, se muestran las trayectorias de los peores casos identificados (WC: Mayor área de hidrocarburo flotando sobre la superficie del agua, Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera y Mayor masa de hidrocarburo en las costas) respecto al tiempo durante todas las temporadas para el escenario con de derrame con de 10 días. En esta sección solo se presentan los planos que se consideraron los casos más representativos, los planos de resultados de las trayectorias restantes de cada WC para cada temporada se encuentran disponibles en el **Anexo 9.9**.

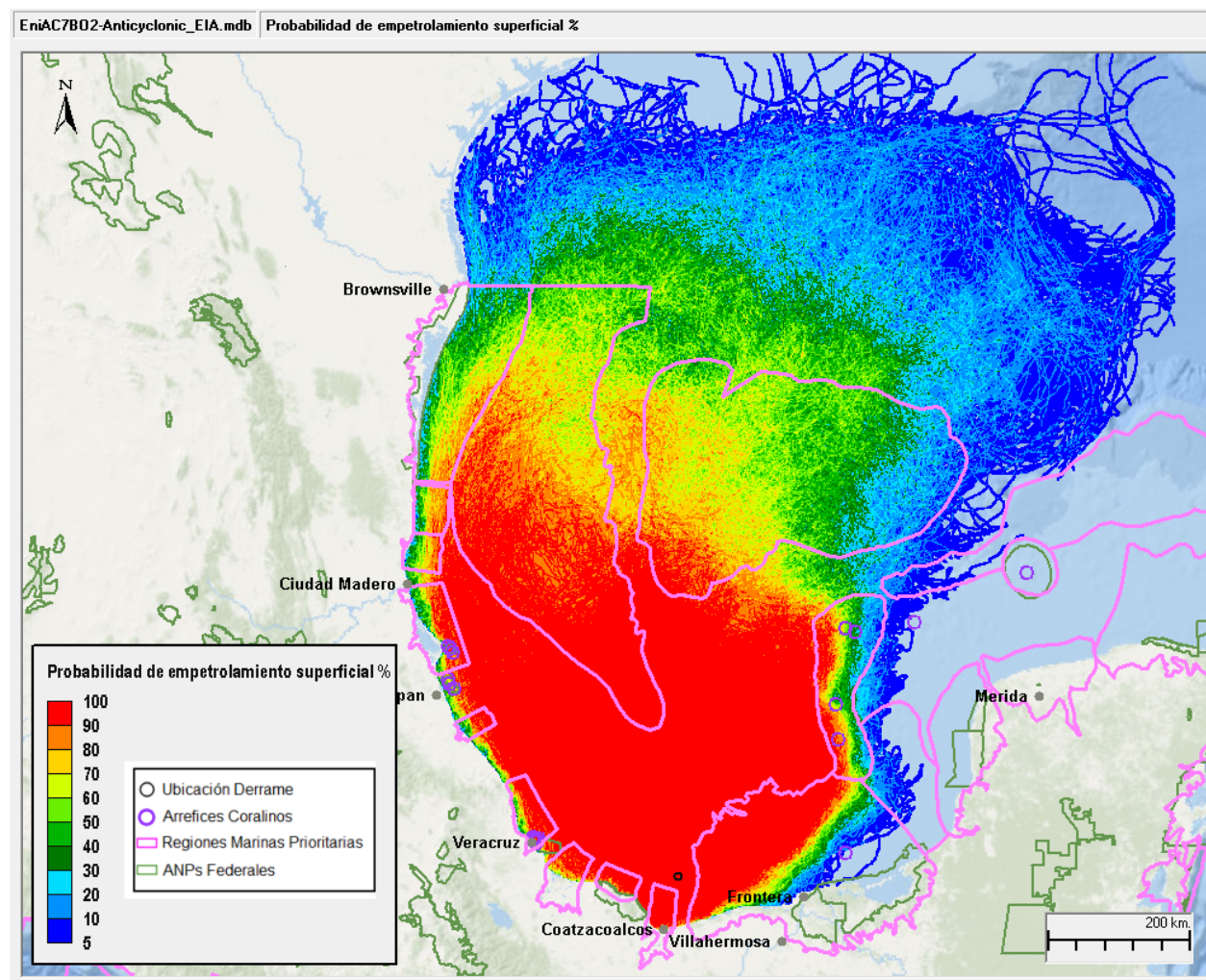


Figura 0.24 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos

Fuente: ERM, 2022.

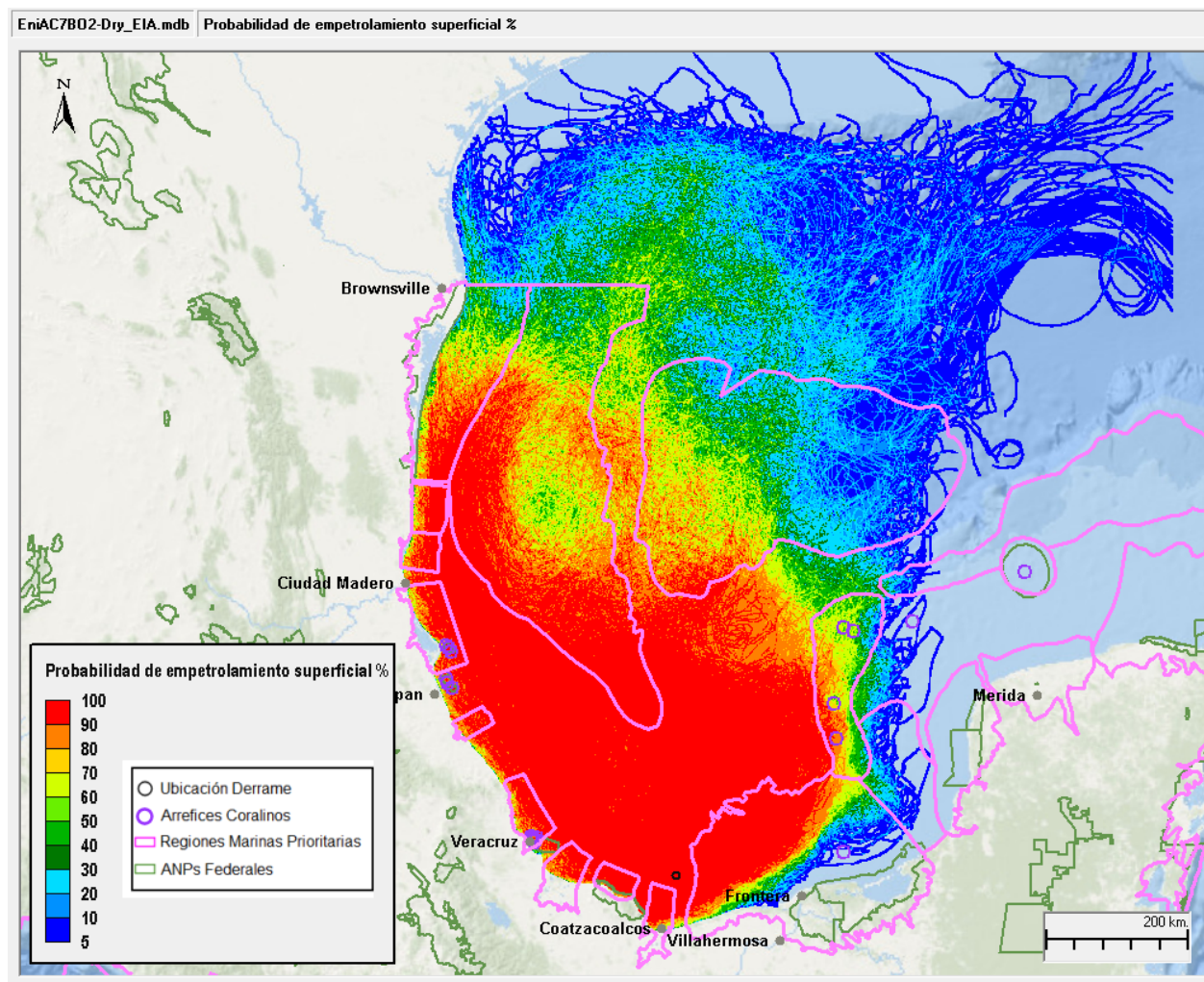


Figura 0.25 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada seca

Fuente: ERM, 2022.

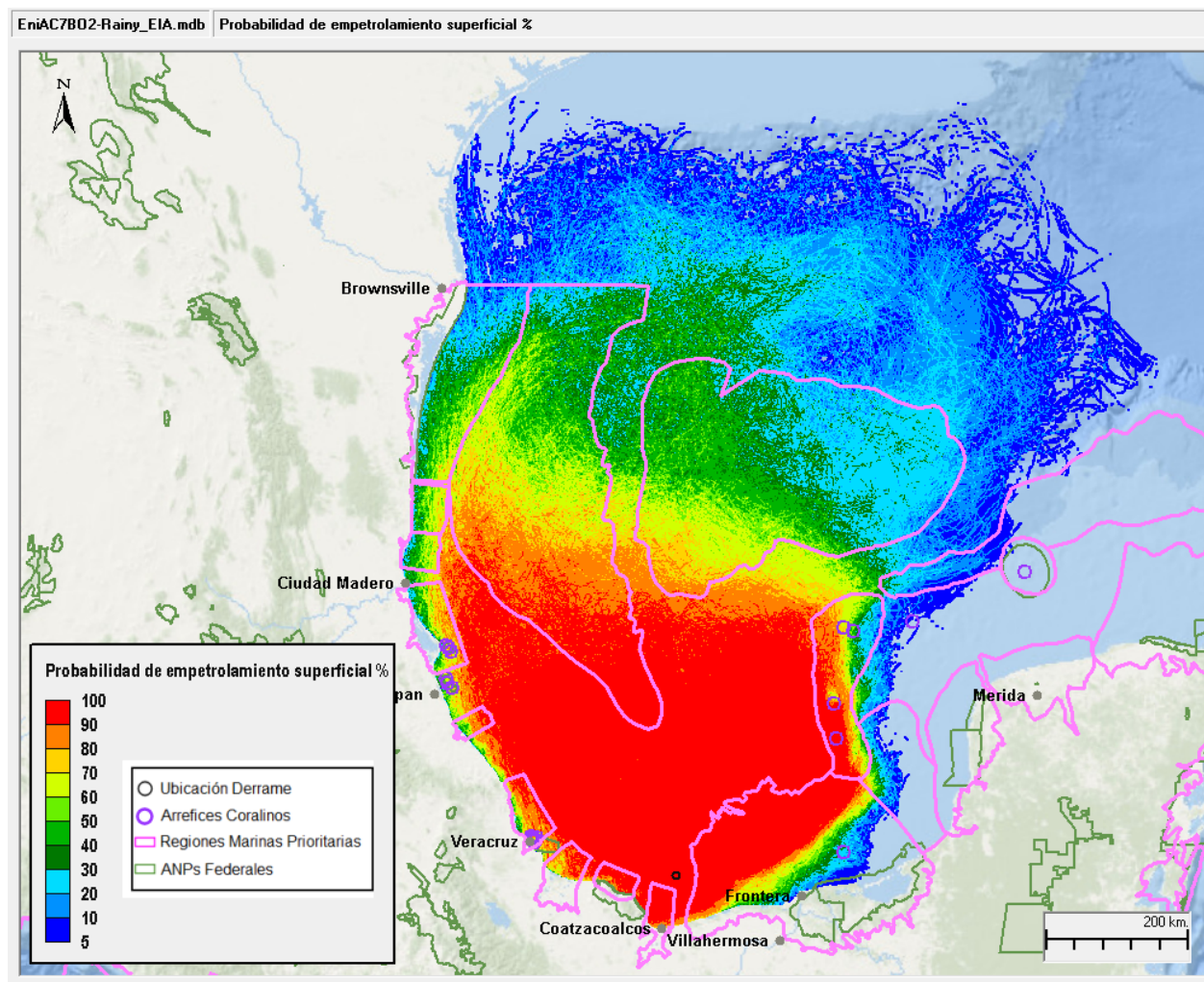


Figura 0.26 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada lluviosa

Fuente: ERM, 2022.

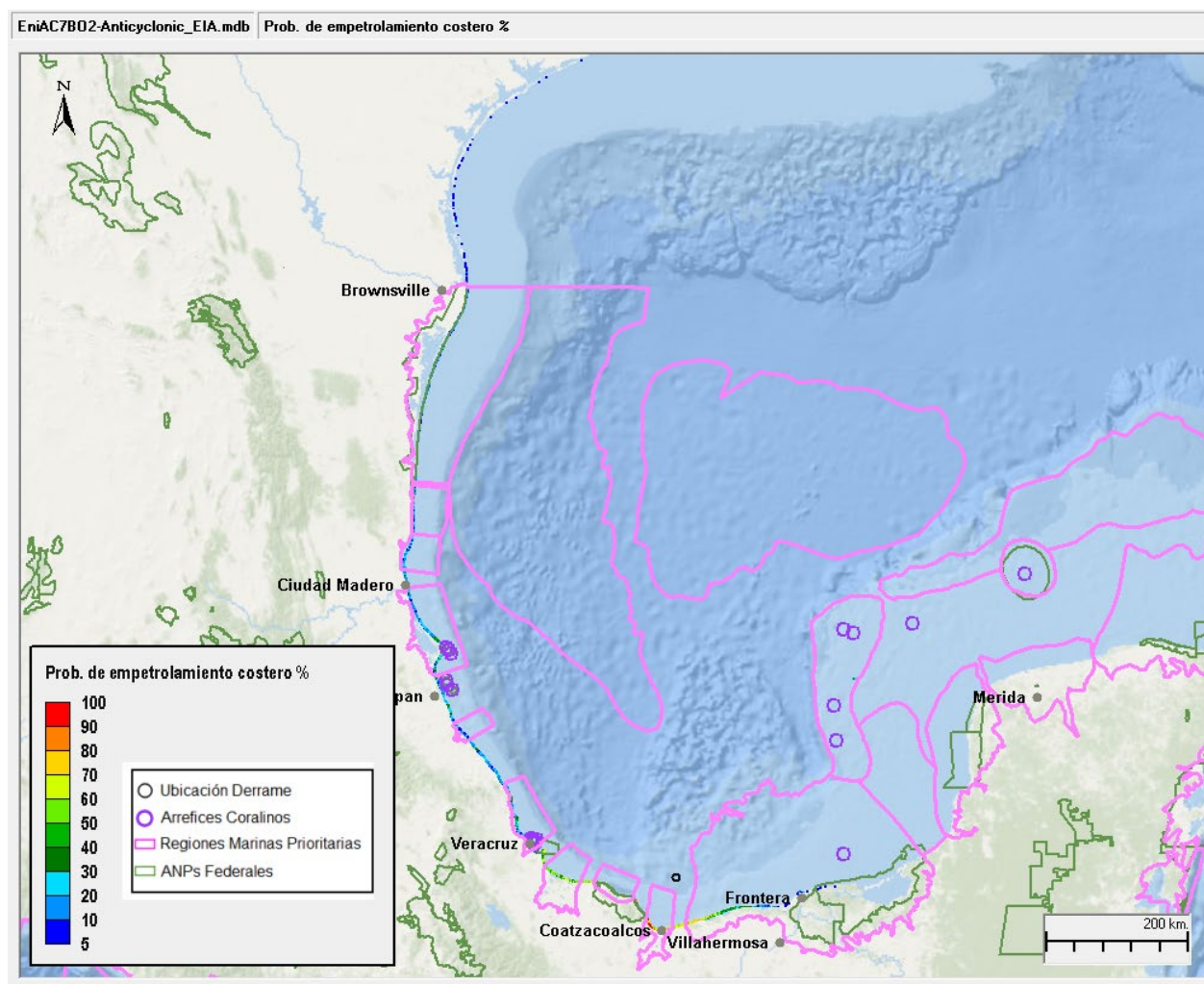


Figura 0.27 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la costa para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos

Fuente: ERM, 2022.

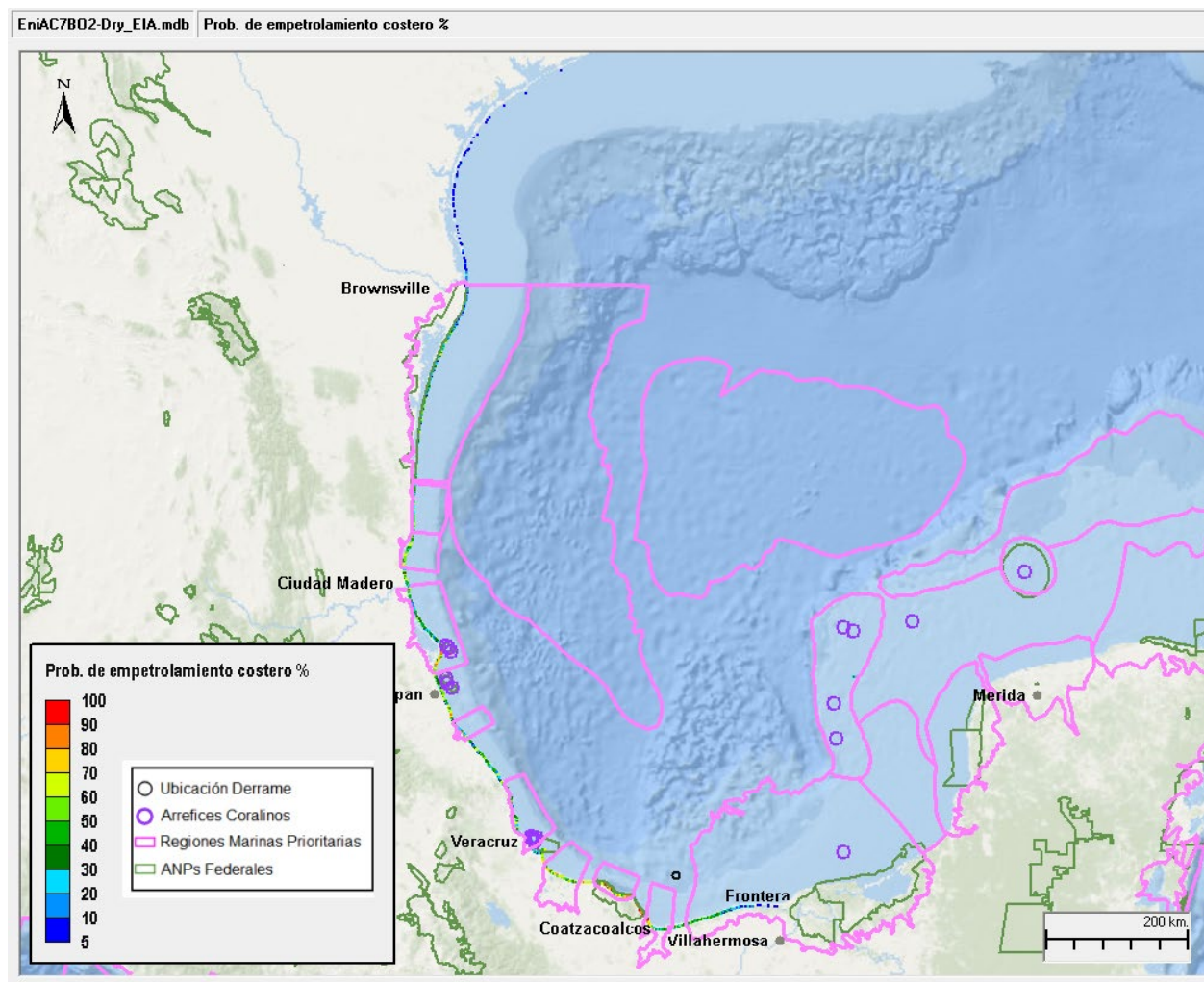


Figura 0.28 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la costa para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada seca

Fuente: ERM, 2022.

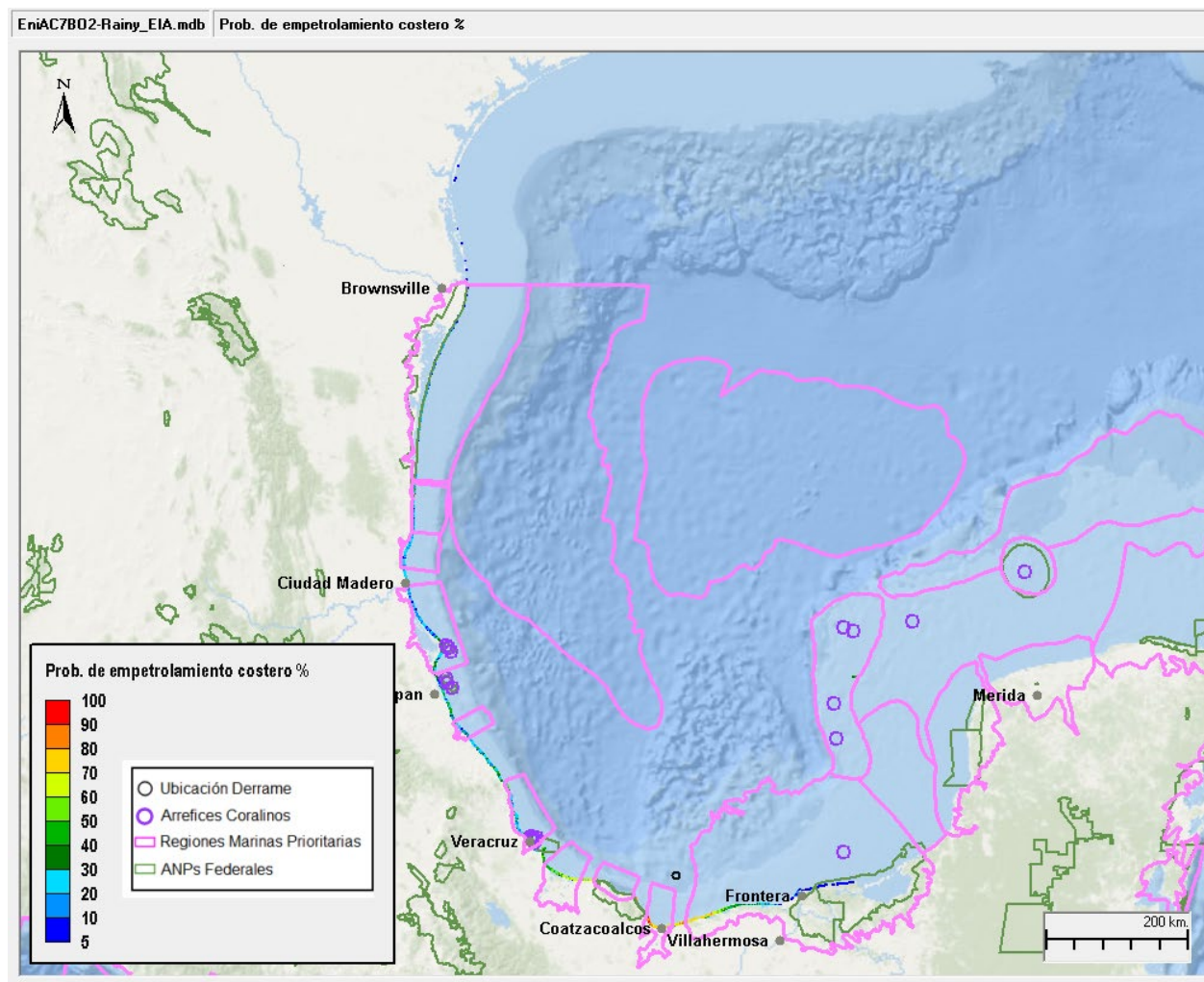


Figura 0.29 Probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la costa para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada lluviosa

Fuente: ERM, 2022.

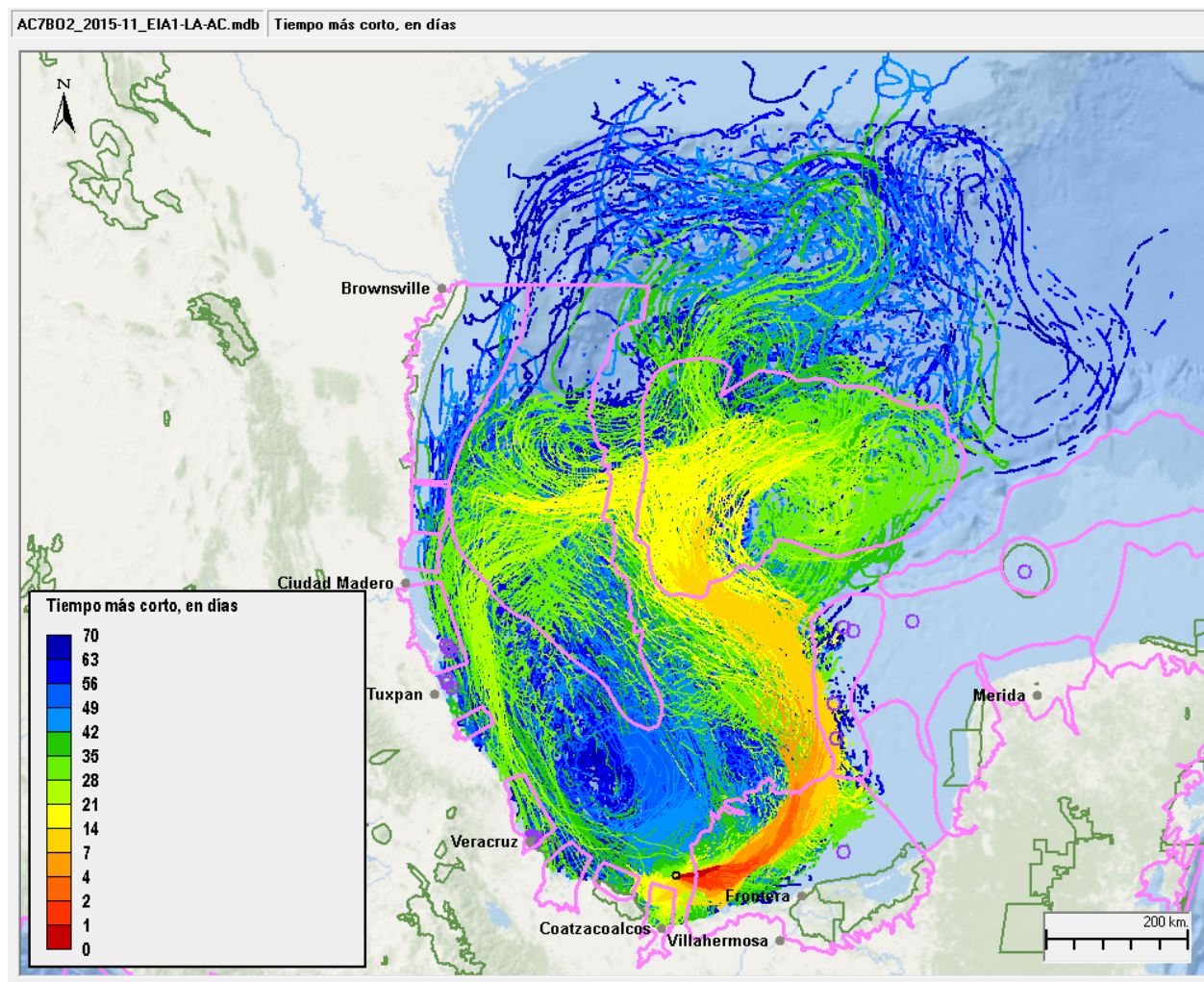


Figura 0.30 Trayectoria del derrame para mayor área de hidrocarburo flotando sobre la superficie del agua para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos

Fuente: ERM, 2022.

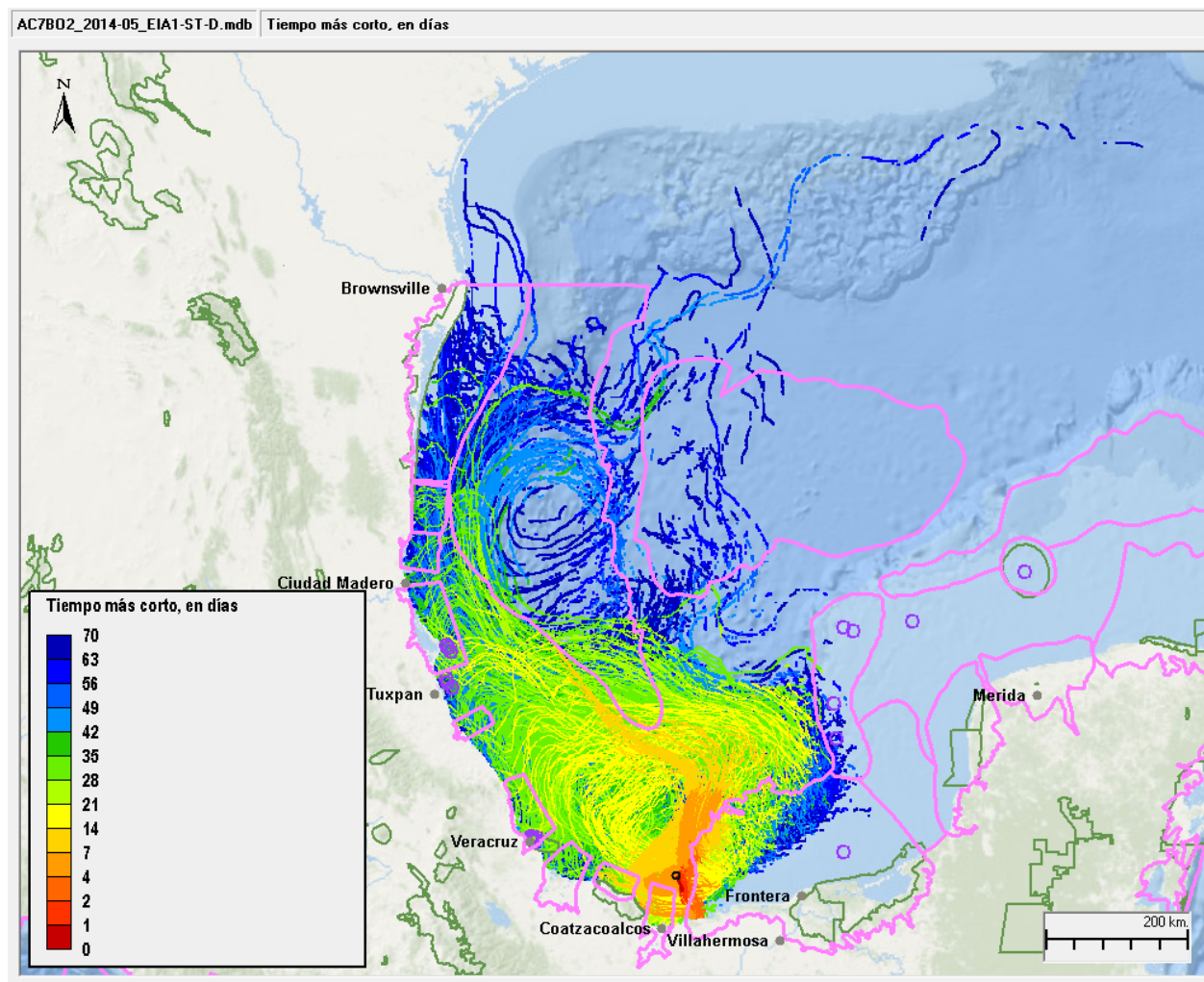


Figura 0.31 Trayectoria del derrame Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera para una descarga de 154,100 sbpd (promedio por 55 días, temporada seca)

Fuente: ERM, 2022.

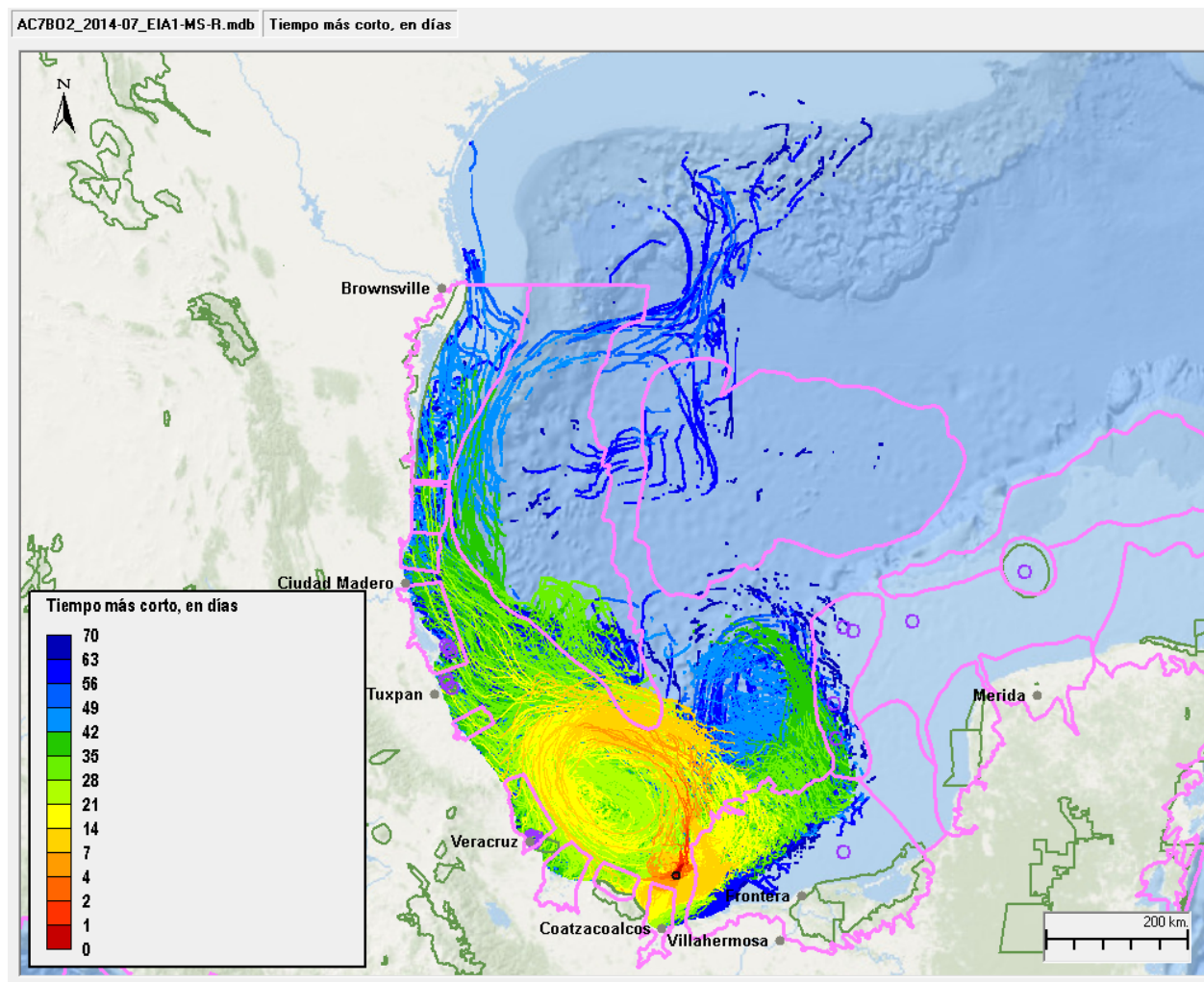


Figura 0.32 Trayectoria del derrame para mayor masa de hidrocarburo en las costas para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada lluviosa

Fuente: ERM, 2022.

9.16 Análisis de Vulnerabilidad e interacciones de Riesgo

9.16.1 Análisis de Vulnerabilidad

9.16.1.1 Escenarios de Ignición y Explosión

Los escenarios por incendio, explosión y dispersión tóxica no representan un impacto potencial al Sistema Ambiental Regional (SAR), debido a que las afectaciones de los mismos no sobrepasan los límites mismos de la Unidad Móvil de Perforación. Para consultar los radios de afectación de dichos escenarios referirse al Análisis de Ignición y Explosión, **Anexo 9.8**.

9.16.1.2 Escenarios de Derrame de Hidrocarburos

Para el análisis de vulnerabilidad se consideró como representativo el escenario de blowout con duración de 55 días en temporada de frentes fríos anticiclónicos con la trayectoria del WC del Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera. Esto debido a que este escenario es uno de los que cubre una mayor área superficial manteniendo un espesor de mayor de 10 micras a lo largo de la trayectoria, lo cual presenta un riesgo alto de impactos, como se ve en la Tabla 0.59.

En la Figura 0.33, se presentan los receptores sensibles marinos para la trayectoria de derrame analizada respecto a espesor del hidrocarburo en la superficie y los valores umbral de los espesores del hidrocarburo de la Tabla 0.59.

En el mar, la zona de alto riesgo de impactos, color morado, por el derrame de hidrocarburos se extendería sobre 9 Regiones Marinas Prioritarias:

- Giro Tamaulipeco
- Fosa Segsbee
- Cayos Campeche
- Pantanos de Centla-Laguna de Términos
- Delta Río Coatzacoalcos
- Los Tuxtlas
- Sistema Lagunar Alvarado
- Laguna Verde-Antón Lizardo
- Tecolutla

La zona de alto riesgo de impactos:

- Laguna Madre
- La Pesca-Rancho Nuevo
- Laguna San Andrés
- Pueblo Viejo-Tamiahua

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

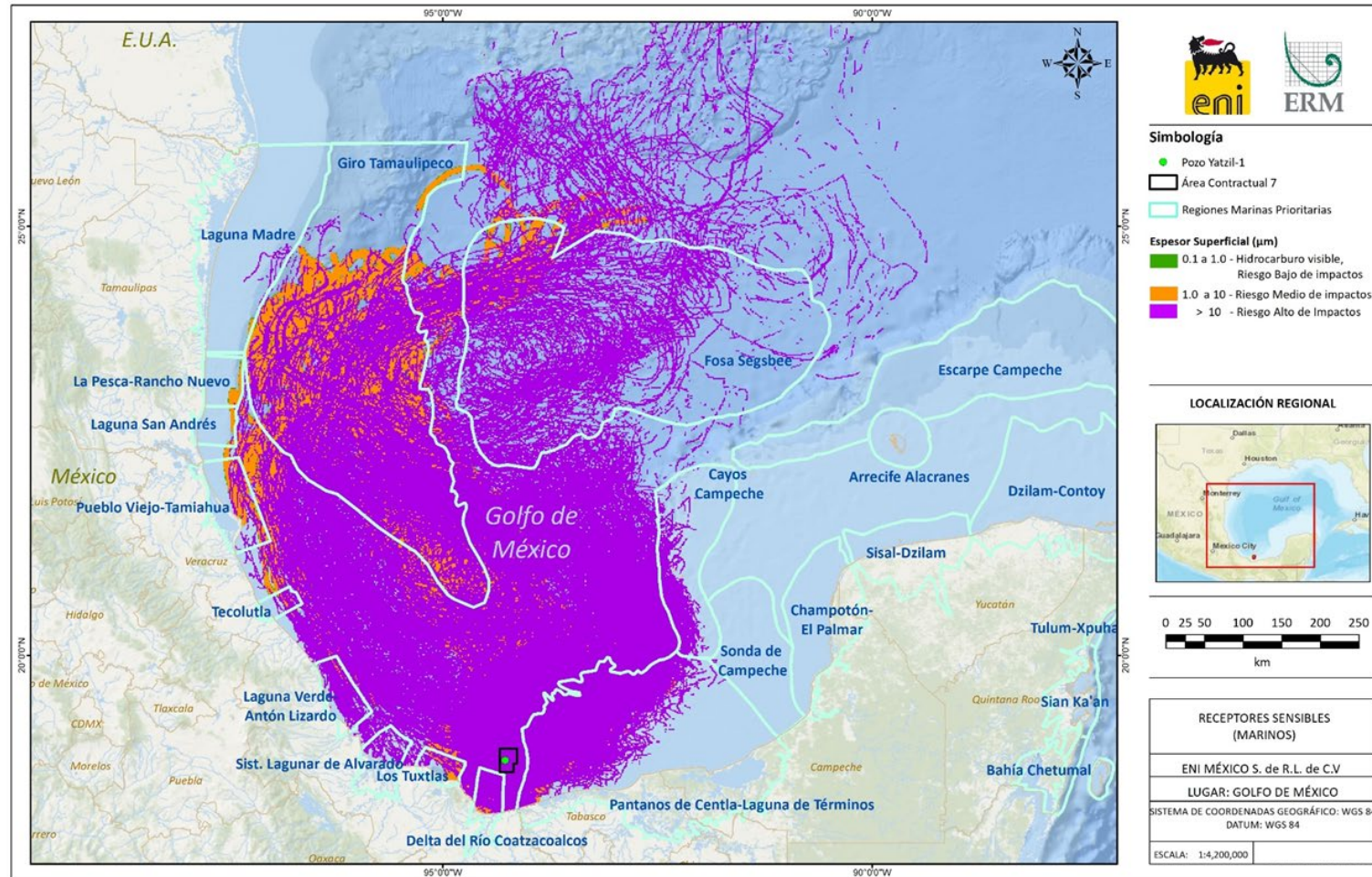


Figura 0.33 Receptores Sensibles (Marinos) para trayectoria del derrame - Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos

Fuente: ERM, 2022.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Al mismo tiempo, como se muestra en la Figura 0.34, existen 3 Áreas Naturales Protegidas (ANP) Federales que estarían expuestas a riesgos alto de impactos en caso de que el derrame fuera a ocurrir: el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan y Sistema Arrecifal Veracruzano se verían potencialmente afectados. Adicionalmente, los límites costeros de Los Tuxtlas, una ANP ubicada sobre la costa, y manglares en el sistema lagunar de Alvarado al sureste del Estado de Veracruz también pueden ser potencialmente afectados por el derrame.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

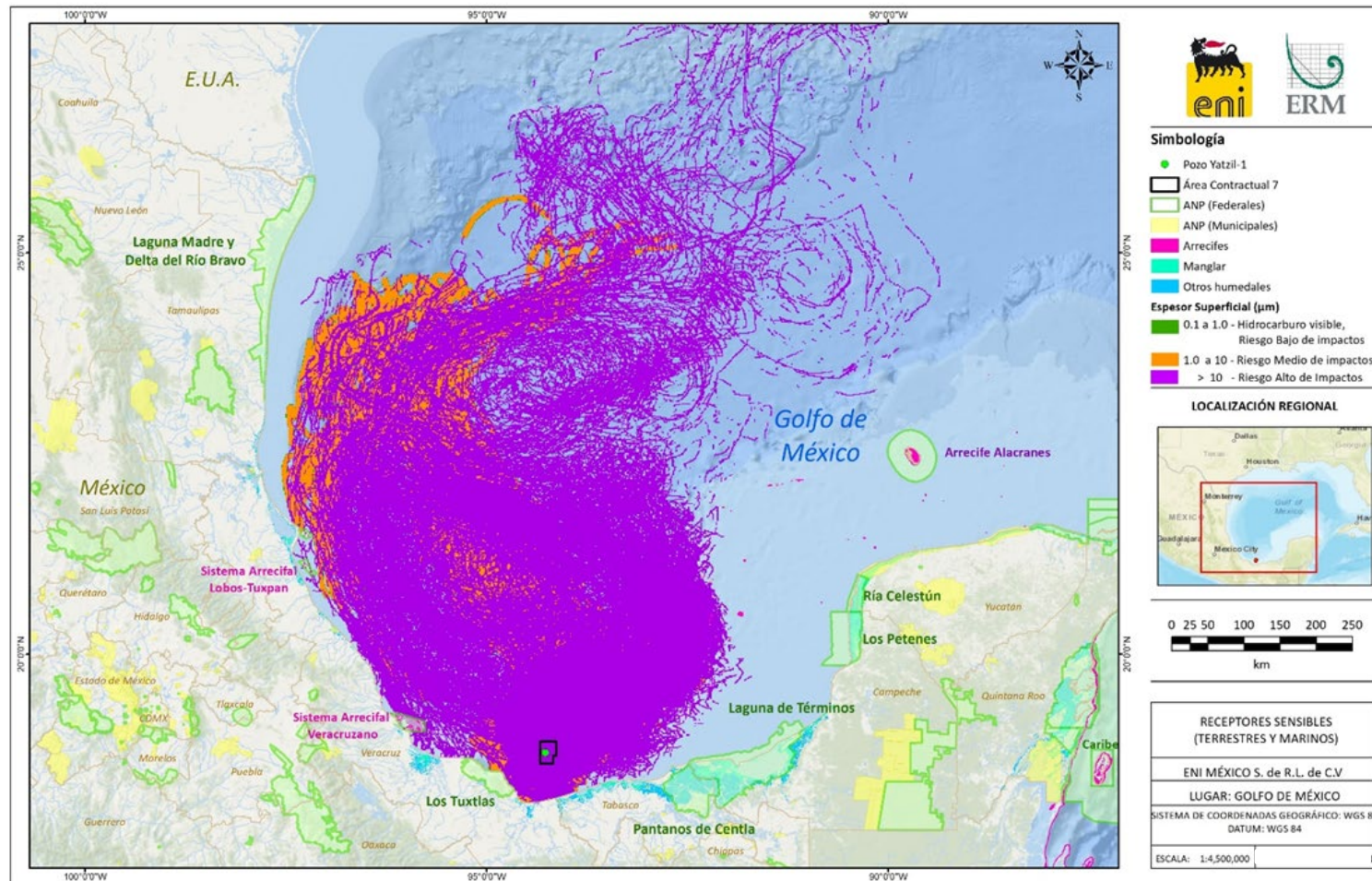


Figura 0.34 Receptores Sensibles (Terrestres y Marinos) para trayectoria del derrame Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos

Fuente: ERM, 2022.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

A lo largo de la costa del Golfo de México sobre los Estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, existen Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA), a donde diferentes especies llegan estacionariamente o los utilizan como lugares de tránsito. En la Figura 0.35, se muestra como el derrame potencialmente llega a la costa de Los Tuxtlas, humedales de Alvarado y costas del centro de Veracruz, así como las Islas de la Sonda de Campeche, en donde puede tener un impacto potencial en las AICA.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

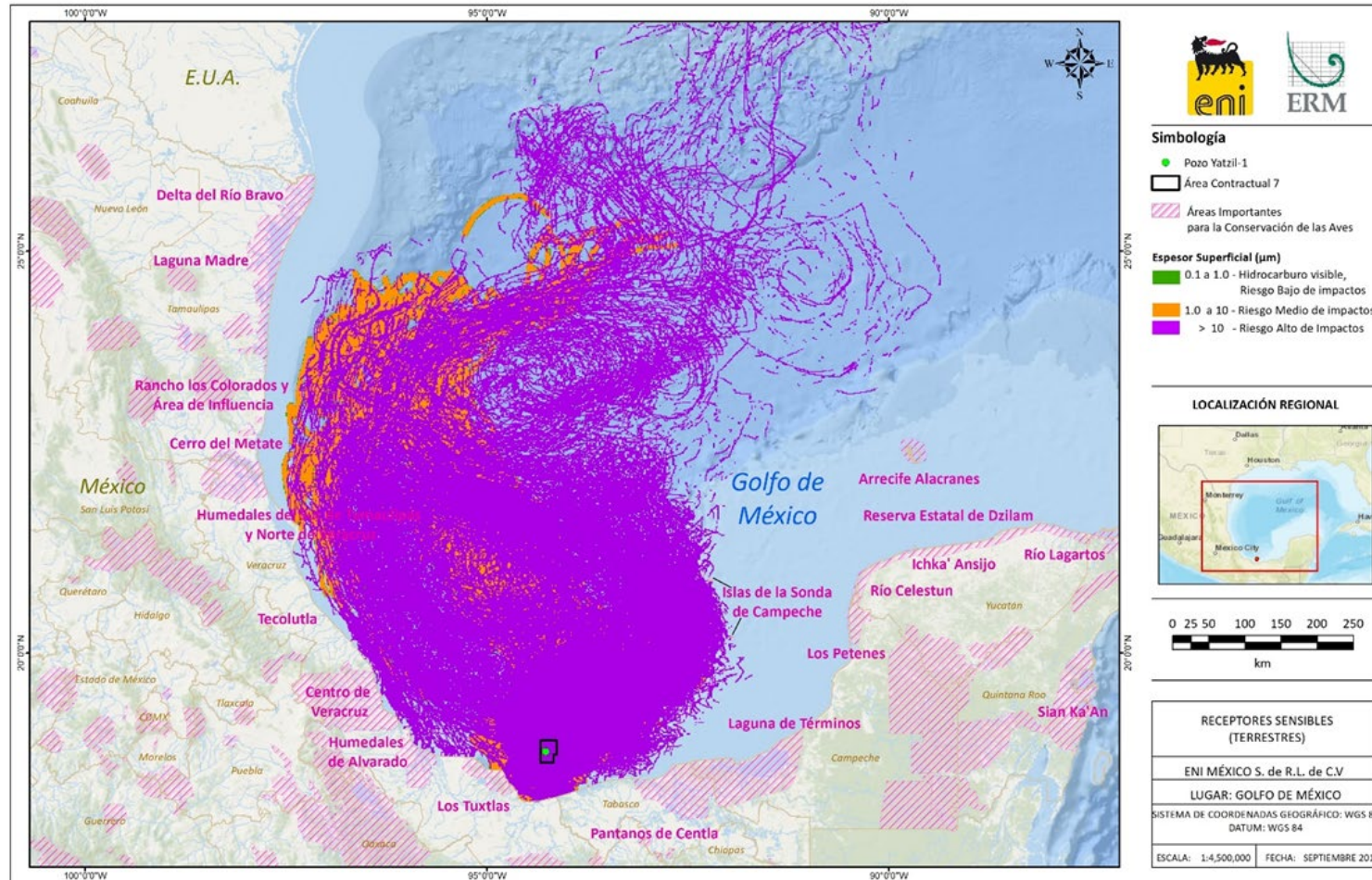


Figura 0.35 Receptores Sensibles (Terrestres AICA) para trayectoria del derrame Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos

Fuente: ERM,2022.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Las zonas de salvaguarda son lugares en donde se prohíbe la exploración y extracción de hidrocarburos por su alto valor ambiental, estas zonas son áreas de protección de flora y fauna, manglares, arrecifes de coral y Sitios Ramsar. En la Figura 0.36, se puede observar como el derrame puede potencialmente alcanzar parte de la Plataforma de Yucatán sobre el oeste del Golfo de México y sistemas de arrecifes de coral sobre la costa de Veracruz, así como el Sitio Ramsar Sistema Lagunar Alvarado.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

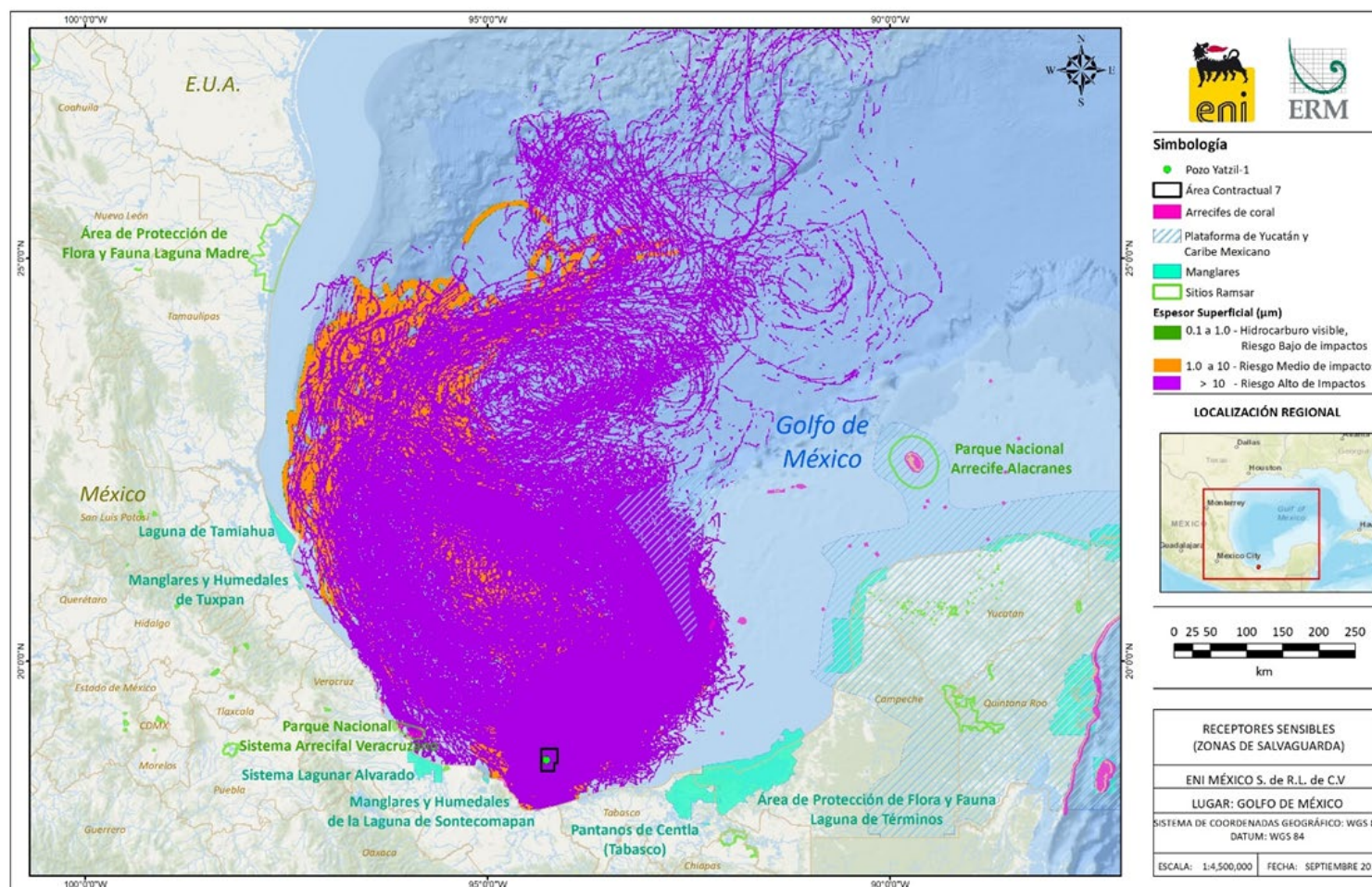


Figura 0.36 Receptores Sensibles (Zonas de salvaguarda) para trayectoria del derrame Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos

Fuente: ERM,2022.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

De acuerdo a la identificación de receptores sensibles (fauna) indicada en la Figura 0.37, se identificaron diferentes especies a lo largo del Golfo de México, en la Tabla 0.65, se indica el nombre común de cada una de éstas y su ubicación en el litoral mexicano.

Tabla 0.65 Distribución de fauna en el Golfo de México

Fauna	Nombre común	Símbolo	Ubicación
Tortugas	Tortuga Lora		Costa de Tamaulipas, Veracruz y Yucatán
	Tortuga marina de Carey		Costa de Veracruz, Campeche y Yucatán
	Tortuga marina Laúd		Costa de Veracruz
	Tortuga caguama		Costa de Veracruz, Campeche y Yucatán
	Tortuga marina verde del Atlántico		Costa de Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Quintana Roo y Zona de Arrecifes en el Golfo de México frente a las costas de Campeche.
Delfines	Delfín tornillo		Costa de Yucatán
	Delfín nariz de botella		Costa e Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.
Ballenas	Ballena Picuda de Couvier		Costa de Quintana Roo, Michoacán y BCS.
	Ballena Piloto		Costa de Yucatán y Quintana Roo.

Fuente: Portal de Geoinformación, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2015

Como se observa en la Figura 0.37, el derrame puede afectar potencialmente a especies como tortuga marina de carey, tortuga marina laúd, tortuga lora, tortuga caguama, quienes llegan a las costas del Estado de Veracruz, además del delfín nariz de botella.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

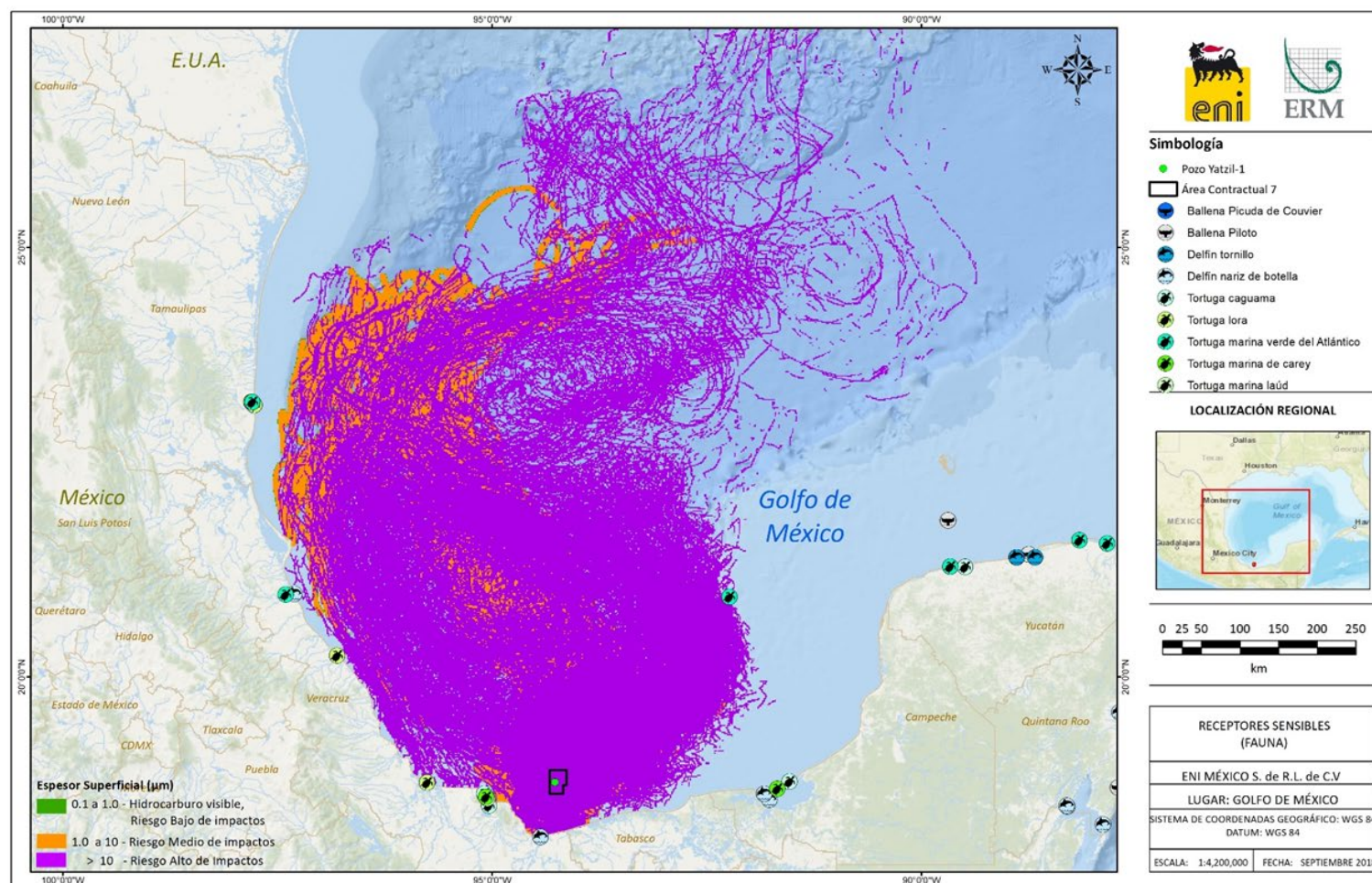


Figura 0.37 Receptores Sensibles (Fauna) para trayectoria del derrame Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera para una descarga de 154,100 sbpd (promedio) por 55 días, temporada frentes fríos anticiclónicos

Fuente: ERM, 2022.

9.17 Interacciones de Riesgo

En el FEA (Anexo 9.8) se considera una variedad de objetivos potenciales para cada uno de los eventos de ignición y explosión, presentados en la sección anterior. Los objetivos principales de interés son el personal de la MODU y de manera secundaria los sistemas críticos de la MODU. Sin embargo, todos los objetivos importantes se evalúan en cada escenario individual de ignición y explosión. En esta sección se presenta las interacciones de riesgo de fuego, explosión o dispersión tóxica que pueden potencialmente ocasionar los eventos más críticos, los cuales fueron el escape de hidrocarburos de perforación desde la cubierta superior (Estudio 1) y el escape submarino de hidrocarburos de gas somero (Estudio 3). El gas superficial submarino es aquel que se encuentra relativamente cerca de la superficie del pozo cuando se perfora en un “orificio abierto”. El análisis de consecuencias y el análisis de deterioro del objetivo (interacciones de riesgo) del resto de los estudios se encuentran en la sección 4 del Anexo 9.8.

9.17.1 Estudio 1- Escape de hidrocarburos de perforación desde la cubierta superior

Un escape de perforación en la cubierta superior o 'reventón' se define como una descarga incontrolada de fluidos de formación al medio ambiente en el MODU y es un riesgo inherente en las operaciones de perforación costa afuera. Los fluidos de formación que escapan en este escenario tendrán potencialmente propiedades inflamables y tóxicas. La naturaleza y la gravedad de un reventón dependen en gran medida de las características del pozo (presión, temperatura, formación, fase, fluido, etc.) y de los sistemas instalados para controlar el evento.

La mayoría de los eventos de reventón están precedidos por un golpe de presión en el pozo, que es cuando los fluidos de la formación fluyen primero desde la formación al pozo. Un reventón en la cubierta superior solo es posible cuando se han utilizado sartas iniciales de tubería de revestimiento, cabezal de pozo, BOP, paquete de tubo ascendente marino inferior y se ha instalado el tubo ascendente. Podría producirse un reventón dentro del tubo de perforación o dentro del espacio anular entre el tubo de perforación y el anular del tubo de revestimiento.

En la situación de un reventón en la superficie, la probabilidad de incendio es mayor que la de un escenario de explosión submarina ya que se liberan mayores volúmenes de gas y de fluidos de pozo directamente hacia el MODU, donde se pueden encontrar las fuentes de encendido.

Alternativamente, la salida puede ocasionar chispas debido a la descarga de electricidad estática desarrollada gracias a la fricción de la salida multifásica y al conducto elevador o sarta de perforación. Por estas razones hay un mayor potencial de ignición o explosión desde una explosión en la superficie que desde una salida submarina. Este evento puede generar dispersión de gas inflamable, dardo de fuego en dirección vertical, charco de fuego, ráfagas de fuego y nubes explosivas de vapor. A continuación, se presentan las interacciones de riesgo que estos escenarios pueden causar en la plataforma de perforación.

El personal ubicado en la proximidad inmediata de la zona del piso de perforación estará particularmente expuesto a los efectos físicos de una descarga en la parte superior de la perforación. Es razonable llegar a la conclusión de que, dependiendo de las condiciones específicas del suceso, este personal puede sufrir accidentes fatales debido a los efectos térmicos, a la sobrepresión y a las explosiones que pueden ocurrir en esa zona.

El personal que se encuentre en las inmediaciones del incidente puede estar expuesto a cantidades significativas de gas hidrocarburo sin incendiarse, que se caracteriza por ser un simple asfixiante, y que también puede tener un efecto narcótico en ellos. Esto puede perjudicar el rendimiento de la respuesta de emergencia del personal y en caso de exposición grave puede provocar una pérdida de conocimiento. El potencial de efecto narcótico aumenta a medida que aumenta el peso molecular, lo que significa que el riesgo es mayor en relación con el condensado. en comparación con las fugas de gas.

En caso de que se produzca una ignición, el personal que se encuentre en las inmediaciones del incendio podrá estar expuesto directamente a involucramiento de la llama, grandes cantidades de radiación de las llamas y humo calentado. Esto puede perjudicar su capacidad de escapar del área debido a las condiciones de baja a cero visibilidades. El personal que no pueda escapar rápidamente de la zona puede convertirse en fatalidades debido a los efectos tóxicos y asfixiantes del humo. Cualquier humo caliente inhalado también perjudicará el sistema respiratorio del personal afectado en el área inmediata. Los efectos combinados de la combustión como el CO, el CO₂ y el agotamiento del O₂ serán la principal causa de muerte por el humo. Adicionalmente, los chorros encendidos o dardos de fuego son asociados con niveles de radiación muy altos en el área inmediata del evento y en elevaciones por encima y por debajo de este.

Los incendios de piscinas o "pool fire" en el piso de perforación o en el área de pozo central "moon pool" tienen el potencial de envolver completamente a cualquier persona dentro del perímetro de la piscina en el punto de ignición. La radiación y el calor convectivo en estos incendios de piscinas también tienen el potencial de causar la muerte de cualquier miembro del personal que no pueda escapar inmediatamente de la zona.

Cualquier personal que se encuentre dentro del piso de perforación o en el área de pozo interno en un evento de VCE (Nube explosiva de vapor) puede morir de forma inmediata. Las sobrepresiones generadas en una explosión pueden dañar las estructuras y los equipos en la zona inmediata del incidente y en sus alrededores, lo que puede dar lugar a misiles de alta velocidad, que causan más daños a las áreas circundantes. Es probable que el personal que se encuentre en la zona en el momento de la explosión sufra lesiones graves o la muerte por los efectos del calor en el área de propagación de la llama, por los efectos directos de la sobrepresión o el impacto de un misil.

Se espera que el personal ubicado en cubierta principal sea capaz de generar una respuesta exitosa de escape para evitar los efectos de los gases tóxicos y del humo.

El personal ubicado en las inmediaciones del piso de perforación estará particularmente expuesto a los efectos físicos de una fuga durante la perforación en la parte superior. Es razonable concluir que, dependiendo de la situación específica de la ubicación, las condiciones del evento, el personal afectado puede morir inmediatamente debido a las condiciones térmicas, tóxicas, de sobrepresión y efectos de proyectiles que pueden ocurrir en el área. El personal que trabaja en un lugar elevado como en la torre de perforación durante un incidente tendrá que ser capaz de ejecutar un escape rápido a un lugar seguro antes de que el evento se extienda a consecuencias más serias. Personal ubicado en la parte inferior expuesta se espera que los niveles de cubierta sean capaces de realizar una respuesta de escape eficaz para evitar los efectos físicos asociado con este incidente.

En la Tabla 0.66, se presentan las interacciones de fuego, explosión o dispersión tóxica con los diferentes objetivos en la plataforma semi-sumergible, establecidos en el FEA, para el escenario de fuga de hidrocarburos durante la perforación.

Tabla 0.66 Interacciones de riesgo por el escenario Estudio 1

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
1	Módulo de alojamiento	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelado de gases inflamables del piso de perforación estima que los límites del 50% de LFL y LFL no se experimentan en el objetivo. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelado de gases inflamables del pozo central estima que el límite del LFL se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. El modelado de gases tóxicos desde el piso de perforación y el pozo central estima que el límite IDLH se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. Humo (Toxicidad, visibilidad)

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
		Se espera que el gran volumen de humo flotante, caliente y a alta velocidad que se genera en el área semiconfinada con fuente de ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente (piso de perforación o pozo central) hasta el área objetivo que se encuentra cerca del área del incidente. Se espera que la presencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Dada esta evaluación, el objetivo puede experimentar efectos de humo en el mamparo de popa del módulo de alojamiento. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. Calor (Radiación, Conducción, Convección) El modelado de dardos de fuego estima que el peor caso radiación de 24 kW/m² se experimenta en el objetivo bajo condiciones de viento severo. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. El modelado de dardos de fuego del pozo central estima que el peor caso radiación de 75 kW/m² se experimenta en el objetivo. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. El modelado de incendio de charco estima que el peor caso radiación de 1 kW/m² se experimenta en el objetivo bajo condiciones de viento severo. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. Sin embargo, los incendios de charco que se forman en el área de cubierta intermedia o en el área de la cubierta principal directamente adyacente al módulo de alojamiento también incidirán directamente en el área inmediata del mamparo la cual podría sufrir daños localizados. El módulo de alojamiento en general debería ser capaz de resistir la escalada debido a la protección contra incendios estructural interna pasiva provista. El modelo de incendio para el piso de perforación indica que no es posible que ocurra impacto directo de la llama sobre el objetivo a causa de un incidente de dardos de fuego. Sin embargo, es posible que se produzcan altos niveles de radiación a partir de las llamas de los dardos de fuego, pero la protección pasiva contra incendios de clase H en el mamparo de popa proporciona una protección local adecuada contra el deterioro provocado por los incendios de hidrocarburos sin impacto. Los incendios con dardos de fuego horizontales del pozo central que se producen en la parte alta de la zona y que no son obstruidos podrían incidir directamente en el mamparo de popa, lo que potencialmente podría causar un deterioro. Se espera que también ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal de fuente y objetivo. Sin embargo, los efectos del calor convectivo serán insignificantes en comparación con los correspondientes efectos de calor por impacto de radiación y fuego. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) El modelado de VCE confinado desde el piso de perforación estima que el peor caso de sobrepresión de 0.101 bar se experimenta en el objetivo. El modelado de VCE confinado desde el pozo central estima que el peor caso

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
		de sobrepresión de 0.203 bar se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección del trayecto, y del objetivo; no se espera deterioro. El modelo de incendio instantáneo estima que la inmersión de llama se experimenta en el objetivo a partir del tamaño aproximado de la envolvente de disparo (35 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes y a la protección del objetivo, no se espera deterioro.
2	Estación de Control Central (CCS)	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelado de gases inflamables del piso de perforación estima que los límites del 50% de LFL y LFL no se experimentan en el objetivo. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelado de gases inflamables del pozo central estima que el límite del LFL se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. El modelado de gases tóxicos desde el piso de perforación y el pozo central estima que el límite IDLH se experimenta en el objetivo en condiciones de viento severo. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. Humo (Toxicidad, visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo flotante, caliente y a alta velocidad que se genera en el área semiconfinada con fuente de ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente (piso de perforación o pozo central) hasta el área objetivo que se encuentra cerca del área del incidente. Se espera que la presencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Dada esta evaluación, el objetivo puede experimentar efectos de humo en el mamparo de popa del módulo de alojamiento. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. Calor (Radiación, Conducción, Convección) El modelado de dardos de fuego estima que el peor caso radiación de 44 kW/m² se experimenta en el objetivo bajo condiciones de viento severo. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. El modelado de dardos de fuego del pozo central estima que el peor caso radiación de 220 kW/m² se experimenta en el objetivo. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. El modelado de incendio de charco estima que el peor caso radiación de 1 kW/m² se experimenta en el objetivo bajo condiciones de viento severo. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. Sin embargo, los incendios de charco que se forman en el área de cubierta intermedia o en el área de la cubierta principal directamente adyacente al módulo de alojamiento también incidirán directamente en el área inmediata del mamparo la cual podría sufrir daños localizados. El módulo de alojamiento en general debería ser capaz de

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
		resistir la escalada debido a la protección contra incendios estructural interna pasiva provista. El modelo de incendio para el piso de perforación indica que no es posible que ocurra impacto directo de la llama sobre el objetivo a causa de un incidente de dardos de fuego. Sin embargo, es posible que se produzcan altos niveles de radiación a partir de las llamas de los dardos de fuego, pero la protección pasiva contra incendios de clase A en el mamparo de popa proporciona una protección local adecuada contra el deterioro provocado por los incendios de hidrocarburos sin impacto. El modelado de incendios de pozo central indica que los incendios de dardos de fuego horizontales que se producen en la parte alta de la zona y que no son obstruidos podrían incidir directamente en el mamparo de popa, lo que potencialmente podría causar un deterioro de la protección con escalamiento al objetivo. Se espera que también ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal de fuente y objetivo. Sin embargo, los efectos del calor convectivo serán insignificantes en comparación con los correspondientes efectos de calor por impacto de radiación y fuego. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) El modelado de VCE confinado desde el piso de perforación estima que el peor caso de sobrepresión de 0.1 bar se experimenta en el objetivo. El modelado de VCE confinado desde el pozo central estima que el peor caso de sobrepresión de 0.203 bar se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección del trayecto, y del objetivo; no se espera deterioro. El modelo de incendio instantáneo estima que la inmersión de llama se experimenta en el objetivo a partir del tamaño aproximado de la envolvente de disparo (35 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes y a la protección del objetivo, no se espera deterioro.
3	Caseta de perforador	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelado de gas inflamable desde el piso de perforación y el pozo central estima que el límite LFL se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. El modelado de gases tóxicos desde el piso de perforación y el pozo central estima que el límite IDLH se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. Humo (Toxicidad, visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo flotante, caliente y a alta velocidad que se genera en el área semiconfinada con fuente de ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente (piso de perforación o pozo central) hasta el área objetivo que se encuentra dentro del área del incidente. Se espera que la ausencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Dada esta evaluación, el objetivo puede verse afectado por los efectos del

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
		humo. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. Calor (Radiación, Conducción, Convección) El modelado de dardos de fuego estima que el peor caso radiación de 90 kW/m² se experimenta en el objetivo bajo condiciones de viento severo. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. El modelado de dardos de fuego del pozo central estima que el peor caso radiación de 26 kW/m² se experimenta en el objetivo. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. El modelado de dardos de fuego del piso de perforación estima que el peor caso radiación de 20 kW/m² se experimenta en el objetivo. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. El modelado de dardos de fuego indica que no es posible que se produzca impacto directo de la llama sobre el objetivo debido a la longitud estimada de la llama (94 m en clima en calma, 61 m en clima severo). Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. Se espera que ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal de fuente y objetivo. Sin embargo, los efectos del calor convectivo serán insignificantes en comparación con los correspondientes efectos de calor por impacto de radiación y fuego. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) El modelado de VCE confinado desde el piso de perforación estima que el peor caso de sobrepresión de 0.101 bar se experimenta en el objetivo. La degradación del objetivo puede ocurrir a causa de misiles de alta velocidad. El modelado de VCE confinado desde el pozo central estima que el peor caso de sobrepresión de 0.203 bar se experimenta en el objetivo. No se espera un deterioro del objetivo. El modelo de incendio instantáneo estima que la inmersión de llama se experimenta en el objetivo a partir del tamaño aproximado de la envolvente de disparo (35 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes y a la protección del objetivo, no se espera deterioro.
4	Estructura de helipuerto y equipo relacionado	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelado de gases inflamables del piso de perforación estima que los límites del 50% de LFL y LFL no se experimentan en el objetivo. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelado de gases inflamables del pozo central estima que el límite del LFL se experimenta en el objetivo. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. El modelado de gases tóxicos desde el piso de perforación y el pozo central estima que el límite IDLH se experimenta en el objetivo en condiciones de viento severo. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. Humo (Toxicidad, visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo flotante, caliente y a alta velocidad que se genera en el área semi confinada con fuente de ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente a un nivel superior hasta el área objetivo que se encuentra cerca del área del incidente. Se espera que la presencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
		humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Dada esta evaluación, se espera que el objetivo se vea afectado por los efectos del humo. Calor (Radiación, Conducción, Convección) El modelado de dardos de fuego desde el piso de perforación estima que el peor caso radiación de 55 kW/m² se experimenta en el objetivo bajo condiciones de viento severo. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. El modelado de dardos de fuego del pozo central estima que el peor caso radiación de 88 kW/m² se experimenta en el objetivo. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. El modelado de incendio de charco desde el piso de perforación estima que el peor caso radiación de 1 kW/m² se experimenta en el objetivo bajo condiciones de viento severo. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. Se espera que ocurra un deterioro térmico convectivo del objetivo debido a las distancias de separación horizontal de fuente y objetivo. Sin embargo, los efectos del calor convectivo serán insignificantes en comparación con los correspondientes efectos de calor por impacto de radiación y fuego. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) El modelado de VCE confinado desde el piso de perforación estima que el peor caso de sobrepresión de 0.1 bar se experimenta en el objetivo. La degradación del objetivo puede ocurrir a causa de misiles de alta velocidad. El modelado de VCE confinado desde el pozo central estima que el peor caso de sobrepresión de 0.203 bar se experimenta en el objetivo. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelo de incendio instantáneo estima que la inmersión de llama se experimenta en el objetivo a partir del tamaño aproximado de la envolvente de disparo (35 m).
5	Estación de reunión de proa y embarcaciones de supervivencia	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelado de gases inflamables del piso de perforación estima que los límites del 50% de LFL y LFL no se experimentan en el objetivo. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelado de gases inflamables del pozo central estima que el límite del LFL se experimenta en el objetivo. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. Sin embargo, estos efectos no ocasionarán, de manera coincidente, un deterioro del área de reunión alternativa; por lo tanto, el papel crítico de seguridad del objetivo se conserva en este incidente. El modelado de gases tóxicos desde el piso de perforación y el pozo central estima que el límite IDLH se experimenta en el objetivo en condiciones de viento severo. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. Sin embargo, estos efectos no ocasionarán, de manera coincidente, un deterioro del área de reunión alternativa; por lo tanto, el papel crítico de seguridad del objetivo se conserva en este incidente. Humo (Toxicidad, Visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo flotante, caliente y a alta velocidad que se genera en el área semi confinada con fuente de ventilación natural del piso de perforación se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente a un nivel superior hasta el área objetivo que se encuentra cerca del área del incidente. Se espera que la presencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
		la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Sin embargo, dada esta evaluación, es posible que el objetivo se vea afectado por los efectos del humo especialmente en condiciones de viento desfavorables. Sin embargo, estos efectos no ocasionarán, de manera coincidente, un deterioro del área de reunión alternativa; por lo tanto, el papel crítico de seguridad del objetivo se conserva en este incidente. Calor (Radiación, Conducción, Convección) En el peor de los casos, un incendio de dardos de fuego/aspersión de 75 kg/s en el piso de perforación, el límite del objetivo está expuesto a aproximadamente 30.4 kW/m² en condiciones climáticas adversas a favor del viento (aproximadamente 5.5 kW/m² favor del viento); y aproximadamente a 8.3 kW/m² en condiciones climáticas de calma a favor del viento (6.6 kW/m² contra el viento) - ver resumen de los resultados en la Figura 4.5. Se espera que el deterioro del objetivo se produzca en este caso en función de los niveles de radiación más altos estimados El modelado de dardos de fuego estima que la radiación del peor caso del pozo central en el objetivo es de 133 kW/m². Sin embargo, la protección total del trayecto desde el módulo de alojamiento reducirá los efectos físicos del fuego; por lo tanto, en este caso no se espera un deterioro por radiación del objetivo. El modelo de incendio de charco estima que la radiación del peor caso en el piso de perforación ocurre en condiciones climáticas severas en el objetivo es de 1.8 kW/m². No se espera que ocurra un deterioro del objetivo debido a los niveles de radiación estimados. Sin embargo, si un incendio de charco de un líquido de un caso de pozo central se forma ampliamente a través de la cubierta delantera y se acerca o incide sobre la estructura del módulo de alojamiento, el acceso a la embarcación de supervivencia puede verse afectado. Sin embargo, estos efectos no ocasionarán, de manera coincidente, un deterioro del área de reunión alternativa; por lo tanto, el papel crítico de seguridad del objetivo se conserva en este incidente. El modelo de incendio para el caso delimitado indica que no se espera que ocurra impacto directo de la llama sobre el objetivo debido a las distancias de separación vertical y horizontal. No se espera que ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal y vertical de origen y objetivo. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) El modelado de VCE confinado desde el piso de perforación estima que el peor caso de sobrepresión de 0.08 bar se experimenta en el objetivo. El modelado de VCE confinado desde el pozo central estima que el peor caso de sobrepresión de 0.203 bar se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección que ofrece el módulo de alojamiento, no se espera deterioro del objetivo. El modelo de incendio instantáneo estima que la inmersión de llama se experimenta en el objetivo a partir del tamaño aproximado de la envolvente de disparo (35 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes y a la protección del trayecto y del objetivo, que ofrece el módulo de alojamiento, no se espera deterioro.
6	En la estación de reunión y de embarcaciones	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos)

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
	de supervivencia de popa	El modelado de gases inflamables del piso de perforación y pozo central estima que los límites del 50% de LFL y LFL no se experimentan en el objetivo. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelado de gases tóxicos desde el piso de perforación y el pozo central estima que el límite IDLH se experimenta en el objetivo en condiciones de viento severo. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. Sin embargo, estos efectos no ocasionarán, de manera coincidente, un deterioro del área de reunión alternativa; por lo tanto, el papel crítico de seguridad del objetivo se conserva en este incidente. Humo (Toxicidad, visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo flotante, caliente y a baja velocidad que se genera en el área semiconfinada de la fuente con ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente a un mayor nivel hasta el área objetivo que se encuentra lejos del área del incidente. Se espera que la presencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Sin embargo, dada esta evaluación, se espera que el objetivo se vea afectado por los efectos del humo dependiendo de las condiciones del viento y la fuente del incendio de hidrocarburos. Sin embargo, estos efectos no ocasionarán, de manera coincidente, un deterioro del área de reunión alternativa; por lo tanto, el papel crítico de seguridad del objetivo se conserva en este incidente. Calor (Radiación, Conducción, Convección) En el peor caso de un incendio de dardos de fuego / aspersión de 75 kg/s, el límite del objetivo está expuesto a aproximadamente 22.3 kW/m² en condiciones climáticas adversas a favor del viento (aproximadamente 3.9 kW/m² contra el viento); y de aproximadamente 6.2 kW/m² en condiciones de clima en calma a favor del viento (5.0 kW/m² contra el viento). Se espera que el deterioro objetivo se produzca en este caso en función de los niveles de radiación más altos estimados. Consulte el resumen de los resultados en la Figura 4.5. Se espera que el deterioro del objetivo se produzca en este caso en función de los niveles de radiación más altos estimados. El modelado de dardos de fuego estima que la radiación del peor caso del pozo central en el objetivo es de 5.7 kW/m². Sin embargo, la protección total del trayecto desde el área de cubierta de tubería hacia proa reducirá los efectos físicos del fuego; por lo tanto, en este caso no se espera un deterioro del objetivo por radiación. El modelo de incendio de charco estima que la radiación del peor caso en el piso de perforación ocurre en condiciones climáticas severas en el objetivo es de 4.6 kW/m². Sin embargo, la protección parcial del trayecto y estructural desde el área de la cubierta de la tubería de popa reducirá los efectos físicos del incendio con los niveles de radiación estimados. Si un incendio de charco de un líquido de un caso de pozo central se forma ampliamente a través de la cubierta delantera y las áreas circundantes, el acceso a la embarcación de supervivencia puede verse afectado. Sin embargo, estos efectos no ocasionarán, de manera coincidente, un deterioro del

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
		área de reunión alternativa; por lo tanto, el papel crítico de seguridad del objetivo se conserva en este incidente. El modelo de incendio indica que no se espera que ocurra impacto directo de la llama sobre el objetivo debido a las distancias de separación vertical y horizontal. No se espera que ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal y vertical de origen y objetivo. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) El modelado de VCE confinado desde el piso de perforación estima que el peor caso de sobrepresión de 0.052 bar se experimenta en el objetivo. El modelado de VCE confinado desde el pozo central estima que el peor caso de sobrepresión de 0.168 bar se experimenta en el objetivo. El área de reunión de popa puede verse afectada de forma creíble por eventos de explosión con la generación de proyectiles de gran tamaño (tubos, contenedores de almacenamiento, etc.) desde el área de la cubierta de popa que se utiliza para almacenar varios equipos. Estos proyectiles se pueden lanzar al área de reunión creando obstrucciones significativas y también deteriorando la funcionalidad de la supervivencia. Sin embargo, estos efectos no ocasionarán, de manera coincidente, un deterioro del área de reunión alternativa; por lo tanto, el papel crítico de seguridad del objetivo se conserva en este incidente. El modelo de incendio instantáneo estima que la inmersión de llama se experimenta en el objetivo a partir del tamaño aproximado de la envolvente de disparo (35 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes y a las distancias de separación del objetivo, no se espera deterioro.
7	Generador principal de energía	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelado de gases inflamables del piso de perforación estima que los límites del 50% de LFL y LFL no se experimentan en el objetivo. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelado de gases inflamables del pozo central estima que el límite de 50% LFL se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. El modelado de gases tóxicos desde el piso de perforación estima que el límite IDLH se experimenta en el objetivo bajo condiciones de viento severo. El modelado de gases tóxicos desde el pozo central estima que el límite IDLH se experimenta en el objetivo bajo todas las condiciones de viento. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. Humo (Toxicidad, visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo flotante, caliente y a alta velocidad que se genera en el área semi confinada con fuente de ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente a un nivel superior hasta el área objetivo que se encuentra cerca del área del incidente. Se espera que la presencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Dada esta evaluación, no se espera que el objetivo se vea afectado por los efectos del humo.

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
		Calor (Radiación, Conducción, Convección) El modelado de dardos de fuego estima que el peor caso radiación de 26 kW/m² se experimenta en el objetivo bajo condiciones de viento severo. El modelado de dardos de fuego del pozo central estima que el peor caso radiación de 42 kW/m² se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección total del trayecto, del mamparo y del objetivo; no se espera deterioro. El modelado de incendio de charco estima que el peor caso radiación de 1.7 kW/m² se experimenta en el objetivo bajo condiciones de viento severo. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelo de incendio para el caso delimitado indica que no se espera que ocurra impacto directo de la llama sobre el objetivo debido a las distancias de separación vertical y horizontal. No se espera que ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal y vertical de origen y objetivo. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) El modelado de VCE confinado desde el piso de perforación estima que el peor caso de sobrepresión de 0.08 bar se experimenta en el objetivo. El modelado de VCE confinado desde el pozo central estima que el peor caso de sobrepresión de 0.203 bar se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección del trayecto, y del objetivo; no se espera deterioro. El modelo de incendio instantáneo estima que la inmersión de llama se experimenta en el objetivo a partir del tamaño aproximado de la envolvente de disparo (35 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes y a la protección trayecto y del objetivo, no se espera deterioro.
8	Generador de energía de emergencia	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelado de gases inflamables del piso de perforación estima que los límites del 50% de LFL y LFL no se experimentan en el objetivo. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelado de gases inflamables del pozo central estima que el límite del LFL se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. El modelado de gases tóxicos desde el piso de perforación y el pozo central estima que el límite IDLH se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. Humo (Toxicidad, Visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo flotante, caliente y a alta velocidad que se genera en el área semi confinada con fuente de ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente a un nivel superior hasta el área objetivo que se encuentra lejos del área del incidente. La presencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Dada esta evaluación, no se espera que el objetivo se vea afectado por los efectos del humo.

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
		Calor (Radiación, Conducción, Convección) El modelado de dardos de fuego estima que el peor caso radiación de 24 kW/m² se experimenta en el objetivo bajo condiciones de viento severo. El modelado de dardos de fuego del pozo central estima que el peor caso radiación de 17 kW/m² se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección parcial del trayecto y del objetivo del módulo de alojamiento, no se espera deterioro. El modelado de incendio de charco estima que el peor caso radiación de 2.0 kW/m² se experimenta en el objetivo bajo condiciones de viento severo. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelo de incendio para el caso delimitado indica que no se espera que ocurra impacto directo de la llama sobre el objetivo debido a las distancias de separación vertical y horizontal. No se espera que ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal y vertical de origen y objetivo. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) El modelado de VCE confinado desde el piso de perforación estima que el peor caso de sobrepresión de 0.078 bar se experimenta en el objetivo. El modelado de VCE confinado desde el pozo central estima que el peor caso de sobrepresión de 0.203 bar se experimenta en el objetivo. Sin embargo, debido a la protección del trayecto y del objetivo que ofrece el módulo de alojamiento, no se espera deterioro. El modelo de incendio instantáneo estima que la inmersión de llama se experimenta en el objetivo a partir del tamaño aproximado de la envolvente de disparo (35 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes y a la protección del trayecto y del objetivo, que ofrece el módulo de alojamiento, no se espera deterioro.

Fuente: Análisis de Incendio y Explosión de la MODU

9.17.2 Estudio 3- Escape submarino de hidrocarburos de gas somero

Cuando se perfora, el gas somero o gas superficial puede encontrarse relativamente cerca de la superficie del pozo. El gas superficial normalmente se encuentra en pequeñas cavidades a profundidades típicas entre 152 y 914 m (500 y 3,000 pies) por debajo de la línea de lodo. En estas regiones a menudo no hay ningún BOP, solamente tubería de revestimiento en el mejor de los casos, ya que el BOP no se instalará hasta que se instale el cabezal del pozo. Si el pozo encuentra gas somero, el gas puede escaparse muy rápidamente desde el pozo al mar.

Encontrar gas somero ha sido históricamente una de las causas más frecuentes de reventones en la industria de la perforación. Puede ocurrir un escape multifásico y, dependiendo de una variedad de condiciones oceánicas (corriente, temperatura, profundidad, presión, etc.), los fluidos de hidrocarburos pueden llegar a la superficie en forma líquida o gaseosa. Dependiendo de estas condiciones oceánicas, las características del reventón submarino y el clima predominante en la superficie, el escape podría manifestarse alrededor del MODU. El gas natural presente en la composición del fluido proporciona la fuerza motriz para un reventón incontrolado. A medida que los fluidos de la formación fluyen hacia arriba a través del pozo, el gas se expande y finalmente sale del pozo a velocidades muy altas.

La modelación de las consecuencias físicas de un reventón submarino cuando impacta en el MODU se refiere principalmente a los efectos sobre la superficie del agua; sin embargo, estos efectos superficiales se ven afectados por la trayectoria de la fuga submarina a su paso por la columna de agua.

Hay una serie de factores que afectan cómo la fuga de fluidos de formación se comportará dentro de la columna de agua. El gas natural que se encuentra a presión alta y a bajas temperaturas dentro de la columna de agua puede convertirse en un hidrato sólido. Los fluidos en estado gaseoso en la fuga se pueden disolver en el agua que los rodea. Mientras el gas se eleva por la columna de agua se expondrá a presiones más bajas que darán como resultado una expansión del gas. A medida que las burbujas de gas se elevan, crearán una acción de bombeo dentro de la columna de agua que da como resultado el desarrollo de la burbuja creciente de aceite, gas y agua a la superficie a velocidades que pueden anular los efectos de las corrientes de agua.

Después de que la fase de gas en la fuga alcance la superficie de agua, el gas se descargará desde el agua como un gran número de burbujas de distintas dimensiones rompiéndose y se generará una dispersión inflamable y/o tóxica en la atmósfera. La naturaleza de la dispersión atmosférica es dependiente de la composición de gas molecular y de las condiciones climáticas en la superficie. Al mismo tiempo, dependiendo de las condiciones meteorológicas, existe la baja posibilidad de que el gas se condense y forme un charco o piscina de líquido inflamable en las instalaciones de la MODU. En caso de que la fuga de gas o la piscina entren en contacto con una fuente de ignición se generará un incendio. Dada la región completamente no confinada ni obstruida en la cual una ignición de la nube de gas inflamable puede ocurrir, no se estima que una explosión de nube de vapor sea creíble en este caso, pero la nube se puede encender como una ráfaga de fuego.

El peor caso, pero escenario improbable de este suceso, es que se forme una piscina en superficie debajo o dentro de las instalaciones de la MODU. En este caso se necesitará una acción de respuesta de emergencia para operar el Sistema DP para alejar la MODU de los efectos físicos. Cuando la MODU se mantiene en posición a favor del viento de cualquier fuga en superficie, los sistemas de detección de gas darán una detección y advertencia tempranas contra el potencial de gases inflamables y tóxicos que aparecen en el MODU.

Para los efectos del análisis de degradación del objetivo (en relación con la distancia de la fuente al objetivo) se ha asumido que el MODU se ha reubicado una distancia razonablemente conservadora de 100 m fuera del centro del pozo en la dirección opuesta a la que se forma el charco y que este se formó a una distancia de 30 m fuera del centro del pozo en la dirección opuesta a la que se reubicó el MODU. Esto da como resultado una distancia de desplazamiento total de 130 m desde la línea central del MODU hasta el centro de origen del charco después de la reubicación. Sin embargo, también se observa que el sistema DP del MODU es capaz de alcanzar distancias de reubicación mucho mayores cuando sea necesario.

El modelo predice que el límite de 50% LFL puede alcanzar la elevación de la cubierta principal a grandes distancias a favor del viento del centro del charco en condiciones de clima en calma y moderado y que solo en condiciones de clima en calma se experimentará el límite 100% LFL en y sobre la elevación de la cubierta principal a una distancia de aproximadamente 18 m; por lo tanto, el área del pozo central podría sufrir la formación de una nube de gas inflamable que se hace más probable donde existe un efecto de chimenea que puede atraer el gas hacia el área. El personal que se encuentra por encima del área de la fuente del pozo central en el nivel de la cubierta principal podría, por lo tanto, estar expuesto a una narcosis por hidrocarburos. El modelo también predice que los niveles IDLH de H_2S podrían experimentarse en el nivel de la cubierta principal en toda el área del MODU en casos de todo tipo de clima.

Se espera que el personal ubicado en la cubierta principal sea capaz de escapar rápidamente de los efectos físicos a un lugar seguro dentro de un área cerrada. Cualquier humo generado en el Ignición de piscina probablemente se dispersarán por el viento. A continuación, se presentan las interacciones de este escenario puede tener con los diferentes objetivos establecidos en el FEA (

Tabla 0.67).

Tabla 0.67 Interacciones de riesgo por el escenario Estudio 3

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
1	Módulo de alojamiento	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelo de gas inflamable estima que el límite de 50% LFL se experimenta en el objetivo bajo condiciones de clima en calma y viento moderado incluso con reubicación. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. El modelado de gas tóxico estima que los límites del IDLH se experimentan en el objetivo incluso con reubicación. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. Humo (Toxicidad, visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo, caliente flotante y a baja velocidad que se genera en el área no confinada de la fuente con ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente en un nivel inferior al área objetivo en un nivel más elevado que se encuentra lejos del área del incidente. Se espera que la ausencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Dada esta evaluación, es posible que el objetivo se vea afectado por los efectos del humo. Sin embargo, el deterioro es altamente generado por las condiciones climáticas, pero el MODU puede reubicarse mediante el sistema de DP si las condiciones de deterioro existen o empeoran. Al mismo tiempo, se considera que la ventilación del objetivo está adecuadamente protegida contra el ingreso de efectos peligrosos. Calor (Radiación, Conducción, Convección) El modelo de incendio de charco estima que el peor caso radiación de 2.7 kW/m² se experimente en el objetivo bajo condiciones de viento en calma. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelo de incendio para el caso delimitado estima que no se espera impacto directo de la llama sobre el objetivo debido a la longitud de la llama (14 m), y a las distancias de separación vertical y horizontal. No se espera que ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal y vertical de origen y objetivo. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) Los efectos físicos de VCE no son creíbles en este escenario. El modelo de incendio instantáneo estima que la inmersión de llama se experimenta en el objetivo a partir del tamaño aproximado de la envolvente de incendio súbito (240 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes, a las distancias de separación y a la protección trayecto y del objetivo, no se espera deterioro.

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
2	Estación de Control Central (CCS)	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelo de gas inflamable estima que el límite de 50% LFL se experimenta en el objetivo bajo condiciones de clima en calma y viento moderado incluso con reubicación. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. El modelado de gas tóxico estima que los límites del IDLH se experimentan en el objetivo incluso con reubicación. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. Humo (Toxicidad, visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo, caliente flotante y a baja velocidad que se genera en el área no confinada de la fuente con ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente en un nivel inferior al área objetivo en un nivel más elevado que se encuentra lejos del área del incidente. Se espera que la ausencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Dada esta evaluación, es posible que el objetivo se vea afectado por los efectos del humo. Sin embargo, el deterioro es altamente generado por las condiciones climáticas, pero el MODU puede reubicarse mediante el sistema de DP si las condiciones de deterioro existen o empeoran. Asimismo, se considera que la ventilación del objetivo está adecuadamente protegida contra el ingreso de efectos peligrosos. Calor (Radiación, Conducción, Convección) El modelo de incendio de charco estima que el peor caso radiación de 3.3 kW/m² se experimente en el objetivo bajo condiciones de viento en calma. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelo de incendio para el caso delimitado estima que no se espera impacto directo de la llama sobre el objetivo debido a la longitud de la llama (14 m), y a las distancias de separación vertical y horizontal. No se espera que ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal y vertical de origen y objetivo. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) Los efectos físicos de VCE no son creíbles en este escenario. El modelo de incendio instantáneo estima que la inmersión de llama se experimenta en el objetivo a partir del tamaño aproximado de la envolvente de incendio súbito (240 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes, a las distancias de separación y a la protección trayecto y del objetivo, no se espera deterioro.
3	Caseta de perforador	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelado de gases inflamables estima que los límites de HFL no se experimentan en el objetivo. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo.

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
		El modelado de gas tóxico estima que los límites del IDLH se experimentan en el objetivo incluso con reubicación. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. Humo (Toxicidad, visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo, caliente flotante y a baja velocidad que se genera en el área no confinada de la fuente con ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente en un nivel inferior al área objetivo en un nivel más elevado que se encuentra lejos del área del incidente. Se espera que la ausencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Dada esta evaluación, es posible que el objetivo se vea afectado por los efectos del humo. Sin embargo, el deterioro es altamente generado por las condiciones climáticas, y el MODU puede reubicarse mediante el sistema de DP si las condiciones de deterioro existen o empeoran. Asimismo, se considera que la ventilación del objetivo está adecuadamente protegida contra el ingreso de efectos peligrosos. Calor (Radiación, Conducción, Convección) El modelado de incendios de charco estima que el peor caso de radiación de 2.0 kW/m² se experimenta en el objetivo en condiciones de viento en calma. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelo de incendio para el caso delimitado estima que no se espera impacto directo de la llama sobre el objetivo debido a la longitud de la llama (14 m), y a las distancias de separación vertical y horizontal. No se espera que ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal y vertical de origen y objetivo. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) Los efectos físicos de VCE no son creíbles en este escenario. El modelo de incendio súbito estima que la inmersión de llama es experimentado en el objetivo desde el tamaño de la envolvente del incendio súbito (240 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes, a las distancias de separación y a la protección trayecto y del objetivo, no se espera deterioro.
4	Estructura de helipuerto y equipo relacionado	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelado de gases inflamables estima que el límite del 50% de LFL no se experimenta en el objetivo con reubicación. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelado de gas tóxico estima que los límites del IDLH se experimentan en el objetivo incluso con reubicación. Por lo tanto, se espera un deterioro del objetivo. Humo (Toxicidad, visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo, caliente flotante y a baja velocidad que se genera en el área no confinada de la fuente con ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente en un nivel inferior al área objetivo en un nivel más elevado que se encuentra lejos del área del incidente. Se

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
		espera que la ausencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Dada esta evaluación, es posible que el objetivo se vea afectado por los efectos del humo. Sin embargo, el deterioro es altamente generado por las condiciones climáticas, y el MODU puede reubicarse mediante el sistema de DP si las condiciones de deterioro existen o empeoran. Calor (Radiación, Conducción, Convección) El modelado de incendios de charco estima que el peor caso de radiación de 3.4 kW/m² se experimenta en el objetivo en condiciones de viento en calma. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelo de incendio para el caso delimitado estima que no se espera impacto directo de la llama sobre el objetivo debido a la longitud de la llama (14 m), y a las distancias de separación vertical y horizontal. No se espera que ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal y vertical de origen y objetivo. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) Los efectos físicos de VCE no son creíbles en este escenario. El modelo de incendio súbito estima que la inmersión de llama es experimentada en el objetivo desde el tamaño de la envolvente del incendio súbito (240 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes y a las distancias de separación del objetivo, no se espera deterioro.
5	Estación de reunión de proa y embarcaciones de supervivencia	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelo de gas inflamable estima que el límite de 50% LFL se experimenta en el objetivo bajo condiciones de clima en calma y viento moderado. Sin embargo, el deterioro es altamente generado por las condiciones climáticas, y el MODU puede reubicarse mediante el sistema de DP si las condiciones de deterioro existen o empeoran. El modelo de gases inflamables estima que el límite del IDLH se experimenta en el objetivo. Sin embargo, el deterioro es altamente generado por las condiciones climáticas, y el MODU puede reubicarse mediante el sistema de DP si las condiciones de deterioro existen o empeoran. Humo (Toxicidad, Visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo, caliente flotante y a baja velocidad que se genera en el área no confinada de la fuente con ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente en un nivel inferior al área objetivo en un nivel más elevado que se encuentra lejos del área del incidente. Se espera que la ausencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
		objetivo. Dada esta evaluación, es posible que el objetivo se vea afectado por los efectos del humo. Sin embargo, el deterioro es altamente generado por las condiciones climáticas, y el MODU puede reubicarse mediante el sistema de DP si las condiciones de deterioro existen o empeoran. Calor (Radiación, Conducción, Convección) El modelado de incendios de charco estima que el peor caso de radiación de 2.7 kW/m² se experimenta en el objetivo en condiciones de viento en calma. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelo de incendio para el caso delimitado estima que no se espera impacto directo de la llama sobre el objetivo debido a la longitud de la llama (14 m), y a las distancias de separación vertical y horizontal. No se espera que ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal y vertical de origen y objetivo. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) Los efectos físicos de VCE no son creíbles en este escenario. El modelo de incendio súbito estima que la inmersión de llama es experimentada en el objetivo desde el tamaño de la envolvente del incendio súbito (240 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes y a las distancias de separación del objetivo, no se espera deterioro.
6	En la estación de reunión y de embarcaciones de supervivencia de popa	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelado de gases inflamables estima que el límite de HFL no se experimenta en el objetivo con reubicación. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelo de gases inflamables estima que el límite del IDLH se experimenta en el objetivo. Sin embargo, el deterioro es altamente generado por las condiciones climáticas, y el MODU puede reubicarse mediante el sistema de DP si las condiciones de deterioro existen o empeoran. Humo (Toxicidad, visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo, caliente flotante y a baja velocidad que se genera en el área no confinada de la fuente con ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente en un nivel inferior al área objetivo en un nivel más elevado que se encuentra lejos del área del incidente. Se espera que la ausencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Dada esta evaluación, es posible que el objetivo se vea afectado por los efectos del humo. Sin embargo, el deterioro es altamente generado por las condiciones climáticas, y el MODU puede reubicarse mediante el sistema de DP si las condiciones de deterioro existen o empeoran. Calor (Radiación, Conducción, Convección) El modelado de incendios de charco estima que el peor caso de radiación de <1.0 kW/m² se experimenta en el objetivo en condiciones de viento en calma. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo.

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
		El modelo de incendio para el caso delimitado estima que no se espera impacto directo de la llama sobre el objetivo debido a la longitud de la llama (14 m), y a las distancias de separación vertical y horizontal. No se espera que ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal y vertical de origen y objetivo. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) Los efectos físicos de VCE no son creíbles en este escenario. El modelo de incendio súbito estima que la inmersión de llama es experimentada en el objetivo desde el tamaño de la envolvente del incendio súbito (240 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes, a las distancias de separación y a la protección trayecto y del objetivo, no se espera deterioro.
7	Generador principal de energía	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelado de gases inflamables estima que el límite del 50% de LFL no se experimenta en el suministro de ventilación del objetivo con reubicación. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelado de gas tóxico estima que los límites del IDLH se experimentan en el objetivo incluso con reubicación. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. Humo (Toxicidad, visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo, caliente flotante y a baja velocidad que se genera en el área no confinada de la fuente con ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente en un nivel inferior al área objetivo en un nivel más elevado que se encuentra lejos del área del incidente. Se espera que la ausencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Dada esta evaluación, es posible que el objetivo se vea afectado por los efectos del humo. Sin embargo, el deterioro es altamente generado por las condiciones climáticas, y el MODU puede reubicarse mediante el sistema de DP si las condiciones de deterioro existen o empeoran. Asimismo, se considera que la ventilación del objetivo está adecuadamente protegida contra el ingreso de efectos peligrosos. Calor (Radiación, Conducción, Convección) El modelado de incendios de charco estima que el peor caso de radiación de <1.0 kW/m² se experimenta en el objetivo en condiciones de viento en calma. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelo de incendio para el caso delimitado estima que no se espera impacto directo de la llama sobre el objetivo debido a la longitud de la llama (14 m), y a las distancias de separación vertical y horizontal. No se espera que ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal y vertical de origen y objetivo. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) Los efectos físicos de VCE no son creíbles en este escenario. El modelo de incendio súbito estima que la inmersión de llama es experimentada en el

N.º	Objetivo	Resumen de valuación de vulnerabilidad y deterioro
		objetivo desde el tamaño de la envolvente del incendio súbito (240 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes, a las distancias de separación y a la protección trayecto y del objetivo, no se espera deterioro.
8	Generador de energía de emergencia	Gases peligrosos (inflamables, tóxicos) El modelo de gas inflamable estima que el límite de 50% LFL se experimenta en el objetivo bajo condiciones de clima en calma y viento moderado incluso con reubicación. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. El modelado de gas tóxico estima que los límites del IDLH se experimentan en el objetivo incluso con reubicación. Sin embargo, debido a la protección de ventilación del objetivo, no se espera un deterioro. Humo (Toxicidad, Visibilidad) Se espera que el gran volumen de humo, caliente flotante y a baja velocidad que se genera en el área no confinada de la fuente con ventilación natural se disperse a través del trayecto del incidente desde el área fuente en un nivel inferior al área objetivo en un nivel más elevado que se encuentra lejos del área del incidente. Se espera que la ausencia de obstáculos en la ubicación de la fuente y en la ruta del incidente provoque una pérdida de impulso y elevación del humo debido a la zona de recirculación del lado de sotavento (estela de la estructura). Se supone que la dirección del viento está orientada hacia el área objetivo; con velocidades del viento más altas que generalmente resultan en una mayor probabilidad de exposición al humo en el objetivo; sin embargo, mayores velocidades del viento darán como resultado una mayor difusión de humo y menos presencia de humo en el área objetivo. Dada esta evaluación, es posible que el objetivo se vea afectado por los efectos del humo. Sin embargo, el deterioro es altamente generado por las condiciones climáticas, y el MODU puede reubicarse mediante el sistema de DP si las condiciones de deterioro existen o empeoran. Asimismo, se considera que la ventilación del objetivo está adecuadamente protegida contra el ingreso de efectos peligrosos. Calor (Radiación, Conducción, Convección) El modelado de incendios de charco estima que el peor caso de radiación de 2.2 kW/m² se experimenta en el objetivo en condiciones de viento en calma. Por lo tanto, no se espera un deterioro del objetivo. El modelo de incendio para el caso delimitado estima que no se espera impacto directo de la llama sobre el objetivo debido a la longitud de la llama (14 m), y a las distancias de separación vertical y horizontal. No se espera que ocurra una alteración térmica convectiva del objetivo debido a las distancias de separación horizontal y vertical de origen y objetivo. Explosión (Inmersión, Presión, Estallido, Misiles) Los efectos físicos de VCE no son creíbles en este escenario. El modelo de incendio súbito estima que la inmersión de llama es experimentada en el objetivo desde el tamaño de la envolvente del incendio súbito (240 m). Sin embargo, debido a la muy corta duración sin efectos físicos persistentes, a las distancias de separación y a la protección trayecto y del objetivo, no se espera deterioro.

Fuente: Análisis de Incendio y Explosión de la MODU

9.18 Reposicionamiento de Escenarios de Riesgos

Para continuar con el análisis de consecuencias, a partir de los eventos que involucran la pérdida de contención de sustancias peligrosas (LOC), los cuales se presentan en la Tabla 0.41. La pérdida de contención, para éste análisis, involucra la liberación no deseada de mezcla multifásica de hidrocarburos.

El resumen de los eventos LOC que generaron los escenarios de modelación, dependiendo de la consecuencia y receptor a analizar, se presentan a continuación:

- Debido a un choque de aeronave, se produce una liberación de hidrocarburos en el área de perforación, lo que lleva a un derrame en cubierta con posibilidad de incendio y explosión
- Debido a una pérdida de integridad de pozo, o golpe de presión en el pozo; se produce una liberación de hidrocarburos en el pozo

Algunos de los controles específicos con los que ya cuentan las instalaciones para prevenir y mitigar los escenarios de riesgo son los siguientes:

- Sistema BOP ("Blowout Preventer", por sus siglas en inglés) certificado para prevención de colapso;
- Sistema de fluido para perforación;
- Personal certificado en control de pozos;
- Prueba de presión BOP periódicamente;
- LWD (registro durante la perforación);
- Ingenieros geomecánicos del contratista;
- Programa para el abandono del pozo;
- Diseño mecánico final del pozo;
- Zonas de permeabilidad geológica;
- Evaluación del riesgo de operación;
- Procedimientos implementados;
- Certificación e inspección de herramientas y equipo; y
- Barreras probadas.

En resumen, de acuerdo con los resultados de jerarquización de riesgos en los tres (3) casos con nivel de riesgo medio-alto, el equipo que participo en la evaluación consideró que el nivel de riesgo residual es tolerable realizando una revisión estructurada de las medidas de reducción de riesgos tan pronto se cuente con información detallada del Proyecto y el proceso de mitigación puede detenerse al evaluarse que el riesgo es tan bajo como sea razonablemente posible (ALARP). Mientras que los cinco (5) eventos que presentan el mayor nivel de severidad (nivel 5) catalogados con riesgo medio, requieren de un seguimiento continuo para evitar el deterioro.

9.19 Sistemas de Seguridad y Medidas para Administrar los escenarios de Riesgo

9.19.1 Sistemas de Seguridad

9.19.1.1 Sistema contra incendio

El sistema contra incendio es parte integral de la plataforma semi-sumergible que se utilizará, y estará conformado por una serie de detectores y equipos fijos y portátiles que comprenden extintores e hidrantes ubicados de acuerdo con las fuentes potenciales de fuego en sus distintos niveles, divididos estos entre cuarto de bombas y propulsores, columnas, cubierta intermedia, cubierta principal, almacén de lodos y piso de perforación, nivel 2, nivel 3, nivel 4, helipuerto y azotea sobre la cubierta principal. Este sistema se encuentra preinstalado en la MODU y fue construido siguiendo los estándares de la NFPA (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego).

A continuación, se menciona un listado de la normatividad, regulaciones, códigos, estándares o prácticas de ingeniería, nacionales o internacionales, utilizadas y aplicables para la operación, mantenimiento e inspección de las instalaciones, equipos y procesos del Proyecto aceptados por Eni:

- **NOM-002-STPS-2010:** "Condiciones de Seguridad-prevención y Protección contra incendios en los centros de trabajo"
- **DNV-OS-D301:** Estándar Costa Afuera – Protección Contra Incendios
- **EN 54** Sistemas de detección de incendios y alarma de incendio
- **ISO 13702:** Industrias de petróleo y gas natural – Control y mitigación de incendios y explosiones en instalaciones costa afuera
- **NFPA 10:** Extintores Portátiles
- **NFPA 11:** Estándar para Espuma de Expansión Baja, Media y Alta
- **NFPA 12:** Estándar sobre Sistemas de Extinción de Dióxido de Carbono
- **NFPA 13:** Estándar para la Instalación de Sistemas de Rociadores
- **NFPA 15:** Estándar para Sistema Fijo de Agua Pulverizada para Protección Contra Incendios
- **NFPA 14:** Estándar para la Instalación de Sistemas de Tubería Vertical y Manguera
- **NFPA 17:** Estándar para Sistemas de Extinción de Químicos Secos
- **NFPA 24:** Estándar para la Instalación de Tuberías de Servicio de Bomberos Privados y sus Accesorios
- **NFPA 25:** Estándar para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua
- **NFPA 72:** Código Nacional de Alarma Contra Incendios
- **NFPA 101:** Código de Seguridad de Vida
- **NFPA 850:** Prácticas Recomendadas para la Protección Contra Incendios para Plantas Generadoras Eléctricas y Estaciones Convertidoras de Corriente de Alta Tensión
- **NFPA 2001:** Estándar de Sistemas de Extinción de Incendios de Agentes Limpios

El sistema contra incendios al menos comprenderá de la disponibilidad de los siguientes elementos:

- (10) Planes de control de incendios distribuidos en la plataforma de perforación. En el nivel 2, 3 y 4 se encuentran en los pasillos, en la cubierta principal se encuentran (2) en las zonas de carga y (1) en los pasillos, (4) se encuentran en las columnas de la plataforma de perforación, uno en cada columna

- (6) Áreas protegidas por el sistema extinguidor (4) de CO₂ y (2) de espuma. (4) áreas en la cubierta principal, el armario de pinturas, el cuarto de máquinas, la cocina y el cuarto del generador de emergencia. (1) en el almacén de combustible para helicóptero en el segundo nivel y (1) en el helipuerto
- (2) Hachas distribuidas en la cubierta principal, (3) hachas distribuidas en los pasillos del segundo nivel y (2) en los pasillos del tercer nivel y (1) en el cuarto nivel de la plataforma de perforación
- (61) Mangueras y boquillas contra incendio distribuidas en la plataforma de perforación. (3) en el cuarto de bombas y propulsores, (4) distribuidas en las columnas, (29) distribuidas en la cubierta principal, (8) en el almacenamiento de lodos y piso de perforación, (2) en la cubierta intermedia, (5) en el segundo nivel, (3) en el tercer nivel, (4) en el cuarto nivel y (3) en el helipuerto
- (2) Mangueras y boquillas para espuma ubicadas en el helipuerto
- (2) Estaciones en donde se encuentra el equipo de protección del cuerpo de bomberos. (1) con 4 trajes de bombero en el helipuerto y (1) en la cubierta principal con dos trajes de bombero
- (8) Equipos de respiración autónoma. (4) en el cuarto de bombas y propulsores, (3) en la cubierta principal y (1) en la cubierta intermedia.
- (3) mantas contra incendio. (2) en la cocina en la cubierta principal y (1) en el hospital en el segundo nivel
- (1) extintor fijo a base de espuma en el segundo nivel
- (16) extintor de polvo seco de 6 kg en el cuarto de bombas y propulsores, (20) distribuidos en las columnas, (52) en la cubierta principal, (4) en el almacén de lodos y piso de perforación, (3) en la cubierta intermedia, (6) en el segundo nivel, (3) en el tercer nivel, (2) en el cuarto nivel y (3) en el helipuerto
- (1) extintor de polvo seco de 45kg en el helipuerto
- (18) extintores portátiles de CO₂ de 5kg (1) en la cubierta principal, (12) en la cubierta intermedia, (3) en el cuarto nivel y (2) en el helipuerto
- (18) extintores portátiles de CO₂ de 6.7 kg (4) distribuidos en las columnas y (2) en la cubierta intermedia
- (1) Extintor de CO₂ de 22.7 kg semi-portátil en el helipuerto.
- (2) Extintores semi-portátiles de espuma de 45 kg ubicados en la cubierta principal
- (2) aplicadores de espuma portátil ubicados en la cubierta principal
- (1) Estación de control ubicada en el cuarto nivel y (1) en el almacén de lodos y piso de perforación
- (2) controles remotos para bomba de emergencia. (1) en el cuarto nivel y (1) en el helipuerto
- (2) controles remotos para bomba contraincendios (1) en el cuarto nivel y (1) en el helipuerto
- (1) Botella de CO₂ y estación de liberación en la cubierta principal
- (1) estación de cilindros de almacenamiento de CO₂ en la cubierta intermedia y (1) en el segundo nivel
- (4) estaciones de liberación de CO₂ en la cubierta principal, (1) en la cubierta intermedia y (1) en el segundo nivel
- (1) estación de liberación de espuma en el helipuerto y (1) en el cuarto nivel.
- (24) compuertas cortafuegos en el cuarto de bombas y propulsores, (9) en la cubierta principal, (3) en el segundo nivel, (2) en el tercer nivel, (16) en el cuarto nivel y (4) en el helipuerto

- (45) controles remotos para compuerta cortafuegos (4) en el cuarto de bombas y propulsores, (4) en las columnas, (21) en la cubierta principal, (1) en la cubierta intermedia, (3) en el segundo nivel, (12) en el cuarto nivel
- (18) dispositivos de cerrado de ventilación en la cubierta principal y (2) en el almacén de lodos y piso de perforación
- (8) controles remoto o apagado de ventilación en la cubierta principal, (3) en el almacén de lodos y piso de perforación, (17) en la cubierta intermedia y (1) en el segundo nivel
- (8) controles de apagado remoto de bombas de gasolina: (2) en el cuarto de bombas y propulsores, (4) en la cubierta principal, (1) en el almacén de lodos y piso de perforación y (1) en el cuarto nivel
- (2) paneles de control SMSSM (Sistema mundial de socorro y seguridad marítimos) en el cuarto nivel
- (4) estaciones de llamada manual en el cuarto de bombas y propulsores, (8) en las columnas, (27) en la cubierta principal, (3) en el almacén de lodos, (8) en la cubierta intermedia, (8) en el segundo nivel, (8) en el tercer nivel, (10) en el cuarto nivel y (2) en el helipuerto
- (10) botones de alarma general: (5) en la cubierta principal, (1) en el almacén de lodos y piso de perforación, (1) en la cubierta intermedia, (1) en el segundo nivel y (2) en el cuarto nivel
- (3) Paneles de control contraincendios/detección de gas ubicados en el almacén de lodos, en el segundo nivel y en el cuarto nivel
- (4) estaciones de apagado total de la plataforma de perforación ubicados en la cubierta principal, el almacén de lodos y piso de perforación, el segundo nivel y el cuarto nivel
- (12) alarmas de CO₂ contraincendios en la cubierta principal y (1) en el cuarto nivel
- (12) Detectores de calor en el cuarto de bombas y propulsores, (23) distribuidos en las columnas, (14) en la cubierta principal y (7) en la cubierta intermedia
- (6) detectores de gas H₂S en el almacén de lodos y piso de perforación y (1) en el cuarto de climatización (HVAC) en el tercer nivel
- (16) detectores de gas combustible en la cubierta principal, (6) almacén de lodos y piso de perforación, (16) en la cubierta intermedia, (2) en el segundo nivel, (1) en el cuarto de climatización en el tercer nivel, (2) en el cuarto nivel y (2) en el helipuerto
- (8) detectores portátiles de gas combustible ubicados en el cuarto del supervisor de barcas en el cuarto nivel de la plataforma de perforación
- (12) detectores de humo en el cuarto de bombas y propulsores, (8) en las columnas, (28) en la cubierta principal, (11) en el almacén de lodos, (16) en la cubierta intermedia, (48) en el segundo nivel, (50) en el tercer nivel, (29) en el cuarto nivel y (2) en el helipuerto
- (3) detectores de flama en la cubierta principal ubicados en el cuarto del generador de emergencia y en el cuarto de máquinas
- (1) Generador de emergencia en la cubierta principal de la plataforma de perforación
- (24) Altavoces públicos de alarma de fuego en el cuarto de bombas y propulsores, (32) distribuidos en las columnas, (114) en la cubierta principal, (22) en el almacén de lodos, (28) en la cubierta intermedia, (60) en el segundo nivel, (61) en el tercer nivel, (40) en el cuarto nivel y (8) en el helipuerto
- (1) Válvula para espuma ubicada en el segundo nivel
- (4) Válvulas para rociadores ubicadas en la cubierta principal, el segundo, tercer y cuarto nivel

- (11) Válvulas de aislamiento para incendios: (2) en las columnas de la plataforma de perforación, (6) en la cubierta principal, (1) en el segundo nivel, (1) en el tercer nivel y (1) en el cuarto nivel
- (2) Válvulas de impulso de cerrado rápido en las columnas de la plataforma de perforación, (2) en la cubierta principal y (1) en el segundo nivel
- (2) Válvulas de cerrado de aceite manual ubicadas en el cuarto de bombas y propulsores y en el segundo nivel de la plataforma de perforación
- (1) Válvula de cerrado de combustible manual en el cuarto de bombas y propulsores, (2) en la cubierta principal y (1) en el almacén de lodos
- (2) Bombas principales contraincendios ubicadas en el cuarto de bombas y propulsores
- (1) Bomba de espuma en el segundo nivel
- Tipo de pared "A" en el cuarto nivel, en el cuarto de instrumentos, cuarto de control y oficina
- Puerta contraincendios de auto-cierre Clase "A" en el cuarto nivel, en el cuarto de instrumentos, cuarto de control y oficina
- Tipo de pared "B" en el cuarto nivel
- Puertas contraincendios Clase "B" en todas las oficinas y camarotes del cuarto nivel, tercer nivel y segundo nivel
- Tipo de pared "B" en el tercer nivel
- Tipo de pared "A" en el segundo nivel, en el hospital.
- Puerta contraincendios de auto-cierre Clase "A" en las escaleras del segundo, tercer y cuarto nivel
- Tipo de pared "A" en la cubierta principal
- Puertas contraincendios de auto-cierre Clase "A" en la cubierta principal. Comedor almacén en seco, cuarto de máquinas
- Tipo de pared "A" en el cuarto de control de tablero y el cuarto de resistores en la cubierta intermedia
- Puertas contraincendios de auto-cierre Clase "A" en la cubierta intermedia
- Tipo de pared "A" en el cuarto de bombas y propulsores
- Tipo de pared "A" en las columnas de la plataforma de perforación
- Puertas contraincendios Clase "A" en el cuarto de bombas y propulsores
- Puertas contraincendios Clase "A" en las columnas de la plataforma de perforación

En el **Anexo 9.10**, se muestran los diagramas de localización de los componentes más relevantes del sistema contra incendio en su versión más reciente.

9.19.1.2 Controles de ignición

Todas las áreas de la MODU están clasificadas según la probabilidad de que ocurra una atmósfera inflamable o explosiva en condiciones normales o anormales. Las áreas están divididas en zonas que se definen de la siguiente manera:

- Zona 0: Área donde existe una atmósfera peligrosa de manera constante o que puede existir durante períodos prolongados.
- Zona 1: Área donde es probable que exista una atmósfera peligrosa en condiciones de funcionamiento normales.

- Zona 2: Área en la cual es probable que exista una atmósfera peligrosa durante períodos breves en condiciones de funcionamiento anormales.

Toda la MODU está señalizada con esquemas de las áreas peligrosas y dichas áreas están reguladas por el Sistema PTW (Permiso de trabajo). Las áreas no clasificadas como la zona 0, 1 o 2 se consideran no peligrosas con respecto a la existencia de una atmósfera inflamable o explosiva. Conforme a las prácticas generales costa afuera, Ensco supervisa las fuentes de ignición potenciales en la MODU tanto como es posible e implementa los siguientes controles:

- En las áreas clasificadas como peligrosas se utiliza equipamiento eléctrico a prueba de explosión intrínsecamente seguro con el objetivo de reducir al mínimo la ignición por fuentes eléctricas. El equipamiento nuevo o del contratista estará sujeto a procesos de Gestión del cambio y se utilizará apropiadamente de acuerdo con una ubicación designada.
- El equipamiento eléctrico en áreas peligrosas está sujeto a la inspección y el mantenimiento regulares mediante el Sistema de mantenimiento planificado.
- Existe un Sistema específico PTW para trabajos en caliente para reducir al mínimo el potencial de ignición.
- Se suministran áreas exclusivas para fumadores.

La MODU cuenta con protección pasiva estructural contra Ignición en forma de mamparos y techos que sirven de mamparos cortafuegos. En tanto la MODU no cuenta con estructuras específicas contra explosiones, la protección pasiva estructural contra Incendio existente ofrece un grado de protección inherente contra la presión excesiva de explosiones.

9.19.1.3 Sistema de paro de emergencia (ESD)

La MODU está equipada con numerosos y diferentes sistemas de parada de emergencia (ESD). El Sistema cubre la parada secuencial del equipo de ventilación, equipamiento eléctrico no esencial, equipamiento eléctrico esencial, equipamiento de emergencia, el motor de arranque del generador y las unidades de combustóleo.

Los paros de la ventilación local están ubicados fuera de los espacios y las zonas designados para contribuir al Sistema ESD automatizado de ventilación en el casco o los cuarteles (los ventiladores de los alojamientos se apagan automáticamente y las trampillas se cierran al detectar fuego o gas). En el Caso de una ignición en un espacio, el funcionamiento de estas estaciones detendrá los ventiladores y cerrará las trampillas de ventilación únicamente en dicho espacio. Las trampillas de ventilación también se pueden abrir o cerrar de manera remota desde la Sala de control.

Además, la Sala de máquinas y la Sala del generador de emergencia cuentan con un botón ubicado afuera de la Sala para apagar los motores de dicha Sala. Al activar el botón también se detienen los ventiladores, las unidades de combustible y aceite lubricante y se cierran las válvulas del tanque diario de aceite lubricante y combustible de la Sala de máquinas.

Al activar los botones del Sistema ESD de parada total de la plataforma petrolera se apagan todos los motores principales y se evita que el generador de emergencia se encienda. La única fuente de energía que queda en la MODU es la batería del Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS).

9.19.1.4 Equipo de monitoreo de presencia de gas

La plataforma de perforación contará con detectores fijos para monitorear la presencia de gases combustibles y H₂S en las áreas de perforación; zaranda vibratoria, tanques de lodos, ventilación de las residencias y en el niple campana, cuarto de maquinaria, consola de perforación, entre otros. Los detectores están conectados con un sistema de alarmas visibles/audibles que permitirán dar aviso al personal en caso de la detección de dichos compuestos. Los equipos deberán cumplir las especificaciones requeridas y/o la normatividad aplicable. Además de contar con cuatro detectores portables de H₂S y cuatro detectores portables de gases combustibles.

9.19.1.5 Refugio Temporal

Ciertas áreas en el área de los alojamientos se pueden utilizar como “Refugio temporal” (TR) durante una emergencia ya que se requiere que cumplan funciones de comando y control en casos de emergencia. Por lo tanto, estas áreas cuentan con protección pasiva estructural contra Incendio para protegerlas de las condiciones de emergencia que pudieran existir fuera del TR. Las áreas relacionadas con el TR cuentan con la siguiente protección pasiva contra Incendio:

- El mamparo completo que da a la popa del módulo de alojamiento forma una barrera estructural de clase A entre el TR y los espacios externos.
- El área de cocina y comedor dentro del módulo de alojamiento se encuentra dentro de un limitante estructural de clase A.
- La Sala de control de barcasas y la Sala de radio asociada cuentan con una protección estructural de clase A.
- Los mamparos internos, los límites contra Incendio y los corredores que conducen a las áreas de reunión internas y externas, las estaciones de botes salvavidas y la cubierta para helicóptero están protegidos por una protección estructural contra Incendio, trampillas de ventilación y puertas contra Incendio para prevenir la difusión de humo y fuego.

En la proa y popa de la MODU existen áreas de reunión exclusivas externas al TR. El TR contiene las siguientes ubicaciones clave en las cuales el personal de respuesta ante emergencias se reunirá para ejercer sus funciones de respuesta ante emergencias:

- Sala de control de barcasas;
- Hospital; y
- oficina del OIM (Gerente de Instalaciones en alta mar, *Offshore Installation Manager*).

Los sistemas de alarma, comunicación y control disponibles en el TR son los siguientes:

- panel de Control BOP,
- panel de control de desviación,
- Sistema de dirección pública (PA) y alarma general (GA),
- comunicaciones internas por radio,
- comunicaciones externas por radio,
- comunicaciones por teléfono satelital,
- Sistema y alarmas de detección de gas e ignición,
- estaciones de control de apagado de emergencia,
- controles del Sistema de lastre y
- controles del Sistema DP.

Como se indica en el Programa de posición, la cadena de comando es la siguiente:

- OIM: persona responsable
- Jefe de cuadrilla: asistente del OIM
- Ingeniero de Barcasas: asistente del OIM.

El comando y control durante una emergencia generalmente se lleva a cabo desde la Sala de control de barcasas. El centro de control de emergencias alternativo es la oficina del OIM.

Durante cualquier situación de emergencia, el OIM y el Equipo de comandos tomarán el control desde el Centro de emergencia. Las posibles ubicaciones son la Sala de control de barcasas o la oficina del OIM que cuenta con los paneles BOP y de control de desviación.

El OIM se comunica desde el Centro de emergencia con toda la instalación mediante un Sistema PA/GA. La comunicación se lleva a cabo mediante una radio de muy alta frecuencia/ultra alta frecuencia (VHF/UHF) con los Equipos de respuesta de emergencia, el Equipo de primeros auxilios, el Equipo de perforación y el Equipo de mantenimiento, y también si es necesario con las grúas y los botes salvavidas.

9.19.1.6 *Equipo de respuesta a Emergencias*

Equipos de respiración autónoma

La plataforma de perforación contará con 8 equipos de respiración autónoma con duración de 30 minutos cada uno. Los equipos deberán cumplir las especificaciones requeridas y/o la normatividad aplicable.

Botes y balsas salvavidas

La plataforma de perforación cuenta con cuatro botes salvavidas con capacidad para 75 personas y 6 balsas salvavidas con una capacidad de 25 personas, aunado a un bote para rescate rápido. Los equipos deberán cumplir las especificaciones requeridas y/o la normatividad aplicable.

Equipo de rescate

La plataforma de perforación contará con los equipos de rescate necesarios para las cuadrillas de rescate y cuadrilla de contraincendios, entre ellos se contemplan los siguientes:

- 1 helicóptero
- 1 bote para rescate rápido
- Equipo de Rescate en el helipuerto que contiene:
 - Hacha de bombero
 - Palanca
 - Sierra para trabajo pesados con cuchillas de repuesto
 - Gancho de agarre
 - Cable de acero
 - Cuchillo de liberación rápida
 - Corta cadenas

Los equipos deberán cumplir las especificaciones y/o normatividad aplicable. Y las cuadrillas estarán debidamente identificadas y entrenadas.

Equipo y material salvavidas

El equipo y material salvavidas a bordo de la plataforma de perforación será como mínimo el siguiente:

- (2) Puntos de reunión en la cubierta principal y en el segundo nivel.
- (39) Señalamientos de ruta de escape en el cuarto de bombas y propulsores, (89) distribuidos en las columnas, (82) en la cubierta principal, (60) en el almacén de lodos, (44) en la cubierta intermedia, (59) en el segundo nivel, (39) en el tercer nivel, (33) en el cuarto nivel y (12) en el helipuerto.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

- (6) Balsas salvavidas inflables (25 personas) en la cubierta principal
- (2) Bote salvavidas (75 personas) en la cubierta principal y (2) en el segundo nivel.
- Bote de rescate en la cubierta principal.
- (4) Boya salvavidas con luz de autoencendido.
- (6) Boya salvavidas con línea de vida (50 m).
- Boya salvavidas con luz de autoencendido y señal de humo.
- Bengala para señales de socorro en el cuarto nivel.
- (66) Chalecos salvavidas en el segundo nivel, (80) en el tercer nivel y (4) en el cuarto nivel.
- Cajas con 15 chalecos salvavidas ubicados en la cubierta principal
- Cajas con 30 chalecos salvavidas en la cubierta principal y (2) cajas en el segundo nivel.
- Radares transmisor-receptor en el cuarto nivel de la plataforma y (4) radares en los botes salvavidas.
- Kits de Primeros Auxilios ubicados en la cubierta principal y en el hospital en el segundo nivel.
- (2) camillas ubicadas en la cubierta principal y en el hospital en el segundo nivel.
- Sistema de localización de radiobalizas satelital ubicado en el helipuerto.
- (12) Cohetes paracaídas con señales de auxilio en el cuarto nivel y (20) distribuidos en los botes salvavidas.
- Señales de humo a mano en el cuarto de control en el cuarto nivel y (20) distribuidos en los botes salvavidas.
- Equipos lanzadores de línea de vida en el cuarto nivel
- Radios VHF de 2 canales en el cuarto de control y (4) distribuidos en los botes salvavidas
- Lavador de ojos/ ducha de emergencia en la cubierta principal y (1) en el almacén de lodos y (2) en la cubierta intermedia.
- Equipo de helicóptero de rescate en el helipuerto

En el **Anexo 9.10**, se muestran los diagramas de localización de los componentes más relevantes del sistema contra incendio en su versión más reciente.

9.20 Medidas Preventivas

9.20.1 Planes de Respuesta a Emergencias (PRE)

Eni ha desarrollado un plan de respuesta a emergencias aplicable a todas las operaciones realizadas en México, incluyendo las operaciones de perforación y las actividades de las plataformas Amoca WHP2 y Tecoailli, descritas en este documento. Este Plan abarca todas las etapas y fases de la respuesta ante emergencias, desde la identificación y notificación de la emergencia, hasta que se da por declarada la culminación de la misma. El plan incluye el Plan de atención a emergencias internas (PAEI) y el Plan de atención a emergencias externos (PAEE).

En función de la gravedad de la emergencia y del nivel de implicación de las diferentes estructuras organizacionales, se han definido tres niveles de emergencia y un nivel de crisis. El plan se basa en los escenarios peligrosos previsible que tienen el potencial de escalar a una situación de emergencia, a continuación, se presenta una lista de escenarios de emergencia posibles:

- Muerte por eventos accidentales relacionados con las operaciones de Eni México;

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

- Efectos mayores contra la salud o lesiones mayores que resulten de eventos accidentales relacionados con las operaciones de Eni México;
- Emisión de gases inflamables;
- Pérdida o daño de fuentes radiactivas;
- Contaminación petrolera/química;
- Daños o colisión de embarcaciones;
- Pérdida de posición;
- Fuego/explosión;
- Reventón;
- Falla estructural / pérdida de estabilidad;
- Evacuación/abandono de sitios o embarcaciones;
- Accidente de helicóptero;
- Terremotos, inundaciones, condiciones climáticas extremas, otros desastres naturales;
- Evacuación;
- Todos los incidentes o posibles incidentes que puedan perturbar la licencia para operar o poner en peligro la reputación de Eni.

El plan incluye las responsabilidades, roles y autoridades de los equipos para la gestión de emergencias, cubriendo los posibles escenarios, en el cual se especifican los turnos que serán implementados y el personal capacitado que debe de estar en ellos, la evaluación del nivel de emergencia, notificaciones internas- externas, movilizaciones, formatos e información requerida para el cierre de las mismas, así como un listado con la información de contacto del equipo de respuesta a emergencias de Eni México, un directorio con la información de contacto de autoridades y agencias y los equipos de respuesta a emergencia en el Sitio, salas de respuestas a emergencias y las fichas de responsabilidades.

9.20.1.1 *Plan de atención a emergencias externo*

Dentro del Plan de atención a emergencias externo, Eni tiene un acuerdo en vigor con la compañía OSRL (Oil Spill Response Limited), en el cual en caso de una emergencia clasificada como Nivel 3, se tendrá a disponibilidad para el apoyo que sea coordinado para la atención de la emergencia.

- El plan incluye un listado de autoridades públicas y recursos externos, los principales recursos de contratistas externos incluirán:
- Contratistas médicos (y organizaciones asociadas);
- Contratistas de derrames de petróleo;
- Contratistas logísticos (buques, helicópteros, transporte terrestre, etc.).

Los planes de respuesta a emergencias de los contratistas se encuentran en desarrollo y estarán alineados con parámetros de seguridad estipulados en el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección del Medio Ambiente (SASISOPA).

9.20.1.2 *Plan de Contingencia para la Atención de Derrames de Petróleo*

El Plan de Contingencia para la Atención de Derrames de Petróleo (OCSP) cubre las actividades de operación de Eni México S. de R.L. de C.V., en el marco del Proyecto de exploración y producción de petróleo, fue desarrollado con el fin de responder de manera efectiva a todos los incidentes de emergencia que se produzcan en la zona sur del Golfo de México.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

El objetivo del plan es establecer procedimientos, aclarar responsabilidades, y proporcionar las líneas de autoridad y la secuencia de las comunicaciones que han de seguirse en el caso de una respuesta de emergencia. La correcta ejecución de los procedimientos detallados en este plan ayudará a mitigar el daño ambiental y ecológico a zonas sensibles, así como a minimizar las pérdidas o daños a las instalaciones, a otras instalaciones circundantes en el caso de un derrame de petróleo y/u otro(s) incidente(s) de respuesta a emergencias.

Este OSCP cubre la contingencia y la respuesta a derrames de petróleo, posiblemente procedentes de las siguientes instalaciones/unidades:

- Plataforma de perforación autoelevadiza (jack-up);
- Buques de suministro/apoyo a la plataforma de perforación;
- Helicópteros;
- Base en la costa;
- Tuberías de distribución
- Tanques de almacenamiento

Dentro de la evaluación de niveles de hidrocarburos, los niveles de respuesta a emergencia que se definen en la Tabla 0.68.

Tabla 0.68 Clasificación de Niveles de Emergencia

Característica	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Gestión			
Jurisdicción	Una sola jurisdicción	Múltiples jurisdicciones	Múltiples jurisdicciones
Comisión	El controlador del incidente es responsable de todas las funciones	Se delegan algunas funciones o se crean divisiones	Todas las funciones son delegadas y/o se crean divisiones
Número de agencias	Agencia de respuesta inicial	Respuesta de agencias múltiples de rutina	Agencias del gobierno y de la industria
Plan de acción para el incidente	Simple/Resumen	Resumen	Detallado
Recursos	Recursos dentro de un área	Requiere recursos dentro del estado	Requiere recursos nacionales o internacionales
Tipo de emergencia			
Tipo de respuesta	Inicial	Escalada	Campaña
Duración	Un turno	Turnos múltiples	
De días a semanas	Respuesta extendida		
De semanas a meses			
Peligros	Peligro sencillo	Peligro sencillo	Peligros múltiples
Recursos en riesgo			
Salud humana	Potencial de lesiones serias	Potencial de fatalidad	Potencial de múltiples fatalidades
Medio ambiente	Impactos aislados o con recuperación natural en semanas	Impactos significativos, cuya recuperación podría tomar meses. Remediación requerida	Área significativa impactada, cuya recuperación puede tomar meses. Remediación requerida
Vida salvaje	Fauna individual	Grupos de fauna o fauna amenazada	Número elevado de fauna
Economía	Trastorno a nivel negocio	Falla del negocio	Trastorno del sector

Característica	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Social	Servicios reducidos	Servicios reducidos continuos	Calidad de vida reducida
Infraestructura	Falla de corta duración	Falla de media duración	Deterioro severo
Asuntos públicas	Cobertura de medios locales y regionales	Cobertura de medios nacionales	Cobertura de medios internacionales

Fuente: Eni, 2022.

El plan define los detalles de notificación y comunicación de respuesta a derrames de petróleo. Conforme a los recursos utilizados para combatir el derrame, se contacta a los diferentes niveles de la organización para gestionar y coordinar las acciones de respuesta. Se especifica la planeación de la respuesta estratégica, dependiente de si las operaciones se llevan a cabo en zonas marítimas o en zonas costera, estableciendo no solo los recursos necesarios, sino también los roles y responsabilidades y los protocolos de comunicación.

Los recursos disponibles con el fin de combatir los derrames de definen por nivel de la siguiente manera:

Recursos de nivel 1:

- Inventario de equipo de respuesta a derrames de petróleo
- Programas de inspección y mantenimiento
- Programa de capacitación para el personal de respuesta a derrames de petróleo (y actualizaciones planeadas)
- Mapas de localización/ubicación de los almacenes de equipos de respuesta a derrames de petróleo

Recursos de nivel 2:

- Inventario de equipo de respuesta a derrames de petróleo
- Mapas de localización/ubicación de los almacenes de equipos de respuesta a derrames de petróleo.

Recursos de nivel 3:

Eni es miembro participante de Oil Spill Response Limited (OSRL). El contrato participante le garantiza a Eni México un acceso inmediato a asesoría técnica, recursos y experiencia de nivel 3 los 365 días del año las 24 horas del día. Las bases de operación de OSRL se encuentran en cuatro países: Reino Unido (Southampton), EE. UU. (Fort Lauderdale), Bahrein y Singapur. Todo el equipo necesario para responder a un derrame de petróleo de nivel 3 se moviliza desde estas cuatro áreas. Para la intervención en el Golfo de México, la base de operaciones de referencia es la de Fort Lauderdale, Florida (EE. UU.).

Eni también es signatario de los servicios complementarios de Reservas Mundiales de Dispersantes (GDS, por sus siglas en inglés) de OSRL, los cuales proporcionan una reserva de dispersantes de fácil acceso y movilización para uso de la industria. 5,000 m³ de dispersantes se encuentran previamente posicionados en seis lugares en cuatro continentes; el dispersante se puede transportar por carretera, mar y aire para su uso en función de la distancia respecto a la ubicación donde se prevé usarlo y a la cantidad requerida. Los dispersantes almacenados son los que tienen las más amplias autorizaciones en todo el mundo.

Por otra parte, en caso de accidentes de control de pozos, Eni puede contar con el equipo WellCONTAINED gestionado por Wild Well Control (WWC). Este abarca aspectos críticos del sellado

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

del pozo, la contención y la recolección; la gestión y la activación de WWC está a cargo del Departamento de perforación.

9.20.2 Programa de Mantenimiento

Los procesos de mantenimiento preventivo de están diseñados para asegurar que:

1. Todo el equipo crítico reciba el mantenimiento rutinario necesario para asegurar un desempeño seguro, confiable y eficiente
2. La condición, el desempeño y los parámetros importantes de desgaste del equipo crítico sea monitoreado y documentado
3. Se realice el mantenimiento no rutinario y las reparaciones necesarias para prevenir fallas que podrían resultar en un daño catastrófico del equipo y/o en tiempo de inactividad de la unidad.

El Programa de Mantenimiento Preventivo también se utiliza para programar la inspección y mantenimiento de los sistemas críticos de perforación y sus componentes estructurales, así como para documentar y monitorear su estado.

Las rutinas de mantenimiento y los criterios para las reparaciones programadas derivan de una combinación de las recomendaciones del fabricante original del equipo (OEM) y de las prácticas obligatorias de unidad de perforación basadas en la experiencia adquirida a través de muchos años de operar equipo de perforación en alta mar.

Un objetivo importante del Programa de Mantenimiento Preventivo es la optimización y eficiencia; de manera que el valor derivado del programa de mantenimiento se optimiza en relación con su costo. Otro aspecto importante del Programa de Mantenimiento Preventivo es que permite una mejora continua basada en el conocimiento adquirido del análisis de las fallas de equipos y de reparaciones no programadas.

Todo el equipo y los sistemas que requieran mantenimiento deberán ser identificados de manera única de modo que las rutinas de mantenimiento y la información de reparación/mantenimiento puedan ser asociadas con componentes individuales.

Cualquier mantenimiento o reparación de equipo no programado deberá ser documentado utilizando el proceso de orden de pedido de reparación. Esto es necesario para desarrollar un historial de reparación y mantenimiento de equipo no programado que pueda ser usado para identificar áreas o tendencias de problemas potenciales que puedan ser utilizados como base para mejorar rutinas y procesos de mantenimiento ya existentes.

Las Órdenes de Servicio que no hayan sido completadas deberán ser reportadas a través de un Informe de Ordenes de Servicio Pendientes.

El equipo o instrumentación es utilizado para monitorear o medir parámetros críticos. Este equipo deberá ser probado y calibrado como sea necesario para asegurar la validez de las mediciones de acuerdo al Marco de Referencia del Sistema de Gestión.

9.20.2.1 Mantenimiento de las Tuberías

La red de tuberías será diseñada, seleccionada, fabricada e inspeccionada, etc. en cumplimiento con las especificaciones, códigos y estándares aplicables mencionados en el ITT.

Para cada clase de fluido que ingrese / salga, solo se proporcionará una conexión, la red necesaria dentro del área será provista por el contratista.

Venteos y/o válvulas de seguridad PSVs que sean liberados a la atmósfera deberán enviarse a un lugar seguro, a una altura no inferior a 3 m sobre el nivel del suelo o la pasarela de servicio más alta.

Se debe contemplar el aislamiento para la protección del personal para tuberías, equipos y maquinaria que normalmente no están aislados, pero que presentan una temperatura de servicio que

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

excede los 60 ° C. Esta protección debe restringirse a las áreas de maniobras o pasajes para el personal. Dicha protección debe extenderse 60 cm horizontalmente y 210 cm verticalmente desde áreas operativas o pasarelas.

9.20.2.2 Operación y Mantenimiento de las Válvulas

Las instrucciones describiendo los procedimientos y la frecuencia con que se debe realizar el mantenimiento de los diferentes tipos de válvulas serán especificadas en el Manual de Operación y Mantenimiento, así como en el Programa de Mantenimiento.

Las válvulas deberán instalarse según sea necesario para evitar y permitir la extracción de componentes duplicados para mantenimiento sin la necesidad de drenar o apagar el sistema completo.

9.20.2.1 Requerimientos de HSE (Seguridad, Salud en el trabajo y Medio Ambiente)

El diseño de los sistemas HSE (Seguridad, Salud en el trabajo y Medio Ambiente, por sus siglas en inglés) se realizará de acuerdo al documento "eni E&P STANDARD 1.3.0.07 - HSE MINIMUM DESIGN REQUIREMENTS". Asimismo, el contratista identificará las zonas de seguridad y las rutas de escape en cumplimiento con dicho documento y por los estándares acordados durante el proceso de licitación.

Además, el contratista deberá proveer a las instalaciones con un Sistema Contra Incendios autónomo (sin suministro de agua) incluyendo sistemas fijos y portátiles. Del mismo modo, el contratista deberá proporcionar un sistema fijo de detección de incendios y gases que cubra las áreas de la planta.

Inicio de operaciones

El contratista, antes de proceder con la fase de inicio, deberá presentar evidencia proporcionando todos los informes de prueba de inspección aplicables y procedimientos de prueba operacional para la aprobación de la eni con los siguientes certificados:

- Evaluación de la revisión previa a la puesta en marcha,
- Certificado para inicio de operaciones y para producción de hidrocarburos.

Las operaciones para la fase de inicio, incluyendo las actividades de mantenimiento durante el período de alquiler serán realizadas por el contratista bajo los requerimientos aplicables de HSE y mano de obra de la Eni.

Es responsabilidad del contratista de igual forma la revisión y certificación periódica de los Sistemas de Seguridad (por ejemplo, F&G, ESD System, PSV's, etc.), de las embarcaciones, tuberías y los equipos de proceso en cumplimiento con las regulaciones nacionales y locales aplicables al Proyecto, así como de las Mejores Prácticas Internacionales. También será responsable de proporcionar el plan analítico, los procedimientos de muestreo, los procedimientos analíticos y las instalaciones de laboratorio (incluidos los instrumentos y equipos, herramientas, reactivos y consumibles, herramientas de muestreo, etc.).

Servicios de Soporte Técnico

Los servicios de soporte técnico incluirán como mínimo los siguientes puntos:

- Recomendaciones técnicas a petición de la Eni
- Investigación de fallas y diagnóstico del desempeño operacional

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

- Monitoreo de las instalaciones en tierra y asesoramiento oportuno para realizar cambios a estrategias de integridad y procedimientos asociados para el monitoreo de condiciones, de corrosión, etc.
- Proveer todo el personal y cualquier otro soporte requerido para la ejecución del servicio
- Proporcionar cuidado, mantenimiento y almacenamiento de toda la información y documentación relacionada con las actividades en tierra.

9.20.3 Pruebas e inspección

El contratista realizará pruebas e inspecciones a vendedores y sub-contratistas con el fin de asegurar el cumplimiento de los servicios proporcionados con los requerimientos del Proyecto y con las leyes, normas, estándares que sean aplicables.

Las pruebas e inspecciones deberán realizarse de acuerdo a los términos establecidos entre la eni y el contratista. Según corresponda, el contratista realizará para cada objeto de mayor y de menor importancia lo siguientes procedimientos:

- Prueba de Aceptación Industrial (FAT, por sus siglas en inglés)
- Prueba de Aceptación de Sitio (SAT, por sus siglas en inglés)

Al menos dos semanas antes se debe dar aviso que se realizará una prueba de fábrica y se proveerá a eni con toda la documentación válida de los proveedores.

Adicionalmente, eni, como parte de sus actividades tiene contempladas, previo al arranque de sus instalaciones, desarrollar el procedimiento "Drill well on paper" que es un proceso de análisis de cada etapa de construcción de la instalación para generar ideas para mejorar el rendimiento y reducir costos, con lo que se pretende minimizar la probabilidad de algún accidente relacionado con la etapa de perforación.

9.21 Recomendaciones Técnico-Operativas

Como se mencionó anteriormente, en los casos donde se consideró que las salvaguardas podrían ser insuficientes, se procedió a realizar recomendaciones. Como resultado del análisis HAZID, en la siguiente tabla se muestran las recomendaciones técnico-operativas, para todos los riesgos jerarquizados como riesgo medio-alto y medio, y que son indispensables para evitar accidentes catastróficos dentro de la instalación (véase Tabla 0.69).

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

Tabla 0.69 Recomendaciones técnico-operativas

No	Recomendación	Identificación del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	ID	Descripción	Responsable	Nivel de Riesgo
1	Implementar un procedimiento de transferencia específico del lugar para garantizar la seguridad del personal durante la transferencia del buque a la plataforma.	3. Operaciones Rutinarias	XII. Seguridad de contratistas	32	3.6.1.1 Transferencia de personal de barco a plataforma.	Departamento de logística de Eni /Departamento de Eni HSE Mexico	MR
2	Seguimiento al programa de mantenimiento del sistema BOP.	3. Operaciones Rutinarias	XII. Seguridad de contratistas XI. Integridad Mecánica y Aseguramiento de la Calidad	34	3.7.1.1 Pérdida de integridad del pozo	Departamento de perforación de Eni	MHR
3	Monitoreo de propiedades de fluidos	3. Operaciones Rutinarias	X. Control de actividades y procesos	34	3.7.1.1 Pérdida de integridad del pozo.	Departamento de perforación de Eni	MHR
4	Contar con certificados de base de datos actualizados y disponibles	3. Operaciones Rutinarias	VIII. Control de Documentos y Registros XI. Integridad Mecánica y Aseguramiento de la Calidad	34	3.7.1.1 Pérdida de integridad del pozo.	Departamento de perforación de Eni	MHR
5	Contar con respaldo de herramientas LWD ("Logging While Drilling", Adquisición de datos durante la perforación)	3. Operaciones Rutinarias	XI. Integridad Mecánica y Aseguramiento de la Calidad	34	3.7.1.1 Pérdida de integridad del pozo.	Departamento de perforación de Eni	MHR
6	Verificar los certificados de capacitación de los ingenieros geomecánicos del contratista	3. Operaciones Rutinarias	VI. Competencia, Capacitación y Entrenamiento	34	3.7.1.1 Pérdida de integridad del pozo.	Departamento de perforación de Eni	MHR
7	Seguimiento al programa de mantenimiento de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de la aeronave	3. Operaciones Rutinarias	XI. Integridad Mecánica y Aseguramiento de la Calidad XII. Seguridad de contratistas	35	3.8.1.1 Falla mecánico/eléctrico de la aeronave.	Departamento de logística de Eni / Contratista de la aeronave	MR
8	Seguimiento al programa de capacitación del personal que opera las aeronaves.	3. Operaciones Rutinarias	VI. Competencia, Capacitación y Entrenamiento	38	3.8.4.1 Error humano	Departamento de logística de Eni / Contratista de la aeronave	MR

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

No	Recomendación	Identificación del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	ID	Descripción	Responsable	Nivel de Riesgo
9	Monitoreos periódicos de exposición a fuentes radioactivas, incluyendo las dosimetrías.	3. Operaciones Rutinarias	X. Control de actividades y procesos	41	3.9.3.1 Exposición a NORM (material radioactivo que ocurre normalmente) o fuentes de radiación.	Departamentos de perforación / Eni HSE Mexico / Contratista de la plataforma	MR
10	Almacenar las fuentes radioactivas en lugares adecuados y con la identificación adecuada.	3. Operaciones Rutinarias	X. Control de actividades y procesos	41	3.9.3.1 Exposición a NORM (material radioactivo que ocurre normalmente) o fuentes de radiación.	Departamentos de perforación / Eni HSE Mexico / Contratista de la plataforma	MR
11	Asegurar que se siga el principio de Shielding (Blindaje), Tiempo y distancias de exposición.	3. Operaciones Rutinarias	X. Control de actividades y procesos	41	3.9.3.1 Exposición a NORM (material radioactivo que ocurre normalmente) o fuentes de radiación.	Departamentos de perforación / Eni HSE Mexico / Contratista de la plataforma	MR
12	Designar zonas para realizar trabajos radiológicos.	3. Operaciones Rutinarias	X. Control de actividades y procesos	41	3.9.3.1 Exposición a NORM (material radioactivo que ocurre normalmente) o fuentes de radiación.	Departamentos de perforación / Eni HSE Mexico / Contratista de la plataforma	MR
13	Seguir el sistema PTW (Permiso de Trabajo) para las auditorías de instalaciones donde haya exposición a radiaciones ionizantes.	3. Operaciones Rutinarias	X. Control de actividades y procesos	41	3.9.3.1 Exposición a NORM (material radioactivo que ocurre normalmente) o fuentes de radiación.	Departamentos de perforación / Eni HSE Mexico / Contratista de la plataforma	MR
14	Actualizar de forma periódica la evaluación de riesgos por exposición a radiaciones ionizantes.	3. Operaciones Rutinarias	II. Identificación de peligros y análisis de riesgos	41	3.9.3.1 Exposición a NORM (material radioactivo que ocurre normalmente) o fuentes de radiación.	Departamentos de perforación / Eni HSE Mexico / Contratista de la plataforma	MR
15	Dar seguimiento a la capacitación, introducción y supervisión de seguridad e higiene por exposición a radiaciones ionizantes.	3. Operaciones Rutinarias	VI. Competencia, capacitación y entrenamiento:	41	3.9.3.1 Exposición a NORM (material radioactivo que ocurre normalmente) o fuentes de radiación.	Departamentos de perforación / Eni HSE Mexico / Contratista de la plataforma	MR

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzi-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

No	Recomendación	Identificación del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	ID	Descripción	Responsable	Nivel de Riesgo
16	Dar seguimiento al programa de seguridad e higiene dentro de plataforma.	3. Operaciones Rutinarias	X. Control de actividades y procesos	42	3.9.4.1 Riesgos laborales de alto potencial: - Trabajos en altura - Flujo controlado al sistema de contención - Trabajo en caliente - Espacio confinado - Electricidad alta tensión - Energía almacenada - Manipulación de materiales/arranque/elevación - Transporte/transferencia de la tripulación	Departamentos de perforación / Eni HSE Mexico / Contratista de la plataforma	MR
17	Informar y difundir el programa de lecciones aprendidas por lesiones dentro de la instalación.	3. Operaciones Rutinarias	XVI. Investigación de incidentes y accidentes	42	3.9.4.1 Riesgos laborales de alto potencial: - Trabajos en altura - Flujo controlado al sistema de contención - Trabajo en caliente - Espacio confinado - Electricidad alta tensión - Energía almacenada - Manipulación de materiales/arranque/elevación - Transporte/transferencia de la tripulación	Departamentos de perforación / Eni HSE Mexico / Contratista de la plataforma	MR
18	Dar seguimiento al desempeño del contratista en materia de HSE.	3. Operaciones Rutinarias	XII. Seguridad de contratistas	42	3.9.4.1 Riesgos laborales de alto potencial: - Trabajos en altura - Flujo controlado al sistema de contención	Departamentos de perforación / Eni HSE Mexico / Contratista de la plataforma	MR

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

No	Recomendación	Identificación del nodo	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	ID	Descripción	Responsable	Nivel de Riesgo
					- Trabajo en caliente - Espacio confinado - Electricidad alta tensión - Energía almacenada - Manipulación de materiales/arranque/elevación - Transporte/transferencia de la tripulación		
19	Revisar y actualizar, de forma periódica, los procedimientos de ESD.	3. Operaciones Rutinarias	VIII. Control de documentos y registros	48	4.4.2.1 Falla en la secuencia de desconexión del pozo durante una emergencia	Eni HSE Mexico / Contratista de la plataforma	MR
20	Realizar simulacros de emergencia de acuerdo a los escenarios más probables.	3. Operaciones Rutinarias	XIII. Preparación y respuesta a emergencias	48	4.4.2.1 Falla en la secuencia de desconexión del pozo durante una emergencia	Eni HSE Mexico / Contratista de la plataforma	MR
21	Realizar un análisis de evaluación del riesgo del abandono del pozo.	3. Operaciones Rutinarias	II. Identificación de peligros y análisis de riesgos	48	4.4.2.1 Falla en la secuencia de desconexión del pozo durante una emergencia	Departamento de perforación de Eni	MR

Fuente: Sesión de Identificación HAZID, Anexo 9.7, 2022.

9.22 Conclusiones

Como parte del **Análisis Cualitativo** se llevó a cabo la identificación de Peligros y Evaluación de Peligros siguiendo los lineamientos del Procedimiento pro eni mex hse 004 r03 "Gestión de Riesgos HSE" (ver sección 9.5.1). A través de la matriz general de evaluación de riesgos se definieron las actividades que cuentan con un nivel de riesgo aceptable o si se requiere aplicar medidas de control adicionales a las salvaguardas existentes para mitigar el riesgo.

A partir de los resultados de la ejecución del taller HAZID se determinó, como se muestra en la Tabla 0.37, la Tabla 0.38, y la Tabla 0.38; que existen cuarenta y dos (42) consecuencias con categoría de riesgo bajo, dieciocho (18) consecuencias en categoría de riesgo medio y tres (3) consecuencias en categoría de riesgo medio-alto. Ninguna desviación quedó definida con un nivel de riesgo residual alto.

Los escenarios que presentan el mayor nivel de riesgo después de salvaguardas, identificados a partir de la sesión de identificación de peligros, fueron tres (3) escenarios con un nivel categorizado como medio-alto y catorce (14) escenarios categorizados con nivel de riesgo medio evaluados con el mayor nivel de severidad (nivel 5). A continuación, se describen de manera breve los escenarios de riesgo identificados durante las operaciones generales de perforación (actividades rutinarias y no rutinarias) y abandono del pozo:

- Los eventos 1 y 6 están relacionados con la pérdida de contención de pozo provocando un reventón de pozo (Blow-out).
- El evento 5 se presentaría en caso de un escenario de objetos caídos ocasionando agravios personales y daños a los bienes.
- Los eventos 2, 3 y 4 se encuentran relacionados ya que tienen en común que tendrían como consecuencia el choque de aeronave, el primero debido a una falla mecánica/ eléctrica de la aeronave, el segundo por agotamiento de combustible y el tercero debido a un error humano.
- El evento 7 podría ocurrir debido a una falla en la secuencia de desconexión del pozo durante una emergencia provocando lesiones al personal, daño a las instalaciones y al medio ambiente.
- El evento 8 se presentaría en caso de aislamiento o barreras inadecuadas teniendo como consecuencia la liberación de hidrocarburos al mar.

Cabe destacar que, a pesar de que la severidad de estos eventos se encuentra en los niveles de afectación más altos (4 y 5), todos los eventos presentados en la Tabla 0.40, fueron considerados por el equipo evaluador con un nivel de riesgo "tolerable" ya que la frecuencia anual varía entre 10^{-6} y 10^{-4} .

Con base en los resultados de la ejecución del taller HAZID se determinó, que para efectos del análisis de consecuencias el evento de "pérdida de contención de pozo" jerarquizado con nivel de riesgo medio- alto, presentaría un efecto potencial mayor al medio ambiente. Las recomendaciones técnico- operativas derivadas del análisis cualitativo para este escenario son las siguientes:

- Seguimiento al programa de mantenimiento del sistema BOP
- Monitoreo de propiedades de fluidos de perforación
- Contar con certificados de base de datos actualizados y disponibles
- Contar con respaldo de herramientas LWD ("Logging While Drilling", Adquisición de datos durante la perforación)
- Verificar los certificados de capacitación de los ingenieros geomecánicos del contratista

Por otro lado, como parte del **Análisis Cuantitativo** del presente estudio, se indican las conclusiones a continuación.

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

El estudio FEA (**Anexo 9.8**) ha identificado un rango de deterioros potenciales que pueden ocurrir al equipo en el MODU que surge de la exposición a las consecuencias físicas de incendios y explosiones. Donde fue necesario, el FEA ha hecho recomendaciones para tratar los riesgos asociados con estos deterioros. La importancia de estos deterioros no se analiza en detalle dentro del FEA, se analizan en el estudio de escape, evacuación y rescate (EERA).

El estudio FEA ha llegado a la conclusión de que los principales riesgos de incendio y explosión en el MODU son a causa de hidrocarburos en la formación en forma de eventos de reventones fuera de control. Dichos eventos liberarán un inventario significativo de fluidos de hidrocarburos a altas presiones sobre y alrededor del MODU. Como estos eventos de hidrocarburos pueden ocurrir muy rápidamente, un escape temprano con ignición puede causar víctimas mortales inmediatas a bordo del MODU. A menudo se requieren varios días para controlar un evento de este tipo, especialmente debido al tamaño potencial del inventario del yacimiento.

Por lo tanto, el MODU puede sufrir un daño estructural considerable y posiblemente una falla una vez que se ha producido una pérdida total del control del pozo. Otros riesgos significativos de incendio y explosión como incidentes de hidrocarburos en el área de procesamiento de lodo, incidentes de hidrocarburos en contraflujo de pozo, incendios de motores diésel, incendios de combustible de helicóptero, incendios en alojamientos e incendios relacionados con trabajos en caliente diversos también pueden ocurrir debido a diversas causas. Algunos de estos otros peligros tienen un potencial de escalada y pueden contribuir potencialmente a daños estructurales en el MODU y el equipo, y que pueden resultar en lesiones; sin embargo, cuando se controlan adecuadamente, no se espera que estos otros riesgos causen fatalidades inmediatas o posteriores.

El estudio FEA ha concluido en general que el MODU cumple con las normas y buenas prácticas relevantes de la industria en relación con la prevención y mitigación de incendios y explosiones.

Por otra parte, se generó un modelo de derrame de hidrocarburo para predecir el alcance espacial de dos escenarios de derrame hipotéticos de hidrocarburo en el Golfo de México ocasionado por la pérdida de contención de un pozo ubicado en el AC7. La simulación se realizó para dos casos, el primero en donde la duración de Blow-out es igual a 10 días y el segundo para 55 días.

Considerando el Blowout con duración de derrame igual a 55 días como peor caso posible, tenemos, que la mancha de derrame se dirige principalmente hacia el norte potencialmente cubriendo una gran parte del Golfo de México.

- Para la temporada lluviosa, la zona costera de Tamaulipas tiene entre 20 y 50% de probabilidad de empetrolamiento superficial, de entre 40 y 100% para toda la zona costera de Veracruz y de entre 5 y 80% de empetrolamiento superficial en la zona costera de Tabasco.
- Para la temporada de frentes fríos se espera que las zona costera de Tamaulipas tengan entre 20 y 40% de empetrolamiento costero, en Veracruz se espera que sea entre 30 y 100% y en Tabasco entre 5 y 100%.
- Por último, en temporada seca se espera que el porcentaje de empetrolamiento en las zonas costeras de Tamaulipas y Veracruz, en su mayoría sea de entre 80 y 100%, mientras que en Tabasco podría ser entre 10 y 60%.

En los tres casos existe un impacto potencial a zonas marinas prioritarias, Áreas Naturales Protegidas arrecifes coralinos, zonas de manglar y áreas de protección de flora y fauna.

La probabilidad de empetrolamiento costero. En las tres temporadas, esta probabilidad varía aproximadamente de entre 10 y 50% a lo largo de las costas de Tamaulipas, Veracruz y parte de Tabasco. Las costas más afectadas serían las de Coatzacoalcos y Villahermosa con una probabilidad de empetrolamiento costero de entre 70 y 100%.

Todos los efectos descritos anteriormente serían provocados por una liberación continua 55 días y un seguimiento de 14 días, sin embargo, el equipo de emergencia para interrumpir el flujo en un caso

Programa de Perforación Exploratoria, Área Contractual 7, Pozos Yatzil-1 e Ixchel-1, Cuenca Sureste en el Golfo de México - Obras pendientes por realizar

extremo, en donde se requiera la perforación de un pozo de alivio, estaría actuando en un periodo máximo de 55 días por lo que los impactos se prevén menores para este caso.

Siempre y cuando el Promovente ejecute todos los controles preventivos que se encuentran descritos en las hojas de trabajo de la sesión de identificación de peligros (HAZID) disponible en el **Anexo 9.7** y los sistemas de seguridad descritos a lo largo de la sección 9.19.1, el equipo evaluador consideró que el nivel de riesgo podría considerarse controlable (aceptable).

