



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

DOCUMENTO No.:
TEM-MA-ME-B12

CAPÍTULO IX

ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS PARA LA EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12

CONTENIDO

CAPÍTULO IX.....	1
IX.1 OBJETIVO.....	3
IX.2 ALCANCE.....	4
IX.3 DEFINICIONES.....	5
IX.4 CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.....	9
IX.4.1 Descripción del Proyecto y/o Instalación.....	9
IX.4.1.1 Proyecto y/o instalación.....	9
IX.4.1.1.1 Pozos.....	13
IX.4.1.1.2 Equipo de Proyecto Principal y Auxiliar.....	31
IX.4.1.1.3 Almacenamiento.....	32
IX.4.2 Descripción detallada del Proceso.....	34
IX.4.2.1 Análisis de Actividades de Alto Riesgo.....	34
IX.4.2.1.1 Descripción del equipo de proceso principal y auxiliar.....	34
IX.4.3 Descripción del entorno.....	41
IX.4.3.1 Ubicación de la instalación.....	41
IX.4.3.2 Limitaciones de la instalación.....	44
IX.4.3.3 Clima.....	48
IX.4.3.3.1 Clima y fenómenos meteorológicos.....	48
IX.4.3.3.2 Temperatura media.....	51
IX.4.3.3.3 Temperatura mínima.....	54
IX.4.3.3.4 Temperatura máxima.....	55
IX.4.3.3.5 Precipitación.....	57
IX.4.3.3.6 Evaporación.....	60
IX.4.3.4 Viento.....	62
IX.4.3.4.1 Aire.....	62
IX.4.3.4.2 Tormentas.....	64
IX.4.3.5 Datos Topográficos y Sísmicos.....	68
IX.4.3.5.1 Fisiografía.....	68
IX.4.3.5.2 Edafología.....	69
IX.4.3.5.3 Provincias geológicas.....	74



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12		

IX.4.3.5.4	Provincia petrolera	77
IX.4.3.5.5	Geología Marina	80
IX.4.3.5.6	Sismicidad	83
IX.4.4	Análisis Preliminar de Riesgo.....	86
IX.4.4.1	Análisis de Identificación de Peligros Hazld.....	87
IX.4.4.2	Antecedentes de Incidentes y Accidentes de Proyectos y/o Instalaciones Similares.....	93
IX.4.4.3	Derrames importantes en aguas de los Estados Unidos.....	99
IX.4.4.4	Derrames de hidrocarburos de PEMEX	101
IX.4.4.5	Incidentes reportados por PCCMO.....	104
IX.4.5	Identificación de Peligros, Evaluación y Análisis de Riesgos.....	104
IX.4.5.1	Análisis Cualitativo de Riesgo.....	104
IX.4.5.1.1	Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.....	105
IX.4.5.1.2	Jerarquización de Escenarios de Riesgos.....	123
IX.4.5.2	Análisis Cuantitativo de Riesgos.....	131
IX.4.5.2.1	Análisis Detallado de Frecuencias.....	132
IX.4.5.2.2	Análisis Detallado de Consecuencias.....	135
IX.4.5.2.3	Representación en Planos de los Resultados la Simulación de Consecuencia (Radios Potenciales de Afectación).....	175
IX.4.5.3	Análisis de Riesgo.....	175
IX.4.5.3.1	Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo.....	175
IX.4.5.3.2	Análisis de Vulnerabilidad.....	176
IX.4.5.4	Determinación de Medidas de Reducción de Riesgo Adicionales para Escenarios de Riesgo No Tolerables y/o ALARP (As Low As Reasonably Practicable, Tan Bajo como Sea Razonablemente Factible). 191	
IX.4.5.4.1	Nivel integral de Seguridad (SIL, por sus Siglas en Inglés) del Proyecto y/o Instalación. 191	
IX.4.6	Sistemas de Seguridad y Medidas para Administrar los Escenarios de Riesgo ..	191
IX.4.6.1	Sistema de extinción de incendios del proyecto.....	191
IX.4.6.2	Plan de respuesta a emergencias	201
IX.4.6.3	Sistemas de seguridad	206
IX.4.7	Conclusiones y Recomendaciones.....	215
IX.4.7.1	Listado de Recomendaciones (Medidas de Control) Emitidas en esta Etapa.....	216
IX.5	REFERENCIAS.....	222
IX.6	PERSONAL QUE PARTICIPO EN LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO DE PROCESO.....	223
IX.7	ANEXOS.....	224



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

IX.1 OBJETIVO.

El principal objetivo es llevar a cabo un estudio de Análisis de Riesgo Sector Hidrocarburos del proyecto denominado: "**Exploración del Área Contractual 12**", en su etapa de Perforación, para lo cual se tiene contemplado llevar a cabo la aplicación de los siguientes objetivos:

- Identificar los riesgos de proceso, referente a la operación del proyecto denominado: "**Exploración del Área Contractual 12**", en su etapa de Perforación, mediante el uso de la metodología de identificación de peligros como es el HazOp.
- Jerarquizar los riesgos identificados mediante el uso de una matriz de riesgos, clasificando los riesgos como Riesgo Tolerable, Riesgo Aceptable, pero con controles adicionales (ALARP) o Riesgo No tolerable.
- Plantear escenarios de riesgo o postulados de las desviaciones clasificadas como Riesgos No Aceptable y No tolerables que involucren pérdida de contención de Crudo Ligero.
- Evaluar cuantitativamente las frecuencias de ocurrencia de los escenarios de riesgo planteados.
- Evaluar cuantitativamente los efectos físicos (consecuencias) asociados a los postulados de los accidentes identificados, mediante el software Phast® (Process Hazard Analysis Software Tool) versión 8.22.
- Elaborar una lista de recomendaciones encaminadas a disminuir el nivel de riesgo del proyecto denominado: "**Exploración del Área Contractual 12**", en su etapa de Perforación.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

IX.2 ALCANCE.

- El presente estudio de Análisis de Riesgo de Proceso tomará como referencia para su desarrollo la Guía para Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA), la normatividad mexicana aplicable y en estándares internacionales.
- La identificación de riesgos del presente estudio de Análisis de Riesgo de Proceso tomó como referencia lo establecido en la Norma IEC-61882 "Guía de Aplicación para Estudios de Peligro y Operabilidad".
- La Evaluación de Consecuencias de los eventos de mayor riesgo, será por medio del software Phast® (Process Hazard Analysis Software Tool) en su versión 8.22.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

IX.3 DEFINICIONES.

Los términos más usados en este estudio se definen a continuación:

Accidente:

Evento o combinación de eventos no deseados e inesperados que tienen consecuencias tales como lesiones al personal, daños a terceros en sus bienes o en sus personas, daños al medio ambiente, daños a instalaciones o alteración a la actividad normal del proceso.

Ambiente:

Conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre, que hacen posible la existencia y el desarrollo de la vida, en un espacio y tiempo determinados.

Amenaza:

Es el acto que por sí mismo o encadenado a otros, puede generar un daño o afectación al bienestar o salvaguarda al personal, población, medio ambiente, Instalación, producción, otro.

Análisis de Riesgos:

Conjunto de técnicas que consisten en la identificación, análisis y evaluación sistemática de la probabilidad de la ocurrencia de daños asociados a los factores externos (fenómenos naturales, sociales), fallas en los sistemas de control, los sistemas mecánicos, factores humanos y fallas en los sistemas de administración; con la finalidad de controlar y/o minimizar las consecuencias a los empleados, a la población, al ambiente, a la producción y/o a las instalaciones.

BLEVE:

("Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion" por sus siglas en inglés). Explosión de vapores en expansión de líquido en ebullición.

Capa de Protección:

Cualquier Mecanismo independiente que reduzca el Riesgo mediante el control, la prevención o la mitigación.

Consecuencia:

Resultado real o potencial de un evento no deseado, medido por sus efectos en las personas, en el ambiente, en la producción y/o instalaciones, así como la reputación e imagen.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Escenario de riesgo:

Determinación de un evento hipotético, en el cual se considera la ocurrencia de un accidente bajo condiciones específicas, definiendo mediante la aplicación de modelos matemáticos y criterios acordes a las características de los procesos y/o materiales, las zonas potencialmente afectables.

Evento:

Suceso relacionado a las acciones del ser humano, al desempeño del equipo o con sucesos externos al sistema que pueden causar interrupciones y/o problemas en el sistema. El evento es causa o contribuyente de un incidente o accidente o, es también una respuesta a la ocurrencia de un evento iniciador.

Exposición.

Contacto de las personas, población o elementos que constituyen el medio ambiente con Sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación Peligrosa derivado de la materialización de un Escenario de Riesgo.

Frecuencia:

Número de ocasiones en que puede ocurrir o se estima que ocurra un evento en un lapso de tiempo.

Función Instrumentada de Seguridad:

Una combinación de sensores, controlador lógico y elemento final de control con un determinado Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) que detecta una condición fuera de límite (anormal) y lleva al proceso a un estado seguro funcionalmente sin intervención humana, o iniciado por un operador entrenado en respuesta a una alarma.

Identificación de riesgos:

Determinación de las características de los materiales y sustancias y las condiciones peligrosas de los procesos e instalaciones, que pueden provocar daños en caso de presentarse una falla o accidente.

IDLH:

("Immediately Dangerous to Life or Health", por sus siglas en inglés). Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Concentración máxima de una Sustancia Peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en miligramos sobre metro cúbico (mg/m³), que se podría liberar al ambiente en un plazo de treinta minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Impacto:

Efecto probable o cierto, positivo o negativo, directo o indirecto, reversible o irreversible, de naturaleza social, económica y/o ambiental que se deriva de una o varias acciones con origen en las actividades industriales.

Incidente:

Evento no deseado, inesperado e instantáneo, que puede o no traer consecuencias al personal y a terceros, ya sea en sus bienes o en sus personas, al medio ambiente, a las instalaciones o alteración a la actividad normal de proceso.

Instalación:

Conjunto de estructuras, equipos de proceso y servicios auxiliares, entre otros, dispuestos para un proceso productivo específico. Jerarquización. Ordenamiento realizado con base en criterios de prioridad, valor, riesgo y relevancia el cual se realiza con el propósito de identificar aquellas actividades de mayor importancia que pueden afectar la operación de la instalación.

Mitigación:

Conjunto de actividades destinadas para disminuir las consecuencias ocasionadas por la ocurrencia de un accidente.

Nodo:

Secciones con fronteras bien definidas en las que es dividido el proceso para analizar las variables del mismo de manera individual.

Peligro:

Es toda condición física o química que tiene el potencial de causar daño al personal, a las instalaciones o al ambiente.

Pérdida de contención:

Fuga o salida no controlada de material peligroso, provocada por una falla en alguna parte o componente de las instalaciones (recipientes, tuberías, equipos u otros).

Prevención:

Conjunto de medidas tomadas para evitar un peligro o reducir un riesgo.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Proceso:

Conjunto secuencial interrelacionado de actividades y recursos que transforman insumos en productos, agregándoles valor.

Riesgo:

Peligros a los que se expone el personal. Combinación de la probabilidad de que ocurra un accidente y sus consecuencias.

Sistemas de seguridad (para protección de equipos y/o instalaciones):

Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la instalación o centro de trabajo y previenen situaciones que normalmente dan origen a accidentes o emergencias.

TLV (15 min, STEL):

("Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit", por sus siglas en inglés) Valor umbral límite-Límite de Exposición a corto plazo). Exposición para un periodo de 15 minutos, que no puede repetirse más de 4 veces al día con al menos 60 minutos entre periodos de Exposición.

TLV (8 h, TWA):

("Threshold Limit Value-Time Weighted Average", por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos.

Vulnerabilidad:

Es la mayor o menor facilidad de la ocurrencia de una Amenaza en virtud de las condiciones que imperan; puede decirse que son los puntos o momentos de debilidad que se tienen y pueden favorecer la ocurrencia de un acto negativo o el aumento de las consecuencias de este.

Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo:

Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente.

Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo:

Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Sector Hidrocarburos e industriales.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

IX.4 CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.

IX.4.1 Descripción del Proyecto y/o Instalación.

IX.4.1.1 Proyecto y/o instalación.

El Proyecto define las actividades de exploración de hidrocarburos que se llevarán a cabo en el área de interés, Área Contractual 12 (AC12), El Área 12 del Contrato de Aguas Profundas de la Cuenca Cordilleras Mexicanas se localiza en el Golfo de México, a aproximadamente 78 km de la costa mexicana. Cubre un área de 3,099.432 km².

Para el presente Proyecto se consideró la ubicación del Área Contractual 12 y su interacción con el Puerto de Tampico y el Puerto de Tuxpan. Considerando que ambos puertos son los más cercanos al área; por lo que representan los sitios más probables donde se realicen la mayor parte de las actividades logísticas para el apoyo de la perforación exploratoria.

El Proyecto contempla el desempeño de las siguientes operaciones:

- Preparación y movilización de perforación en el área contractual.
- Perforación exploratoria, que incluye:
 - Actividades operativas de rutina (operaciones generales de perforación, rotación de la tripulación, transporte de personal hacia / desde la unidad de perforación, etc.);
 - Actividades operativas no rutinarias (como emergencias, trabajos de mantenimiento importantes, suspensión temporal de actividades, etc.); y

Se utilizará un buque de perforación de aguas ultra profundas DP3 Samsung 96K llamado "Maersk Valiant" para las operaciones del Proyecto. Los fundamentos del diseño del barco son los estándares internacionales especificados por la administración del puerto con respecto a los sistemas de control de clase, estado de bandera. A continuación, se registran las siguientes características y datos de construcción:

- Nombre: Maersk Valiant
- Tipo: Samsung 96K
- Construido por: Samsung Heavy Industries
- Año de construcción: 2013
- Profundidad del agua: 3,600 m.
- Profundidad de perforación: 12,000 m.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- POB máximo: 230
- POB típico (modo de perforación). 140

Parámetros principales:

- Longitud: 228 m
- Ancho: 42 m
- Profundidad del casco a los lados: 19 m
- Bandera del Estado: Singapur
- Clase: A1 (E), "Drillship", AMS, ACCU, DPS-3, NBL, SH-DLA, HELIDK (SRF), UWILD

El proyecto comprende las actividades de exploración de hidrocarburos que se llevarán a cabo en Área Contractual 12. El objetivo principal del Proyecto es evaluar la existencia de depósitos de petróleo en formaciones clásticas de Oligoceno y rocas carbonatadas del Cretácico y Jurásico en el pozo Sayulita-1EXP en el Área Contractual 12.

El proyecto comprenderá las siguientes etapas o actividades:

Preparación y movilización.

Las actividades de preparación se llevarán a cabo antes de la etapa de perforación. Estos consistirán principalmente en procedimientos portuarios, así como en la movilización y adaptación de los buques que se utilizarán.

Con base en la información obtenida en la evaluación de riesgos poco profundos, se determinó que el área estudiada dentro de AC12 es favorable a la presencia de hidratos en el fondo marino y en el subsuelo poco profundo. El equipo específico y los requisitos para la perforación exploratoria se determinaron con base en esta evaluación, que forma parte de la primera etapa del Proyecto.

Los tiempos programados pueden variar de acuerdo con el comportamiento del depósito, los resultados de la perforación exploratoria, las condiciones generales del sitio del Proyecto y el clima.

Perforación Exploratoria.

PCCMO obtuvo información de varios estudios sismológicos y geológicos como parte del proceso de selección de pozos. Estos se realizaron anteriormente y no forman parte del alcance de este proyecto. Se decidió realizar una perforación exploratoria en Sayulita-1EXP con base en estos estudios.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

El plan de perforación considera dos escenarios posibles en términos de resultados de perforación:

- En caso de que el pozo se considere seco después de que se haya realizado la perforación, se abandonará permanentemente.
- Si se considera que el pozo tiene éxito y se descubren hidrocarburos, continuarán las actividades exploratorias, como tomar lecturas especiales y tomar muestras de fluidos. A partir de entonces, comenzará la etapa de abandono temporal.

Para minimizar el impacto ambiental, se utilizará la mejor tecnología disponible para las actividades de perforación. Se utilizarán equipos y suministros de última generación, sugeridos para adaptarse a las características del pozo Sayulita-1EXP.

La perforación exploratoria se realizará utilizando una unidad móvil de perforación en alta mar con posicionamiento dinámico para aguas ultra profundas DP3 Samsung 96K llamado "Maersk Valiant". El principal puerto de operaciones será Coatzacoalcos, Veracruz.

Todas las actividades realizadas por PCCMO se ejecutarán de acuerdo con las mejores prácticas disponibles para la industria del petróleo y el gas, así como de conformidad con el compromiso ambiental, social y contractual de PCCMO con México.

Desmovilización y Abandono Permanente.

La etapa de desmovilización y abandono consiste en retirar el equipo en alta mar, así como el abandono del pozo. En el último caso, se están considerando dos opciones diferentes. El elegido dependerá de las estipulaciones técnico-económicas y de la disponibilidad de equipos y materiales en el momento en que tenga lugar el abandono.

La primera opción de abandono se basa en los estándares aplicables de la Oficina de Seguridad y Control Ambiental (BSEE) para el Golfo de México, y la segunda se basa en los estándares noruegos de Norsok.

El MAERSK VALIANT ha sido construido con los siguientes estándares nacionales e internacionales:

- American Bureau of Shipping: Reglas para construir y clasificar unidades móviles de perforación en alta mar
- Reglamento Marítimo de Singapur (MPA)
- OMI: Código para la construcción y equipamiento de unidades móviles de perforación en alta mar (Código MODU) 2009



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), 1974 con el Protocolo de 1978, y las enmiendas
- Convención internacional sobre líneas de carga, 1966 con el Protocolo de 1988
- Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL), 1973 (anexos I, IV, V y VI) con el Protocolo de 1978 y las enmiendas. (Excepto los requisitos de daño por rastrillado y daño lateral e inferior en la Regulación 28)
- Convención internacional para prevenir colisiones en el mar, 1972, incluidas las enmiendas de 1981, 1987, 1989 y 1993
- Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), 1982
- Convención internacional sobre medición del tonelaje de buques, 1969
- Conferencia Internacional del Trabajo sobre alojamiento de la tripulación a bordo del buque, Convenios núm. 92 y 133 (excepto piscina)
- Resolución de la OMI A.468 (XII), "Código de niveles de ruido a bordo de los buques", 1981
- Directrices IMO MSC / Circ.645 para embarcaciones con sistema de posicionamiento dinámico, consecuencia clase 3
- Material metálico resistente al agrietamiento por tensión de sulfuro para equipos de campos petroleros para instalaciones de Topside (Norma Nace MR-01-75)
- ISO 6954-2000 (E) "Guía para la evaluación general de la vibración en los buques mercantes"
- Reino Unido, Publicación de la Autoridad de Aviación Civil CAP437 Área de aterrizaje de helicópteros en alta mar: una guía de criterios, norma mínima recomendada y mejores prácticas, 2012, con la excepción de luz de bajo perfil en "H" y círculo
- Requisitos de HSE del Reino Unido en asociación con las "Regulaciones de Instalaciones Offshore (Caso de Seguridad) del Reino Unido de 1992" - SI No.2885



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

IX.4.1.1.1 Pozos.

Como se mencionó anteriormente, el objetivo principal del Proyecto es evaluar la presencia de hidrocarburos en depósitos de formaciones clásticas del período Oligoceno y rocas carbonatadas del Cretácico y Jurásico en el pozo Sayulita-1EXP en el Área Contractual 12. Actividades realizadas en AC12 para este proyecto se llevará a cabo de acuerdo con las mejores prácticas de la industria y de conformidad con los términos y condiciones del contrato antes mencionado con el fin de maximizar la extracción de hidrocarburos, garantizando así beneficios económicos para México.

El pozo exploratorio se perforará utilizando el buque de perforación de aguas ultra profundas DP3 Samsung 96K llamado "Maersk Valiant" de acuerdo con el esquema de pozo presentado en la siguiente figura, que muestra las profundidades, las dimensiones, los diámetros de las perforaciones y los revestimientos, los gradientes de fractura esperados, los fluidos de perforación que se utilizarán y otras características del pozo.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

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

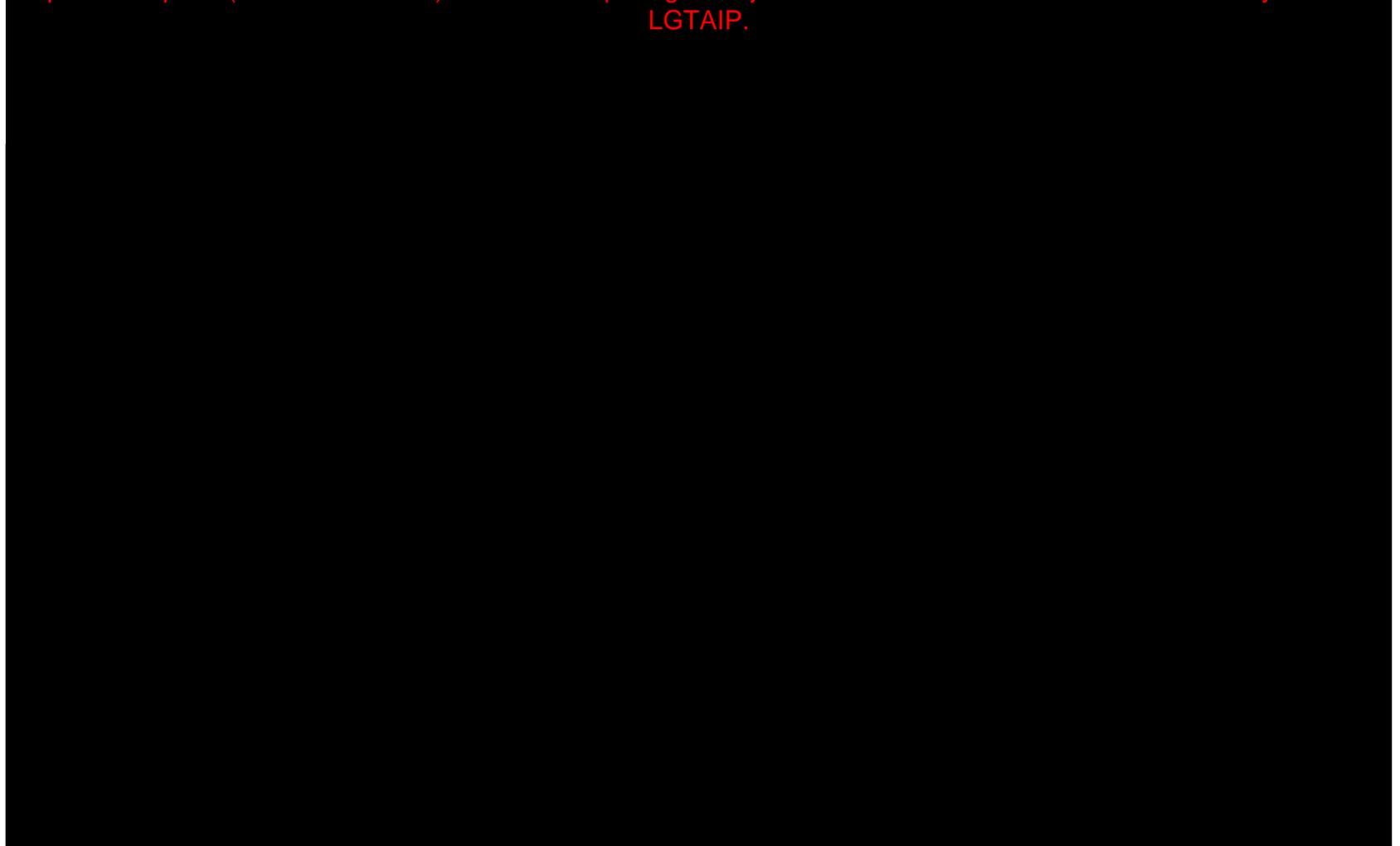


Figura IX-1. Esquema del Pozo Sayulita-1EXP



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

DOCUMENTO No.:
TEM-MA-ME-B12

Tabla IX-1. Características del Pozo Sayulita-1EXP

Formación	Profundidad (TVDDF)	Profundidad (TVSS)	Y coordenadas	X coordenadas
Esquema de pozo (secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.				



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Perforación y Control de Pozos.

Elevación y manipulación de tuberías.

Manejo de la parte superior.

Se proporcionan dos (2) unidades superiores NOV TDX-1250 con plataforma retráctil, para los centros de pozos principales y auxiliares. Las unidades superiores tienen una capacidad nominal de 1.250 toneladas. El manipulador de tubería tiene una capacidad de suspensión de enlace de 1,250 toneladas, un diámetro exterior máximo de la junta de herramienta de 10" y el par de arranque máximo que puede aplicar el sistema es de 150,000 pies-lb (203,400 Nm).

- Máx. velocidad de rotación: 275 rpm
- Máx. par de perforación continuo: 105,000 pies-lb (142,300 Nm)
- Máx. Par de perforación intermitente: 150,000 ft-lbs (203,400 Nm)

Cuello de hierro

Se proporciona un juego de cuello de hierro, del tipo ARN-200, para el centro del pozo de perforación principal y otro juego para el centro del pozo de perforación auxiliar. Los cuellos de hierro están equipados con el marco de herramienta TF-975 para girar y apretar el tubo / collar de perforación de 3 ½ "a 9 ¾".

Puede alcanzar una velocidad de giro de hasta 100 rpm, compensar un par de 140,000 Nm y un par de arranque de 200,000 Nm.

Diapasón

El diapasón tiene una capacidad de extracción de 210 soportes de 6 tubos de perforación de 5/8 ", 90 soportes de tubo de perforación de 5", 54 soportes de tubo de perforación de 3 ½ ", 10 soportes de collares de perforación de 9 ½ " y 7 soportes de 8 ¼ " de Taladro de collares.

Sin embargo, la capacidad de trasiego está limitada a 1200 mT, a pesar de que los diapasones podrían tomar más tuberías.

Sistema de estantería de tuberías

Hay dos estanterías de tuberías que son bastidores verticales diseñados para armar estanterías, levantar y colocar tubulares entre el diapasón, el centro del pozo y la pasarela. Los estantes de tuberías están diseñados para operar en áreas peligrosas de la Zona 1 y en ambientes de alta humedad y alta salinidad.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

HydraRacker es un sistema manual, semiautomático y automático de tres brazos. Dos carros llevan la columna, el carro inferior corre en un riel en el piso de perforación y el carro superior corre en una viga en la torre de perforación.

Un cabrestante de elevación en la parte superior de la columna realiza la elevación levantando el brazo principal. El brazo principal está equipado con un cabezal de agarre de sujeción para levantar el soporte tubular y una guía para sostener el soporte cuando el cabezal de agarre cuelga de la empuñadura durante la construcción del soporte y se rompe.

Grúa para manipulación de tuberías

La grúa de manipulación de tuberías es una grúa de brazo articulado y telescópica combinada de alta mar. Está diseñado específicamente para el manejo de tubulares entre la cubierta de la tubería y el sistema de lanzadera de pasarela.

El brazo articulado y el brazo telescópico eliminan el riesgo de cargas oscilantes normalmente asociadas con los sistemas de ganchos y cables.

Las especificaciones principales son las siguientes:

- Radio de trabajo máximo: 22,3 m.
- Radio de trabajo mínimo: 3,2 m.
- Capacidad del yugo de agarre: 5 toneladas
- Auge principal de velocidad abatible: 55 segundos
- Pluma telescópica de velocidad abatible: 50 segundos
- Velocidad de salida del telescopio: 18 segundos
- Rotación de rpm: 0.6 ($\pm 180^\circ$)

La grúa se controla de forma remota desde la cabina de control del perforador o mediante un control remoto por radio portátil. El sistema de control de la grúa tiene dos fuentes de alimentación UPS. El sistema está diseñado para dos movimientos simultáneos a máxima velocidad y carga. Las paradas de emergencia se encuentran en el gabinete de control (plataforma principal), el pedestal y el control remoto.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Pasarela de manejo

Sistema de transporte

El sistema de transporte de pasarela está diseñado para el manejo seguro de manos libres de los tubulares durante el funcionamiento dentro y fuera del pozo. El sistema está diseñado para un manejo brusco, un mantenimiento sencillo y un funcionamiento prolongado y sin problemas.

Las especificaciones principales son las siguientes:

- Fabricante: NOV
- Tamaño del patín: 21,650 mm x 2,300 mm x 1,080 mm (sin incluir PTA y marco de transporte)
- Longitud del recorrido del patín: 20,400 mm.
- Skate SWL: 20,000 kg
- Fuerza motriz del patín: 50,000 N
- Conducir: cremallera y piñón y frenos a prueba de fallas
- Longitud de desplazamiento del transbordador: 18.400 mm.
- Fuerza de arrastre / empuje: 9,000 N
- Lanzadera SWL: 10,000 kg
- Capacidad de elevación del volquete: 3,500 kg (hasta 20 "de diámetro incluido)
- Accionamiento de volquete: cilindros hidráulicos.
- Tamaños tubulares de brazo de cola: 2-7 / 8 "a 36"

Todas las funciones del sistema se controlan desde un panel de control remoto portátil. El sistema también está equipado para interactuar con la cabina de control del perforador. El mantenimiento y la operación de emergencia del sistema se controlan mediante válvulas de control montadas en la parte trasera del patín.

Centro de perforación principal del pozo

Se proporciona un (1) sorteo de tiro activo, capaz de 1.250 toneladas cortas de carga de gancho. Un engranaje de una sola velocidad es impulsado por seis (6) motores de CA de 1,500 hp (5GEB 28A1). El calado está ranurado para una línea de perforación de 2-1 / 8 ", y el tirón nominal máximo es de 1.134 t cuando se ensarta para 16 líneas.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

El frenado normal (dinámico), cuando se baja, es mediante el uso de frenado regenerativo. Los motores de accionamiento actúan como generadores donde la energía se alimenta a las unidades de resistencia de frenado refrigeradas por agua de mar.

Un sistema de freno de disco está diseñado como freno de estacionamiento y freno de parada de emergencia. Excepto en situaciones de emergencia, los frenos de disco no se utilizan para el frenado dinámico.

Centro de perforación auxiliar

Se proporciona un (1) sorteo de tiro activo, capaz de 1,000 toneladas de carga de gancho corto. Un engranaje de una sola velocidad es impulsado por seis (6) motores de CA de 1.150 hp (GEB 22A5). El calado está ranurado para una línea de perforación de 2", y el tirón nominal máximo de los calados es de 907 t cuando se encadena por 14 líneas.

El frenado normal (dinámico), cuando se baja, es mediante el uso de frenado regenerativo. Los motores de accionamiento actúan como generadores donde la energía se alimenta a las unidades de resistencia de frenado refrigeradas por agua de mar.

Un sistema de freno de disco está diseñado como freno de estacionamiento y freno de parada de emergencia. Excepto en situaciones de emergencia, los frenos de disco no se utilizan para el frenado dinámico.

Mesa giratoria, Centro de pozo de perforación principal:

- Fabricante: NOV
- Modelo: RST 755
- Velocidad a 40 GPM de flujo hidráulico: 5 rpm
- Velocidad máxima a 115 GPM de flujo hidráulico: 15 rpm (intermitente)
- Presión de trabajo hidráulica máxima aplicada: 3000 psi
- Capacidad de carga vertical: 1.375 toneladas cortas (1247 t)
- Capacidad de carga giratoria: 1,000 toneladas cortas (907 t)
- Apertura máxima: 75-1 / 2 "con buje adaptador 75-1 / 2" X 49-1 / 2 "
- Par máximo continuo a 5 rpm: 45,000 pies-lb (61,011 Nm)
- Par máximo de respaldo bloqueado: 120,000 ft-lb (162,698 Nm)
- Centro de perforación auxiliar:



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- Fabricante: NOV
- Modelo: RST 605
- Velocidad a 40 GPM de flujo hidráulico: 5 rpm
- Velocidad máxima a 115 GPM de flujo hidráulico: 15 rpm (intermitente)
- Presión de trabajo hidráulica máxima aplicada: 3000 psi
- Capacidad de carga vertical: 1,000 toneladas cortas (907 t)
- Capacidad de carga giratoria: 740 toneladas cortas (671 t)
- Apertura máxima: 60-1 / 2 "con buje adaptador 60-1 / 2" X 49-1 / 2 "
- Par máximo continuo a 5 rpm: 45,000 pies-lb (61,011 Nm)
- Par máximo de respaldo bloqueado: 120,000 ft-lb (162,698 Nm)

Sistema anticolidión

El propósito del sistema anticolidión es detectar y prevenir la colisión entre los siguientes equipos:

- impulsión superior (pozo principal y auxiliar)
- dibujos (pozo principal y auxiliar)
- Hydratong incluyendo el cubo de lodo (pozo principal)
- Hydratong (pozo auxiliar)
- Alcance extendido Hydraracker, que incluye tubería doper (pozo principal y auxiliar)
- Pinzas de respaldo elevadas (pozo principal y auxiliar)
- máquina de pasarela vertical que incluye el brazo de cola (pozo principal)
- máquina de pasarela de tuberías que incluye el brazo de cola (pozo auxiliar)
- cesta de servicio y acceso (torre de perforación)
- brazo guía de construcción de soporte (pozo auxiliar)
- brazo manipulador del piso de perforación (centro de la torre de perforación)
- grúa de manipulación de tuberías (solo contra la máquina de pasarela de tuberías)

El sistema utiliza cajas y cilindros descritos alrededor de maquinaria con coordenadas que pueden medirse contra otros elementos de maquinaria para evaluar dónde podría ocurrir una colisión.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

El sistema de control anticolidión, junto con el Sistema de enclavamiento de tuberías (PIM), el Control de múltiples máquinas (MMC), el Diagnóstico de máquinas y el Movimiento sin demanda, es un subsistema de la Interfaz inteligente de máquinas (SMI). El SMI comprende un gabinete PLC, la plataforma de hardware y las interfaces relevantes de la máquina. Las funciones de los diversos subsistemas son las siguientes:

- Sistema de bloqueo de tuberías: gestione la seguridad, el bloqueo de tuberías, sistema, anular la funcionalidad y la interfaz intuitiva
- Control de múltiples máquinas: controle el disparo, la perforación de la construcción vertical y mantendrá una velocidad constante.
- Diagnóstico de la máquina: diagnostica y monitorea la máquina enclavamiento, gráficos de secuencia, conteo de horas, monitoreo de E / S y encontrar fallas.

El SMI PLC se comunica en ambas direcciones con la Interfaz hombre-máquina (HMI), que es principalmente una estación de operador de Cyberbase. La estación del operador de Cyberbase también se comunica con cada máquina.

Sistema de lodos y cemento.

Sistema de lodo de alta presión

El sistema de lodo de alta presión consiste en bombas de lodo en la sala de bombas de lodo, un colector de tubería vertical en el piso de perforación y las tuberías asociadas.

Bombas de lodo

La embarcación está equipada con cinco (5) bombas de lodo National triplex 14-P-220 de 7,500 psi WP, cada una impulsada por 2 motores eléctricos con una potencia de 1.150 caballos de fuerza. Las bombas están equipadas con válvulas de alivio de reinicio Titan 44000-02BX. Las bombas son alimentadas con lodo de los pozos por cinco (5) bombas de carga centrífuga Supreme-2500 de la misión NOV con una potencia de 150 hp cada una y una capacidad de bombeo de 363 m³ / h.

Las bombas de lodo se controlan y monitorean desde las estaciones del operador de cyberbase en la cabina de control del perforador en el piso de perforación. Cada bomba de lodo tiene un panel de control local para el control y servicio de la bomba de lodo local.

Parada de emergencia de bomba de lodo común: cuando lo común

Los botones de parada de emergencia en el pozo principal o en el pozo auxiliar están activados (pedestal), todas las bombas de lodo y sus equipos auxiliares se apagarán. El comando cyberbase "on" se reiniciará.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Parada de emergencia de la bomba de lodo local: cuando se presiona el botón de parada de emergencia local en el panel de control de la bomba de lodo, la bomba de lodo específica y sus auxiliares harán una parada completa. El comando cyberbase "on" se reiniciará.

Parada de emergencia de perforación: cuando se activa uno de los cuatro botones de parada de emergencia en el piso de perforación, todas las bombas de lodo y sus equipos auxiliares se apagarán. El comando cyberbase "on" se reiniciará.

La ventilación mecánica en la sala de bombas de lodo no se ventila con presión positiva. Hay 2 suministros y 2 extractores con el mismo tamaño, tampoco hay alarma diferencial. Es el pozo de lodo al lado de la sala de bombas de lodo que tiene presión negativa monitoreada por el PMS.

Sistema de estrangulamiento y muerte El múltiple de estrangulamiento y muerte está ubicado en el piso de perforación. El colector está conectado al dispositivo de prevención de reventones (BOP) a través de tuberías de alta presión y líneas flexibles a las líneas de estrangulamiento y muerte que se extienden a lo largo del exterior del sistema elevador marino que se conectan al BOP en el fondo del mar.

El múltiple de estrangulamiento y muerte comprende dos válvulas de estrangulador automático controladas a distancia y dos válvulas de estrangulador manual. El lado aguas arriba del múltiple (antes de los estranguladores) tiene una capacidad de 15,000 psi y aguas abajo a 10,000 psi.

El control de los estranguladores hidráulicos y las válvulas de compuerta hidráulicas se realiza desde un panel de control local integral con el sistema múltiple y desde un panel remoto en la cabina de control del perforador (DCC). Las dos (2) indicaciones de posición del estrangulador automático se muestran en el panel de control local. El suministro de energía eléctrica al panel de control proviene de una fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) de perforación.

Las conexiones ascendentes de 15k al múltiple de estrangulamiento y muerte son las siguientes:

- 2 líneas cada 15k hacia / desde BOP, cada una con dos válvulas de aislamiento, un manual y el otro operado hidráulicamente.
- 1 cada línea de ventilación de gas con dos válvulas de aislamiento manual (para ventear el gas del tubo ascendente para estrangular y matar)
- 2 entradas de inyección de cada glicol
- 1 cada entrada desde el colector de cemento
- 1 cada entrada desde el colector de tubería vertical de lodo



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Las conexiones aguas abajo de 10k al múltiple de estrangulamiento y muerte son las siguientes:

- 2 salidas cada uno al MGS
- 1 cada salida al brazo del quemador
- 1 cada salida al mini tanque de disparo de 8 barriles (1.3 m³)
- 1 cada salida a la línea de estribor por la borda.

Sistema de cemento Una unidad de bombeo independiente es propiedad y es proporcionada por un proveedor externo. La unidad de cementación montada sobre patines tiene una capacidad nominal de 15,000 psi WP y funciona con energía eléctrica. La unidad de cementación está completa con tanques de aditivos líquidos, instrumentación, soporte de control, tanques de desplazamiento, tanque antiespumante y bomba, y el colector de descarga estilo 'H' está instalado en la sala de la unidad de cemento. La unidad está diseñada según los estándares API relevantes.

La indicación de presión se proporciona en el colector de tubería vertical de cemento en el piso de perforación. Las alarmas y las señales de monitoreo de la unidad de bomba de cemento se muestran en la consola de control de ciberbase del perforador en el piso de perforación.

Sistema de lodo de baja presión

La mezcla de lodo y el sistema de mezcla y paleta de aditivos químicos comprende el siguiente equipo:

- Máquina de corte de sacos con sistema de extracción de polvo.
- máquina de elevación de sacos
- depósitos de polvo
- Unidad de bolsa grande con tornillo dosificador
- válvula de distribución
- transportadores de tornillo
- Mezcladores / tolvas de lodo
- Tanques de compensación
- Alimentador de tanque de compensación
- Monitoreo de densidad de lodo
- unidad de aditivo líquido



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- unidad de mezcla cáustica
- Unidad de corte de LP
- Bombas de mezcla / transferencia de lodo

Los aditivos de la bolsa grande, la máquina de corte de sacos y los tanques de compensación se miden y mezclan en la tolva y se alimentan al mezclador de lodo (venturi) donde se mezclan con el fluido de lodo entrante bombeado desde los pozos de lodo. El lodo se descarga de nuevo al pozo de lodo seleccionado o cuando se requiere el pozo de babosas seleccionado. El llenado / transferencia de lodo desde los pozos de lodo, etc., utilizando la (s) bomba (s) de transferencia de mezcla de lodo es controlado por las válvulas de mariposa de operación remota de las bombas seleccionadas.

Los pozos de lodo tienen líneas de sistema auxiliar independientes que fluyen directamente al lodo y los pozos de babosas a través del sistema de mezcla de lodo. El suministro se toma de lo siguiente:

- sistema de agua de mar
- perforar agua
- Sistema de aceite base
- sistema de salmuera

El retorno del lodo a los pozos se mezcla con el aditivo apropiado abriendo las válvulas de cabecera del sistema auxiliar.

Se incorporan cuatro (4) mezcladores de lodo de alta velocidad en el sistema de mezcla de lodo, estos se encuentran en la parte superior de los pozos de lodo OBM Nos.12 y 6 y los pozos de lodo WBM 2 y 8. Los mezcladores están diseñados para mezclar polvo de tanques a granel directamente en los pozos de lodo a medida que el lodo de retorno circula a través de la unidad.

Hay cuatro (4) bombas de mezcla / transferencia de lodo. Las bombas son bombas centrífugas horizontales de accionamiento eléctrico capaces de suministrar 227 m³ / h de fluido de lodo. La velocidad de las bombas está regulada por un variador de frecuencia para garantizar un caudal controlado.

El sistema de aditivos de lodo (proceso de mezcla de líquidos) puede controlarse mediante el Sistema de control de lodo (MCS).

Los pozos de lodo están ubicados desde la cubierta inferior hasta la cubierta principal.

Tabla IX-2. Capacidades de los Tanques de lodo

Tanque	Capacidad (m3)
Pozo de lodo No.1 - Activo	93.9
Pozo de lodo No.2 - Activo	93.9
Pozo de lodo No.3 - Activo	46.1
Pozo de lodo No.4 - Activo	46.2
Pozo de lodo No.5 - Activo	93.9
Pozo de lodo No.6 - Activo	94.0
Pozo de lodo No.7 - Activo	93.7
Pozo de lodo No.8 - Activo	93.7
Pozo de lodo No.9 - Activo	93.7
Pozo de lodo No.10 - Activo	93.7
Pozo de lodo No.11 - Activo	93.7
Pozo de lodo No.12 - Activo	93.7
Tanque de reserva de barro No.1	258.4
Tanque de reserva de barro No.2	236.2
Tanque de reserva de barro No.3	271.0
Tanque de barro de reserva No.4	248.4
Tanque de barro de reserva No.5	234.7
Tanque de reserva de barro No.6	388.3
Tanque de lodo residual	258.4
Tanque Químico No.1	24.2
Tanque Químico No.2	24.2
Pozo Slug No.1	24.2
Pozo Slug No.2	24.2
Tanque trampa de arena	18.2
Tanque desgasificador	20.0
Tanque Desvanecedor y Deslizador	20.0
Tanque de retorno	20.0
No.1 Tanque de viaje	9.2
No.2 Tanque de viaje	9.1
Tanque de retención de desagüe	96.0

Sistemas de retorno de lodo

El sistema de proceso de lodo con máquinas / equipos y válvulas operadas a distancia que incorporan sensores e instrumentos está integrado en la Red de Control de Perforación (DCN).

El sistema de proceso de lodo está ubicado en el módulo de proceso de lodo y comprende lo siguiente:

- Gumbo Box Conveyor x 1
- Caja de encabezado de distribución x 1
- Shale Shakers x 6
- Transportadores de tornillo de corte



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- Sopladores de corte x 2
- Tanque trampa de arena x 1
- Tanque desgasificador x 1
- Desgasificadores centrífugos x 2
- Desander / Desilter x 1 (con agitador)
- Tanque de retorno x 1 (con agitador)
- centrifugadoras x 2 suministradas por bombas de alimentación de lodo tipo mono
- bomba de tratamiento de lodo x 3

Separador de gas de lodo

El separador de gas de lodo (MGS) se encuentra sobre el piso de perforación. Tiene una capacidad de separación de gas de 5 metros cúbicos estándar por segundo ($5 \text{ Sm}^3 / \text{s}$). La presión nominal de diseño es de 14.8 bar.

Las siguientes líneas descargan al MGS:

- 2 cada una, líneas de 5 pulgadas desde el múltiple estrangulador y matador
- 1 cada línea de lodo caliente de 4 pulgadas desde las bombas de transferencia de lodo.

El MGS consiste en un recipiente cilíndrico vertical que contiene una serie de placas deflectoras. El gas de corte de lodo se entrega a la parte superior del recipiente y fluye hacia abajo sobre las placas deflectoras. La acción del lodo que impacta los deflectores libera el gas del lodo. El gas liberado fluye hacia arriba a través de la línea de ventilación de 12 pulgadas y se descarga en un punto por encima del bloque de la corona, en la parte superior de la torre de perforación.

Sistema BOP

El buque de perforación está equipado con un sistema de control de pozos de 15,000 psi que consta de 2 pilas de BOP y múltiple de estrangulamiento / muerte y un sistema desviador de 500 psi. Los sistemas son operados por una unidad de control de pozo dedicada. La pila BOP, el desviador y la unidad de control están diseñados y mantenidos de acuerdo con los estándares API pertinentes.

Desviador

El buque de perforación está equipado con un conjunto desviador Vetco Gray 72 "Complete Shut Off (CSO).

El sistema desviador comprende lo siguiente:



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- Conjunto de desviador CSO 72 "ID: (capacidad de cierre completo con orificio pasante de 20" y clasificación de 500 psi cuando se cierra sobre un agujero abierto).
- Carcasa de soporte del desviador: (Tipo CSO para mesa giratoria de 75.5").

Contiene 8 perros de bloqueo con una capacidad de carga ascendente de 2.0 millones de libras.

Las salidas de desvío consisten en:

- 3 x 18" Clase 300 R-69 RTJ aleación 625 superposición bridada
- 1 x 4" Clase 300 R-37 RTJ aleación 625 superposición bridada
- 1 x 6" Clase 300 R-45 RTJ aleación 625 superposición bridada

Conjunto de herramienta de prueba: (contenido dentro de la carcasa de soporte y utilizado para probar el conjunto de desviador CSO)

- Conjunto de herramienta de manipulación:
- Articulación flexible de desvío: (Articulación flexible de aceite (doble extremo) 22 "ID, clasificada a 500 psi con 3000 kips a +/- 15 grados)
- 3 x 18" válvulas de bola de desvío
- Válvula de bola de prueba y llenado de 1 x 4 "
- Válvula de tanque de disparo de 1 x 8 "
- Base de almacenamiento de desvío: (estructura fabricada para almacenar el conjunto del desviador) El principio del desviador es dirigir los fluidos del pozo por la borda y lejos de la embarcación a través de las líneas de desviación de babor o estribor. Esto se lleva a cabo activando las válvulas hidráulicas de operación remota apropiadas.

Todas las válvulas operadas a distancia se controlan desde el panel de control del desviador ubicado en el taller submarino, CCR o la consola del perforador.

El fluido hidráulico está disponible en la HPU BOP / Desviador.

Preventores.

Se proporciona una pila de 15,000 psi WP BOP con una profundidad de agua de 12,000 pies en el buque de perforación. El conjunto de la pila BOP inferior consta de:

- Dos (2) GE Hydril, Tipo GX, 18 3/4 "x 10,000 psi WP anulares preventivos. La conexión superior es 18 3/4" x 10,000 psi API tachonada con ranura de anillo BX-164 y la conexión



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

inferior es 18 3/4 "x API de 10,000 psi con bridas con ranura de anillo BX-164. Los cabezales de prevención son del tipo de bloqueo radial.

- Seis (6) GE Hydril, tipo doble compacto, 18 3/4 "x 15,000 psi WP preventores ram. Los bloqueos de ram son del tipo de bloqueo de posición múltiple (MPL). Las conexiones superiores son 18 3/4" x 15,000 psi API tachonada con ranura de anillo BX-164 y las conexiones inferiores son 18 3/4 "x 15,000 psi API bridadas con ranura de anillo BX-164.

Las superficies de prevención de reventones expuestas a fluidos de pozo cumplen con los requisitos de la norma NACE MR0175. La pila BOP está clasificada para un rango de temperatura de -7 a 177 ° C y está recortada para el servicio H2S.

Un paquete de elevador marino inferior (LMRP) se encuentra sobre el conjunto de la pila BOP inferior.

Sistema de control

El buque de perforación está provisto de una unidad de acumulador de superficie completa con un acumulador WP de 5,000 psi con capacidad total según los requisitos de la autoridad. El caudal de la bomba de recarga del acumulador es según API 16D.

El Sistema de Control BOP Mux se carga con fluido de control BOP por la HPU desde la presión de precarga hasta la presión de funcionamiento del sistema. Los bastidores acumuladores están diseñados de acuerdo con API 16D y cumplen con los requisitos mínimos de volumen de fluido de energía utilizable del código.

El sistema acumulador tiene un volumen de mil ochocientos (1800) galones y consta de ciento veinte (120) cada quince (15) galones, 5000 psi de acumuladores de presión de trabajo. Las botellas están dispuestas en seis (6) bastidores. Cada acumulador contiene dos (2) colectores individuales. Todos los bastidores están conectados al cabezal hidráulico del sistema de control BOP Mux.

La unidad de depósito de fluido consta de un tanque de agua de 75 galones, un tanque de fluido concentrado de 550 galones, un tanque de fluido de glicol de 650 galones y un tanque de fluido de control mixto de 1350 galones. Se proporcionan tres (3) motores eléctricos de cien caballos de fuerza (100 hp) junto con bombas triplex tipo émbolo para cargar los bastidores del acumulador y operar todas las funciones de la pila hidráulica. Cada bomba producirá 25 gpm a 5,000 psi para un total de 75 gpm al 95% de eficiencia con ambas bombas en funcionamiento. Los motores eléctricos tienen 440 voltios, trifásicos, sesenta (60) Hz clasificados para área segura.

El sistema de control está equipado con un total de tres paneles de control en diferentes ubicaciones (Panel de control maestro del perforador, Panel CCR, Panel de taller submarino) que facilitan la

operación del equipo de control de pozos en situaciones severas. Los paneles de control BOP han sido diseñados para servir como sistemas de respaldo en caso de falla de una unidad de control o partes de una unidad.

Control acústico

El control acústico de los conjuntos de BOP y submarinos utiliza un sistema Kongsberg ACS500 que controla las funciones de solenoide con una función de lectura. El sistema está clasificado para una profundidad de agua de 12000 pies (4000 m). El sistema acústico de doble redundancia también incluye una función de apagado automático basada en las interrupciones de BOP.

Hay dos subsistemas principales; "Submarino y Superficie" con cada uno de los dos subsistemas que tienen un transceptor conectado a un transductor acústico, con un enlace de telemetría acústica establecido entre la superficie y el subsistema submarino.

El subsistema de superficie consta de una Unidad de Comando Acústica (ACU) portátil y el transductor "mojado" con un cabrestante de cable operado manualmente. Cuando se opera, el transductor de "inmersión" se baja al mar. El sistema se comunica con el operador, con la capacidad de ejecutar los comandos necesarios:

- Cizalla de la carcasa - Cerrar
- Todas las puñaladas: retracción
- Rams de persiana / cizalla - Cerrar
- Brazo de corte automático
- Rams de tubos medios - Cerrar
- Desbloqueo secundario del conector LMRP
- Sistema acústico desarmado / reinicio

Intervención de ROV

El BOP también está provisto de paneles ROV que permiten controlar el BOP mediante la intervención del ROV. El conjunto inferior de la pila BOP permite realizar las siguientes funciones:

- Corte de acumulador de pila ROV
- Válvula de descarga del acumulador de pila ROV
- Válvula de aislamiento de descarga segura a prueba de fallas del ROV
- Cizalla de cizalla superior ciega Cerrar



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- Cizalla de cizalla de la carcasa cerrada y brazo de cizallamiento automático
- Cierre de Ram de tubería central
- Conector de cabeza de pozo Puerto de desbloqueo primario y secundario
- Conector de cabeza de pozo Glycol Flush
- Retracción de junta de conector de cabeza de pozo
- Corte de bloqueo del conector de cabeza de pozo

Sistema de elevación marina

El elevador marino conecta el buque de perforación con la cabeza del pozo submarino, lo que permite que el lodo de perforación y los recortes circulen de regreso al buque de perforación para su procesamiento.

Junta telescópica

Dos juntas telescópicas MR-6H-SE compensan el movimiento y el desplazamiento de la perforadora desde el centro del pozo. La junta tiene una carrera de 65 pies (19.8 m) con una longitud total de 80 pies (24.4 m). El ensamblaje tiene una capacidad de tracción operativa de 3.5 millones de libras.

Manipulador de gas

El conjunto de manipulador de gas MR-6H-SE está diseñado para eliminar las patadas del tubo ascendente antes de que lleguen al piso de perforación. El manipulador de gas está ubicado debajo de la junta telescópica y dirige el gas atrapado desde el elevador hacia el estrangulador y el colector de muerte, donde puede desviarse por la borda o enviarse al desgasificador.

Juntas elevadoras marinas

Las juntas verticales MR-6H SE - pared nominal de 21 ¼ "x 0.875" por 90 pies de largo se suministran en dos tipos:

- juntas de espuma
- juntas resbaladizas

Las clasificaciones de flotabilidad para los módulos de espuma son de 2,000 pies, 4,000 pies, 6,000 pies, 8,000 pies y 10,000 pies. Las juntas resbaladizas están provistas de "protectores elevadores" para facilitar el manejo y almacenamiento conveniente.

IX.4.1.1.2 Equipo de Proyecto Principal y Auxiliar.

En el caso de este Proyecto, todo el equipo principal y auxiliar que se utilizará se mantendrá en la unidad de perforación, que es una estructura prediseñada equipada para operaciones de perforación a profundidades de hasta 3.700 m.

La siguiente información es una presentación de las características generales del buque de perforación, además de las especificaciones técnicas del equipo principal y auxiliar que posee.

Las especificaciones principales de la unidad de perforación que se utilizará en las operaciones del Proyecto se presentan en la Tabla IX-3.

Tabla IX-3. Especificaciones de la Unidad de Perforación Maersk Valiant.

Dimensiones Principales	
Longitud total	228 m
Ancho total	42 m
Profundidad del casco	19 m
Apertura de Moonpool	25,6 mx 12,5 m
Peso (barco ligero)	36,700 t
Calado operativo / desplazamiento relacionado	12 m / 96,000 t
Proyecto de tránsito / desplazamiento relacionado	8.5 m / 66,500 t
Calado de supervivencia / desplazamiento relacionado	12 m / 96,000 t
Parámetro de Operación	
Profundidad del agua hasta	3.600 m.
Profundidad de perforación	12,000m
Carga de cubierta variable	20,000 t
Capacidades	
Agua de perforación.	2.400 m3
Agua potable	1200 m3
Fuel oil	6,000 m3
Lodo líquido (activo)	1030 m3
Lodo líquido (reserva)	1637 m3
Barro a granel	452 m3
Cemento a granel	452 m3
Residuos de lodo (tanque de decantación)	258 m3

Fuente: Maersk Valiant HSE Case, 2017.

Las especificaciones generales del equipo de perforación principal se muestran en la Tabla IX-4.

Tabla IX-4. Equipos y / o Maquinaria para Perforación (Unidad de Perforación)

Equipo de Perforación	
Criterios de diseño de perforación	
Profundidad máxima de agua	3,600 m
Profundidad de perforación	12,000m
Bombas de lodo - Presión de descarga	7500 psi
Colector de tubo vertical	7500 psi
Colector de estrangulamiento	15000 psi
Colector de cemento	15000 psi
Presión de descarga de la unidad de cemento	15000 psi
18 ¾ "BOP	15000 psi
IBOP	15000 psi
Separador de gas de lodo	15 MMscfd
Máxima carga de elevación de la torre de perforación:	
Centro de pozos principales	1250 st (1134 mt)
Centro de pozo auxiliar	1000 st (907 tm)

Fuente: Maersk Valiant HSE Case, 2017.

IX.4.1.1.3 Almacenamiento

El combustible utilizado en el buque de perforación es Diesel Marino (MDO) y la unidad tiene una capacidad total de almacenamiento de MDO de aproximadamente 6,000 m3.

Se proporcionan dos (2) tanques de servicio MDO, cada uno de 113,4 m3 de capacidad, que suministran diésel para los motores del generador principal. Se proporciona un tanque de servicio MDO separado en la sala del generador de emergencia para el generador de emergencia.

El abastecimiento de combustible MDO se realizará desde la estación de abastecimiento provista a cada lado del buque de perforación. El MDO se almacena desde un barco de suministro y se carga en las estaciones de abastecimiento en el puerto y los costados de estribor del barco a nivel de la cubierta principal. Solo se puede usar una de las estaciones de abastecimiento en cualquier momento, la otra está aislada de forma segura para evitar fugas de aceite. Cada estación de carga incluye un carrito de manguera, una válvula de aislamiento y una válvula de muestreo de aceite. El muestreo de combustible se realiza mediante un método de goteo o "muestra puntual" en una botella de muestra. Un encabezado transversal común se une a las dos estaciones de carga y desde allí una tubería se conecta con el tanque

Colector de llenado en los espacios de la sala de máquinas. La línea de conexión al colector de llenado del tanque está equipada con un filtro dúplex, medidor de flujo y válvulas de aislamiento; hay una línea de derivación del medidor de flujo, pero normalmente está aislada. Una línea de las



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

bombas de transferencia MDO se conecta con la línea de llenado para permitir la transferencia MDO entre tanques. Cada uno de los cuatro tanques de almacenamiento MDO de la sala de máquinas (dos en la sala de máquinas de babor y dos en la sala de máquinas de estribor) tiene una válvula de llenado operada manualmente. Los tanques están equipados con medidores de nivel para indicación local y transmisores de nivel para indicación remota en el sistema de sondeo remoto IAS.

Hay dos sistemas de transferencia MDO separados y están ubicados en el puerto y las salas de máquinas de estribor. En cada sala de máquinas hay dos tanques de almacenamiento MDO, un tanque de servicio MDO, un tanque de drenaje por gravedad MDO y dos bombas de transferencia MDO. Una bomba de transferencia se designa como la bomba de transferencia principal y la otra, de menor capacidad de bombeo, se designa en la parte superior la bomba de transferencia MDO. Las válvulas cruzadas permiten que ambas bombas realicen las mismas tareas. Para las salas de máquinas de babor y estribor, las bombas de transferencia MDO están ubicadas en la sala de purificadores a nivel de la cubierta 4; la sala de purificadores se encuentra en el extremo delantero de la sala de máquinas. Las válvulas de succión en los tanques de almacenamiento MDO son del tipo de cierre rápido.

Las válvulas cruzadas permiten que la bomba de transferencia en una sala de máquinas se use en el tanque de servicio en otra sala de máquinas.

Las principales bombas de transferencia MDO se pueden seleccionar para control remoto en el gabinete de arranque local, donde luego se puede iniciar desde las pantallas IAS. Si se selecciona la bomba para el modo AUTO desde la pantalla IAS, el llenado de un tanque se detendrá automáticamente cuando el nivel del tanque alcance el interruptor de nivel alto. La indicación de funcionamiento está interconectada con el IAS. Las bombas de transferencia MDO también se pueden operar localmente desde el gabinete de arranque, cuando se han configurado en modo LOCAL.

El sistema de purificación MDO está dispuesto independientemente en babor y estribor, que consta de cuatro (4) purificadores Alfa Laval S936. El servicio MDO y los sistemas de drenaje de cada sala de máquinas (babor, centro y estribor) son independientes entre sí.

El sistema de distribución de gasóleo suministra gasóleo a diversos servicios dentro del DDS y se alimenta desde el buque.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

IX.4.2 Descripción detallada del Proceso

IX.4.2.1 Análisis de Actividades de Alto Riesgo

Explosivos: cuando los explosivos están a bordo, se almacenan en un área de almacenamiento dedicada. Está ubicado en el lado de babor del área extendida de prueba de pozo. Consulte las instrucciones de radiactivo / explosivo en el sistema de gestión, para más detalles. Estos materiales son manejados únicamente por personal especializado en subcontratos.

Materiales radiactivos: cuando los materiales radiactivos están a bordo, se almacenan en un área de almacenamiento dedicada. Está ubicado en el lado de babor del área extendida de prueba de pozo. Consulte las instrucciones de radiactivo / explosivo en el sistema de gestión, para más detalles. Estos materiales son manejados únicamente por personal especializado en subcontratos.

Pintura: todas las pinturas y materiales asociados se almacenan en Locker.

Productos químicos diversos: estos productos químicos, que pueden ser secos o húmedos, se almacenan en el área de almacenamiento del saco. Se controlan de acuerdo con el proceso en Manipulación y utilizan productos químicos MODU en el sistema de gestión SIRIUS.

IX.4.2.1.1 Descripción del equipo de proceso principal y auxiliar

El Mersk Valiant es una torre de perforación dual de aguas ultra profundas posicionada dinámicamente para actividades de perforación. Estará equipado con los equipos de perforación y control de pozos principales y auxiliares que se especifican a continuación:

El casco del serbal se divide en varios compartimentos. La central eléctrica principal está situada en el extremo de popa y consta de tres salas de máquinas adyacentes separadas. El equipo marino auxiliar se guarda en las salas de bombas de proa y popa. El sistema de propulsión consta de seis (6) motores retráctiles de 5,000 KW que utilizan un mecanismo de elevación de piñón y cremallera.

Partes Superiores

En la cubierta superior del casco, se disponen instalaciones que incluyen una torre de perforación / piso de perforación / subestructura con equipo asociado, grúas, sistema de manejo de equipos, módulo de lodo, módulo de tratamiento de lodo, módulo de control submarino, área de almacenamiento vertical, almacenamiento de la carcasa y EWT zona.

La torre de perforación está diseñada para acomodar un paquete de perforación doble que incluye dos (2) unidades superiores, sistemas de tiro compensado activo, mesas giratorias, etc.

La torre de perforación, con una base de 18,3 m x 24,4 m y una altura de 64 m, incluye todas las instalaciones que se consideran necesarias para la ejecución segura y eficiente de todas las



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

operaciones de perforación previstas. La capacidad de manejo de doble tubería permite una mayor eficiencia. Mientras una cadena está trabajando en el centro del pozo principal, una segunda cadena de p. Ej. La carcasa, el tubo de perforación o el conjunto del orificio inferior en el centro del pozo auxiliar se pueden ensamblar y volver a colocar en el área del respaldo para su uso posterior en el centro del pozo principal o desmontarse y colocarse en la plataforma.

La carga dinámica máxima del gancho para el pozo principal es de 1.134 t, y para el pozo auxiliar es de 907 t. La distancia entre los centros de la torre de perforación es de 12,2 m.

La torre de perforación está diseñada de acuerdo con API 4F y criterios ambientales y de diseño. Ha sido diseñado para maquillar y romper tuberías de perforación, BHA y carcasa durante la perforación y para tener la posibilidad de colocar soportes de tubería de perforación en cuádruple Rango 2 (30 pies) y triple Rango 3 (45 pies), soportes de carcasa en triple (40 pies cada uno).

IX.4.2.1.1.1 Sistemas Mecánicos

Sistema de sentina

El sistema de sentina se utiliza para eliminar las acumulaciones de agua de los compartimentos de la plataforma de la maquinaria o los tanques del fondo interior. El buque de perforación está equipado con dos (2) bombas de achique operadas independientemente ubicadas en la sala de bombas de lastre, cada una de las cuales puede servir como respaldo para la otra. La capacidad de descarga de cada bomba es de 100 m³ / h.

La sentina en la sala de bombas de lastre se descarga por la borda mediante bombas de sentina a través de un sistema de monitoreo de descarga de aceite. La sentina en cada compartimento HPR se descarga por la borda mediante un eductor de 10 m³ / h accionado por la línea de lavado de incendios y cubierta.

Se proporcionan dos (2) pozos de sentina con alarmas de nivel (2 sensores de nivel y 1 alarma común) para la sala de bombas de lastre.

En el espacio principal de maquinaria, se proporcionan los siguientes tanques para el manejo de la sentina:

- Depósito auxiliar de sentina de sala de maquinaria: 20 m³
- Depósito de sentina de la sala de máquinas: 50 m³
- Depósito de aceite de sentina separado de la sala de máquinas: 10 m³

El buque de perforación está equipado con las siguientes bombas para operaciones de sentina normales y de emergencia:

Tabla IX-5. Bombas de Achique.

No.	Nombre	Capacidad (m3/h)
2	Bomba Fwd Bilge & G.S	340
1	Fwd aux. mach. bomba de achique	5
2	Lastre en popa, sentina y bomba G.S	500/240
1	Bomba de achique E / R en popa	5
6	Bomba de achique de la sala de propulsión	3
1	Bomba de fuego fwd	750
2	Bomba de fuego en popa	750

Un separador de sentina diseñado para un máximo contenido de aceite de 5 ppm de agua separada con unidad de ruptura de emulsión según el estándar del fabricante, y se proporciona una alarma de achique de contenido de aceite en la sala de máquinas. La unidad tiene una capacidad de 5 m³ / h y cumple con los requisitos de la Resolución IMO MEPC 107 (49).

Se proporciona un sistema de medición de nivel del tipo de transductor de presión eléctrico para los siguientes tanques y tiro. El nivel y el borrador se indican en la pantalla del monitor para el IAS:

- Tanques de lastre de agua
- Tanque de retención de sentina en fwd. aux. sala de maquinaria
- Depósito de sentina en la sala de máquinas
- Tanque de aceite de sentina separado

Posicionamiento dinámico (DP)

El sistema de Posicionamiento Dinámico (DP) provisto a bordo del buque de perforación es parte del Sistema de Control Integrado (ICS). El propósito del sistema es:

- Mantener la posición y el rumbo del buque de perforación mediante el control automático de los propulsores.
- Cambiar la posición y el rumbo mediante el control automático de los propulsores.
- Proporcionar control de joystick único de todos los propulsores.
- Mantener el rumbo del buque de perforación mientras navega / navega.
- Proporcionar análisis de consecuencias.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

El sistema cumple con el equipo IMO clase 3, por lo que no habrá una sola falla, incluida la pérdida de un compartimento debido a inundación por incendio o incendio, que podría desactivar más de un grupo electrógeno y / o propulsor.

Sistema de propulsión

El buque de perforación está equipado con seis (6) propulsores de azimut desmontables bajo el agua en compartimentos separados. Cada propulsor (5.500 kW) se alimenta desde el cuadro de distribución de 11kV a través de transformadores y unidades de control de accionamiento.

Cada unidad de propulsión está equipada con motores de dirección hidráulica para permitir que la unidad gire al ángulo requerido. La posición del propulsor se mide en el transmisor de retroalimentación para dar una indicación del ángulo en los indicadores locales y también para proporcionar retroalimentación al sistema de control.

El control de los propulsores se realiza a través del sistema Kongsberg KThrust 400 y cada propulsor tiene su propio sistema de control remoto por separado.

El propulsor azimutal tiene una hélice de paso fijo y es controlado por el variador de frecuencia y el motor eléctrico.

Torre de perforación

La torre de perforación está diseñada para acomodar un paquete de perforación doble que incluye dos (2) unidades superiores, sistemas de extracción activados por elevación activa, mesas giratorias, etc.

La torre de perforación, con una base de 18,3 mx 24,4 m y una altura de 64 m, incluye todas las instalaciones que se consideran necesarias para la ejecución segura y eficiente de todas las operaciones de perforación previstas. La capacidad de manejo de doble tubería permite una mayor eficiencia. Mientras una cadena está trabajando en el centro del pozo principal, una segunda cadena de p. Ej. La carcasa, el tubo de perforación o el conjunto del orificio inferior en el centro del pozo auxiliar se pueden ensamblar y volver a colocar en el área del respaldo para su uso posterior en el centro del pozo principal o desmontarse y colocarse en la plataforma.

La carga dinámica máxima del gancho para el pozo principal es de 1.134 t, y para el pozo auxiliar es de 907 t. La distancia entre los centros de la torre de perforación es de 12,2 m.

La torre de perforación está diseñada de acuerdo con API 4F y criterios ambientales y de diseño. Ha sido diseñado para maquillar y romper tuberías de perforación, BHA y carcasa durante la perforación y para tener la posibilidad de colocar soportes de tubería de perforación en cuádruple Rango 2 (30 pies) y triple Rango 3 (45 pies), soportes de carcasa en triple (40 pies cada uno).



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Sistemas de control

Sensores DP

Los sensores conectados a los sistemas de control DP y cJoy comprenden:

- Gyro-1: interfaz serial / discreta con K-Pos DP-32; interfaz serial con K-Pos DP-12 y cJoy
- Gyro-2: interfaz serial / discreta con K-Pos DP-32; interfaz serial con K-Pos DP-12
- Gyro-3: interfaz en serie con K-Pos DP-32; interfaz serial / discreta con K-Pos DP-12
- Wind-1: interfaz en serie con K-Pos DP-32 y cJoy
- Wind-2: interfaz en serie con K-Pos DP-32
- Wind-3: interfaz en serie con K-Pos DP-32 y K-Pos DP- 2
- Wind-4: interfaz en serie con K-Pos DP-32
- Wind-5: interfaz en serie con K-Pos DP-32 y K-Pos DP-12
- VRS-1 (MRU-5): interfaz discreta con K-Pos DP-32 y Joy
- VRS-2 (MRU-5): interfaz discreta con K-Pos DP-32
- VRS-3 (MRU-5): interfaz discreta con K-Pos DP-32 y Pos DP-12
- VRS-4

Borradores de sensores: interfaz de red con K-Pos DP-32 y KPos DP-12 Cada tipo de sensor tiene su propio propósito. Los giroscopios proporcionarán al sistema de control información de rumbo del barco. Los sensores de viento le darán al sistema de control la velocidad y dirección reales del viento. Los sensores VRS proporcionarán a la embarcación ángulos reales de balanceo y cabeceo.

Monitoreo de ángulo de elevación

Se proporcionan dos (2) indicadores de ángulo ascendente en el buque de perforación. Un indicador se encuentra en la parte superior del elevador y el otro en la parte inferior.

Sistema de desconexión de emergencia (EDS)

En caso de pérdida de posición, el buque de perforación tiene la capacidad de operar el EDS. El panel del operador principal se instala en la cabina del perforador con un panel del operador secundario ubicado en el puente.

Se requeriría la operación oportuna del EDS para minimizar el riesgo para el medio ambiente y el equipo de perforación. Para establecer un círculo de vigilancia apropiado para cada ubicación de

perforación, con un margen de seguridad adecuado sin restringir la operación de perforación, se requiere un análisis detallado de los límites operativos. Las consideraciones para calcular un círculo de vigilancia incluyen:

- Ángulo vertical (límite del conector vertical)
- Tiempo EDS
- La articulación flexible (v. Articulación esférica) aumenta el momento en la boca del pozo
- Dimensiones de Moonpool
- Ángulo superior de la articulación flexible
- Tensor del elevador hacia abajo
- Extensión de junta deslizante
- Punto de fluencia de boca de pozo / carcasa
- Punto de fluencia del suelo del fondo marino
- Velocidad de perforación
- Equipos / operaciones especiales, como pruebas de producción.

Reglas y regulaciones

La construcción del Pozo Sayulita-1EXP del Bloque 12 cumple con el siguiente American Bureau of Shipping (ABS) y las normas y reglamentos de la Organización Marítima Internacional (OMI):

ABS	Reglas para construir y clasificar dispositivos móviles en alta mar Unidades de perforación, 2008, incluida la asignación de línea de carga, equipo de carga.
IMO	Code for the Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Units, 2001, Resolution A.649 (16) (1989 MODU Code with 1991 amendments)
UK HSE	Research Report 387 (2005) "Stability"
ICLL	International Convention on Load Lines, 1966, including Protocol of 1988.
CAP 437	UK Civil Aviation Authority (for heliport design)
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea Consolidated Edition, 2001
ICTM	International Convention on Tonnage Measurement, 1969
ABS	ABS Guide for Certification of Cranes 1991



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, Consolidated Edition, 1997 as amended (Single Point Discharge Collection and Treatment)
TC	Transport Canada TP4414, Guidelines Respecting Helicopter Facilities on Ships (For Heliport Design)
API	American Petroleum Institute Specification for Offshore Cranes, API Spec 2C, Sixth Edition, 2004.
AISC	Structural/Steel Outfitting, American Institute of Steel Construction (AISC) –Manual of Steel Construction–Allowable Stress Design, 9th edition.
ASME	Pressure Vessels
ANSI	Piping
COLREGS	1972 Navigation Regulations
IEC	Electro Technical Commission (IEC), publication no. 92 for electrical installation in ships.

Plan de Exploración Metas físicas

El proyecto contempla La perforación de un (1) pozo exploratorio en el área prospectiva del yacimiento Sayulita-1EXP en Área Contractual 12 (Aguas Profundas).

Cobertura en km2 de la adquisición de información geofísica

El Consorcio ha comprado a la compañía WesternGeco un aproximado de 29,600 km² de datos sísmicos del cubo sísmico migrado Tampico/Cordilleras Mexicanas, con el código ARES-DSM-MX-15-3P2/3149.

También se planea la adquisición de, por lo menos, 3500 km lineales de datos magnéticos y gravimétricos aéreos dentro del Área Contractual.

Cobertura en km2 de procesamiento de información geofísica

Compra de un total de 29,600 km² de datos reprocesados del cubo sísmico migrado Tampico/Cordilleras Mexicanas llevada a cabo por WesternGeco, de los cuales 3052.432 km² corresponden al bloque 12. La compra es de los datos ya reprocesados;

Procesamiento de datos gravimétricos y magnéticos de de 3,099 km lineales; y



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Análisis de Velocidad de Alta Densidad (HDVA) utilizando 90 km² del cubo 3D migrado reprocesado Tampico/Cordilleras Mexicanas.

Principal enfoque de los estudios de exploración dentro de la cadena de valor.

Los estudios regionales en el bloque se enfocan en establecer el sistema petrolero de la cuenca fronteriza y en minimizar el riesgo de los elementos geológicos: presencia y efectividad del yacimiento, presencia de la roca generadora y migración, fase del hidrocarburo y tiempo de estructuración. Los estudios de integración técnica se planearon para establecer el sistema petrolero en el Bloque 12 para obtener un inventario de prospectos con su respectivo nivel de prioridad.

Metas volumétricas

Principal tipo de hidrocarburo esperado.

Basados en el entendimiento actual del área gracias a estudios preliminares llevados a cabo durante la etapa de licitación, se espera que los tipos de hidrocarburos sean aceite mediano/ligero, 25-38°API.

Evaluación del potencial petrolero.

La evaluación técnica previa al ingreso arrojó el siguiente inventario de prospectos. Sin embargo, es importante señalar que tanto la evaluación volumétrica como la posibilidad de éxito son preliminares en espera de la ejecución de los estudios exploratorios planificados.

IX.4.3 Descripción del entorno.

IX.4.3.1 Ubicación de la instalación.

El Área 12 del Contrato de Aguas Profundas de la Cuenca Cordilleras Mexicanas se localiza en el Golfo de México, a aproximadamente 78 km de la costa mexicana. Cubre un área de 3,099.432 km² y las coordenadas que delimitan el Área Contractual se encuentran en la Tabla IX-6. La profundidad del agua varía entre 800 m – 2200 m aproximadamente. De acuerdo a nuestro entendimiento, no existen pozos ni instalaciones dentro del Área Contractual. Las evaluaciones previas a la entrada al Área Contractual, han utilizado conjuntos de datos de levantamiento sísmico 3D Multicliente del Azimut Amplio de Campeche (WAZ).

Contractualmente, existe el compromiso de perforación de un pozo en el acuerdo de licencia para el Área Contractual. Se están realizando trabajos técnicos para preparar los programas de perforación durante la línea de tiempo disponible en el periodo inicial de exploración.

**Tabla IX-6. Coordenadas de Delimitación del Área Contractual, Datum ITRF08 epoch 2010
(Equivalente a WGS_1984_UTM_Zona_14N).**

Vértice	Latitud	Longitud
1	21° 47' 30"	96° 28' 00"
2	21° 47' 30"	96° 20' 30"
3	21° 46' 00"	96° 20' 30"
4	21° 46' 00"	96° 09' 00"
5	21° 32' 00"	96° 09' 00"
6	21° 32' 00"	96° 03' 30"
7	21° 18' 30"	96° 03' 30"
8	21° 18' 30"	96° 08' 30"
9	21° 17' 00"	96° 08' 30"
10	21° 17' 00"	96° 12' 30"
11	21° 18' 30"	96° 12' 30"
12	21° 18' 30"	96° 13' 30"
13	21° 21' 00"	96° 13' 30"
14	21° 21' 00"	96° 26' 00"
15	21° 27' 30"	96° 26' 00"
16	21° 27' 30"	96° 29' 00"
17	21° 28' 30"	96° 29' 00"
18	21° 28' 30"	96° 36' 30"
19	21° 28' 00"	96° 36' 30"
20	21° 28' 00"	96° 41' 00"
21	21° 29' 30"	96° 41' 00"
22	21° 29' 30"	96° 42' 30"
23	21° 33' 30"	96° 42' 30"
24	21° 33' 30"	96° 44' 00"
25	21° 38' 00"	96° 44' 00"
26	21° 38' 00"	96° 47' 30"
27	21° 44' 30"	96° 47' 30"

Vértice	Latitud	Longitud
28	21° 44' 30"	96° 51' 00"
29	21° 49' 30"	96° 51' 00"
30	21° 49' 30"	96° 42' 00"
31	21° 48' 30"	96° 42' 00"
32	21° 48' 30"	96° 40' 00"
33	21° 47' 30"	96° 40' 30"
34	21° 47' 30"	96° 36' 00"
35	21° 54' 30"	96° 36' 00"
36	21° 54' 30"	96° 28' 00"

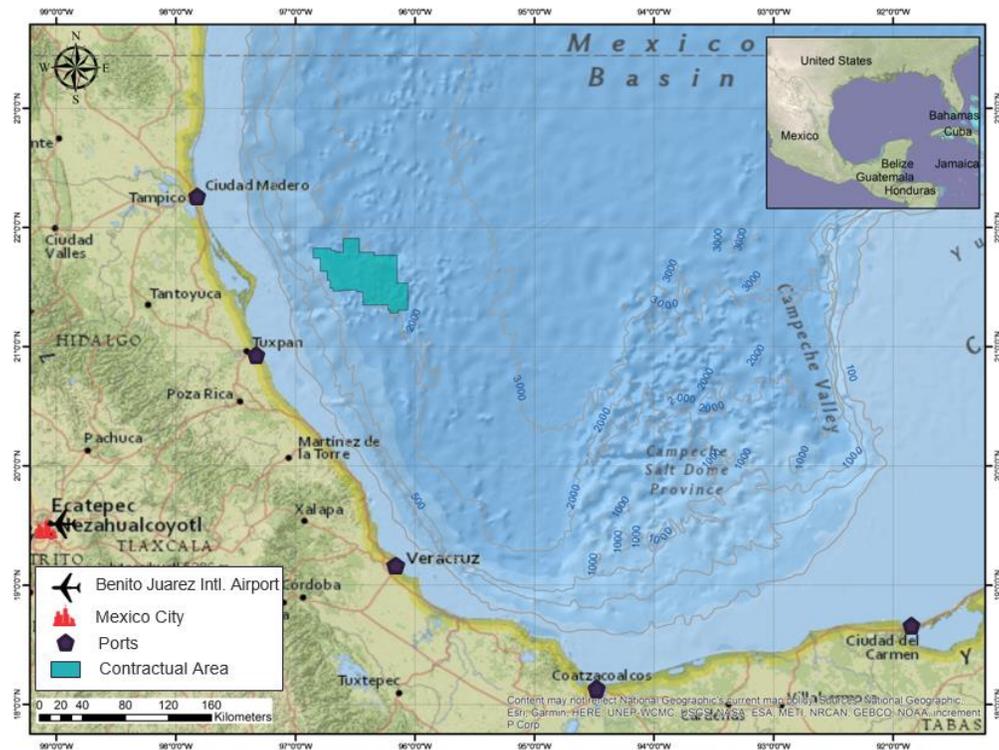


Figura IX-2 Localización del área Contractual 12.

Fuente: (CNH, 2018).

IX.4.3.2 Limitaciones de la instalación.

Para realizar la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), se establece una definición de lo que se entiende por este concepto, con el fin de que sea la base a partir de la cual se establezcan los criterios que permitan definir dicho sistema. En este sentido, se define como sistema ambiental regional, el ámbito espacial que presenta condiciones bióticas y abióticas homogéneas, conformado por una unidad o unidades ambientales interconectadas dentro del cual se encuentra el Proyecto y en donde serán provocados impactos ambientales debido a las obras y/o actividades del Proyecto; se puede entender también como el ámbito espacial que constituye el entorno del Proyecto.

Debido a la complejidad de las interacciones dentro del ecosistema, se requieren establecer criterios objetivos de tipos ambientales; físicos, biológicos y geográficos, así como criterios con base en instrumentos de planeación, tales como ordenamientos, programas de desarrollo urbano, delimitación de áreas naturales protegidas y áreas prioritarias. Todos ellos con relación a la ubicación y al tipo de proyecto que se trate.

Se tomó de referencia para la delimitación del SAR los Criterios para delimitar un sistema ambiental de los Lineamientos que establecen criterios técnicos de aplicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental que señala:

Se considera adecuada una delimitación del Sistema Ambiental Regional, que haya utilizado alguno o algunos de los siguientes criterios:

- Unidades de Gestión Ambiental para aquellos proyectos que se ubiquen en una zona regulada por un Ordenamiento Ecológico Territorial.
- Factores sociales, como poblaciones, municipios, etc.
- Usos de suelo y tipos de vegetación.
- Rasgos geomorfológicos.
- Cuencas y microcuencas.
- Usos de suelo permitidos por algún tipo de plan de desarrollo urbano.
- Áreas prioritarias definidas por CONABIO.
- Combinación de los criterios antes señalados para concretar mejor las unidades ambientales propuestas.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

DOCUMENTO No.:
TEM-MA-ME-B12

Para el caso de este Proyecto, la definición de los límites del sistema ambiental está en función del alcance de afectación del Proyecto sobre los factores del medio ambiente, derivado de lo cual se eligen los criterios y escalas de análisis, de tal manera que reflejen el espacio físico sobre el cual se esperan los impactos ambientales y la influencia del Proyecto.

Para el presente Proyecto se consideró la ubicación del Área Contractual 12 y su interacción con el Puerto de Tampico y el Puerto de Tuxpan. Considerando que ambos puertos son los más cercanos al área; por lo que representan los sitios más probables donde se realicen la mayor parte de las actividades logísticas para el apoyo de la perforación exploratoria.

Para definir la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SA), se procedió a sobreponer la cartografía digital mediante un Sistema de Información Geográfica, con el fin de identificar coincidencias y continuidades, que reflejen condiciones ambientales homogéneas que conformen unidades ambientales hasta un nivel que refleje el ámbito espacial dentro del cual se ubica el Proyecto.

Con base en lo anterior, tenemos lo siguiente:

De acuerdo a lo encontrado en la cartografía digital se determinó que el mejor criterio para delimitar el **Sistema Ambiental Regional (SAR)** para este Proyecto es el **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyc)** y la carta de **Geomorfología Marina ((CONABIO, 1990)** también la carta de **Provincias Geológicas de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (PEMEX, 2019)** y la delimitación de puertos mediante el uso de imágenes satelitales (**Google Earth**); por lo que el **Sistema Ambiental Regional (SAR)** se delimitó considerando los instrumentos presentados en la Tabla IX-7.

Tabla IX-7. Criterios delimitadores del SAR

Estado	Ha
Unidades de Gestión Ambiental	Marina: 2, 158, 159, 200, 161,183,184, 185, 160, 201
	Regional: 4,5,6,7,8,9,10,11,12,13, 14,15,16,17,18,20,24,25,26.
Regiones Marinas Prioritarias	Fosa Segsbee
	Giro Tamaulipeco
	La Pesca-Rancho Nuevo
	Cayos Campeche
	Laguna Madre
	Laguna San Andrés
	Laguna Verde-Antón Lizardo

Estado	Ha
	Pantanos de Centla-Laguna de Términos
	Pueblo Viejo-Tamiahua
	Tecolutla.
Provincias Petroleras	Cinturón Plegado de la Sierra Madre Oriental
	Golfo de México Profundo
	Plataforma de Yucatán
	Sureste
	Tampico-Misantla
	Veracruz

Fuente: TEMA (2020)

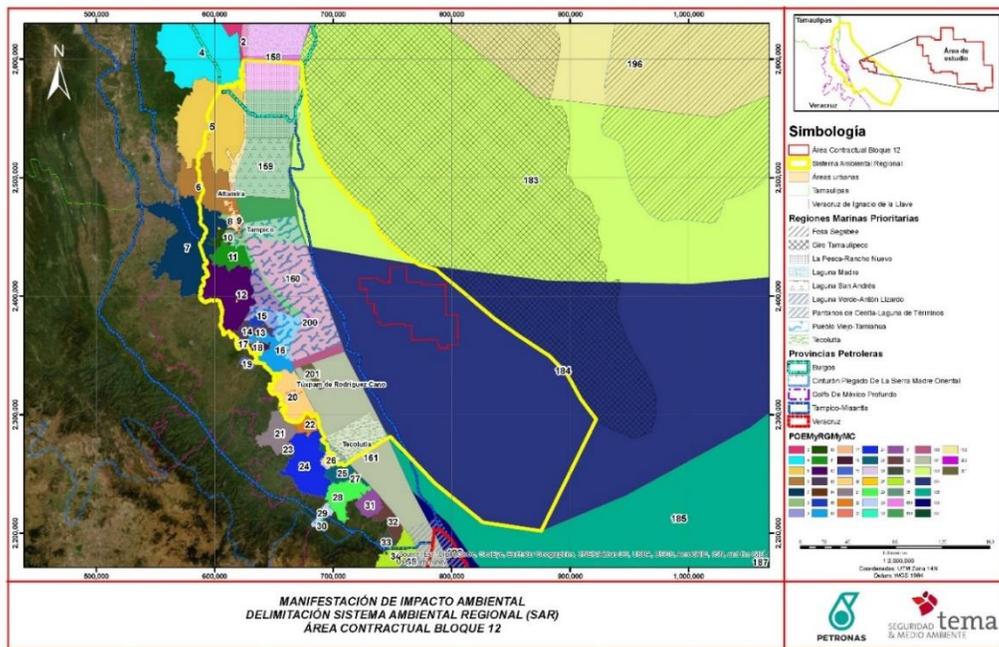


Figura IX-3. Propuesta del SAR del Área Contractual 12.

Fuente: TEMA (2020)

El área total del SAR contemplado para el Área Contractual 12 es de 6,185,686.26 ha. La superficie terrestre es de 980,116.10 ha, lo que representa el 15.8 % del SAR, mientras que 5,205,570.16 ha corresponden al área marina; es decir 84.2 %.

Los municipios que comprenden el SAR se presentan en la Tabla IX-8. De los 26 municipios, 5 se encuentran en el estado de Tamaulipas y 21 en el estado de Veracruz. La Figura IX-IX-4 muestra la ubicación de los municipios.

Tabla IX-8. Municipios que abarca el Sistema Ambiental Regional (SAR)

Estado	Municipios	Ha
Tamaulipas	Aldama	205997.98
	Ciudad Madero	4612.55
	Soto la Marina	6344.42
	Altamira	112059.13
	Tampico	11342.93
Veracruz	Álamo Temapache	287.02
	Cazones de Herrera	391.97
	Chinampa de Gorostiza	14016.35
	Chontla	102.22
	Citlaltépetl	108.42
	Gutiérrez Zamora	7551.16
	Naranjos Amatlán	13481.66
	Ozuluama de Mascareñas	197160.88
	Panúco	56986.11
	Papantla	712.45
	Pueblo Viejo	28306.93
	Tamalin	25805.70
	Tamiahua	79572.43
	Tampico Alto	83835.04
	Tancoco	287.17
	Tantima	32256.79
	Tantoyuca	10.24
	Tecolutla	10529.98
	Tempoal	29.77
	Tihuatlan	258.35
	Tuxpan	92215.89

Fuente: TEMA (2020)

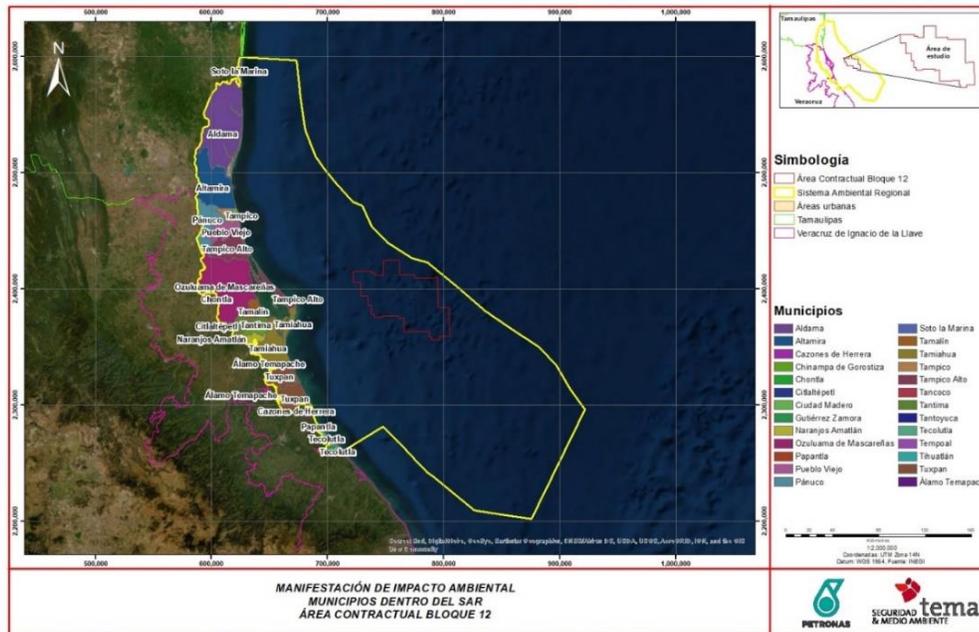


Figura IX-IX-4 Municipios que abarca el SAR

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.3 Clima.

IX.4.3.3.1 Clima y fenómenos meteorológicos

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (2004), el SAR comprende cuatro tipos de clima: Cálido húmedo, Cálido subhúmedo, Semicálido húmedo y Templado subhúmedo.

El 12% del territorio del SAR está regido por un clima cálido subhúmedo, que corresponde a 750, 727.13 ha presentes en la región centro y sur del SAR, comprendiendo toda la parte correspondiente del estado de Veracruz y una pequeña porción del sur del estado de Tamaulipas. El segundo clima más representativo se ubica en la zona correspondiente al estado de Tamaulipas del SAR con 194, 575.65 ha (3.15%), mientras que en menor proporción se pueden encontrar zonas al sur de Veracruz con un clima Cálido húmedo (0.56%) y Semicálido húmedo (0.001%), se muestra en la Figura IX-5.

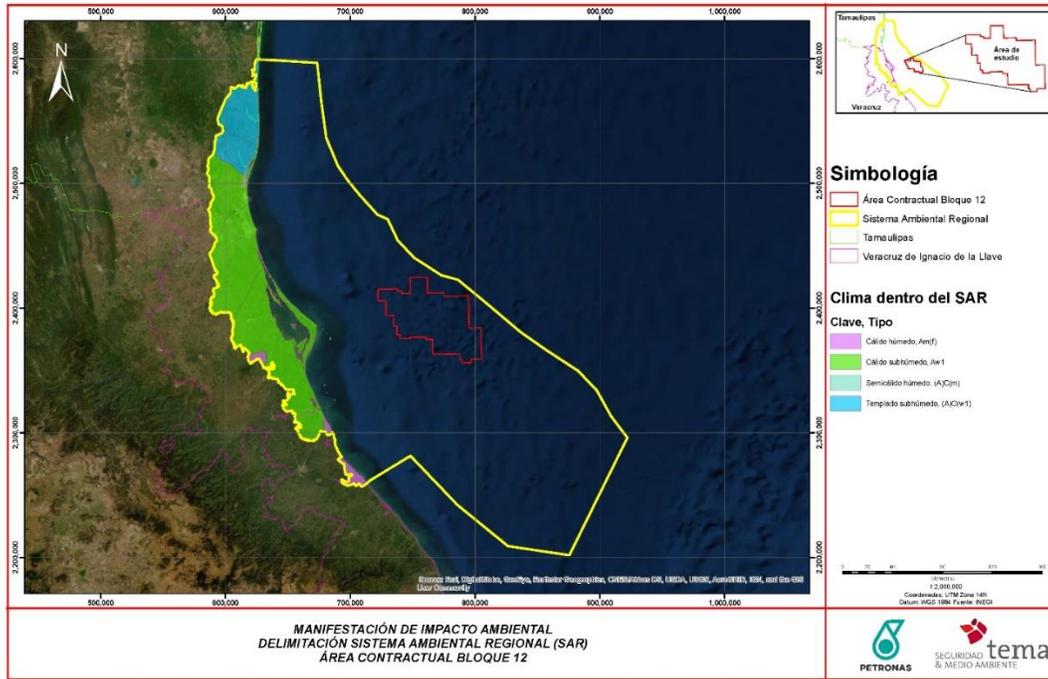


Figura IX-5. Tipos de clima dentro del Sistema Ambiental Regional

Fuente: TEMA (2020)

Estaciones meteorológicas

Además de la clasificación de Köppen modificada García (2004) se tomaron datos de las Estaciones Meteorológicas (EMA) de la CONAGUA, para caracterizar el clima del SAR.

La Tabla IX-9 muestra las estaciones consultadas; mientras que en la Figura IX-6, se presenta la ubicación de estas.

Tabla IX-9. Estaciones consultadas para el análisis meteorológico

No.	Clave	Nombre	X	Y	Estado	Municipio
1	30171	Tecolutla	707590.26	2265773	Veracruz	Tecolutla
2	30371	Gutiérrez Zamora II	699887.74	2262359	Veracruz	Gutiérrez Zamora
3	30038	Tuxpan	662389.95	2312634	Veracruz	Tuxpan
4	30190	Tuxpan de Rodríguez Cano	664381.54	2318499	Veracruz	Tuxpan
5	30377	Majagual	664791.36	2335852	Veracruz	Tamiahua
7	30357	Las Flores	649392.51	2353353	Veracruz	Tamiahua
8	30229	Tuxpam de Rodríguez Cano	661743.34	2317089	Veracruz	Tuxpan
9	30331	Tamiahua*	661365.13	2357840	Veracruz	Tamiahua
10	30340	Naranjos	636692.72	2361888	Veracruz	Naranjos Amatlan
11	30168	Tantima*	621011.92	2359152	Veracruz	Tantima

No.	Clave	Nombre	X	Y	Estado	Municipio
12	30319	El mercado	612574.24	2376405	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
13	30317	La laja	635124.09	2398165	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
14	30122	Ozulama	618927.71	2395757	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
15	30245	San Luciano*	626983.73	2417285	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
16	30325	La Puente	601890.79	2412587	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas
17	30220	Quebrache	604191.39	2430591	Veracruz	Tampico Alto
18	30242	Mata de Chávez*	619392.3	2445368	Veracruz	Tampico Alto
19	30194	Villa Cuauhtémoc*	618556.55	2453565	Veracruz	Pueblo Viejo
20	30166	Tamos	603211.79	2457088	Veracruz	Panuco
21	30268	La Potosina	587796.55	2468982	Veracruz	Panuco
22	28111	Tampico	615531.61	2459665	Tamaulipas	Tampico
23	28138	Tancol	614744.22	2465815	Tamaulipas	Tampico
24	28004	Altamira*	609798.75	2477492	Tamaulipas	Altamira
25	28175	Altamira (GDE)	608576.39	2480041	Tamaulipas	Altamira
26	28025	Ejido tres de mayo*	601213.51	2477433	Tamaulipas	Altamira
27	28054	Esteros*	589791.95	2490714	Tamaulipas	Altamira
28	28130	El Barranco	612577.85	2495868	Tamaulipas	Altamira
29	28006	Barberena	585215.31	2501781	Tamaulipas	Altamira
30	28145	El Apuro	610766.75	2513082	Tamaulipas	Aldama
31	28203	Santa Juana	592046.82	2519323	Tamaulipas	Altamira
32	28206	El Chijol	598987.41	2530217	Tamaulipas	Aldama
33	28119	Aldama*	595707.57	2534602	Tamaulipas	Aldama
34	28003	Aldama (GDE)	594847.88	2535947	Tamaulipas	Aldama
35	28196	La Cabecera	609100.87	2539000	Tamaulipas	Aldama
36	28046	La Esperanza	607139.62	2562325	Tamaulipas	Aldama

* Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas.

Fuente: TEMA (2020)

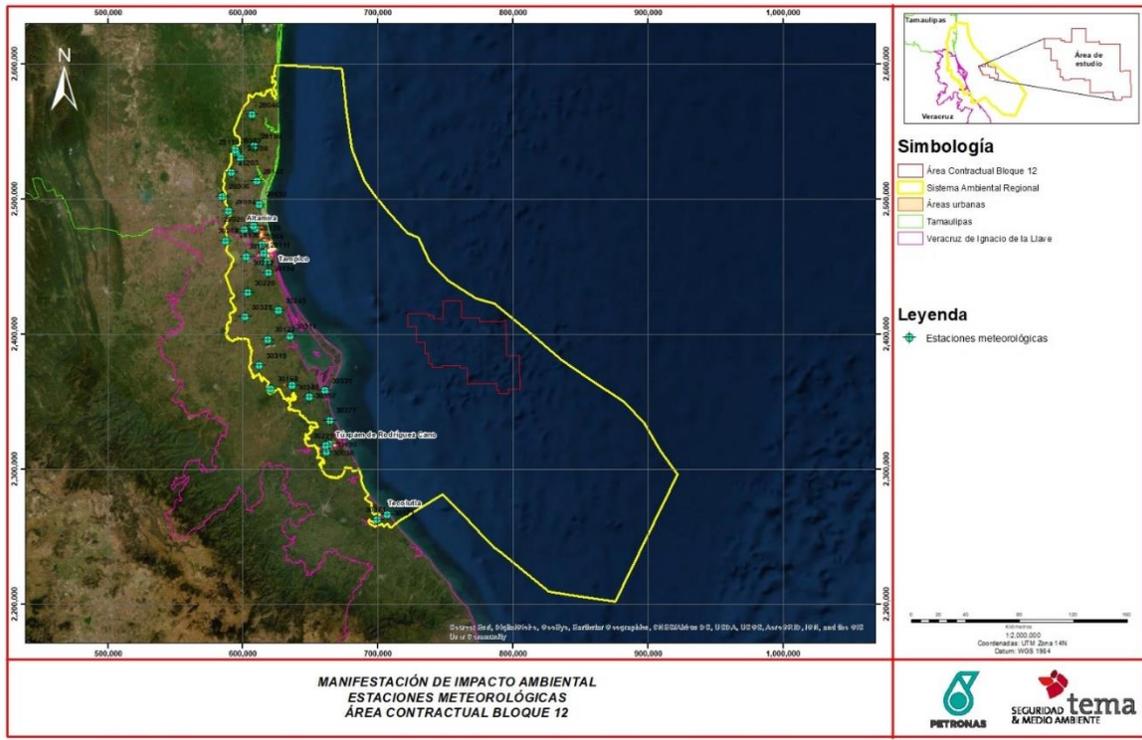


Figura IX-6. Estaciones meteorológicas.

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.3.2 Temperatura media

Del registro de datos obtenido de las estaciones meteorológicas (Tabla IX-10), se realizó una gráfica de la temperatura media anual es de 29.34 °C en promedio para todo el SAR (Figura IX-8). Se observa que la mayoría de las estaciones registraron temperaturas medias promedio entre los 17 y 20° C. Se destaca las estaciones pertenecientes al estado de Veracruz, donde los datos la temperatura incrementa de 2 a 3 °C en comparación con el resto.

Tabla IX-10. Estaciones meteorológicas

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tecolutla	18.70	19.60	21.90	24.30	26.60	27.30	27.10	27.30	26.60	24.80	22.00	19.70	28.40
Gutiérrez Zamora II	19.48	20.79	23.14	24.62	26.32	26.66	26.70	27.20	26.51	25.24	23.57	21.23	29.40
Tuxpan	18.86	19.42	22.50	25.05	27.19	27.79	27.74	28.01	27.28	25.48	22.53	20.25	27.89
Tuxpan de Rodríguez Cano	19.13	20.51	22.54	24.95	27.06	27.70	27.39	27.56	26.73	25.01	22.03	20.02	28.57
Majagual	18.97	19.93	22.48	25.09	27.40	28.18	28.06	28.25	27.33	25.47	22.64	20.03	29.04
Las Flores	18.10	20.00	22.50	24.90	27.20	27.90	27.30	27.50	26.50	24.90	21.90	19.30	28.55

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tuxpam de Rodríguez Cano	20.70	22.10	24.50	27.00	28.10	28.70	28.60	28.90	28.40	26.70	24.10	22.00	30.38
Tamiahua*	17.40	18.70	21.10	24.10	26.80	27.70	27.60	27.40	26.60	24.70	21.90	19.20	27.67
Naranjos	20.50	22.20	23.80	26.00	27.70	27.90	27.30	27.50	26.70	25.60	23.70	21.60	30.41
Tantima*	19.00	20.00	23.10	26.10	28.10	28.60	27.80	28.10	27.20	25.10	22.40	19.90	28.88
El mercado	18.20	19.70	22.80	25.50	28.10	28.60	27.90	28.00	26.50	24.90	21.80	19.00	29.65
La Laja	21.50	22.60	25.20	27.80	30.00	30.80	30.40	30.70	29.70	28.10	25.10	22.00	26.99
Ozulama	18.50	19.50	21.90	24.80	26.20	26.40	26.50	27.10	25.90	24.10	21.50	19.60	28.54
San Luciano*	17.70	18.80	22.80	25.20	27.40	27.80	27.50	27.60	26.80	24.90	21.70	18.90	28.53
La Puente	18.80	19.90	22.60	25.40	27.60	28.00	27.50	27.70	26.20	24.40	21.70	19.50	28.95
Quebrache	18.10	19.50	22.80	25.40	28.00	28.30	27.70	27.90	26.80	25.00	21.80	19.50	29.97
Mata de Chávez*	18.40	19.00	23.10	25.30	28.00	28.50	28.10	27.70	26.70	25.40	22.20	20.30	29.36
Villa Cuauhtémoc*	24.80	24.70	27.80	28.90	30.00	30.60	30.30	30.30	30.30	29.70	27.60	26.30	31.15
Tamos	18.40	19.90	22.70	25.50	27.90	28.50	28.10	28.50	27.50	25.70	22.60	19.60	29.46
La Potosina	19.00	20.20	23.40	25.80	28.00	28.40	27.70	28.20	27.10	25.30	22.70	19.90	30.17
Tampico	18.80	20.10	22.80	25.50	27.70	28.60	28.50	28.70	27.90	26.00	23.00	19.90	28.64
Tancol	18.90	20.10	22.60	25.30	27.40	28.40	28.20	28.50	27.60	25.90	22.50	19.70	28.96
Altamira*	17.50	19.20	22.00	25.80	27.30	28.10	27.90	28.10	27.20	25.10	22.50	19.30	28.97
Altamira (GDE)	18.50	20.30	22.70	25.30	27.50	28.50	28.00	28.60	27.30	25.50	22.40	19.80	29.65
Ejido tres de mayo*	18.10	19.10	23.30	25.70	28.20	28.70	28.50	28.50	28.00	25.60	22.60	19.60	29.33
Esteros*	18.90	20.70	23.30	26.00	28.30	28.90	28.60	28.80	28.00	25.80	23.10	20.20	30.53
El Barranco	18.20	19.40	22.50	24.80	27.60	28.30	28.10	28.30	27.40	25.50	22.70	19.20	29.24
Barberena	18.80	20.50	23.70	26.20	28.70	29.30	28.60	28.80	27.90	25.60	22.80	19.50	30.78
El Apuro	18.30	19.60	22.40	24.90	27.50	28.30	28.10	28.30	27.50	25.50	22.40	19.40	29.03
Santa Juana	19.10	20.50	23.10	25.90	28.30	29.00	28.50	28.60	27.50	25.30	22.50	19.70	31.07
El Chijol	18.80	20.40	22.90	25.30	27.80	28.50	27.80	28.20	27.20	25.00	22.30	19.40	30.55
Aldama*	17.30	18.70	21.80	25.20	27.20	28.00	27.60	27.70	26.60	24.20	21.10	18.40	29.29
Aldama (GDE)	19.10	20.00	22.60	24.90	27.40	28.30	28.00	28.00	26.90	24.40	21.50	19.10	30.05
La Cabecera	17.60	19.20	21.70	24.50	27.20	28.10	27.60	27.70	26.70	24.30	21.30	18.30	29.37
La Esperanza	17.20	18.40	21.60	24.50	27.00	27.90	27.70	27.90	26.70	24.00	21.00	18.10	29.46

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas.

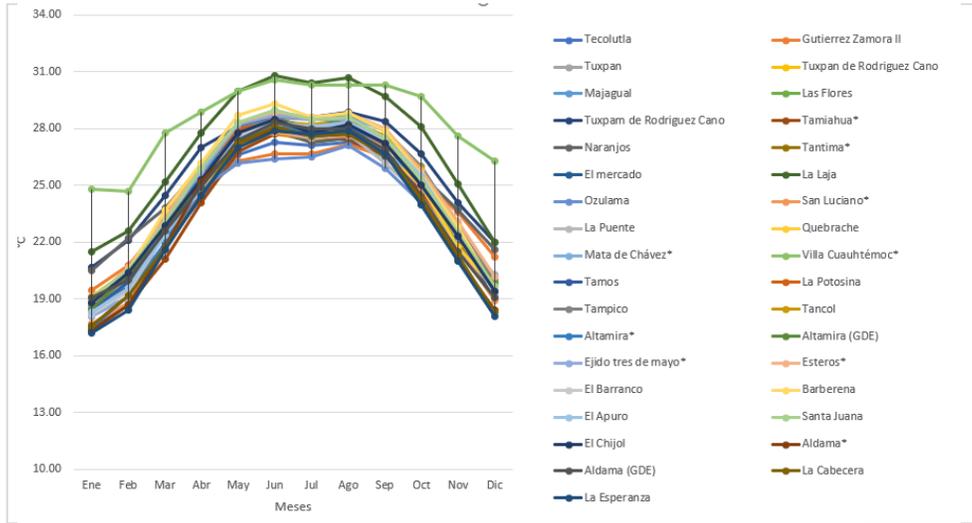


Figura IX-7. Gráfico de temperaturas medias de acuerdo con las EMA dentro del SAR.

Fuente: TEMA (2020)

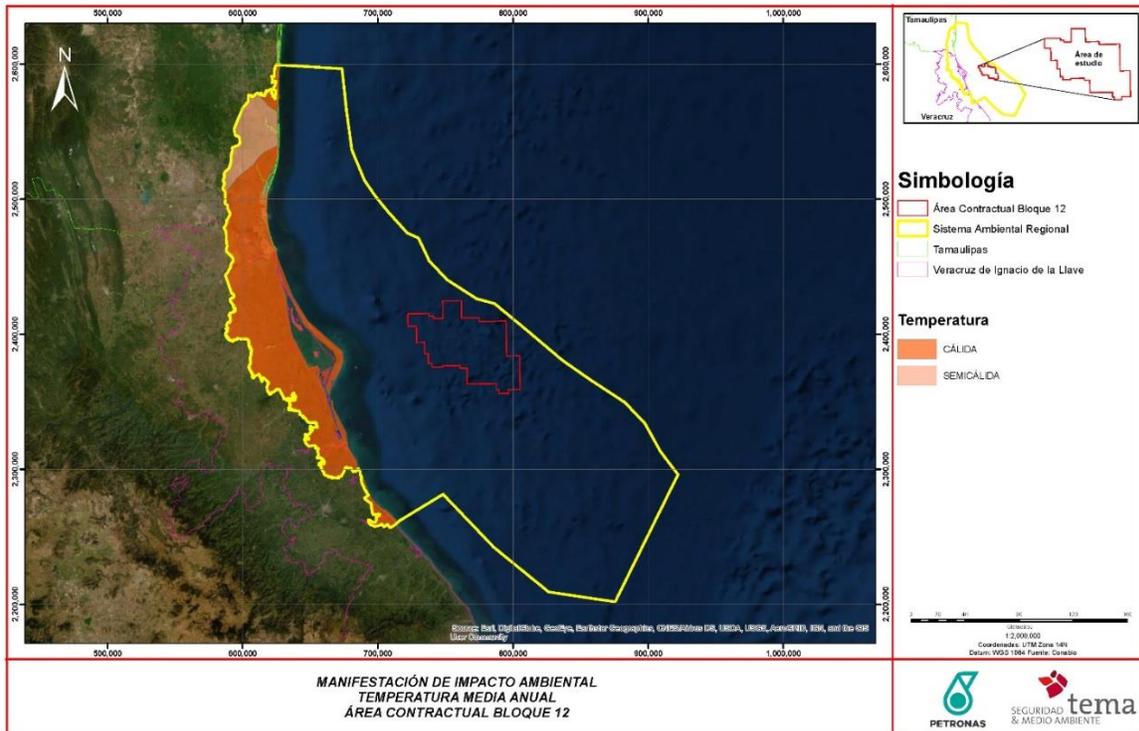


Figura IX-8. Temperatura Media Anual dentro del SAR.

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.3.3 Temperatura mínima

Los datos obtenidos de temperatura mínima Tabla IX-11, muestran una tendencia de la temperatura similar a la temperatura media promedio (Figura IX-9), teniendo registros mucho más bajos, con un mínimo de 10.70°C en el mes de enero, incrementando periódicamente hasta los meses de junio a agosto, los cuales son los que presentan los mayores valores de la temperatura mínima, después del mes de agosto la temperatura decrece nuevamente llegando a ser hasta de 17.50°C para el mes de diciembre. Los meses más fríos son diciembre, enero y febrero. La estación meteorológica Villa Cuauhtémoc es la que dista entre la homogeneidad vista en el resto de los datos graficados, esto puede deberse a que está ubicada dentro de una laguna en el municipio de Pueblo Viejo, Veracruz.

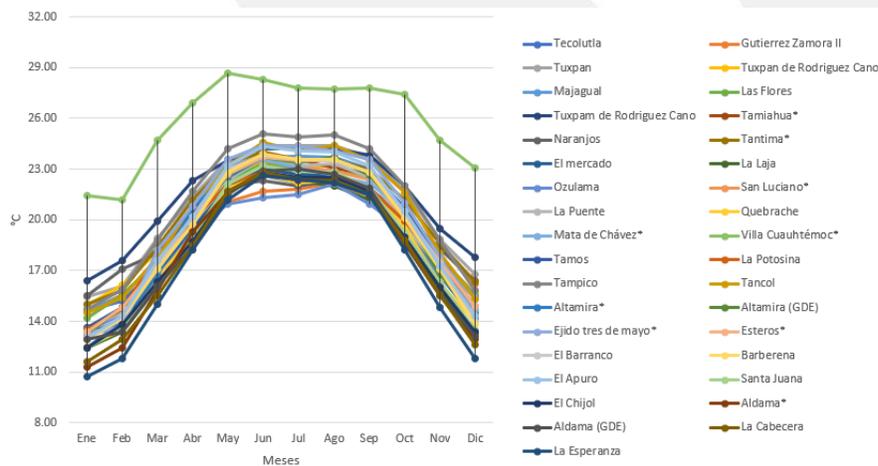


Figura IX-9. Temperaturas mínimas de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Tabla IX-11. Datos de temperatura mínima promedio del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tecolotla	14.60	15.20	17.20	19.60	21.80	22.60	22.20	22.40	21.90	20.10	17.60	15.50	19.20
Gutiérrez Zamora II	14.55	15.58	17.40	19.43	21.05	21.67	21.82	22.17	21.68	20.17	18.35	16.23	160.50
Tuxpan	15.48	16.09	18.90	21.37	23.54	24.38	24.40	24.36	23.71	21.70	18.84	16.76	206.70
Tuxpan de Rodríguez Cano	14.94	16.14	18.07	20.47	22.61	23.40	23.18	23.22	22.46	20.53	17.64	15.69	210.60
Majagual	14.69	15.45	17.72	20.32	22.79	23.72	23.78	23.69	23.00	20.67	17.81	15.52	218.20
Las Flores	14.20	15.60	17.50	19.80	22.30	23.30	23.00	22.90	22.50	20.40	17.40	14.80	19.50
Tuxpan de Rodríguez Cano	16.40	17.60	19.90	22.30	23.50	24.20	24.20	24.20	23.80	22.00	19.50	17.80	21.30
Tamiahua*	13.30	14.60	16.90	20.00	22.90	23.80	23.60	23.10	22.70	20.50	17.80	15.30	19.50
Naranjos	15.50	17.10	18.00	20.20	22.00	22.30	22.00	22.30	21.60	20.30	18.30	16.40	19.70
Tantima*	15.00	15.80	18.40	21.20	23.30	24.00	23.60	23.50	23.00	21.20	18.60	16.30	20.30

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
El mercado	13.20	14.20	16.90	19.40	22.00	23.00	22.70	22.60	21.80	19.70	16.70	14.10	18.90
La Laja	12.40	13.40	16.00	18.90	21.70	22.60	22.30	22.00	21.20	19.00	15.80	13.30	18.20
Ozulama	13.50	14.40	16.50	19.30	20.90	21.30	21.50	22.10	20.90	19.40	16.60	14.80	18.40
San Luciano*	13.10	13.90	17.80	20.40	22.80	23.50	23.20	22.90	22.40	20.10	16.90	14.50	19.30
La Puente	13.60	14.50	17.10	19.80	22.30	23.70	23.20	23.30	22.50	19.70	17.00	14.50	19.30
Quebrache	12.50	13.50	16.50	19.10	21.90	22.70	22.20	22.30	21.80	19.60	16.20	14.00	18.50
Mata de Chávez*	13.40	13.60	17.80	20.00	23.00	23.60	23.10	22.60	22.10	20.70	17.50	15.40	19.40
Villa Cuauhtémoc*	21.40	21.20	24.70	26.90	28.70	28.30	27.80	27.70	27.80	27.40	24.70	23.10	25.80
Tamos	13.60	14.80	17.60	20.60	23.10	23.80	23.50	23.60	22.90	20.70	17.60	14.90	19.70
La Potosina	13.50	14.70	17.90	20.00	22.10	22.80	22.30	22.50	21.90	19.90	17.40	14.80	19.20
Tampico	14.70	15.90	18.80	21.70	24.20	25.10	24.90	25.00	24.20	22.00	18.80	15.80	20.90
Tancol	14.50	15.40	17.80	20.80	23.20	24.60	24.10	24.40	23.50	21.60	18.00	15.30	20.30
Altamira*	12.40	14.00	16.70	20.80	22.50	23.70	23.60	23.50	22.80	20.30	17.30	14.30	19.30
Altamira (GDE)	13.30	14.80	17.10	20.00	22.60	23.70	23.40	23.70	22.60	20.40	16.70	14.50	19.40
Ejido tres de mayo*	13.20	13.70	18.20	20.80	23.60	24.40	24.30	24.10	23.60	21.00	17.80	14.70	20.00
Esteros*	13.40	14.80	17.30	20.20	22.70	23.70	23.50	23.50	22.80	20.30	17.50	14.90	19.60
El Barranco	13.00	14.10	17.30	19.70	23.00	23.80	23.60	23.50	22.80	20.50	17.40	14.00	19.40
Barberena	12.90	14.20	17.10	19.70	22.80	23.90	23.60	23.60	22.80	20.10	17.10	13.80	19.30
El Apuro	13.00	14.30	17.60	20.20	23.20	24.30	24.10	24.00	23.20	20.50	17.30	14.30	19.70
Santa Juana	12.40	13.60	16.00	19.00	22.10	23.20	22.90	22.80	21.90	19.20	16.30	13.50	18.60
El Chijol	12.40	13.80	16.30	18.70	21.60	22.80	22.50	22.50	21.70	19.00	16.00	13.40	18.40
Aldama*	11.30	12.40	15.80	19.30	21.60	22.60	22.40	22.20	21.40	18.60	15.50	12.90	18.00
Aldama (GDE)	12.90	13.40	16.10	18.40	21.50	22.90	23.00	22.70	21.90	18.70	15.60	13.10	18.40
La Cabecera	11.60	12.90	15.50	18.50	21.70	22.80	22.40	22.30	21.50	18.80	15.60	12.60	18.00
La Esperanza	10.70	11.80	15.00	18.20	21.20	22.60	22.40	22.20	21.50	18.20	14.80	11.80	17.50

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.3.4 Temperatura máxima

En el caso de la temperatura máxima se sigue la misma tendencia que en los casos de temperatura media y mínima presentando, para este caso, un rango de 21.5°C hasta 34.8°C, siendo el mes de junio el más caluroso (Figura IX-10). La tendencia registrada es homogénea dentro de todo el SAR. El mes de enero muestra los datos más bajos, incrementando a lo largo del año hasta llegar al mes de junio, para posteriormente descender paulatinamente hasta el término del año (Tabla IX-12).

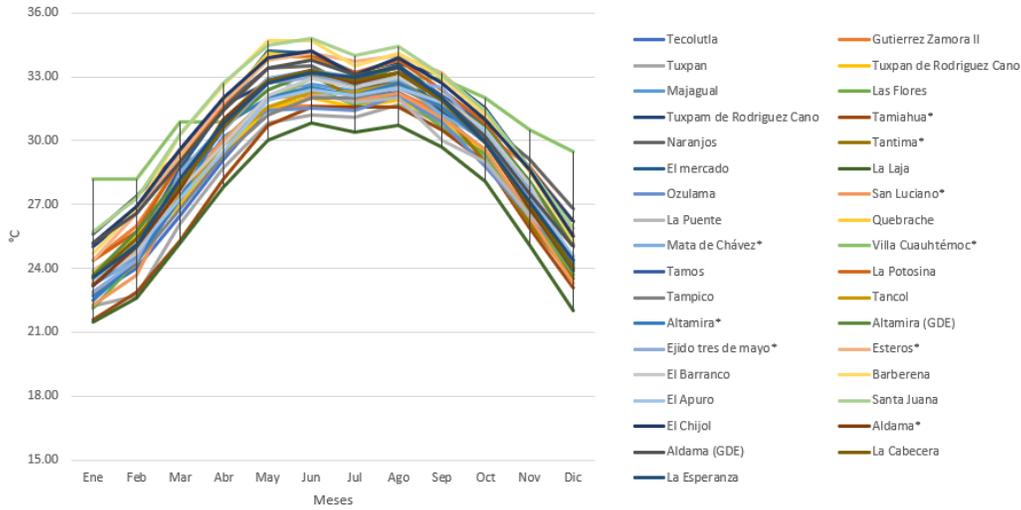


Figura IX-10. Gráfica de Temperaturas máximas de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Tabla IX-12. Datos de temperatura máxima promedio del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Tecolutla	22.70	24.00	26.50	29.10	31.50	32.00	32.00	32.30	31.20	29.50	26.40	23.90	28.40
Gutiérrez Zamora II	24.40	26.01	28.88	29.80	31.58	31.66	31.58	32.22	31.34	30.31	28.80	26.23	245.30
Tuxpan	22.25	22.74	26.11	28.72	30.84	31.20	31.07	31.66	30.85	29.25	26.21	23.75	277.20
Tuxpan de Rodríguez Cano	23.31	24.88	27.02	29.42	31.51	31.99	31.60	31.90	31.00	29.49	26.42	24.35	302.90
Majagual	23.24	24.42	27.24	29.86	32.01	32.63	32.34	32.80	31.66	30.27	27.46	24.54	318.10
Las Flores	22.10	24.40	27.40	30.00	32.00	32.50	31.70	32.20	30.60	29.40	26.60	23.70	28.60
Tuxpam de Rodríguez Cano	25.00	26.70	29.20	31.70	32.70	33.20	33.00	33.60	33.10	31.50	28.70	26.20	30.40
Tamiahua*	21.60	22.90	25.30	28.20	30.70	31.60	31.60	31.60	30.50	29.00	25.90	23.10	27.70
Naranjos	25.60	27.40	29.50	31.70	33.40	33.50	32.50	32.70	31.80	30.90	29.10	26.80	30.40
Tantima*	22.90	24.20	27.80	31.00	32.90	33.10	32.00	32.60	31.40	29.00	26.10	23.50	28.90
El mercado	23.20	25.20	28.70	31.60	34.20	34.10	33.20	33.50	31.30	30.00	26.90	23.90	29.70
La Laja	21.50	22.60	25.20	27.80	30.00	30.80	30.40	30.70	29.70	28.10	25.10	22.00	27.00
Ozulama	23.50	24.60	27.30	30.20	31.40	31.50	31.40	32.10	30.90	28.80	26.40	24.40	28.50
San Luciano*	22.30	23.70	27.70	30.00	32.00	32.10	31.90	32.20	31.10	29.60	26.40	23.30	28.50
La Puente	23.90	25.30	28.20	30.90	32.90	32.30	31.80	32.00	30.00	29.00	26.50	24.60	29.00
Quebrache	23.80	25.50	29.20	31.80	34.10	33.90	33.10	33.50	31.90	30.40	27.40	25.00	30.00
Mata de Chávez*	23.40	24.30	28.50	30.70	32.90	33.30	33.00	32.80	31.20	30.10	26.90	25.20	29.40

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Villa Cuauhtémoc*	28.20	28.20	30.90	30.90	31.90	32.90	32.90	33.00	32.90	32.00	30.50	29.50	31.20
Tamos	23.20	24.90	27.90	30.50	32.70	33.20	32.80	33.50	32.10	30.70	27.60	24.40	29.50
La Potosina	24.40	25.70	29.00	31.70	33.90	34.00	33.20	33.80	32.40	30.80	28.00	25.10	30.20
Tampico	22.90	24.30	26.80	29.30	31.20	32.00	32.00	32.50	31.60	29.90	27.10	24.10	28.60
Tancol	23.30	24.90	27.40	29.80	31.60	32.30	32.30	32.70	31.70	30.30	27.00	24.20	29.00
Altamira*	22.50	24.40	27.30	30.70	32.00	32.50	32.10	32.70	31.60	29.90	27.70	24.20	29.00
Altamira (GDE)	23.70	25.70	28.30	30.60	32.40	33.20	32.60	33.50	32.00	30.60	28.10	25.10	29.70
Ejido tres de mayo*	22.90	24.40	28.40	30.50	32.70	33.00	32.70	32.90	32.50	30.20	27.40	24.40	29.30
Esteros*	24.40	26.60	29.30	31.80	33.80	34.10	33.70	34.00	33.20	31.20	28.60	25.60	30.50
El Barranco	23.40	24.70	27.70	29.80	32.10	32.90	32.50	33.00	32.00	30.50	27.90	24.40	29.20
Barberena	24.70	26.80	30.30	32.60	34.70	34.70	33.50	34.10	33.00	31.20	28.50	25.30	30.80
El Apuro	23.50	24.90	27.30	29.50	31.90	32.40	32.10	32.50	31.80	30.40	27.60	24.50	29.00
Santa Juana	25.70	27.30	30.30	32.70	34.50	34.80	34.00	34.40	33.10	31.40	28.70	25.90	31.10
El Chijol	25.20	26.90	29.60	32.00	33.90	34.20	33.10	33.90	32.70	31.00	28.60	25.50	30.60
Aldama*	23.20	25.00	27.70	31.00	32.80	33.30	32.70	33.20	31.90	29.90	26.80	24.00	29.30
Aldama (GDE)	25.20	26.60	29.00	31.40	33.40	33.80	33.10	33.40	32.00	30.20	27.50	25.00	30.10
La Cabecera	23.60	25.40	27.90	30.60	32.80	33.30	32.80	33.20	31.90	29.90	27.00	24.00	29.40
La Esperanza	23.60	25.10	28.20	30.80	32.70	33.20	33.00	33.50	32.00	29.90	27.10	24.40	29.50

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas.

IX.4.3.3.5 Precipitación

Dentro del SAR se caracterizaron 4 tipos de climas, de los cuales se tiene una zona de transición climática por el tipo de geomorfología, vegetación y microclima.

De acuerdo con los datos de precipitación (Tabla IX-13), la época de lluvias coincide con los picos de temperatura máxima, siendo constantes del mes de junio a agosto (con registros desde 100 hasta 230 mm de agua). El mes más lluvioso es septiembre con datos de hasta 400 mm de agua en la estación Tantima, ubicada en la parte norte.

Los meses con menor registro de lluvia son los correspondientes al invierno (diciembre, enero y febrero) y primavera (marzo, abril y mayo), a pesar de esto en la Figura IX-11 se logra ver que llueve todo el año.

Tabla IX-13. Datos de Precipitación dentro del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tecolutla	50.40	50.10	50.60	57.10	79.40	126.60	151.00	147.60	332.70	219.30	120.00	65.90	1450.70
Gutiérrez Zamora II	55.93	70.92	33.54	91.49	85.34	125.67	122.92	121.97	325.26	225.40	75.98	79.20	1032.10
Tuxpan	43.46	40.27	25.10	26.55	45.07	157.19	190.62	169.22	303.19	191.49	96.76	34.67	1137.90
Tuxpan de Rodríguez Cano	34.57	34.79	42.17	49.80	60.04	160.55	133.57	120.23	312.70	183.54	64.25	39.31	1101.80
Majagual	37.99	37.20	18.39	34.63	75.12	159.09	184.15	190.21	308.53	204.60	87.00	37.57	1237.00
Las Flores	37.50	49.80	17.60	35.80	87.10	119.90	172.00	157.40	297.50	187.80	70.30	39.30	1272.00
Tuxpam de Rodríguez Cano	39.50	50.00	38.60	54.10	78.90	207.50	170.80	179.90	266.40	132.20	87.10	50.60	1355.60
Tamiahua*	45.70	29.60	28.60	38.00	64.10	194.10	157.90	182.10	276.20	130.50	81.40	61.50	1289.70
Naranjos	38.10	41.90	24.40	60.40	74.30	146.90	175.30	174.20	291.30	156.90	78.00	52.70	1314.40
Tantima*	59.20	55.70	49.80	74.60	101.40	239.30	222.90	190.60	404.60	172.40	102.10	79.40	1752.00
El mercado	36.80	32.40	22.00	34.10	57.60	140.70	134.20	152.70	258.40	140.90	58.80	50.10	1118.70
La Laja	32.60	21.90	17.10	33.40	65.00	167.20	195.80	181.00	299.00	184.40	67.80	44.70	1309.90
Ozulama	32.40	33.00	19.40	48.40	52.00	231.00	202.60	164.50	325.50	141.40	68.90	52.30	1371.40
San Luciano*	50.30	25.90	10.20	25.20	73.30	220.70	201.90	195.90	327.10	146.40	63.60	74.60	1415.10
La Puente	31.70	21.70	17.30	21.30	40.30	126.70	129.90	129.80	190.30	111.80	40.10	40.90	901.80
Quebrache	31.20	27.40	15.60	19.10	67.60	160.90	202.40	139.40	257.80	134.80	38.20	40.20	1134.60
Mata de Chávez*	33.30	24.80	7.20	26.80	53.90	141.80	157.20	148.80	311.10	124.20	36.60	47.10	1112.80
Villa Cuauhtémoc*	22.60	21.60	13.60	19.70	38.90	143.30	126.90	95.10	234.80	100.90	43.20	52.10	912.70
Tamos	30.50	20.80	16.60	17.10	46.50	165.20	142.50	160.20	239.50	112.70	42.30	37.00	1030.90
La Potosina	26.00	23.20	15.10	24.40	43.90	122.20	137.00	112.20	213.30	90.00	27.70	29.90	864.90
Tampico	26.30	21.40	17.20	22.50	53.50	177.60	146.80	157.70	279.60	144.70	44.50	44.30	1136.10
Tancol	24.50	16.50	10.60	25.50	50.90	138.70	140.10	125.60	275.30	112.00	35.90	34.60	990.20
Altamira*	25.00	15.90	13.80	12.90	45.70	173.60	117.80	156.40	213.20	65.40	43.60	26.80	910.10
Altamira (GDE)	39.90	15.40	17.00	27.30	38.10	143.70	151.60	128.70	243.50	113.70	28.70	28.70	976.30
Ejido tres de mayo*	21.00	13.50	5.40	15.60	55.80	168.20	143.40	166.10	180.10	97.00	26.40	52.20	944.70
Esteros*	25.50	16.20	13.80	17.60	39.20	179.00	141.20	159.50	213.40	81.90	27.10	28.00	942.40
El Barranco	24.20	16.20	12.30	24.40	50.40	150.70	176.30	153.90	229.00	111.40	31.20	29.70	1009.70
Barberena	30.90	15.50	11.10	22.10	40.50	142.20	181.70	134.50	179.40	85.30	30.80	25.90	899.90
El Apuro	28.70	16.50	10.20	17.10	47.50	136.70	165.50	160.30	194.30	97.90	27.00	26.80	928.50
Santa Juana	23.60	11.60	7.30	18.10	40.70	134.40	139.90	147.70	185.10	76.60	19.20	25.00	829.20
El Chijol	31.10	15.40	15.20	20.90	43.30	162.90	180.40	164.50	169.00	80.40	32.80	18.70	934.60
Aldama*	19.30	10.30	11.80	17.50	37.40	168.70	173.10	131.20	181.60	68.20	34.50	17.60	871.20

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Aldama (GDE)	10.40	9.00	15.80	17.00	28.80	107.10	118.20	116.10	92.70	54.50	15.60	14.70	599.90
La Cabecera	28.60	15.60	16.20	23.20	45.40	153.70	144.20	151.30	200.70	94.50	34.00	21.00	928.40
La Esperanza	27.10	21.20	15.70	31.60	55.30	169.80	155.20	150.10	194.90	120.10	41.00	26.70	1008.70

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas

Fuente: TEMA (2020)

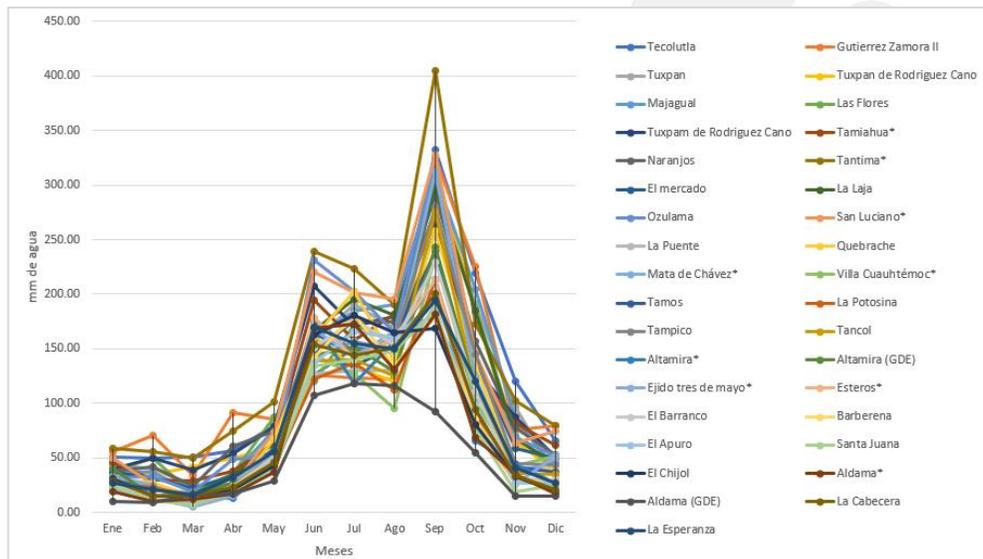


Figura IX-11. Precipitación de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

La Tabla IX-14 muestra el rango de precipitación sé que presenta en el SAR. Existe una mayor cantidad de lluvia registrada en la región de Tuxpan, Veracruz. La cantidad de lluvia disminuye hacia el norte del estado y la parte correspondiente al estado de Tamaulipas donde hay un rango desde 600 hasta 1200 mm de agua, mientras que en gran parte del territorio Veracruzano se han registrado hasta 2000 mm de agua (Figura IX-12).

Tabla IX-14 Rangos de precipitación anual dentro del SAR

Rango de Precipitación	Área (Ha)	%
1200 a 1500 mm	340124.89	5.50
1500 a 2000 mm	47118.15	0.76
600 a 800 mm	184929.82	2.99
800 a 1200 mm	449071.32	7.26

Fuente: TEMA (2020)

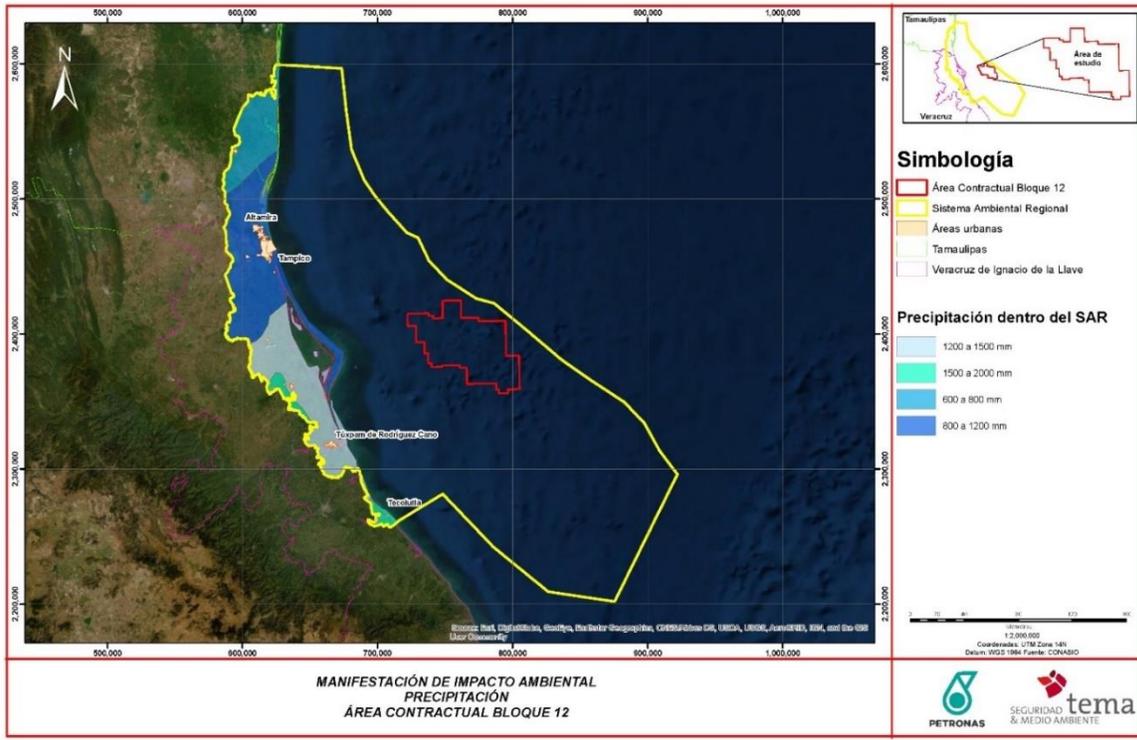


Figura IX-12. Precipitación presente dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.3.6 Evaporación

Los datos de evaporación presentados en el SAR (Tabla IX-15), muestran un comportamiento similar al registro de la temperatura máxima, por lo que es de esperarse que en épocas de temperaturas más elevadas exista una mayor cantidad de evaporación (Figura IX-13).

La estación San Luciano ubicada en Ozuluama, Veracruz, registró los datos más bajos con 50.40 mm de evaporación en el mes de enero (que concuerda con la temperatura, tal como se mencionó anteriormente), mientras que la estación El Apuro, ubicada en Aldama, Tamaulipas registró los datos más elevados de evaporación con un máximo de 183.60 mm de agua en el mes de mayo.

Tabla IX-15 Datos de niebla dentro del SAR

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tecolutla	9.70	9.50	10.20	10.00	12.20	8.30	8.10	8.00	5.80	6.10	7.40	9.00	104.30
Gutiérrez Zamora II	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.71	0.60
Tuxpan	0.89	0.78	0.38	0.50	0.70	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.08	0.83	3.70

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Tuxpan de Rodríguez Cano	4.15	2.61	2.21	1.87	1.74	0.63	0.96	1.10	1.21	1.79	1.57	2.45	19.70
Majagual	1.14	0.70	1.57	0.77	0.52	0.15	0.35	0.29	0.26	0.70	0.15	0.25	6.20
Las Flores	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.20
Tuxpam de Rodríguez Cano	3.70	2.30	2.40	1.60	1.30	1.10	1.00	0.60	0.80	0.90	3.00	3.00	21.70
Tamiahua*	1.50	0.90	0.30	0.10	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.20	0.60	3.80
Naranjos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tantima*	1.10	0.90	1.20	0.70	0.30	0.40	0.60	0.30	0.60	0.40	1.00	1.10	8.60
El mercado	1.00	0.70	1.50	1.60	2.00	1.20	1.70	0.90	1.30	2.00	1.40	1.50	16.80
La Laja	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ozuluama	13.70	14.50	17.00	15.70	14.00	12.70	13.80	12.70	13.10	11.70	11.30	13.80	164.00
San Luciano*	1.10	1.20	0.60	0.80	0.10	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	2.80	7.60
La Puente	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10
Quebrache	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
Mata de Chávez*	1.50	2.40	0.80	0.30	0.20	0.10	0.00	0.00	0.30	0.30	2.10	1.90	9.90
Villa Cuauhtémoc*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tamos	5.50	3.70	2.40	0.50	0.30	0.10	0.10	0.10	0.40	1.40	3.70	5.90	24.10
La Potosina	4.70	3.30	1.40	0.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.10	1.30	4.00	4.90	20.50
Tampico	2.00	1.60	1.80	1.90	2.00	1.30	1.40	1.20	1.50	1.30	1.80	2.40	20.20
Tancol	0.20	0.20	0.00	0.10	0.30	0.10	0.00	0.10	0.10	0.10	0.40	0.40	2.00
Altamira*	0.90	0.80	0.80	0.10	0.00	0.00	0.20	0.00	0.30	0.20	1.30	2.10	6.70
Altamira (GDE)	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.40	0.80
Ejido tres de mayo*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
Esteros*	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	0.30
El Barranco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Barberena	4.20	4.30	4.20	3.00	3.20	3.30	5.70	5.10	4.50	5.00	4.40	4.20	51.10
El Apuro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40
Santa Juana	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
El Chijol	4.10	4.10	4.40	3.90	4.30	1.80	1.50	0.80	0.90	1.80	2.60	4.60	34.80
Aldama*	0.80	1.40	0.90	0.80	1.30	1.10	1.30	1.30	1.00	0.60	1.60	1.20	13.30
Aldama (GDE)	0.70	0.80	0.90	0.20	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.30	3.20
La Cabecera	0.20	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	0.50	0.10	0.50	2.00
La Esperanza	2.10	1.40	1.20	1.70	2.60	1.40	1.30	1.00	1.10	1.30	1.00	1.70	17.80

*Estaciones con datos desde 1951 – 2010 pero que por el momento se encuentran suspendidas

Fuente: TEMA (2020)

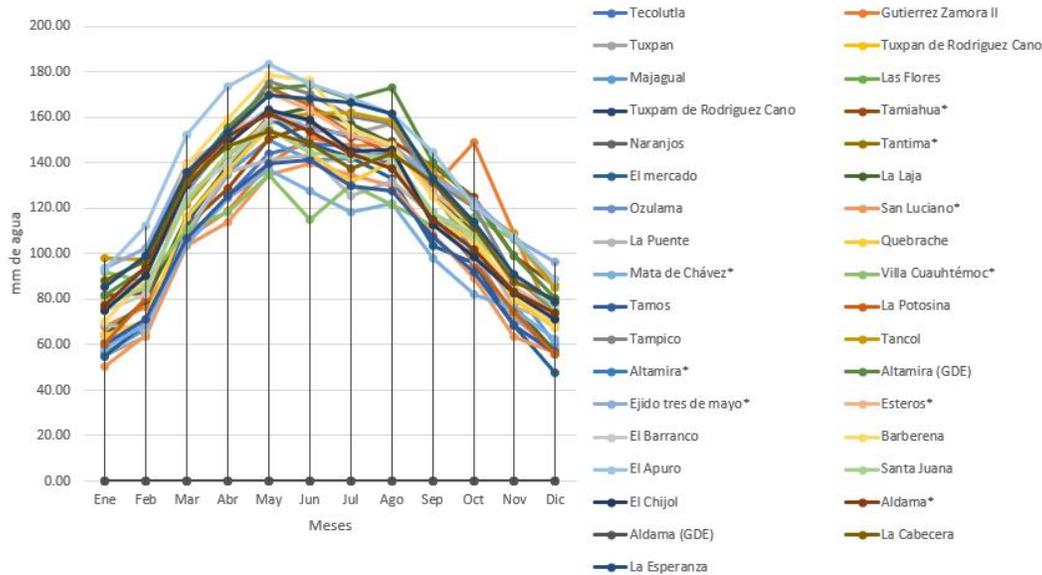


Figura IX-13. Gráfico de evaporación de acuerdo con las EMA dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.4 Viento.

IX.4.3.4.1 Aire

El viento es el movimiento del aire como resultado de las diferencias de presión atmosférica y temperatura. Entre los factores o condiciones que afectan la dinámica del viento se encuentran la rotación terrestre y la fricción del aire con la superficie terrestre (Inzunza, 2006).

Una variable importante del estudio del aire es el movimiento vertical del viento, en específico cuando asciende, debido a la formación de nubes, que a su vez cuando se añaden otras variables como zonas de baja presión y temperaturas elevadas, se producen fenómenos meteorológicos como los ciclones y tornados.

Uno de los fenómenos atmosféricos que representa al Golfo de México son los Frentes Fríos (FF) o mejor conocidos como Nortes debido de dónde provienen estos vientos. Estos fenómenos comienzan su aparición en la época de otoño y finalizan en la primavera, siendo el invierno la mayor presencia en el incremento de la magnitud del viento. La circulación que se genera en el Golfo de México induce vientos de gran intensidad en dirección norte con una magnitud mayor a los 100 km/h y con descensos de temperatura de 2°C hasta 15°C en un lapso de 24 h llegando a permanecer estas condiciones por un par de semanas. Otra característica asociada a los nortes es la

precipitación debido a la humedad atmosférica y la sobreposición de la masa de aire caliente sobre la del aire frío (Luna, 2016).

Debido a la ubicación del SAR, éste es propenso a la llegada de Frentes Fríos. De acuerdo con el Resumen Anual de Frentes Fríos que afectaron Aguas y Costas Mexicanas (2018 -2019) de la Secretaría de Marina, la temporada de FF comprendió desde mediados de septiembre 2018 hasta mayo 2019 con un total de 60, siendo el FF No. 10 el más intenso de la temporada, impulsado por un anticiclón con centro de 1034 mb con vientos sostenidos de 45.0 nudos (83.3km/h) y olas de 20.0 ft (6.0 m) en el oeste del Golfo de México. La EMA emplazada en Isla Sacrificios, Veracruz; registró viento sostenido de 42.1 nudos (77.9 km/h) y rachas de 52.7 nudos (97.6 km/h) el 13 de noviembre de 2018 a las 12:00 horas. De los lugares más afectados se menciona al puerto de Tuxpan, Veracruz.

Dentro de la ubicación del SAR se encuentran 7 estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional las cuales reportan datos característicos de la dinámica del viento. En la Tabla IX-16, se presentan los promedios de los datos obtenidos para cada estación.

Tabla IX-16. Datos característicos de aire

ESTACION	Dirección del viento (°)	Dirección de ráfaga (°)	Humedad relativa (%)	Temperatura del aire (°C)	Presión Atmosférica (bar)	Rapidez de ráfaga (km/h)	Velocidad del viento (Km/h)
B. del Toro	182.96	182.68	86.76	21.72	1014.27	Sin datos	Sin datos
Citlaltepec	101.75	240.5	Sin datos	20.25	998.88	12.73	2.73
Madero	101.12	103.21	86.02	23.13	1014.44	Sin datos	Sin datos
Tampico	95.84	128.09	83.19	23.4	1014.08	Sin datos	Sin datos
Tuxpan	61.31	88.29	88.08	23.5	1013.88	Sin datos	Sin datos
Ursulo Galván	130.7	114.74	81.58	22.88	1012.11	Sin datos	Sin datos
Huejutla	156.38	143.44	98.78	18.1	1008.87	2.97	0.6
Promedio	118.58	142.99	87.40	21.85	1010.93	7.85	1.67

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (2020)

Con base a los resultados de la Tabla anterior, se elaboró la rosa de vientos que se presenta en la Figura IX-14. con el programa WRPLOT de Lakes Environment ®.

Los resultados indican una dirección del viento dominante hacia el Norte, Nornoroeste y Sureste, con una velocidad máxima de 8.80 m/s y velocidad mínima de 0.50 a 2.10 m/s.

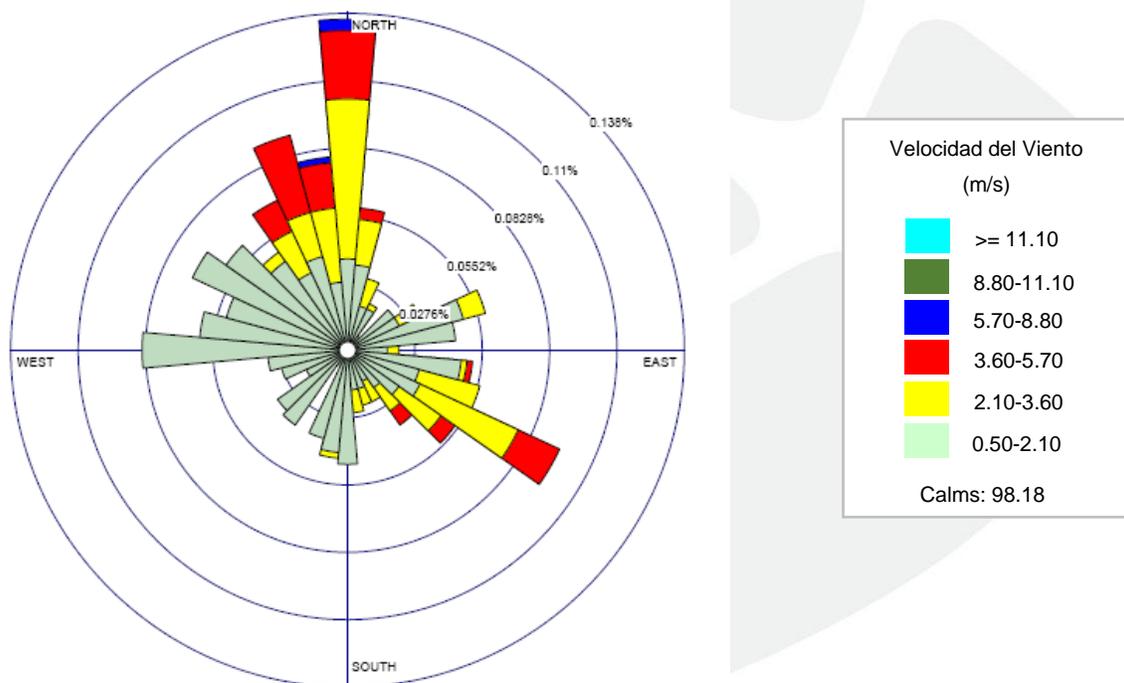


Figura IX-14. Rosa de vientos para el SAR del Bloque 12

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.4.2 Tormentas

Este tipo de fenómenos se desarrolla en el periodo de 15 de mayo al 30 de noviembre para el Pacífico Nororiental, y del 1 de junio al 30 de noviembre para el Océano Atlántico; siendo los meses de agosto y septiembre, los de mayor recurrencia. Mientras que junio, julio y octubre se comportan de una manera homogénea (CENAPRED-IMTA, 2014).

Un ciclón tropical es una gran masa de aire cálido y húmedo con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una zona de baja presión. Se originan en el mar entre las latitudes 5° a 15°, tanto en el hemisferio norte como en el sur, en la época en que la temperatura del agua es mayor o



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

igual a 26° C. Cuando éstos se ubican en el hemisferio norte, giran en el sentido contrario a las manecillas del reloj (Rosengaus et al. 2002).

Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la presión que existe en su centro o a la velocidad de sus vientos en la escala de Saffir-Simpson:

- Depresión tropical: cuando la presión es de 1008 a 1005 mb o velocidad de los vientos menor que 63 km/h.
- Tormenta tropical, cuando la presión va de 1004 a 985 mb o velocidad del viento entre 63 y 118 km/h.
- Huracán, cuando la presión es menor que 984 mb o velocidad del viento mayor que 119 km/h.

Los huracanes y tormentas tropicales se presentan en los meses de junio a octubre y de acuerdo con sus trayectorias, se ha observado que estos fenómenos se acercan poco a las costas deltaicas de Campeche y Tabasco, afectando principalmente las costas de Veracruz y Tamaulipas. Estos fenómenos se forman en la región oriental del océano Atlántico, en donde se generan con mayor potencia y generalmente se dirigen hacia el oeste, penetrando e incidiendo directamente en el Mar Caribe y las costas de Veracruz. El número promedio anual de ciclones tropicales es de 13 (periodo de 1970 a 2017) y la variación estacional en la que se presentan estos fenómenos climáticos, es extensa, iniciándose en junio y terminando en noviembre, siendo septiembre el mes más activo.

En promedio, cada año se tiene un registro de 3.8 ciclones tropicales que impactan el territorio mexicano, de los cuales 1.4 llegan a las costas del Golfo de México y el Caribe. Los huracanes de mayor potencia y recorrido son los que generalmente se dirigen al oeste, penetrando en el Mar Caribe y afectando a Yucatán, Tamaulipas y Veracruz, pero también tienden a recurvar hacia el norte afectando las costas de Estados Unidos, como los huracanes que se han presentado en los últimos años.

En la Figura IX-15 muestra la trayectoria de los ciclones que se hicieron presentes durante las últimas décadas para el área en la que se ubica el SAR, teniendo tormentas tropicales, depresión tropical y también algunos huracanes tipo 1 y 2.

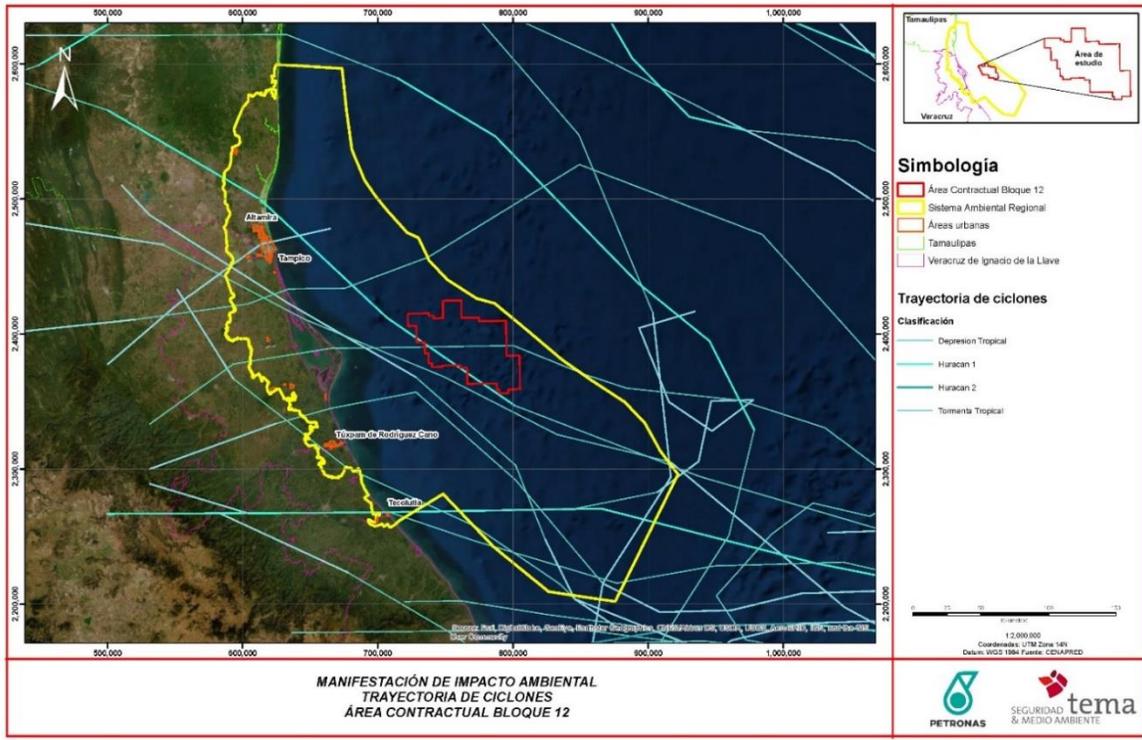


Figura IX-15. Grado de riesgo por ciclones tropicales.

Fuente: TEMA (2020)

La Tabla IX-17 cuenta con una recopilación de datos de ciclones que han impactado el Océano Atlántico. Desde el 2005 se presentaron al menos 4 Huracanes de baja intensidad y uno de grado 3, los cuales son altamente catastróficos. En su mayoría se han presentado Tormentas Tropicales con velocidad del viento de por lo menos 65 km/h.

Tabla IX-17. Ciclones que han impactado al Océano Atlántico (2005-2017).

Año	Nombre	Categoría	Lugar de Entrada a Tierra	Estados Afectados	Período	Vientos Máximos Sostenidos km/h
2005	Bret	TT	15 km al sur de Tuxpan, Ver.	Ver., Tamps., SLP. y Hgo.	28-29 junio	65
	Stan	TT	Felipe C. Oto. Qro.	Qroo., Yuc., Ver., Oax., Camp., y Chis.	1-5 octubre	75
	José	TT	10km al sureste de Vega de Alatorre, Ver.	Ver., Pue., Tlax., y Mex. DF.	22-23 agosto	85
	Gert	TT	10 km al sureste de Pánuco, Ver.	Ver., SLP., Tamps. y NL.	23-25 julio	75
2007	Lorenzo	H1	Barra de Tecolutla, Ver.	Ver., Pue., Hgo., Tamps., SLP. y Oax.	25-28 septiembre	155
2008	Marco	TT	Misantla, Ver.	Ver. y SLP	6-7 octubre	65

Año	Nombre	Categoría	Lugar de Entrada a Tierra	Estados Afectados	Periodo	Vientos Máximos Sostenidos km/h
2010	Karl	H3	sur-suroeste de Puerto Bravo, Qroo; Playa Chachalacas, Ver.	Qroo., Camp., Ver. y Pueb.	14-18 septiembre	195
2011	Arlene	TT	Cabo Rojo, Ver.	Ver., Hgo., Pueb., Tab., Chiap., Oax., Tamps., Gro., Mor., Méx. D.F., Tlax., Qro. y Gto.	28-30 junio	100
	Harvey	TT	Sureste estado de Tabasco y a 15 km al oeste-noroeste de Alvarado, Ver.	Tab., Chiap., Ver. y Oax.	18-22 agosto	95
	Nate	TT	25 km al nor-noreste del Puerto de Veracruz.	Ver. e Hgo.	7-11 septiembre	110
2012	Ernesto	H1	Majahual, Quintana Roo	Qroo., Yuc., Camp., Tab., Chiap., Ver., SLP, Hgo., Qro., Gto., Pueb., Tlax., Méx. D.F., Mor., Mich., Gro., y Oax.	1-10 agosto	140
	Helene	TT	Horconcos, Costa norte de Veracruz.	Tab., Ver., SLP, Hgo., Pue., y Oax.	9-11 y 17-18 agosto	75
2014	Dolly	TT	Al norte de la Laguna Tamiahua, Veracruz	N.L., Tamp., SLP, Gto., Qro., Hgo., Méx., D.F., Mor., Tlax., Pue., Ver., Oax., Tab y Chiap.	1-3 septiembre	105
	Hanna	TT	Sabancuy, Campeche	Pue., Ver., Oax., Chiap., Camp., Yuc. y Qroo.	21-27 octubre	75
2015	Bill	TT	Río Bravo, Tamp	Tamp.	15-17 junio	85
2016	Colin	TT	Río Lagartos, Yuc.	Qroo., Yuc., Camp., Tab.	5-7 Junio	85
	Danielle	TT	Puerto de Veracruz, Ver.	NL., Tamp., SLPO., Guanajuato., Querétaro, Hidalgo, Edomex., CDMX., Pue., Ver., Guerrero, Oax., Chiapas, Tab., Camp., Yuc., Qroo.	19-21 Junio	75
	Earl	H1	Punta Allen, Qroo.	Camp., Tab., Oax, Qroo., Yuc., Chiapas, Pue., Tlax., Hgo., Queretaro, SLP., Edomex., Mor., Tam., CDMX., Ver.	2-6 Agosto	130
2017	Franklin	TT	Punta Herrero, Qroo.	Yuc., Qroo., Ver., Tam., Hgo., Edomex.	6-10 Agosto	95
	Katia		Rancho Nuevo, Ver.	Ver., Pue.	5-9 Septiembre	165

FUENTE: Servicio Meteorológico Nacional.

DT: Depresión Tropical.

TT: Tormenta Tropical.

H1-5: Huracán y Categoría Alcanzada en la Escala de Intensidad Saffir-Simpson.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12		

IX.4.3.5 Datos Topográficos y Sísmicos.

IX.4.3.5.1 Fisiografía

El estado de Veracruz está conformado por dos extensas planicies (norte y sur), donde se forman los sistemas montañosos de la Sierra Madre Oriental hacia el noroeste, el Eje Neovolcánico hacia el oeste y la Sierra Madre del Sur y Sierra de Chiapas, hacia el sur-sureste. En el caso de las planicies costeras, estas son el 73 % del territorio, el 27% restante lo conforman las regiones montañosas. La planicie del sur comprende las regiones Llanura de Sotavento (de Veracruz a Acayucan), la Sierra de Los Tuxtlas y el Istmo de Tehuantepec, abarcando un rango de altitud que va desde el nivel del mar hasta los 350 m e, incluso, los 1 700 m en la Sierra de Los Tuxtlas (Soto y Geissert, s.f.).

Lo que marca el límite entre las planicies costeras del altiplano mexicano son las zonas montañosas, siendo la más extensa la sierra Pico de Orizaba–Cofre de Perote, la cual se prolonga por la sierra de Chiconquiaco y el macizo de Palma Sola hasta la costa del Golfo de México.

En la parte sur del estado, se elevan sierras de 1 000 a 2 000 m de altitud y mesetas con cuevas, de 200 a 1 000 m de altitud, al igual que la Sierra de Los Tuxtlas, donde su máxima altura se alcanza en el Volcán de San Martín con 1 700 msnm.

El estado de Tamaulipas cuenta con una ubicación geográfica privilegiada, es el punto de encuentro de tres provincias fisiográficas de gran importancia biológica: la Sierra Madre Oriental, la llanura costera del Golfo Norte, donde también se ubican la Sierra de Tamaulipas, y la Sierra de San Carlos, y las grandes planicies de Norteamérica (Jáuregui y Soto, 1975).

Los ríos que descienden de la Sierra Madre provocan la formación de profundas barrancas y aluviones. Mientras que la llanura costera del Golfo de México, la cual se extiende desde el margen derecho del Río Bravo hasta la península de Yucatán. El estado de Tamaulipas se divide en cuatro zonas, para fines prácticos se mencionan las correspondientes al SAR, las cuales son la zona central y la subprovincia de Tampico, para la primera zona el terreno se presenta ondulado debido a la presencia de colinas amplias y bajas con lutitas interrumpidas por mesetas de grava caliche. Dentro de esta subprovincia se localizan al norte las sierras estructurales de San Carlos, y al sur la de Tamaulipas, estas sierras están formadas por calizas del cretácico inferior. En cuanto a la segunda subprovincia, que es la de Tampico, comprende la llanura costera de Cáncer, donde se localiza la región de las Huastecas (íbid, 1975).

La Figura IX-16 presenta que un 100% del SAR contempla la Llanura Costera del Golfo Norte es la provincia y subprovincia.

Llanura Costera del Golfo Norte: esta provincia está entre el territorio mexicano y parte estadounidense, se extiende desde las costas de Texas hasta Lousiana, mientras que en México abarca a los estados de Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí y Veracruz. Esta provincia se subdivide en 4, siendo Llanuras y Lomeríos, Llanura Costera Tamaulipeca, Sierra de Tamaulipas y Sierra de San Carlos. Se caracteriza por la presencia de relieves contrastantes, amplias llanuras interrumpidas por lomeríos, sedimentos antiguos (arcillosos y/o arenosos). Dentro de este complejo se encuentran la Sierra de Tamaulipas, la Sierra de San Carlos, representada por un conjunto de cuerpos ígneos asociados a calizas. Dentro de la Llanura se pueden encontrar sedimentos marinos no consolidados en zonas inundables, asociados a lomeríos y mesetas aisladas (SGM,2017).

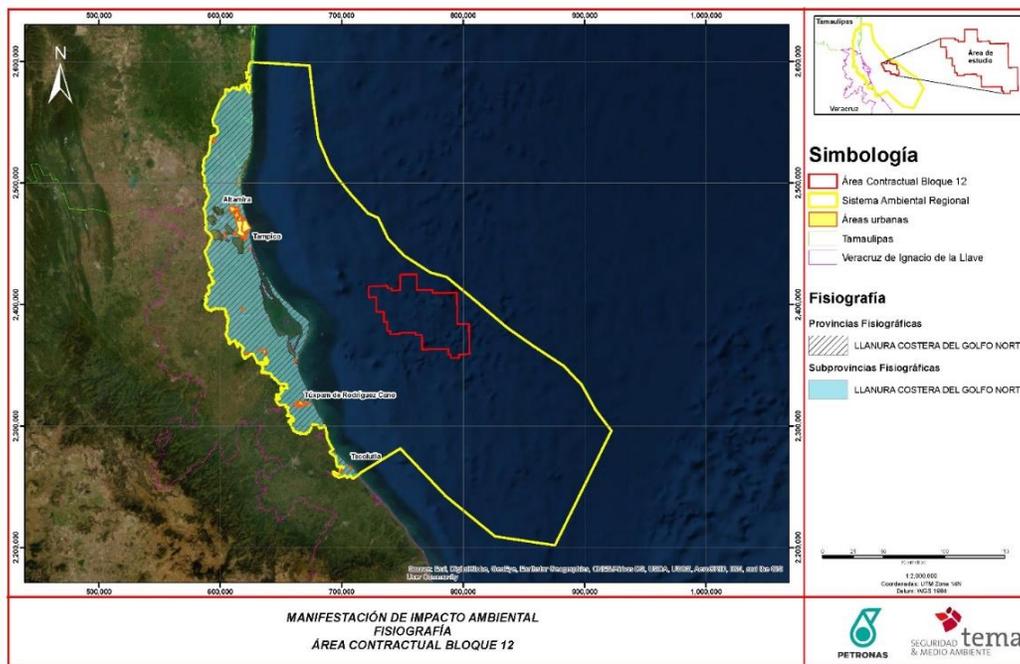


Figura IX-16. Provincias y subprovincias fisiográficas

Fuente: TEMA (2020)

IX.4.3.5.2 Edafología

EL SAR se ubica en una gran extensión terreno donde la variedad de vegetación natural y la geomorfología (incluso actividades antropogénicas), han dado pie a que se presenten varios tipos de suelo. De acuerdo con la carta edafológica escala 1:250 000 (INEGI, 2014), en el SAR se encuentran 20 tipos de suelo, los cuales pueden ser clasificados con base a las propiedades de sus horizontes en 11 tipos de suelo.

De los principales suelos que se presentan dentro del SAR, el tipo Vertisol Pelico se encuentra con mayor proporción sumando aproximadamente el 6.72 % del total, tal como se muestra en la Figura IX-17 con una extensión de aproximadamente 415, 542.38 Ha, de todo lo que comprende el SAR. En segundo lugar, se tiene al Regosol Eutrico con 153, 353.07 Ha (2.48%). En tercer lugar, se encuentra el Regosol Calcarico con el 1.22% (75, 373.03 Ha), el Feozem Halpico cuenta con el 0.95% presente en todo el SAR, siendo un total de 58, 876.69 Ha. El 084% (516, 68.3785 Ha) es de agua, mientras que el resto del tipo de suelos corresponde a un porcentaje menor al 0.80% (Tabla IX-18).

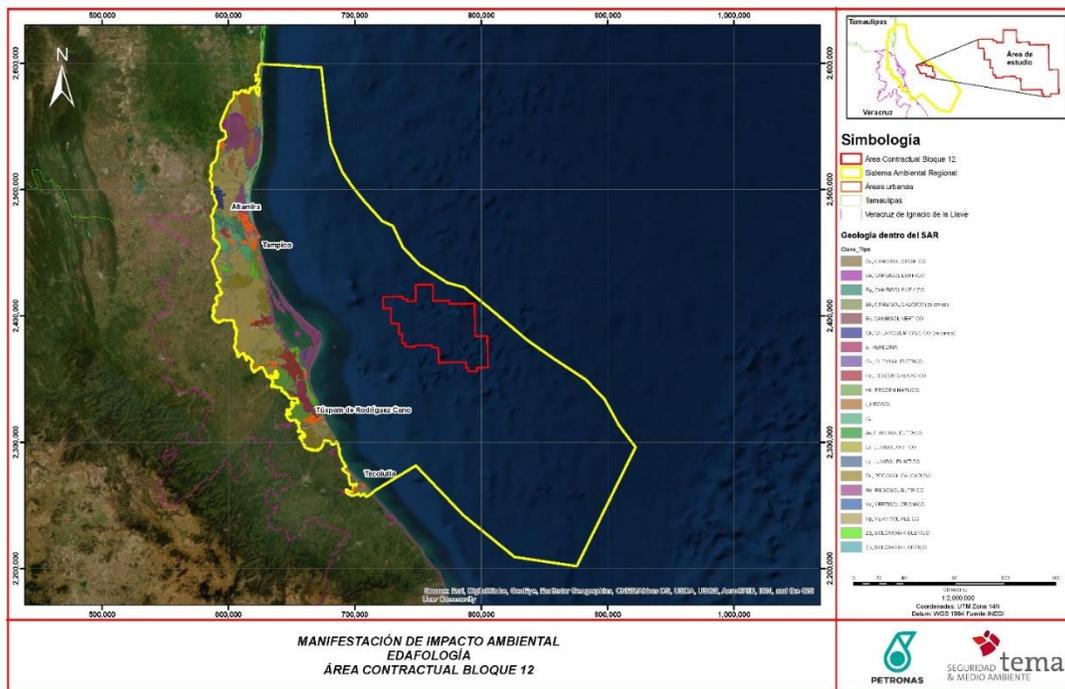


Figura IX-17. Edafología presente dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Tabla IX-18. Edafología existente dentro del SAR

Edafología	Área (Ha)	%
Agua	516, 68.3785	0.84
Cambisol Cálxico (Calcarico)	19, 029.2137	0.31
Cambisol Crómico	186.390823	0.00
Cambisol Eutricto	10, 747.7493	0.17
Cambisol Gleyico	19, 287.2378	0.31
Cambisol Vertico	1, 226.76145	0.02
Chernozem Calcico (Calcarico)	11, 128.6274	0.18

Edafología	Área (Ha)	%
Feozem Calcarico	40, 575.6436	0.66
Feozem Haplico	58, 876.6948	0.95
Fluvisol Eutrico	1, 599.54805	0.03
Gleysol Eutrico	4, 270.73666	0.07
Litosol	48, 613.932	0.79
Luvisol Ortico	968.319837	0.02
Luvisol Plintico	579.025053	0.01
Regosol Calcarico	75, 373.0361	1.22
Regosol Eutrico	153, 353.075	2.48
Rendzina	24, 972.6632	0.40
Solonchak Gleyico	24, 523.0011	0.40
Solonchak Ortico	19, 440.2741	0.31
Vertisol Cromico	4, 050.82799	0.07
Vertisol Pelico	415, 542.382	6.72

Fuente: TEMA (2020)

A continuación, se hace una breve descripción de los tipos de suelo que presentes el SAR:

Cambisol. Son suelos jóvenes, poco desarrollados, que se encuentran en cualquier tipo de vegetación y clímax, excepto en zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. El horizonte calcáreo indica la presencia de calcio entre los 20 y 50 cm desde la superficie.

Sus principales limitaciones están asociadas a la topografía, bajo espesor, pedregosidad o bajo contenido en bases; por lo que son considerados de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

Chernozem. Los Chernozems acomodan suelos con una capa superficial gruesa, negra rica en materia orgánica. Muchos tipos corresponden a suelos negros calcáreos. Son principalmente sedimentos eólicos y eólicos retrabajados (loess). Se dan en ambientes o regiones con un clima continental con inviernos fríos y veranos calientes, que están secos por lo menos al final del verano; en planicies llanas a onduladas con vegetación de pasto altos (bosque en la zona norte transicional). El perfil de estos suelos se desarrolla como horizonte superficial mólico pardo oscuro a negro, en muchos casos sobre un horizonte subsuperficial cámbico o árgico; con carbonatos secundarios o un horizonte cálcico en el subsuelo. Los Chernozems centrales, profundos son considerados como de los mejores suelos, esto de acuerdo con edafólogos rusos. Son utilizados para cultivos arables,



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

estos suelos constituyen un recurso formidable para el futuro. La preservación de la estructura del suelo favorables a través de las labranzas oportunas y riego cuidadoso en bajas tasas se previene el desgaste y la erosión. La aplicación de fertilizantes P se requiere para altos rendimientos. El trigo, cebada y maíz son los cultivos principales junto con otros cultivos alimenticios y vegetales. Parte del área de Chernozem se usa para la cría de ganado. En el cinturón templado norte, el período de crecimiento posible es corto y los cultivos principales son trigo y bada, en algunos lugares en rotación con vegetales. El maíz es ampliamente cultivado en el cinturón templado cálido. La producción de maíz tiende a estancarse en años secos a menos que el cultivo se riegue adecuadamente.

Feozem: son suelos muy fértiles y aptos para el cultivo, si bien son sumamente proclives a la erosión, debido a su textura media, buen drenaje y ventilación. Con frecuencia son suelos profundos y ricos en materia orgánica, aunque también pedregosos e inestables, restringiendo por ello su uso en la agricultura permanente, pudiéndose utilizar en el cultivo de pastos, aunque se recomienda mantenerlos con vegetación permanente. Se desarrollan sobre todo en climas templados y húmedos, por lo que se encuentran recubriendo el Eje Neovolcánico Transversal y porciones de la Sierra Madre Occidental.

Fluvisol: acomodan suelos azonales genéticamente jóvenes, en depósitos aluviales. El nombre Fluvisoles puede ser confuso en el sentido de que estos suelos no están confinados sólo a los sedimentos de ríos (latín fluvius, río); también pueden ocurrir en depósitos lacustres y marinos. En sí son suelos desarrollados en depósitos aluviales; del latín fluvius, río. El material parental: Predominantemente depósitos recientes, fluviales, lacustres y marinos. Se pueden encontrar en ambientes como planicies aluviales, abanicos de ríos, valles y marismas costeras en todos los continentes y en todas las zonas climáticas; muchos Fluvisoles bajo condiciones naturales se inundan periódicamente. El desarrollo de los perfiles es con evidencia de estratificación; débil diferenciación de horizontes, pero puede haber presente un horizonte superficial diferente. Los rasgos redoximórficos son comunes, en particular en la parte inferior del perfil.

Gleysol: Son suelos que se saturan de agua, lo que hace que desarrollen un patrón de color gléyico, siendo su horizonte diagnóstico. Debido a que se encuentran sumergidos durante la mayor parte del tiempo, pueden presentar un alto contenido de materia orgánica humificada. No obstante, en el caso de esta zona y por su proximidad a la costa, la materia orgánica no se acumula debido al arrastre con los eventos de marea alta, así como de precipitación máxima; ello también sugiere que estos suelos presentan acumulaciones de salitre. En este caso, la clasificación Gleysol eútrico, es característica por ser rico o muy rico en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na), al menos en alguna parte entre los 50 cm de profundidad.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Hay que considerar que, debido a su condición predominantemente arcillosa, presenten serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación; esto se ve aumentado considerando que este suelo se ubica a lo largo de la línea costera del SAR, por lo que la vegetación que sustenta se conforma por plantas que soportan condiciones de hidro-morfismo. (INEGI, 2004).

Litosol: Este tipo de suelos entra en la categoría de los Leptosoles, son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México. Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos), y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales. Su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar. Aunado a ello, el calcio que contienen puede inmovilizar los nutrientes minerales, por lo que su uso agrícola es limitado si no se utilizan técnicas apropiadas, por ello, es preferible mantenerlos con la vegetación original.

Luvisol: Se consideran como suelos minerales muy débilmente desarrollados con materiales no consolidados. Son suelos muy someros y tampoco son muy ricos en gravas o con materiales fúlvicos. Su distribución regularmente se asocia a tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

De acuerdo con el subtipo Calcárico con el que se clasifica, éste suelo se encuentra enriquecido con carbonatos (cal), menor al 15 % en alguna parte entre 50 cm de profundidad. Esta condición provoca una consecuente sequedad y dureza del suelo, o cual es desfavorable para la germinación y el establecimiento de plantas. Además, el agua, al no poder penetrar en el suelo corre por la superficie provocando erosión (SEMARNAT, 2016).

Regosol: Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales fúlvicos (Fluvisoles). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. Connotación: Suelos débilmente desarrollados en material no consolidado; del griego rhegos, manta. El material parental es material no consolidado de grano fino, y se ubican en todas las zonas climáticas sin permafrost y todas las alturas. Los Regosoles son particularmente comunes en áreas áridas (incluyendo el trópico seco) y en regiones montañosas. El desarrollo del perfil se presenta sin horizontes de diagnóstico, es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo, e.g. debido a la aridez.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Rendzina: Son suelos someros que se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las son suelos arcillosos y poco profundos (por debajo de los 25 cm), que producen ruido con el arado por su pedregosidad.

Solonchak: Son suelos salinos; por lo que se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país.

La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal, pero con rendimientos bajos.

En este caso, se observan en las zonas cercanas a costa, abarcando el 5% de la superficie del SAR. Su condición gleyca se puede presentar entre los 25 y 100 cm de profundidad. Debido a que tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo, no son aptos para todos los tipos de cultivo.

Vertisol: Este tipo de suelo se caracteriza por su alto contenido de arcillas 3:1, cuyo material es expandible en húmedo, formando superficies de deslizamiento llamadas facetas; mientras que, en seco, se colapsan y generan grietas en la superficie o a determinada profundidad. La textura del suelo pesada y el predominio de minerales de arcilla expandibles, resulta en un rango de humedad del suelo provocando stress hídrico y exceso de agua.

Estas características limitan al suelo, representando serias restricciones de manejo. Ello ha llevado a que la agricultura en este tipo de suelos, pueda llegar a incrementar los costos de su uso, debido a que obstaculiza la labranza por la adhesividad cuando el suelo está mojado y dureza cuando está seco; lo que provoca que sean susceptibles a la compactación, en particular cuando las operaciones de campo son realizadas con altos contenidos hídricos (Espinosa *et al.*; 2011).

IX.4.3.5.3 Provincias geológicas

Una provincia geológica es toda parte cartografiable de la superficie sólida del planeta, de centenares a millones de kilómetros cuadrados de extensión, caracterizada por sus rocas, por su estructura y por una secuencia de eventos tal que integre una historia evolutiva singular diferente a la de las áreas adyacentes, de las cuales está separada por límites estratigráficos, tectónicos o por ambos.

Con base a ello, se identificaron las provincias geológicas que se presentan el SAR. La Tabla IX-19, muestra el porcentaje de superficie que abarca cada una. La provincia que presentan una mayor

extensión es Cordilleras Mexicanas, Tampico-Misantla, la cual cubre 27.04 % del SAR, abarcando parte de la superficie terrestre y marina (Figura IX-18).

Tabla IX-19. Provincias geológicas dentro del SAR

Provincia Geológica	Ubicación	Superficie (ha)	%
Alto de Tamaulipas	Terrestre	0.02	0.00
Tampico-Misantla	Terrestre	1672895.51	27.04
Cinturón Extensional Quetzalcóatl	Plataforma	1081049.20	17.48
Salina del Bravo	Golfo Profundo	23941.02	0.39
Burgos	Terrestre	234190.36	3.79
Cordilleras Mexicanas	Golfo Profundo	3173620.20	51.31

Fuente: TEMA (2020)

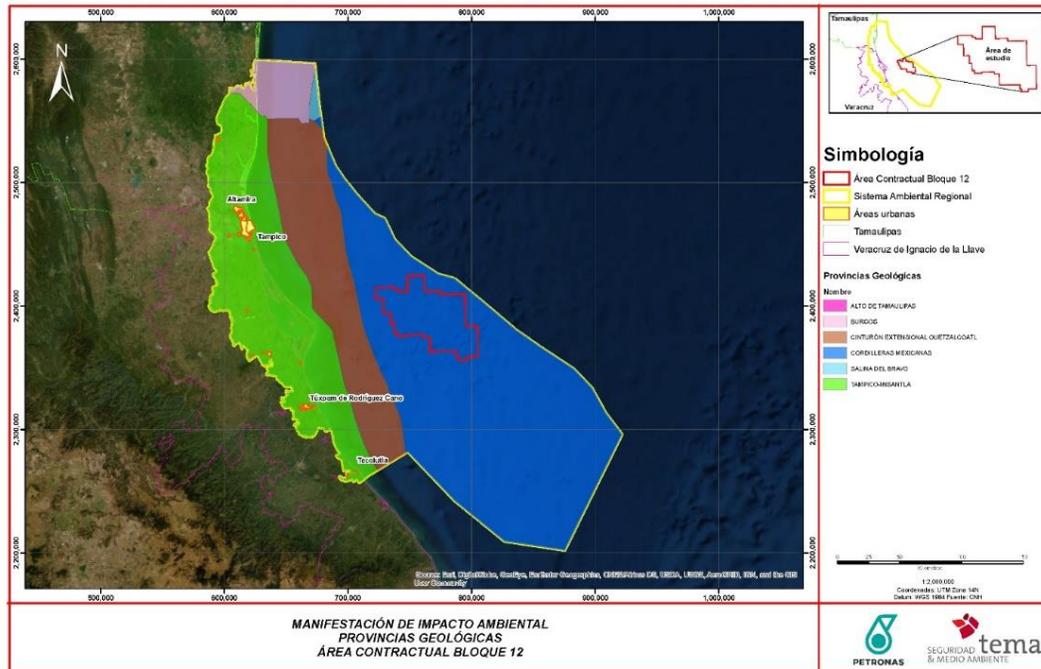


Figura IX-18. Provincias geológicas dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Alto de Tamaulipas: Esta provincia está conformada estratigráficamente por un basamento de rocas ígneas y metamórficas del Triásico con rocas carbonato – arcillosas del Jurásico y Cretácico con la secuencia Clástica del Cenozoico. La geología se conforma por rocas ígneas y metamórficas del basamento. En el Cretácico se depositaron las formaciones Tamaulipas Inferior, Horizonte Otates, Tamaulipas Superior y Agua Nueva de facies de cuenca y nerítica con aportes de terrígenos.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Burgos: Esta provincia geológica cuenta con aproximadamente 49, 800 km² se localiza en el margen noreste de la República Mexicana y geológicamente, la Cuenca Terciaria se extiende al norte hacia los Estados Unidos de Norteamérica y forma parte del denominado "Río Grande Embayment"; al oriente, se extiende hacia la Plataforma Continental del Golfo de México y al poniente, cubre la porción oriental de la Plataforma Mesozoica del Burro-Picachos (Echanove, 1986).

Se ha establecido una potente columna sedimentaria que abarca al Jurásico Superior, Cretácico y Terciario, con un espesor mayor de 5,000 m. El Mesozoico está representado por una secuencia de carbonates, terrígenos y evaporitas en el Jurásico Superior y en el Cretácico; mientras que, en el Terciario, se establece una secuencia predominantemente clástica, con alternancia de areniscas y lutitas, depositada en periodos sucesivos del Paleoceno al Reciente. La sedimentación terciaria se efectuó en etapas alternantes transgresivas y regresivas y que en general, constituyen un marco regresivo regional hacia el oriente (Íbis, 1986).

Cinturón Extensional Quetzalcóatl: Ubicada frente a los estados de Veracruz y Tamaulipas, entre la plataforma y talud continental del Golfo de México. Esta provincia se caracteriza por sistemas extensionales de fallas lítricas que afectan las rocas sedimentarias del Terciario.

Cordilleras Mexicanas: Se localiza al oriente de la plataforma continental del Golfo de México, frente a la costa de los estados de Veracruz y Tamaulipas. En esta zona, se formó un amplio cinturón plegado, desde la parte Sur de la Provincia Salina del Bravo hasta el Sur del Golfo de México. Se extiende a lo largo de 500 km y cubre cerca de 70,000 km² con tirantes de agua de entre 1,000 y 3,000 m, generado como respuesta a la extensión gravitacional desarrollada desde el Sur de la Cuenca de Burgos y la Cuenca Tampico - Misantla. Se compone de anticlinales simétricos, con leve vergencia hacia el oriente, alargados y angostos. El sistema combinado extensión-compresión de la Provincia Geológica de Cordilleras Mexicanas, se transmite a través de más de una superficie de despegue principal dentro del Paleógeno, así como también superficies de despegue secundarias dentro de la secuencia Terciaria. Las estructuras están presentes principalmente en la serie sedimentaria Terciaria, en particular del Mioceno al Reciente. Los pliegues más jóvenes y de mayor amplitud se localizan hacia la parte central de las Cordilleras Mexicanas.

Salina del Bravo: Se localiza en el sector noroccidental del Golfo de México, frente al delta del Río Bravo, en tirantes de agua que varían de 500 a 2,500 m. Incluye las subprovincias del Cinturón Subsalino y Mini-cuencas: El Cinturón Subsalino corresponde a un régimen compresivo de pliegues amplios por propagación de fallas inversas en sus crestas y flancos, con orientación preferencial NE-SW, nucleados por sal y cubiertos por canopies y lengüetas de sal alóctona. La cubierta de canopies ocurre por encima de los sedimentos del Eoceno Medio, por lo que la intrusión de cuerpos

de sal autóctona data de al menos esta misma edad. La zona de Mini-cuencas se localiza al occidente, representada por una franja, casi paralela al borde del talud continental, con la presencia de diapiros de sal o arcilla asociados a un régimen extensivo gravitacional con niveles de despegue someros sobre las arcillas del Eoceno Superior y creando estructuras de relleno sin sedimentario Neógeno y acúñamiento de sedimentos contra diapiros de sal o arcilla (CNH, 2015).

Tampico – Misantla: esta provincia geológica cuenta con un área de 57, 170 km² y se localiza en el extremo sur del estado de Tamaulipas y parte norte del estado de Veracruz, así como una porción de los estados de San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla, mientras que en el Golfo de México llega hasta la isobata de 200 m. Esta provincia se encuentra localizada en la zona gruesa de una corteza transicional, a su vez esta cuenca se conforma principalmente por calizas oolíticas del Jurásico Superior de la Formación San Andrés. Calizas fracturadas del Cretácico Medio en la Formación Tamán, y rocas carbonatadas de la Faja de Oro y la Formación El abra.

IX.4.3.5.4 Provincia petrolera

Una provincia petrolera es un área donde ocurren cantidades comerciales de petróleo o en la que se ha identificado condiciones favorables para la acumulación de hidrocarburos, por lo general en una cuenca sedimentaria (PEMEX, 2013).

En el SAR se presentan 3 provincias petroleras (Tabla IX-20). La de mayor extensión es la del Golfo de México Profundo, la cual abarca una superficie de 56.36 % del SAR, seguida por la provincia Tampico-Misantla (39.71 %) y en menor proporción, la de Burgos (3.94 %). La Figura IX-19, muestra la distribución de estas provincias.

Tabla IX-20. Provincias petroleras dentro del SAR

Provincia Petrolera	Superficie (ha)	%
Golfo de México Profundo	3486129.93	56.36
Tampico-Misantla	2456078.34	39.71
Burgos	243477.99	3.94

Fuente: TEMA (2020)

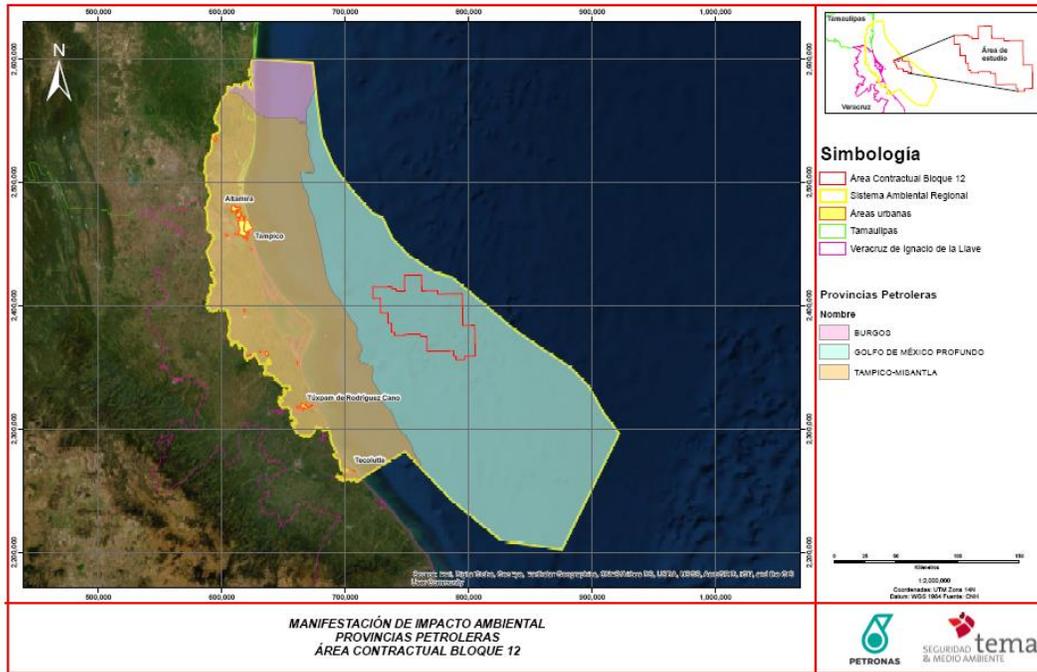


Figura IX-19. Provincias petroleras

Fuente: TEMA (2020)

La Provincia Petrolera Golfo de México Profundo corresponde a la porción central del Golfo, limitada por la isobata de 500 m y el límite de la Zona Económica Exclusiva de México en el Golfo de México. En los últimos años se han realizados trabajos exploratorios para evaluar el potencial petrolero del área, desde estudios regionales hasta la perforación de pozos exploratorios en áreas estratégicas. Con base en estos estudios se han identificado en la región seis provincias con características geológicas distintivas.

En cuanto a la provincia de Burgos se ha obtenido producción en toda la columna sedimentaria; en el Jurásico Superior y en el Cretácico. Los yacimientos descubiertos a la fecha son aislados y poco significativos; sin embargo, los yacimientos en el Terciario son múltiples y de amplia extensión. La provincia se ha subdividido en franjas geológicas alargadas y subparalelas, que de poniente a oriente se les denomina; Jurásico-Cretácico, Paleoceno, Eoceno, Oligoceno y Mioceno. La Cuenca de Burgos es una provincia productora en desarrollo, con amplias perspectivas exploratorias y que ofrece múltiples oportunidades de incrementar las reservas potenciales y probadas, así como el de aumentar o sostener la plataforma de producción. Para lograr estos objetivos se requieren estudios geológicos que permitan: la localización y el desarrollo de nuevos campos; descubrimientos en yacimientos más profundos y/o más someros en campos conocidos; y el desarrollo y programación óptima y racional de la explotación de las reservas probadas, en los campos establecidos (Íbis, 1986).

La Figura IX-20 representa el marco estratigráfico general del cinturón plegado perdido Cordilleras Mexicanas en aguas profundas Norte, la cual corresponde a la ubicación del SAR.

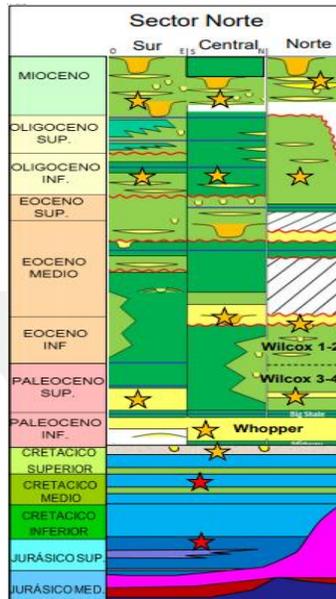


Figura IX-20. Marco estratigráfico general

La columna estratigráfica comprende:

Mioceno – Plioceno: Sedimentación en ambientes batiales a neríticos de facies predominantemente arcillosas y limolíticas de ambientes turbidíticos, con presencia de intercalaciones arenosas asociadas a abanicos y canales submarinos.

Oligoceno: Son intercalaciones delgadas de arenas de grano fino y arcillas depositadas en canales meandriformes y lóbulos distales, contemporáneos con los primeros episodios de deformación causada por el movimiento de sal alóctona. Por lo tanto, en esta época se modifica la configuración estructural por efecto de la deformación plástica de los cuerpos de sal.

Eoceno Medio – Superior: La sedimentación se llevó a cabo en un ambiente batial inferior, formando un sello de buen espesor en el Eoceno Medio, compuesto de arcillas con delgadas intercalaciones de limonitas en ambientes de cuenca hemipelágica. También existen en el Eoceno Superior capas delgadas con facies de lóbulos y desborde de canal.

Paleoceno – Eoceno Inferior: El Paleoceno corresponde a un periodo de bajo nivel del mar en el Golfo de México. Está principalmente compuesto por cuerpos de areniscas con amplia extensión lateral denominadas "Whopper", (equivalentes a la Formación Wilcox Inferior) en facies de canales y capas turbidíticas que evolucionan a un sistema de abanico submarino arenoso con lóbulos y canales amalgamados, con mayor contenido de arcillas hacia el Eoceno Inferior correspondientes a



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

un periodo alto del nivel del mar. Existen intervalos limo-arcillosos depositados en facies de cuenca hemipelágicas, intercalados en los intervalos arenosos del Paleoceno (Formación Midway y miembro "Big Shale").

Cretácico: Se identifican facies de carbonatos en ambientes de cuenca profunda con alta ciclicidad de fluctuaciones de nivel de mar. Hacia la parte intermedia se infiere un nivel de roca generadora secundaria de edad Turoniano, con alto contenido de materia orgánica depositada en un ambiente de cuenca anóxica. En el Cretácico Superior se identifican cuerpos calcáreo-arenosos de lóbulos turbidíticos distribuidos localmente.

Jurásico Superior: Corresponde a sedimentos principalmente carbonatados de facies de rampa interna a externa con variaciones laterales a dolomías y terrígenos depositados en la rampa intermedia. Hacia su cima se identifica una máxima transgresión compuesta por carbonatos de cuenca con alto contenido de materia orgánica, particularmente en el Tithoniano, horizonte característico de ambientes anóxicos.

Jurásico Medio: Constituido por el depósito de lechos rojos sobre un basamento ígneo - metamórfico, evolucionando a rocas evaporíticas de gran espesor durante la fase de apertura del Golfo de México.

IX.4.3.5.5 Geología Marina

El Golfo de México es una región marítima del Océano Atlántico formado por un sistema semicerrado con una entrada de agua oceánica por el Mar Caribe a través del Canal de Yucatán y con una profundidad de 1, 900 m aproximadamente; mientras que la salida al Océano Atlántico se encuentra ubicado en el Estrecho de la Florida, entre la Península de Florida y la Isla de Cuba, en donde la profundidad es de 1, 000 m menor; aunque la parte más profunda puede llegar a los 3, 700 m, y los 200 m en la plataforma continental. Las plataformas más extensas son las que se encuentran al norte de la Península de Yucatán, al oeste de la Península de Florida y al sur de los Estados de Texas y Luisiana. Tectónicamente, se ubica en la placa de Norteamérica.

Los vientos tienen gran importancia en la mezcla vertical del Golfo de México. En el invierno los nortes y en el verano las tormentas tropicales y los huracanes, hacen más profunda la capa mezclada, incorporando nutrientes a la zona fótica.

El SAR comprende la plataforma de Tamaulipas y Veracruz, la cual tiene mucho intercambio con la plataforma de Texas y está fuertemente afectada por los remolinos que interactúan con el talud, principalmente en la plataforma externa. La influencia de los remolinos es mayor en la zona de Tamaulipas.

La Geomorfología Marina, descrita en la Carta Batimétrica Internacional del Mar Caribe y Golfo de México (Figura IX-21), muestra que el SAR presenta condiciones batimétricas que varían entre los 20 msnm en la parte terrestre y 3,700 m de profundidad en la zona marina. Asimismo, se observa que el Área Contractual 12 se encuentra a una profundidad entre 1, 400 m y 2, 300 m.

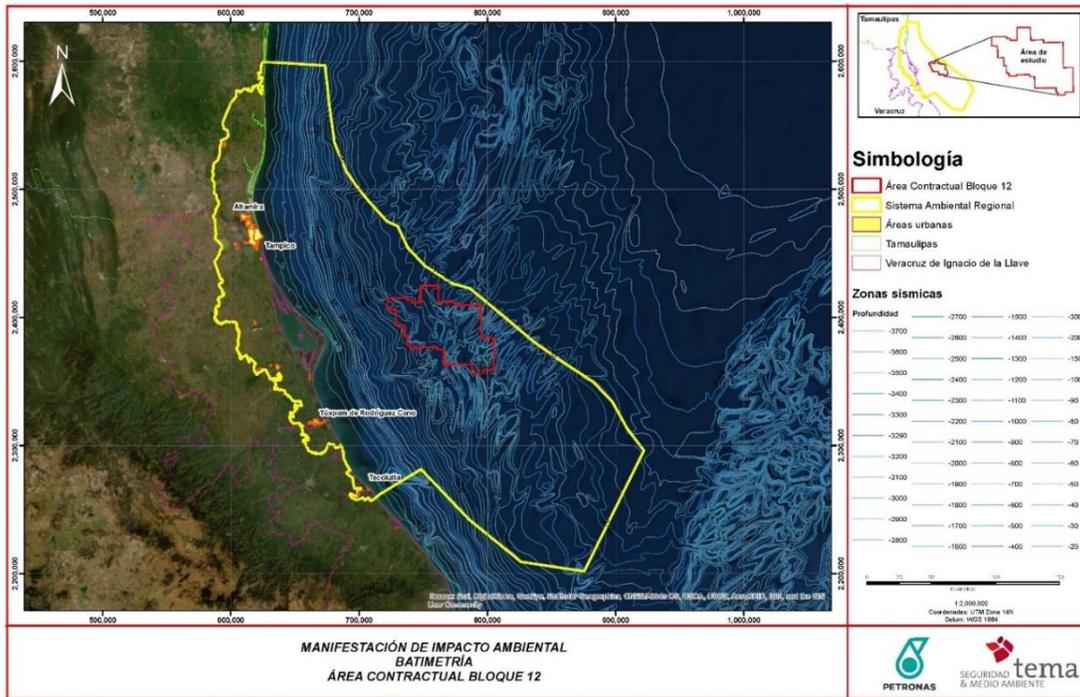


Figura IX-21. Batimetría dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

La mayor parte del contraste que se presentan en la geomorfología marina se debe a que esta zona se encuentra en su mayoría en el talud continental que cubre en su totalidad el Área Contractual 12. En este espacio existen algunos cañones submarinos cercanos al área de estudio. La segunda porción de mayor magnitud es la plataforma continental, en la cual se ubican algunas islas; y una pequeña área de pie del continente (Figura IX-22).

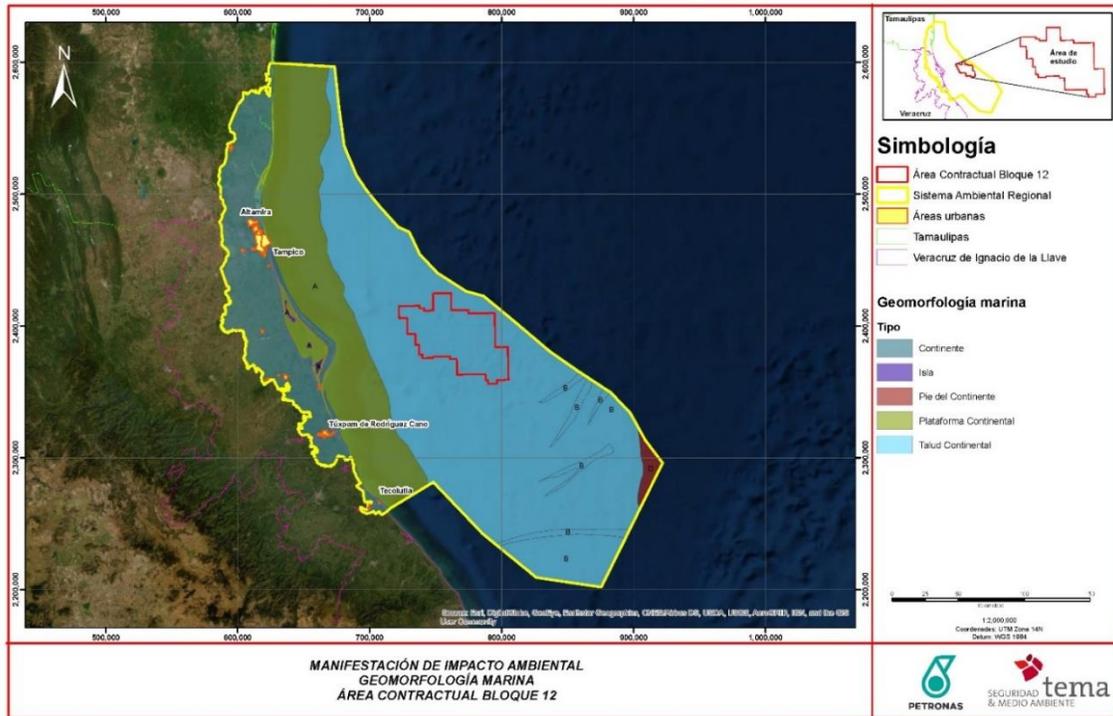


Figura IX-22. Geomorfología marina del SAR

Fuente: TEMA (2020)

Sistema de Transporte Litoral

Sistema de Transporte Litoral

Las playas del Golfo de México, en la región en donde se ubica el SAR, son principalmente sitios de sedimentación, los cuales se agrupan principalmente en tres bandas paralelas a la costa del Golfo de México: 1, la que está en la zona litoral, 2, la zona de avance y retroceso del nivel del mar y 3, la existencia antigua de desembocaduras de ríos. La distribución de sedimentos en el Golfo de México se muestra en la Figura IX-23.

La historia geológica de la extensión marina de la Cuenca Tabasco-Campeche se asocia con la orogenia del Paleozoico Tardío, durante la cual se formaron cuencas y bahías hacia la costa. En el Cretácico se depositaron clastos carbonatados y terrígenos, predominando los carbonatos hacia el Este. La estructura de la plataforma es compleja y marcada por largos pliegues paralelos al límite externo de la plataforma continental relacionados con los movimientos verticales de la sal a través de los sedimentos suprayacentes.

El tipo de sedimentos del Litoral en el SAR se modifica conforme se avanza hacia el este del Golfo de México. En la zona profunda, los lodos terrígenos son el sedimento dominante y en la Península,

las arenas carbonatadas son las que dominan. Existen dos zonas de arenas carbonatadas pequeñas en los extremos NO y NE. El comportamiento de los resultados de materia orgánica es errático; no obstante, se infiere el que deba ser alto pues esta zona tiene una alta influencia continental ya que recibe la carga de los ríos que desembocan ahí.

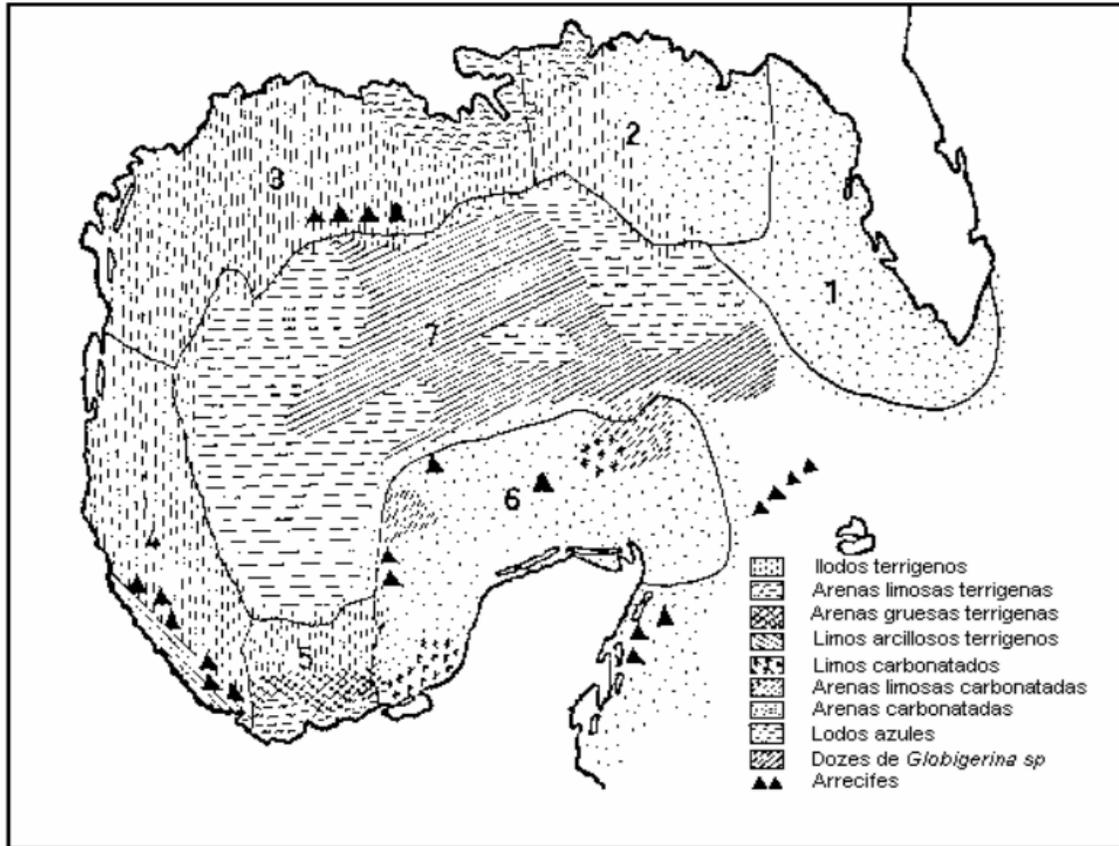


Figura IX-23. Sedimentos y su transporte en el Golfo de México

IX.4.3.5.6 Sismicidad

La Figura IX-24 muestra la regionalización sísmica de la República Mexicana. En ella incluye cuatro zonas (A, B, C y D), que indican las regiones de menor a mayor peligro, así como la frecuencia a la que están expuestas.



Figura IX-24. Regionalización Sísmica de la República Mexicana

Fuente: Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la CFE (2017)

De acuerdo a lo anterior mencionado, los estados de Veracruz y Tabasco se ubican dentro de la zona peni-sísmica (Zona B) o de sismos poco frecuentes con baja vulnerabilidad de carácter catastrófico (Figura IX-24), mientras que una pequeña porción de la zona norte del estado de Veracruz y completamente el estado de Tamaulipas se ubican en la región A de muy baja sismicidad. En esta última zona no se tienen registros históricos de sismos, tampoco no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

Geológicamente la zona del SAR se encuentra en una región sísmica de menor frecuencia con aceleración de terreno menor al 70% de gravedad, la cual presenta una gran estabilidad por lo que la recurrencia de sismos con magnitud de entre 3 y 6 grados en la escala de Richter es de uno cada 3 a 4 años, siendo muy espaciados en el tiempo y de mínimas consecuencias para la población e infraestructura de la localidad (Figura IX-25).

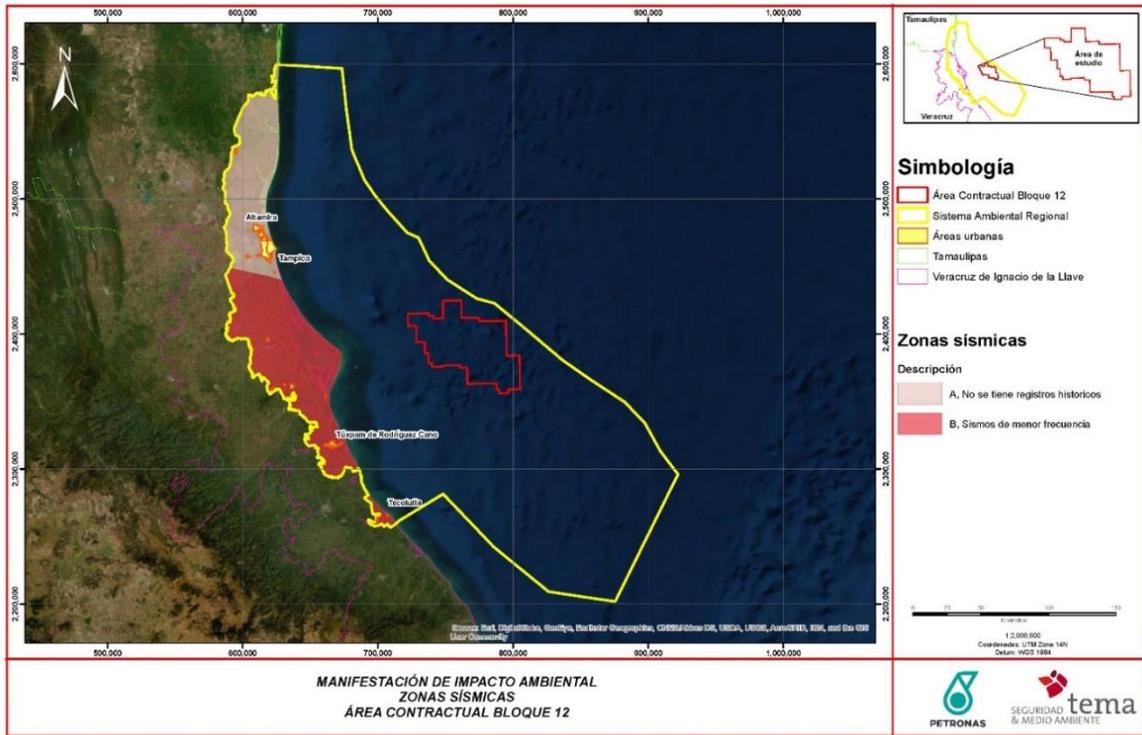


Figura IX-25. Zonas sísmicas dentro del SAR

Fuente: TEMA (2020)

En la Tabla IX-21 se muestran los registros del Servicio Sismológico Nacional dentro de un periodo de 10 años (2009 al 2019), los cuales presentan una magnitud "baja" desde 4.0 a 4.8 en la escala de Richter. El sismológico ha reportado sismos mayores a una magnitud de 5.5 los cuales son considerados como sismos fuertes. Dentro de sus reportes se encuentran algunos en el estado de Veracruz, pero que no están cercanos a la región del SAR. En el caso de Tamaulipas no se encontraron datos del estado para el reporte mencionado.

Se identificaron registros de sismos en los municipios de Altamira, Tuxpan, Santiago Tuxtla, Gutiérrez Zamora y en las colindancias del puerto de Veracruz. En el resto de los municipios a los que pertenece el SAR no se encontraron registrados en la base del Sismológico Nacional.

Tabla IX-21. Datos de sismos presentados en los municipios que comprenden el SAR en un periodo de 10 años (2009 -2019)

Fecha	Hora	Magnitud	Latitud	Longitud	Profundidad	Referencia de localización
14/02/2012	00:52:35	4.5	19.2733	-96.0913	16.1	10 km al NORESTE de VERACRUZ, VER
24/06/2012	20:52:51	4.1	22.642	-97.9943	16.0	28 km al NORTE de ALTAMIRA, TAMS
11/02/2013	06:39:07	4.2	21.4968	-96.4687	16.1	114 km al NORESTE de TUXPAM DE RGZ CANO, VER
17/07/2013	07:33:52	4.0	20.9105	-94.7397	15.0	239 km al NORESTE de VERACRUZ, VER
21/03/2014	06:02:10	4.0	18.2773	-95.4227	20.3	24 km al SUROESTE de SGO TUXTLA, VER
16/04/2015	07:20:12	4.2	21.0513	-94.5877	15.0	261 km al NORESTE de VERACRUZ, VER
26/08/2016	07:23:36	4.8	19.7525	-95.3855	23.7	100 km al NORESTE de VERACRUZ, VER
15/02/2017	03:56:38	4.8	19.3432	-96.2055	16.6	17 km al NOROESTE de VERACRUZ, VER
15/02/2017	11:24:53	4.0	19.366	-96.1255	7.1	18 km al NORTE de VERACRUZ, VER
30/10/2017	06:07:58	4.3	18.4143	-95.7357	38.7	5 km al NORTE de CARLOS A CARRILLO, VER
22/12/2017	12:58:09	4.3	20.3248	-97.1972	10.0	18 km al SUROESTE de GUTIERREZ ZAMORA, VER
30/06/2018	01:14:44	4.4	21.419	-95.0705	15.0	235 km al NORESTE de GUTIERREZ ZAMORA, VER
20/08/2018	17:50:22	4.2	21.3827	-94.8852	25.0	251 km al NORESTE de GUTIERREZ ZAMORA, VER
08/03/2019	05:07:04	4.0	18.3855	-95.368	15.0	11 km al SUROESTE de SGO TUXTLA, VER

Fuente: Sismológico Nacional UNAM (2020)

IX.4.4 Análisis Preliminar de Riesgo.

El análisis preliminar de riesgos se considera como una herramienta eficaz para identificar de manera preliminar los peligros y amenazas en la fase de diseño del proyecto y/o instalación reconociendo las Sustancias Peligrosas, condiciones y posibles Peligros que conlleva el utilizar una determinada tecnología, así como las salvaguardas, medidas de seguridad, y protecciones consideradas para cada una de las áreas que conforman el Proyecto y/o Instalación. Siendo de particular interés, la implementación de las mejores prácticas nacionales e internacionales de ingeniería, códigos y estándares normalmente reconocidos, y en su caso, la aplicación hasta donde sea posible del Diseño inherentemente seguro. Algunos ejemplos de metodologías se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IX-22. Metodologías de Análisis Preliminar de Peligros

Tipo	Nombre
Metodología de Análisis de Riesgo Cualitativo	Identificación de peligros (Hazid)
	Lista de Verificación
	Revisión de Seguridad

IX.4.4.1 Análisis de Identificación de Peligros Hazid.

Para este proyecto como Análisis preliminar de riesgo se elaboró la Identificación de Peligros con la metodología **Hazid** (ver Anexo 4e).

El estudio HAZID es una herramienta para la identificación de peligros, utilizada en el inicio de un proyecto tan pronto como están disponibles los diagramas de flujo del proceso, los balances de calor y masa, los trazos de diseño. También se requiere de la infraestructura existente, clima e información geotécnica, estos son una fuente de peligros externos.

La realización de un análisis HAZID puede involucrar entre otras, las siguientes etapas:

1. Definición del área de estudio.
2. Definición de los sistemas a analizar.
3. Definición de los subsistemas a analizar.
4. Sesiones HAZID.

Durante las sesiones, el equipo HAZID revisa cada uno de los peligros identificados y cada una de sus causas, consecuencias, salvaguardas y acciones, que son registradas en las hojas de trabajo HAZID.

Para desarrollar un estudio HAZID, se integra un grupo multidisciplinario de especialistas con experiencia y conocimiento del proyecto, de los departamentos de diseño, ingeniería, operaciones, seguridad y medio ambiente, encabezado por un líder con conocimiento profundo de la técnica. Se requiere que comprendan completamente el proyecto y sus interrelaciones, a fin de poder cuestionar correctamente cada una de las actividades y etapas del mismo, identificando las desviaciones al propósito original que puedan ocurrir y así, determinar cuáles de esas desviaciones pudiesen dar lugar a riesgos para el personal, el medio ambiente y/o las instalaciones durante el ciclo de vida del proyecto.

Es conveniente que dicho líder no esté estrechamente involucrado en el diseño ni en los aspectos operativos para asegurar la objetividad del estudio. El director debe incitar a la discusión cuando sea necesario, al tiempo que debe dejar que los miembros del equipo descubran las soluciones buscadas.

El líder nombrado facilitará el progreso del estudio, informará al equipo de los objetivos y la metodología del mismo y los guiará durante todas las etapas para realizar el informe. En esencia, el HAZID debe revisar y escrutarse cada una de las etapas operativas del proyecto, con suficiente detalle para identificar todos los riesgos.

El HAZID es una técnica cualitativa que permite identificar desviaciones del propósito original o postulados de accidentes que pudieran ocurrir durante el proyecto.

Para cada desviación identificada se incluye la siguiente información:

1. La lista de las posibles causas.
2. La lista de las consecuencias.
3. Evaluación previa del riesgo inherente empleando una matriz de ponderación de riesgos.
4. La respuesta del riesgo para asegurar que las salvaguardas son apropiadas.
5. Recomendaciones en caso de que el riesgo deba ser reducido.
6. Evaluación final del riesgo.

Para cada uno de los peligros identificados se realiza la evaluación del riesgo inherente (sin considerar las salvaguardas existentes o previstas) y del riesgo residual (teniendo en cuenta las salvaguardas existentes o previstas), valorando la severidad de las potenciales consecuencias para las personas, los activos, el medio ambiente y la imagen de la compañía, así como la probabilidad de que el riesgo se materialice.

Desarrollo de Sesiones.

Para la identificación de los riesgos en la instalación se utilizó la metodología cualitativa HAZID, aplicada por un grupo multidisciplinario, la cual tiene el objetivo principal el evaluar cualitativamente el número y cuales escenarios peligrosos o accidentales puedan producirse, identificando sus causas, consecuencias y posibles salvaguardas (sistemas de prevención o mitigación).

Integrantes del Equipo Multidisciplinario.

El presente estudio se realizó con la participación de un equipo multidisciplinario formado por personal de PETRONAS y Territorio y Medio Ambiente Ver Anexo 4f-IV.

Desarrollo de las Metodologías.

En las siguientes tablas se muestran los sistemas y los subsistemas analizados mediante la metodología HAZID, con la participación de un grupo multidisciplinario, para la Identificación de Peligros, Jerarquización y Evaluación de Riesgos para el proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12" se muestra en la Tabla IX-23.

Tabla IX-23. Número de Identificación de Nodos por la Metodología Hazid.

Sistemas	Subsistema (Nodo)
1. Perforación de Pozos Exploratorios.	1. Diseño
	2. Construcción (Movilización / Desmovilización / Instalación)
	3. Operaciones Rutinarias (procesamiento, perforación, revestimiento, cementación, grúas y operaciones en plataforma, etc.)
	4. Operaciones No rutinarias (Pre-Arranque, mantenimiento mayor, paradas de emergencia, situaciones de emergencia y otros).

Resultados de la Identificación de Riesgos.

En la Tabla IX-24, se puede observar un resumen general del análisis desarrollado para el proyecto. En dicha información podrá detectarse el nivel de análisis propuesto mismo que indica las diferentes causas identificadas por sistema y el número de consecuencias propuestos.

Tabla IX-24. Resumen General de la Aplicación de la Metodología Hazid

Sistema	Subsistema	Número de ítems de analizados			
		¿Qué pasa si...?	Consecuencias	Salvaguardas	Recomendaciones
1. Perforación de los pozos Exploratorios.	1. Diseño.	1	3	17	1
	2. Construcción (Movilización / Desmovilización / Instalación).	2	5	11	1

Sistema	Subsistema	Número de ítems de analizados			
		¿Qué pasa si...?	Consecuencias	Salvaguardas	Recomendaciones
	3. Operaciones rutinarias (Procesamiento de lodo, perforación, operaciones de recubrimiento, cementación, grúa y operaciones en	16	26	90	1
	4. Operaciones no rutinarias (Pre-arraque, Mantenimiento mayor, Paradas de emergencia, situaciones de emergencia and otros).	4	5	6	0

Una vez realizada la identificación de riesgos a través de la metodología de identificación HAZID, se procedió a realizar la jerarquización de riesgos

Jerarquización de escenarios de riesgos.

La Figura IX-27, muestra las matrices y el número de escenarios resultantes de la jerarquización de riesgos por la aplicación de la metodología Hazid, Resaltando la zona donde se ubican clasificándolos como riesgos: Intolerable, Tolerable si es tan bajo como razonablemente factible y Aceptable en términos Generales.

DAÑOS AL PERSONAL						DAÑOS MEDIO AMBIENTE							
		CONSECUENCIA							CONSECUENCIA				
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	E	5	4	3	2	1	PROBABILIDAD	E	7	6	5	4	3
	D	5	4	1	3	2		D	7	1	2	4	3
	C	5	2	2	3	2		C	7	2	2	2	1
	B	3	2	1	1	5		B	2	3	2	4	3
	A	2	2	2	1	2		A	3	2	2	2	2

DAÑOS AL ACTIVO						DAÑOS A LA REPUTACIÓN							
		CONSECUENCIA							CONSECUENCIA				
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	E	1	2	3	4	5	PROBABILIDAD	E	1	2	3	4	5
	D	1	2	3	4	5		D	1	2	3	4	5
	C	5	2	3	4	5		C	7	3	1	2	3
	B	1	3	2	1	3		B	1	3	3	1	3
	A	1	1	1	1	2		A	1	1	3	1	1

Figura IX-26. Matriz de Riesgos Identificados (Metodología Hazld, Re-jerarquizado).

Después de realizar la jerarquización de Riesgos, para el proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", se observa 1 escenario el cual cae dentro de la región de riesgo Alto (considerando el Riesgo Residual que es sin salvaguardas), para lo cual se desarrolla el siguiente escenario de Riesgo mostrado en la siguiente tabla:

Tabla IX-25. Escenarios de Riesgo identificados en Hazid.

No	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (F x C)	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Instalación superficial	Sustancia involucrada
1	Fuga de gas y crudo ligero debido a una pérdida de control del pozo/integridad de pozo con posible incendio, heridas al personal y daño a los bienes.	Alto	1.1.1.1, 1.1.1.3, 1.1.1.2, 1.2.1.1, 1.3.1.2., 1.3.2.1, 1.3.3.1, 1.3.11.1, 1.3.11.2,	Área Contractual 12	Pozo Exploratorio	Crudo Ligero
2	Derrame de crudo en lecho marino durante la perforación, debido a una pérdida de control del pozo/integridad de pozo con daño al medio ambiente.	Alto	1.1.1.1, 1.1.1.3, 1.1.1.2, 1.2.1.1, 1.3.1.2., 1.3.2.1, 1.3.3.1, 1.3.11.1, 1.3.11.2,	Área Contractual 12	Pozo Exploratorio	Crudo Ligero

En el análisis Hazid los peligros identificados de Alto riesgo por Pérdida de control de pozo/Integridad son considerados como escenarios de riesgo a simular. Las recomendaciones derivadas del análisis Hazid se presentan en el Anexo 4e.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

IX.4.4.2 Antecedentes de Incidentes y Accidentes de Proyectos y/o Instalaciones Similares.

El análisis histórico de accidentes (AHA), esta metodología se utilizó para el análisis de accidentes e incidentes ocurridos en instalaciones semejantes al "Exploración del Área Contractual 12".

La Base de Datos Mundial de Accidentes Marítimos (WOAD), que almacena información sobre 6.451 accidentes ocurridos en la industria de hidrocarburos y gas en alta mar entre 1970 y 2012, contiene principalmente información sobre el Mar del Norte (57%) y el Golfo de México (26%) y, en menor medida, otras partes del mundo (17%).

Según la información de esta base de datos, se informaron los siguientes accidentes entre 1970 y 2012 organizados por tipo de unidad Tabla IX-26 muestra los accidentes relacionados con la perforación y exploración de campos petroleros y, por lo tanto, es más relevante para el Proyecto. La Tabla IX-27 muestra los accidentes en general que ocurrieron en la industria de hidrocarburos pero que no necesariamente involucran actividades de perforación y exploración.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Tabla IX-26. Accidentes totales asociados con la perforación y exploración por tipo de unidad (en el mundo de 1970 a 2012).

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

Fuente: Base de datos mundial de accidentes en alta mar.

Tabla IX-27. Accidentes generales en la industria de hidrocarburos.

Tipo de unidad	Accidente	Incidente	Casi accidente	Evento insignificante	Total
Isla artificial	2	1	0 0	0 0	3
Barcaza (sin taladrar)	63	34	2	1	100
Estructura de hormigón	83	432	78	138	731
Quemador	1	0 0	0 0	1	2
Unidad de almacenamiento y descarga de producción flotante de hidrocarburos (FPSO) construida desde un barco	25	102	9 9	32	168
Helicóptero	243	19	13	3	278
Plataforma de la chaqueta	746	916	128	259	2,049
Autoelevante	577	219	13	35	844
Boya de carga	13	19	2	5 5	39



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Tipo de unidad	Accidente	Incidente	Casi accidente	Evento insignificante	Total
Unidad móvil (no equipo de perforación)	18 años	3	0 0	0 0	21
Otros	0 0	2	0 0	1	3
Otras estructuras fijas	4 4	6 6	0 0	2	12
Tubería	145	115	1	4 4	265
Semisumergibles	306	663	151	123	1,243
Sumergibles	19	5 5	0 0	1	25
Plataforma TLP	14	137	24	30	205
Estructura bien soportada	127	36	2	2	167

Fuente: Base de datos mundial de accidentes en alta mar.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Además, en su informe de 2017 sobre la seguridad de las operaciones de helicópteros en alta mar en el Golfo de México, la Conferencia Asesora de Seguridad de Helicópteros (HSAC) informa que ha habido 29 accidentes desde 1999, en los que 7 fueron mortales (24%): 15 muertes y 18 heridos.

El Centro Johns Hopkins para la investigación de las lesiones y la política de lesiones, parte de la Escuela de Salud Pública Bloomberg John Hopkins (JHSPH), informa que los helicópteros que trabajan con plataformas de perforación y buques de perforación en el Golfo de México fallan, en promedio, más de seis veces al año, lo que resultó en un promedio de 5 muertes al año de 1983 a 2009. Durante este tiempo, se produjeron 178 accidentes con 139 muertes, incluidos 41 pilotos y 3 copilotos. Los análisis determinaron que el resultado más común de fallas mecánicas en accidentes fatales y no fatales fue la pérdida de potencia del motor, que ocurrió en casi un tercio de los accidentes fatales. La mayoría de los aterrizajes forzados después de fallas mecánicas se produjeron en el mar, el 20% de los cuales resultó en el hundimiento del helicóptero a pesar de estar equipados con dispositivos de flotación activados por el piloto.

La Tabla IX-28 a continuación presenta algunos de los accidentes de helicópteros más recientes asociados con la industria petrolera en alta mar en el Golfo de México y el mundo.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
TEM-MA-ME-B12		

Tabla IX-28. Accidentes de helicópteros en operaciones petroleras en el mundo.

Fecha	Helicóptero	Ubicación	Hechos	Porque
19 / enero / 1996	Eurocopter AS332	Aberdeen	El helicóptero volaba hacia las plataformas petrolíferas cuando fue alcanzado por un rayo que causó graves daños a su rotor de cola. El piloto se vio obligado a hacer un aterrizaje de emergencia en el mar. Todos sobrevivieron.	Externo
18 / nov / 1998	Helicópteros Asepa y Pegaso	Golfo de México, Campeche	Una colisión de dos helicópteros mientras transportaba a los directores de PEMEX entre plataformas marinas en la Sonda de Campeche. 20 muertes	Error operacional humano
2001	Aerosátiale AS332L1	El mar del Norte	El movimiento de la plataforma petrolera hizo que el helicóptero volcara mientras los rotores todavía giraban. 1 herido	Externo
16 / julio / 2002	Sikorsky S-76A	El mar del norte	Durante un vuelo a la plataforma petrolera Clipper, las palas del rotor principal se soltaron y causaron un choque de alta velocidad en el mar. 11 personas murieron	Técnico
19 / junio / 2003	BO-105	Golfo de México, Campeche	Un helicóptero se lanzó al mar debido a causas desconocidas después de despegar de la plataforma de Júpiter para repostar. 1 muerte	Desconocido
13 / abril / 2006	XA-TNE	Golfo de México, Campeche	Unos minutos después de despegar hacia la zona de la plataforma petrolera, un helicóptero sufrió una falla mecánica. La tripulación logró ejecutar un aterrizaje en el agua y fueron rescatados.	Técnico
27 / dic / 2006	Eurocopter AS365	Morecombe Bay, Inglaterra, Reino Unido.	Durante una operación nocturna de transporte de personal, el piloto se desorientó debido al mal tiempo, perdió altitud y se estrelló en el mar. Ambos pilotos y 5 pasajeros murieron	Operacional
1 / abril / 2009	Eurocopter AS332 L2 Super Puma	Escocia, Reino Unido	En el viaje de regreso desde la plataforma petrolera Miller, el piloto perdió el control del helicóptero debido a una falla repentina de la caja de engranajes del rotor principal, lo que provocó que el rotor se soltara. El helicóptero se estrelló contra el mar a gran velocidad. El accidente destruyó el helicóptero y murieron 16 pasajeros.	Técnico
2012	Eurocopter EC225	El mar del Norte	El piloto informó un problema con la caja de cambios y su intención de hacer un aterrizaje de emergencia en el mar. Sin muertes ni lesiones.	Técnico



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Fecha	Helicóptero	Ubicación	Hechos	Porque
15 / febrero / 2015	Agusta Westland AW119 MK II	Golfo de México	El helicóptero de repente se desvió hacia la izquierda. Se ejecutó un aterrizaje de emergencia. No hubo muertos ni heridos. El helicóptero sufrió daños mecánicos.	Externo
18 / jun / 2015	Campana 407	Golfo de México	Fuertes vientos empujaron el helicóptero fuera del helipuerto y la plataforma de perforación cuando su motor estaba en marcha. El piloto resultó herido.	Externo
6 / febrero / 2015	Bell 206B	Golfo de México	Un helicóptero se estrelló contra el agua cerca de Galveston mientras regresaba de una plataforma por la noche. 1 de cada 3 personas desapareció. La causa fue un error piloto	Operacional
12 / ago / 2015	Sikorsky S-76C	Lagos, Nigeria	El helicóptero regresaba de una plataforma cuando se estrelló contra el lago. Razones desconocidas 6 muertes	Desconocido
3 / nov / 2015	Desconocido	Mumbai High Oil Field, India	El helicóptero estaba realizando pruebas de aterrizaje nocturno y se estrelló en el mar por razones desconocidas. Dos muertes	Desconocido
29 / abr / 2016	Airbus H225	Bergen, Noruega	Al regresar de una plataforma petrolera, el rotor principal del helicóptero se rompió. Como resultado, el helicóptero se estrelló y se quemó en una pequeña isla. Los 13 pasajeros murieron.	Técnico
27 / febrero / 2017	Campana 407	Golfo de México	El piloto no pudo mantener la altitud y se estrelló en el mar mientras regresaba para reparar el motor. 1 muerte (el piloto)	Operacional
2 / mayo / 2017	Campana 407	Golfo de México	Pérdida del rotor de cola, que provocó un aterrizaje de emergencia. Sin muertes ni lesiones.	Técnico
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 muertes	Desconocido

Fuente: HSAC (conferencia consultiva de seguridad de helicópteros); Junta Nacional de Seguridad del Transporte y Aeroassurance

Operacional: un evento asociado con la operación del helicóptero.

Externo: un evento asociado con las condiciones climáticas.

Técnico: un evento asociado con una falla mecánica o del equipo.

Fuentes: HSAC, National Transportation Safety Board, Aeroassurance, oilandgasuk.co.uk



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
TEM-MA-ME-B12		

IX.4.4.3 Derrames importantes en aguas de los Estados Unidos.

Según el Bureau Ocean Energy Management (BOEM), se registraron 47 derrames importantes de 1,000 barriles de hidrocarburos entre 1964 y 2011 en aguas bajo la jurisdicción federal de los Estados Unidos. La Tabla IX-29 muestra los accidentes causados por reventones.

Tabla IX-29. Grandes derrames de hidrocarburos en aguas estadounidenses.

Notas	Fecha	Empresa	Nombre de la instalación	Clasificación USCG *	Derrame total (barriles)	Hidrocarburos y refinados (barriles)	Fluidos sintéticos (barriles)	Otros productos químicos (barriles)	Producto derramado	Porque
1, 3	1964-10-03	Signal Oil y Gas Company	Plataforma B	Mayor	5,100	5,100	0 0	0 0	Hidrocarburo	Clima, fuerza externa, huracán Hilda
1, 3	1964-10-03	Midwest Oil Corp. y / o Continental Oil Co.	Plataformas A, C y D	Mayor	5,180	5,180	0 0	0 0	Hidrocarburo	Clima, fuerza externa, huracán Hilda
1	1965-07-19	Pan American Petroleum Corp.	Cajón No. 7	Medio	1,688	1,688	0 0	0 0	Condensados	Falla en el equipo
1, 2	1969-01-28	Union Oil Company of California	Plataforma A Pozo No. A-21	Mayor	80,000	80,000	0 0	0 0	Hidrocarburo	Falla del equipo, error humano
dieciséis	1969-03-16	Mobil Produciendo Texas y Nuevo México	Pues no 3	Mayor	2,500	2,500	0 0	0 0	Hidrocarburo	Clima, colisión, fuerza externa, falla del equipo,



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Notas	Fecha	Empresa	Nombre de la instalación	Clasificación USCG *	Derrame total (barriles)	Hidrocarburos y refinados (barriles)	Fluidos sintéticos (barriles)	Otros productos químicos (barriles)	Producto derramado	Porque
										error humano
1, 2, 5	1970-02-10	Chevron Oil Company	Plataforma C	Mayor	65,000	65,000	0 0	0 0	Hidrocarburo	Fuerza externa, falla del equipo, error humano, incendio
1, 2, 7, 8	1970-12-01	Shell Offshore, Inc.	Plataforma B Pozo No. B-21.	Mayor	53,000	53,000	0 0	0 0	Hidrocarburo	Falla del equipo, explosión, incendio, 36 lesiones, 4 muertes.
1	2007-10-21	Anadarko Petroleum Corporation	Pues no 1	Medio	1,061	0 0	1,061	0 0	Hidrocarburo sintético a base de aceite	Falla del equipo, pérdida de control del pozo
1,2,5,7,8	2010-04-20	BP Exploración y Producción Inc.	-	Mayor	Estar determinado	Estar determinado	Estar determinado	Estar determinado	Hidrocarburo	Bajo investigación

Fuente: Bureau Ocean Energy Management (BOEM).

Notas

1 Derrames menores causados por reventones: menos de 10,000 galones (menos de 238 barriles)

2 Derrames moderados que llegaron a tierra: 10,000 a 99,999 galones (238 a 2,380 barriles)

3 Derrames importantes causados por huracanes: 100,000 galones y más (2,381 barriles y más)



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
TEM-MA-ME-B12		

4 Daños provocados por huracanes: basados solo en el tamaño del derrame, sin evaluar los impactos

5 Explosión / fuego

6 colisión

7 Lesiones 8 Muertes

IX.4.4.4 Derrames de hidrocarburos de PEMEX

Las estadísticas de PEMEX fueron revisadas para encontrar incidentes locales relacionados. Según la empresa paraestatal mexicana Petróleos Mexicanos (PEMEX), los derrames reportados en la Tabla IX-30 ocurrieron en aguas bajo jurisdicción federal. El derrame de Ixtoc 1 es especialmente importante ya que es un incidente que ocurrió durante la perforación de un pozo.

Tabla IX-30. Derrames de hidrocarburos de PEMEX

Fecha	Nombre de la instalación	Ubicación	Hechos	Cantidad derramada
1979	Ixtoc I, pozo exploratorio	Situado en el Golfo de México, a 965 kilómetros al sur de Texas ya 94 kilómetros de Ciudad del Carmen.	PEMEX estaba perforando un pozo de hidrocarburos a una profundidad de 3.63 kilómetros cuando se perdió la perforación y la circulación del lodo de perforación. En consecuencia, se perdió la estabilidad y se produjo una explosión de alta presión que provocó la pérdida de la contención. El hidrocarburo se incendió debido a una chispa y la unidad de perforación se derrumbó.	3,3 millones de barriles de hidrocarburos El hidrocarburo alcanzó zonas costeras.
1999	Indisponible	Indisponible	El informe de salud, seguridad y medio ambiente de PEMEX indicó que el 3% de los derrames registrados durante las operaciones de PEMEX en 1999 tuvieron lugar en el mar.	Indisponible
2,000	Indisponible	Indisponible	El informe de salud, seguridad y medio ambiente de PEMEX indicó que el 7% de los derrames registrados durante las operaciones de PEMEX en 2000 tuvieron lugar en el mar.	Indisponible



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
TEM-MA-ME-B12		

Fecha	Nombre de la instalación	Ubicación	Hechos	Cantidad derramada
2001	Indisponible	Indisponible	El informe de salud, seguridad y medio ambiente de PEMEX indicó que el 3% de los derrames registrados durante las operaciones de PEMEX en 2001 tuvieron lugar en el mar.	Indisponible
2002	Indisponible	Indisponible	El informe de salud, seguridad y medio ambiente de PEMEX indicó que el 1% (200 toneladas) de los derrames registrados durante las operaciones de PEMEX en 2002 tuvieron lugar en el mar.	Indisponible
2003	Indisponible	Indisponible	De acuerdo con el informe de salud, seguridad y medio ambiente de PEMEX para 2003, se produjeron 72 derrames de hidrocarburos en el mar, 2 como resultado de las actividades de PEMEX Refinery (PR) y 70 de PEMEX Exploration and Production.	1,022 barriles de hidrocarburos, asociados con 72 derrames.
2006	Indisponible	Indisponible	Según el informe de salud, seguridad y medio ambiente de PEMEX, se registraron 51 derrames de hidrocarburos en el mar en 2006.	Indisponible
2007	Bueno KAB-121	Situado a 32 kilómetros (20 millas) de la Terminal Marina Dos Bocas (TMDB) en el Municipio de Paraíso.	Como resultado del mal tiempo, la unidad de perforación autoelevada Usumacinta se estrelló contra el Kab-121, que estaba perforando el Kab 103, rompiendo así el árbol de Navidad y provocando un derrame de hidrocarburos y gas natural.	Indisponible
2011	Indisponible	Indisponible	Según el informe de salud, seguridad y medio ambiente de PEMEX, se registraron 12 derrames de hidrocarburos en el mar en 2011.	Un total de 40 barriles para los 12 eventos.
2012	Boya de amarre de un solo punto (SPM) número 3	Costa del Pacífico (Oaxaca)	El hundimiento de la boya de amarre de un solo punto número 3, desactivada desde 2008, derramó hidrocarburos en el mar en Salina Cruz.	Mil litros de hidrocarburos



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Fecha	Nombre de la instalación	Ubicación	Hechos	Cantidad derramada
2015	Akal-H	Bahía de Campeche, México	Derrame de gas y petróleo sin víctimas mortales o heridos. El accidente afectó la producción diferida de hidrocarburos por una suma de 15,000 barriles. La compañía petrolera controló el incendio con cuatro buques de respuesta a emergencias.	Indisponible

Fuente: Esta información sobre salud, seguridad y medio ambiente se tomó de los informes anuales de la empresa paraestatal PEMEX.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

IX.4.4.5 Incidentes reportados por PCCMO.

Grupo Petronas, al que pertenece PCCMO, ha estado expandiendo sus proyectos de exploración y producción de recursos en el extranjero en diferentes partes del mundo, incluidas las Américas. La seguridad de los trabajadores y la protección y conservación del medio ambiente ocupan un lugar destacado en la lista de prioridades de Petronas, como lo demuestran sus políticas y su forma de hacer negocios. Petronas no ha registrado un evento importante de derrame durante sus proyectos y campañas de exploración y producción anteriores en las Américas.

IX.4.5 Identificación de Peligros, Evaluación y Análisis de Riesgos.

El Análisis de Riesgo de Proceso para el proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", en su etapa de Perforación, está integrado por una serie de metodologías cuyo objeto es el identificar las principales desviaciones durante el proceso de operación, el cual está dividido en diferentes etapas como:

- Análisis de Riesgo Cualitativo.
- Análisis de Riesgo Cuantitativo.

Dentro de cada una de las etapas se emplean diferentes metodologías, de acuerdo a las necesidades del proyecto se seleccionarán las más adecuadas.

IX.4.5.1 Análisis Cualitativo de Riesgo.

El proceso de realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos consiste en evaluar cuál es el impacto y la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos identificados.

El nivel de riesgo se define como Cualitativo cuando se realiza una aproximación inicial que no refleja el rigor del análisis detallado objetivo. El nivel de riesgo se puede calificar como alto, medio o bajo, dependiendo del impacto que suponga para la consecución del proyecto y de la probabilidad de que el evento ocurra.

En función de las combinaciones entre impacto y probabilidad (Matriz de Impacto y Probabilidad) podremos determinar la importancia que debemos otorgar al riesgo evaluado. Además, nos permitirá planificar la realización del Análisis Cuantitativo.

IX.4.5.1.1 Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

Elección de la Metodología.

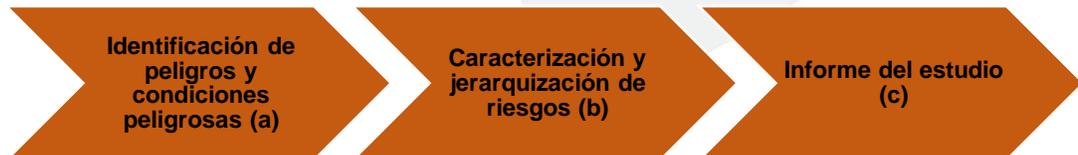
Los criterios bajo los cuales se desarrollaron las diferentes etapas que integran el presente documento, correspondiente al proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", en su etapa de Perforación, se desglosan a continuación:

- 1 Los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) empleados para el desarrollo de la metodología HazOp, fueron los proporcionados por PETRONAS.
- 2 Para la estimación de valores de frecuencia y consecuencia se utilizaron las tablas propuestas por la Empresa Consultora Territorio y Medio Ambiente S.A. de C.V.

Lo antes descrito estará en apego a los siguientes lineamientos:

- 1 IEC 61882, Gestión de la confiabilidad - Estudios de peligro y operabilidad (HazOp).
- 2 Chemical Industries Association, Guía de Estudios de Peligros y Operabilidad, Reino Unido, 1987.

En la figura siguiente puede observarse las etapas a seguir para el desarrollo del presente estudio.



Del diagrama de bloques antes mostrado, se señala que la etapa de identificación de peligros y/o riesgos es la fase previa y decisiva de un Análisis de Riesgo cuyo propósito final es determinar una serie de eventos tipo denominado hipótesis accidentales que se pueden producir en una instalación.

Es importante señalar que, como alcance de este documento, se contempla el desarrollo y análisis de los incisos a), b), c), por lo que en este documento se hará mención de información resultante de la metodología de identificación de riesgos utilizada para el caso de estudio. El objetivo primordial para la utilización de esta metodología es el identificar la evolución del suceso iniciador (identificado a través de las sesiones de trabajo para la identificación de peligros HazOp) el cual dependerá de la naturaleza del escenario en el que sucede y de las condiciones de ocurrencia.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

La base primordial es que, una vez identificado el suceso iniciador a través de esta técnica, se procederá a estudiar su evolución, los cuales estarán en función de factores condicionantes y que se agruparán de manera lógica y obtener un listado de los accidentes o eventos finales más característicos de la instalación cuya ocurrencia podrá ser debida a varias secuencias de evolución de iniciadores.

Para la elaboración del presente documento, el grupo multidisciplinario de Análisis de Riesgo aplicó para la identificación de riesgos la metodología HazOp.

El presente informe fue elaborado por la empresa Territorio y Medio Ambiente, S.A. de C.V., con base a la información proporcionada por PETRONAS, la cual desarrolló el diseño de la ingeniería referente al proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", así como de la información derivada de las sesiones HazOp llevado a cabo por el grupo multidisciplinario de trabajo para identificar los posibles riesgos del proceso.

Descripción y Desarrollo de la Metodología para la Identificación de Riesgos.

El Estudio de Riesgo y Operabilidad (HazOp) del proyecto denominado: "**Exploración del Área Contractual 12**", está integrado por una serie de metodologías cuyo objeto es el identificar las principales desviaciones durante el proceso, los cuales son:

- Metodología HazOp.
- Jerarquización de Riesgos.

La descripción de la metodología se da a continuación:

Metodología HazOp.

La técnica de análisis de peligros y operabilidad "HazOp" se basa en el principio de que varios expertos con diferentes especialidades puedan interactuar de una manera creativa y sistemática para identificar más problemas trabajando juntos que trabajando separados. La técnica de análisis "HazOp" fue originalmente desarrollada por el Dr. Trevor Kletz en la década de 1970 en la compañía Imperial Chemical Industries, para evaluar la operación de sus instalaciones industriales, posteriormente esta técnica fue adaptada de manera colegiada por el American Institute of Chemical Engineers y difundida a partir de 1992 a través de las Guías editadas por el Center for Chemical Process Safety, y es recomendada para identificar los problemas de seguridad y de operabilidad que se pudiesen presentar en una instalación durante su operación normal, arranque y paro, AICHE 1999.

Para desarrollar un estudio HazOp, se integra un grupo multidisciplinario de especialistas con experiencia y conocimiento en diseño, operación, mantenimiento y seguridad de instalaciones similares a la que se va a estudiar, encabezado por un líder con conocimiento profundo de la técnica. Se requiere que comprendan completamente el proceso y sus interrelaciones, a fin de poder cuestionar correctamente cada una de las secciones del proceso y sus componentes, identificando las desviaciones al propósito original que puedan ocurrir y así, determinar cuáles de esas desviaciones pudiesen dar lugar a riesgos para el personal y las instalaciones durante la operación de estas.

El HazOp (Hazard and Operability Study) es una técnica cualitativa que permite identificar postulados de accidentes que pudieran ocurrir en la instalación.

La metodología consiste en dividir la instalación en subsistemas que tengan una identidad funcional propia y en seleccionar una serie de nodos en cada subsistema donde se analizan las posibles desviaciones de las principales variables que caracterizan el proceso (presión, temperatura, caudal, etc.). Las desviaciones son establecidas de forma sistemática recurriendo a una lista de palabras guía que califican el tipo de desviación. Ejemplos de palabras guía más utilizadas se mencionan en la Tabla IX-31.

Tabla IX-31. Palabras Guía más Utilizadas en la Metodología HazOp.

Palabras Guía	
No/ninguna	Negación del intento de diseño
Más	Incremento cuantitativo
Menos	Decremento cuantitativo
Además de	Incremento cualitativo
Parte de	Decremento cualitativo
Inversa	Opuesto lógico del intento
Otro que	Sustitución completa

Como se mencionó anteriormente, cuando las palabras guía se combinan con las variables de proceso, sugieren desviaciones o problemas potenciales.

Para cada desviación identificada se debe incluir la siguiente información:

- 1 La lista de las posibles causas.
- 2 La lista de las consecuencias.
- 3 La respuesta automática del sistema ante la desviación.
- 4 El tipo de señalización (acústica/visual) que puede permitir la detección de la anomalía.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- 5 Recomendaciones para evitar las causas o limitar las consecuencias.
- 6 Comentarios: cualquier tipo de anotación para completar alguno de los puntos.

La aplicación de esta metodología implica la formación de un equipo multidisciplinario (seguridad, operación, ingeniería, mantenimiento, etc.). Las hojas de trabajo correspondiente a la aplicación de la metodología HazOp para el proyecto denominado: "**Exploración del Área Contractual 12**".

Terminología Utilizada en el Estudio HazOp.

Durante el desarrollo de las sesiones de trabajo para la identificación de peligros y jerarquización de riesgos mediante la metodología HazOp, se utilizan varios términos con significado especial:

- **Nodo:** Son los puntos o secciones donde el proceso cumple con una función específica de diseño. Los nodos normalmente son secciones de tubería, recipientes u otro equipo (la amplitud del nodo depende de la experiencia del equipo de trabajo y de la experiencia que se tenga del proceso). La selección de nodos los define usualmente el líder del estudio antes de las reuniones de trabajo.
- **Parámetro:** Es un aspecto del proceso que lo describe físicamente, químicamente o en términos que digan que está sucediendo.
- **Intención:** La intención define como se espera que el sistema opere en el nodo. La intención provee un punto de referencia para desarrollar desviaciones.
- **Palabra Clave:** Esta es una palabra o frase utilizada para calificar o cuantificar la intención y asociada a parámetros para describir desviaciones.
- **Desviación:** Es la pérdida de la intención de diseño y es descubierta aplicando sistemáticamente las palabras guía a cada parámetro en cada nodo.

Los objetivos del HazOp son:

- Identificación de peligros, donde se identifican las características de los materiales de la planta, proceso, equipo, procedimiento, etc., que puedan representar accidentes potenciales.
- Identificación de problemas de operabilidad, donde se identifican los problemas potenciales, operativos, los cuales podrían ocasionar que se falle en alcanzar la productividad y metas de diseño.

Método de Árboles de Fallos.

Los árboles de fallos constituyen una técnica ampliamente utilizada en los análisis de riesgos en la medida que proporcionan resultados cualitativos y cuantitativos.

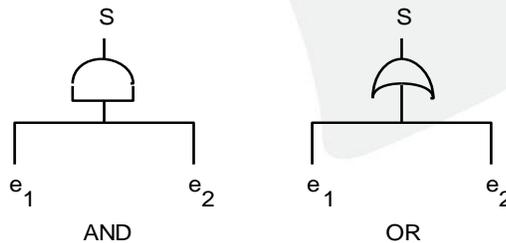
Esta técnica consiste en un proceso deductivo basado en las leyes del Algebra de Boole que permite determinar la expresión de un suceso estudiado en función de los fallos básicos de los elementos que intervienen en él.

El primer paso consiste en identificar el suceso "no deseado" o suceso TOP que ocupará la cúspide de la estructura gráfica representativa del árbol. De la definición clara y precisa del TOP depende todo el desarrollo del árbol.

Con este TOP se establecen de forma sistemática todas las causas inmediatas que contribuyen a su ocurrencia. Se han definido de esta forma los llamados sucesos intermedios que, a su vez, pueden ser descompuestos en sus causas directas. En la representación del árbol estos sucesos intermedios se reseñan en los recuadros rectangulares. La unión entre dos distintos sucesos se realiza mediante puertas lógicas.

Los dos tipos más elementales corresponden a las puertas AND y OR. La puerta OR se utiliza para indicar un "O" lógico. El símbolo es el indicado más abajo y significa que la salida lógica S ocurrirá siempre y cuando ocurra por lo menos una de las dos entradas lógicas e1, e2.

La puerta AND se utiliza para indicar un "Y" lógico. El símbolo es el indicado más abajo. Para que ocurra la salida lógica S es necesario que ocurran conjuntamente las dos entradas lógicas e1, e2.



Se suelen numerar las puertas del árbol para facilitar su identificación.

El proceso de descomposición de un suceso intermedio se repite sucesivas veces hasta llegar a los sucesos básicos o componentes del árbol. Estos son eventos que no requieren mayor desglose, bien porque su análisis no proporcionará información adicional, o bien porque su tasa de fallo se puede encontrar directamente en los bancos de datos de fiabilidad disponibles. Los sucesos básicos representan indistintamente un fallo de un equipo, un error humano de operación o incluso la ocurrencia de un suceso externo (incendio, terremoto, etc.), en cuyo caso, el dato utilizado es una frecuencia de aparición. En la representación del árbol se suelen indicar en círculos y se numeran para mayor comodidad.

En el análisis cabe destacar dos fases bien diferenciadas. La primera consiste en la elaboración del árbol, y es donde se deben integrar todos los conocimientos sobre el funcionamiento y operación de la instalación.

La segunda fase consiste en cuantificar el árbol de fallos. Para ello se reduce la lógica del árbol hasta obtener las combinaciones mínimas de sucesos primarios cuya ocurrencia simultánea garantiza la ocurrencia del propio TOP. Cada una de estas combinaciones, también llamadas conjunto mínimo de fallos ("minimal cut-set" en la nomenclatura anglosajona), corresponde a la intersección lógica (en Algebra de Boole) de varios sucesos elementales. Como por hipótesis de los árboles de fallos se supone que los sucesos básicos son mutuamente independientes (es decir que la ocurrencia de uno de ellos no tiene influencia sobre la ocurrencia de otro), la probabilidad de un conjunto mínimo de fallos viene dada por el producto de las probabilidades de los sucesos elementales que los componen.

A su vez el suceso TOP viene representado por la unión lógica de todos los N conjuntos mínimos de fallos y se evalúa su probabilidad –P (TOP)- aplicando la fórmula correspondiente:

$$P(TOP) = \sum_{i=1}^N C_i - \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N C_i * C_j + \sum_{i=1}^{N-2} \sum_{j=i+1}^{N-1} \sum_{k=i+2}^N C_i * C_j * C_k + \dots$$

$$\dots + (-1)^{N-1} * C_i * C_j * \dots * C_N$$

Donde C_i designa la probabilidad de un conjunto mínimo de fallos:

$$C_i = \prod_{s=1}^P a_s$$

Siendo así la probabilidad de s-ésimo suceso básico del conjunto mínimo de P sucesos (o de orden P).

El cálculo de frecuencia obtenido de los árboles de fallos se ha basado en la bibliografía existente, concretamente se ha utilizado el SERH (Safety Equipment Reliability Handbook, 3ª edición; 2007) y en OREDA (Offshore Reliability Data 4ª. Edición 2002) Los criterios utilizados para determinar las probabilidades de fallo de los instrumentos y válvulas, son los siguientes:



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Para las válvulas se han utilizado tasas de fallo al operar medio (abierto o cerrado) y falla no detectada.

Por otra parte, el cálculo de frecuencias para un determinado evento se encuentra asociado al Tipo Ce elemento que origina el fallo, es decir, como criterio general para el desarrollo del mismo se considera lo siguiente:

Para el cálculo de frecuencia para una determinada válvula o cualquier otro Tipo Ce componente que está en stand-by y sólo opera en caso de demanda, se considera la obtención de PFD (Probabilidad de Falla a la Demanda) por medio de la obtención de λ (Tasa de Fallo) de las bases de datos SERH y OREDA, y multiplicándolo por el factor 8,769 para obtener la tasa de fallos por año.

Método de los Árboles de Eventos (o Sucesos).

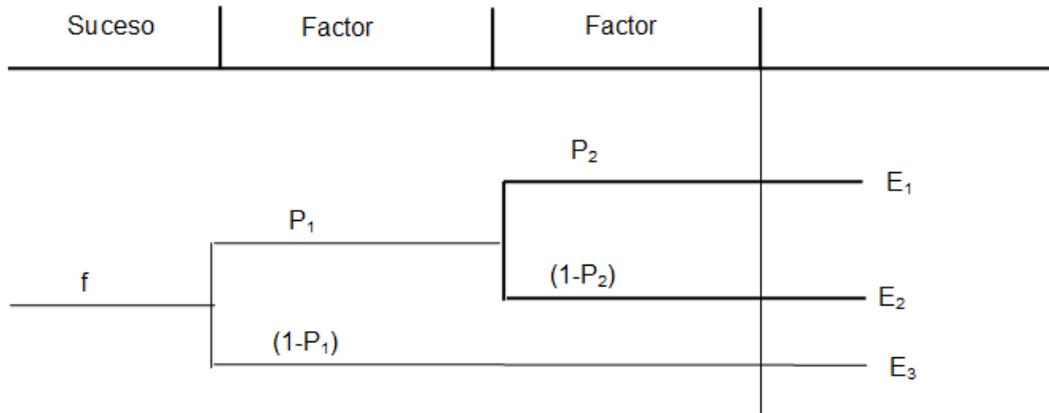
El árbol de eventos o análisis de secuencia de sucesos es un método inductivo que describe de forma cualitativa y cuantitativa la evaluación de un suceso iniciador hasta el accidente final en función de las características del iniciador, del entorno y de los sistemas de protección.

Partiendo del fallo inicial o iniciador y considerando los factores condicionantes involucrados, el árbol describe las secuencias accidentales que conducen a los posibles eventos. La construcción y evaluación del árbol comienza por la identificación de los factores condicionantes y sus probabilidades de ocurrencia (éxito/fallo) de cada uno de ellos (incluso, si es preciso, recurriendo a un árbol de fallos).

A continuación, se colocan cada uno de los N factores identificados como cabezales y partiendo del iniciador se plantea sistemáticamente para cada uno de ellos dos bifurcaciones: en la parte superior se refleja el éxito o la ocurrencia del suceso (con probabilidad P) y en la parte inferior se representa el fallo o no ocurrencia del suceso (probabilidad 1-P).

Se obtienen así 2N combinaciones o secuencias. Sin embargo, las dependencias entre los sucesos hacen que la ocurrencia o éxito de uno de ellos pueda eliminar la posibilidad de otros reduciéndose así el número total de secuencias.

La disposición horizontal de los "cabezales" se suele hacer por orden cronológico de evolución del accidente, si bien este criterio es difícil de aplicar en algunos casos. El árbol de sucesos representado a continuación pretende ilustrar su construcción y evaluación:



Dónde:

f = frecuencia del suceso iniciador

P_i = probabilidad de ocurrencia (éxito) del suceso i

$1-P_i$ = probabilidad de no ocurrencia (fallo) del suceso i

fE_i = frecuencia del evento E_i , con

$$fE_1 = f * P_1 * P_2$$

$$fE_2 = f * P_1 * (1-P_2)$$

$$fE_3 = f * (1-P_1)$$

Para un determinado evento se suman las frecuencias de las distintas secuencias que conducen a él.

Premisas y Criterios para el Desarrollo de la Metodología.

Los criterios bajo los cuales se desarrollaron las diferentes etapas que integran el presente documento correspondiente a la evaluación de consecuencias para el proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", se desglosan a continuación:

- 1 Los documentos como: Procedimientos de servicios y Planos de Localización, empleados para el desarrollo de las metodologías de identificación de riesgos.
- 2 Para la estimación de valores por consecuencia, se han considerado todos los eventos que representen mayores riesgos al personal y a las instalaciones. Dichos eventos son los que se encuentren dentro un riesgo No tolerable, Importante o Moderado, todos estos eventos serán modelados mediante el software PHAST, versión 8.22.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- 3 Los criterios técnicos considerados para la simulación de los eventos seleccionados (composición de la mezcla, comportamiento de fuga, etc.) están contenidos en la sección referente a la estimación de consecuencias de este documento (Capítulo 4.5.2.2).

Para lo antes descrito, se han considerado criterios y estándares nacionales e internacionales como:

- IEC-61882 "Hazard and operability studies, Application guide",
- TNO-CPR-16E Methods for the Determination of Possible Damage.
- Guideline for quantitative risk assessment, Purple book, CPR 18E, 2004.
- "Guidelines" books were the Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis (CPQRA Guidelines)), 2000.

En este apartado se enuncia el desarrollo de la metodología utilizada para la Identificación de riesgos del proyecto denominado: "**Exploración del Área Contractual 12**".

Para el desarrollo de las sesiones de trabajo HazOp, se usará la matriz de PETRONAS.

Matriz de riesgo HSE de Petronas (HSERM)

La Matriz de riesgo del Grupo Petronas (Tabla IX-32) se aplica para la evaluación cualitativa del riesgo de los peligros para determinar la Calificación del Riesgo. Los riesgos se evalúan en términos de la gravedad de las consecuencias (el peor de los casos) y la probabilidad (histórica) graficada en los ejes X e Y. La intersección de los valores de consecuencia y probabilidad indica la clasificación de riesgo del peligro; en otras palabras, **bajo, medio, alto o muy alto**. La matriz aparece a continuación.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Tabla IX-32. Matriz de Riesgos de PETRONAS.

		Menor			Mayor		
		Severidad	1	2	3	4	5
Consecuencias		Personal	Lesión leve	Herida leve	Lesión mayor Principales efectos sobre la salud * Discapacidad parcial permanente	Fatalidad única Incapacidad permanente total	Múltiples fatalidades Incapacidad permanente total múltiple
		Medio Ambiente	Ligero impacto	Impacto menor	Impacto Moderado	Impacto Mayor	Impacto masivo
		Activo	Leve daño	Daños menores	Daño local	Daño mayor	Daño extenso
		Reputación*	Ligero impacto	Impacto limitado	Impacto considerable	Gran impacto nacional	Gran impacto internacional
PROBABILIDAD	E Muy Probable	El incidente ha ocurrido varias veces al año en la OPU	E1 MEDIO	E2 ALTO	E3 MUY ALTO	E4 MUY ALTO	E5 MUY ALTO
	D Probable	El incidente ha ocurrido en la OPU, o más de una vez al año en Petronas	D1 BAJO	D2 MEDIO	D3 ALTO	D4 MUY ALTO	D5 MUY ALTO
	C Probable	El incidente ocurrió en Petronas, o más de una vez al año en la industria global.	C1 BAJO	C2 BAJO	C3 MEDIO	C4 ALTO	C5 MUY ALTO
	B Improbable	El incidente ha ocurrido en la industria global.	B1 BAJO	B2 BAJO	B3 BAJO	B4 MEDIO	B5 ALTO
	A Altamente Improbable	Nunca ha ocurrido en la industria global, pero aún podría	A1 BAJO	A2 BAJO	A3 BAJO	A4 BAJO	A5 MEDIO



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Como se muestra en la Tabla IX-32, el eje vertical Y de la Matriz de Riesgo muestra la probabilidad de que la consecuencia potencial ocurra en el "peor de los casos" para el peligro identificado. La probabilidad se evalúa en una escala de A a la E (A: menos frecuente, E: más frecuente). La frecuencia de probabilidad se basa en la ocurrencia histórica real de una consecuencia similar al "peor caso" en la OPU (Unidad Operativa del Grupo Petronas), o PETRONAS, o la industria global. Por lo tanto, en ausencia de datos históricos de ocurrencia, pero donde no se puede descartar la posibilidad de tal ocurrencia, la probabilidad se considera A.

Del mismo modo, la posible consecuencia del peligro se mide, en términos de gravedad, como P, E, A, R. (Personas, Medio Ambiente, Activos, Reputación) Esto se hace seleccionando una gravedad en el eje horizontal X para el "peor - caso "consecuencia que el peligro podría tener en P, E, A, R. La escala " 1 "a" 5 "indica el nivel de gravedad incremental para la consecuencia.

Desarrollo de Sesiones.

Para la identificación de los riesgos en la instalación se utilizó la metodología cualitativa HazOp, aplicada por un grupo multidisciplinario, la cual tiene el objetivo principal el evaluar cualitativamente el número y cuales escenarios peligrosos o accidentales puedan producirse, identificando sus causas, consecuencias y posibles salvaguardas (sistemas de prevención o mitigación).

Los planos utilizados fueron proporcionados por PETRONAS, y estos son los más recientes con los que se cuentan.

Integrantes del Equipo Multidisciplinario.

El presente estudio se realizó con la participación de un equipo multidisciplinario formado por personal de PETRONAS y Territorio y Medio Ambiente Ver Anexo 4f-IV.

Desarrollo de las Metodologías.

El número de nodos y subsistemas identificados para la aplicación de las metodologías de identificación de riesgos para el proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12" se muestra en la Tabla IX-33.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	

Tabla IX-33. Número de Identificación de Nodos por la Metodología HazOp.

Nodo	Parámetros diseño/operación	Intención de Diseño
1. PISO DE PERFORACIÓN Y TORRE DE PERFORACIÓN.	<p>Piso de Perforación:</p> <p>Sección de la subestructura de la instalación que congrega el equipamiento crítico para la perforación. (1) unidad.</p> <p>Torre de perforación</p> <p>Guía vertical de movimiento de lastre de tuberías al pozo. (1) unidad</p>	
1A Sistema de Lastre y Sistema de Sentina	<p>Sistema de Lastre</p> <p>Tipo de Tanques: Tanques de Lastre.</p> <p>No. De Tanques diferenciados: 6</p> <p>- Capacidad de volumen del Tanque No.1 de lastre de agua, de doble fondo, central: 1,381 m³</p> <p>- Capacidad combinada de Tanques No. 1 de lastre de agua en proa, popa, centro, babor y estribor: 12, 192.1 m³</p> <p>- Capacidad combinada de Tanques No. 2 de lastre de agua en proa, popa, centro, babor y estribor: 12,694.9 m³</p> <p>- Capacidad combinada de Tanques No. 3 de lastre de agua, babor y estribor: 3,488.2 m³</p> <p>- Capacidad combinada de Tanques No. 3 de lastre de agua de sustento, babor y estribor: 8,893.0 m³</p> <p>- Capacidad combinada de Tanques No. 4 de lastre de agua, babor y estribor: 4,347.2 m³</p> <p>- Capacidad combinada de Tanques No. 4 de lastre de agua de sustento, babor y estribor: 8,897.0 m³</p> <p>- Capacidad combinada de Tanques No. 5 de lastre de agua, babor y estribor: 2,240 m³</p> <p>- Capacidad combinada de Tanques No. 5 de lastre de agua de sustento, babor y estribor: 11,443.8 m³</p> <p>- Capacidad combinada de Tanques No. 6 de lastre de agua, babor y estribor: 5,682.8 m³</p>	



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Nodo	Parámetros diseño/operación	Intención de Diseño
	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de tanque de popa babor 1,675.5 m³ - Capacidad de tanque de popa estribor 1,605.1 m³ -Bombas de lastre (Unidades): 2 (dos). -Capacidad de descarga de cada bomba de lastre: 2,500 m³/h -Motores eléctricos de soporte: 2 (dos) sets. -E-ductor de lastre de agua 1 (uno) - * <p>Sistema de Sentina</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equipos eliminadores de agua de Sentina (Unidades) 2 (dos) - Capacidad de descarga de cada bomba: 100 m³ / h - Pozos de sentina con alarma de nivel sensorial programado 2 (dos) unidades - Número de tanques ubicados en cuarto de máquinas para el manejo de agua de sentina: 3 (tres) - Capacidades de los tanques de agua de sentina: 1) Depósito de agua de sentina ubicado en parte frontal de la sala (20 m³), 2) Depósito de agua de sentina del cuarto de máquinas, (50 m³), 3) Depósito de agua de sentina separado del cuarto de máquinas. (10 m³) - Equipo de bombeo asociado al desplazamiento de agua de sentina, en condiciones normales de operación o en caso de emergencia: -2 Bombas de 340 m³/h de capacidad ubicadas en sección delantera de área de bombas, 1 bomba de 5 m³/h situada en la parte delantera de equipos auxiliares del cuarto de máquinas, 2 bombas de capacidad de 500 y 240 m³/h, ubicada respectivamente en sección posterior del cuarto de máquinas, con equipo de agua de lastre y agua de sentina. <p>Derrick / Mástil</p> <p>máxima carga de elevación de la torre de perforación:</p> <p>1,134 metros desde el centro de los pozos auxiliares.</p> <p>907 mts desde el centro de un pozo.</p> <p>Paquetes de perforación por acomodo en la torre. 2 (doble paquete)</p> <p>Carga dinámica máxima para gancho de pozo principal: 1.134 t</p>	



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Nodo	Parámetros diseño/operación	Intención de Diseño
	<p>Mesa rotativa</p> <p>(En área de perforación principal)</p> <p>Fabricante: NOV (National Oilwell Varco).</p> <p>Modelo RST-755</p> <p>Velocidad a 40 GPM de flujo hidráulico: 5 RPM</p> <p>Máxima presión hidráulica de trabajo aplicada: 3000 psi.</p> <p>Velocidad intermitente máxima velocidad a 115 GPM de flujo hidráulico:</p> <p>Capacidad de carga rotativa: 1,000 Toneladas cortas (700 Ton).</p> <p>Máxima apertura en el rango de 75-1/2" con adaptador de buje 75-1/2" X 49-1/2"</p> <p>Máximo torque continuo a 5 RPM: 45,000 pie-libra (61,011 N-m)</p> <p>Máximo torque de respaldo bloqueado: 120,000 pie-libra (162,698 N-m)</p> <p>Distancia entre pozos centrales y torre de perforación: 12, 2 m</p>	
2.SISTEMA DE LODO DE ALTA PRESIÓN	<p>SISTEMA DE LODO DE ALTA PRESIÓN</p> <p>Bombas de transferencia / Bombas de mezcla</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad No: 5 Bombas de transferencia de lodo. - Creación/Modelo: National Tríplex – 14-P-220 7,500 psi) - Motores Eléctricos: 2 motores eléctricos vinculados a cada bomba - Tipo/Tamaño Motor eléctrico. :1,150 Caballos de fuerza. - Válvulas de relevo: Modelo Titan 44000-02 BX, asociadas a las bombas <p>Bombas de Carga Centrifuga</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad No.: 5 Bombas de Carga Centrifuga - Creación/Modelo (de cada bomba): NOV (National Oilwell Varco) Mission Supreme-2500 - Capacidad de salida de cada bomba: 150 Caballos de fuerza. 	



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Nodo	Parámetros diseño/operación	Intención de Diseño
	<p>- Potencia de bombeo hp: 134 m³/ h</p> <p>Control operacional de sistema de lodo de alta presión</p> <p>- Paneles de control y monitoreo de las bombas de lodo: (6 unidades) 1 panel de control en la cabina del perforador y 1 panel de control ubicado en el lugar de ubicación y servicio de cada bomba.</p> <p>- Paro de emergencia de bombas de lodo en funcionamiento (2 botones) 1 en el pozo principal /auxiliar y 1 asociado a cada equipo en su ubicación.</p> <p>- Paro de emergencia de bomba de lodo local (1 botón), detiene el funcionamiento de la bomba local y el funcionamiento de sus auxiliares asociados</p> <p>- Paro de emergencia en piso de Perforación. (3 a 4 botones) Cuando se activa alguno de los botones en piso de perforación todas las bombas de lodo y sus equipos asociados se detienen, hasta que el sistema sea reseteado, se puede operar nuevamente.</p> <p>Sistema de ventilación en área de bombas de lodo</p> <p>- Tipo de Ventilación: 2 elementos suministradores de aire al área y 2 elementos extractores de aire viciado.</p> <p>- Alarma diferencial: Si/ No: No (se realiza monitoreo de presión negativa).</p>	
3. SISTEMA DE LODO DE BAJA PRESIÓN	<p>Unidades mezcladoras de lodo (4) cuatro)</p> <p>Ubicación de las unidades mezcladoras: Area de contrapozos de lodo 12 y 6</p> <p>Unidades de bombeo de mezcla de lodo (4) cuatro)</p> <p>Características de las bombas de mezclado: Capacidad centrifuga de bombeo de 227 m³/h de fluido lodoso.</p> <p>Unidad Mezcladora Venturi: 1 (una)</p> <p>Maquina cortador de sacos: 1 (una)</p> <p>Bombas de trasferencia de mezcla (las requeridas para el volumen a preparar)</p> <p>Bombas remotas operadas por válvulas (las requeridas para el volumen a preparar)</p> <p>Fluidos requeridos según volumen y mezcla a proporción: agua de mar, base de control de dilución base aceite, agua de perforación, mezcla de salmuera, lodo conforme a requerimiento del pozo.</p>	
4. ALMACENAMIENTO DE BARITA Y CEMENTO.	<p>Cemento: i (una) unidad de bombeo independiente es proporcionada por un tercero.</p> <p>Capacidad de unidad cementera proporcionada par alimentación de trompo: 15,000 WP</p> <p>Presencia de indicadores de presión en tubería conductora de cemento. Al almacenamiento.</p>	Almacenamiento de barita y cemento



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Nodo	Parámetros diseño/operación	Intención de Diseño
	Bombas de transferencia de lodos con capacidad de 227 m ³ /h de fluido mediante accionamiento centrífugo horizontal.	
5. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE DIESEL.	<p>Capacidad de almacenaje aproximada: 6,000 m³</p> <p>Cantidad de tanques de emisión de Diesel marino: 2 (dos)</p> <p>Taza de descarga de Diesel a los generadores de cuarto de máquinas: 113.4 m³</p> <p>Líneas derivadas a tanque de emergencia: 1 (una)</p> <p>Unidad de purificación del sistema de alimentación de Diesel: 4 (cuatro) Unidades Alfa-laval S-936</p>	Tanque de Diesel para unidad de cementación, tanque de cemento de arranque, unidad de cementación, y unidad de mezclado
6. SEPARADOR GAS-LODO	<p>Ubicación: Piso de perforación.</p> <p>Capacidad de operación: 5 m³/s</p> <p>Presión de diseño: 14.8 bares.</p> <p>Origen de 2 líneas de descarga: Desde el múltiple de estrangulación.</p> <p>Origen de 1 línea de lodo caliente de 4 pulgadas: Desde bombas de transferencia de lodo.</p>	
7. MANIFOLD DE ESTRANGULACIÓN.	<p>Ubicación en la instalación: Piso de perforación</p> <p>Principal interconexión: con el preventor de descontrol de pozos (BOP)</p> <p>Equipo asociado: separador Gas lodo mediante líneas de entrada.</p>	

Con base en las premisas, consideraciones y la descripción de la metodología, en el anexo 4f se presenta el reporte completo de las hojas de trabajo HazOp del proyecto denominado: **"Exploración del Área Contractual 12"**.

Resultados de la Identificación de Riesgos.

La siguiente información corresponde a los resultados obtenidos de las sesiones de trabajo del grupo multidisciplinario de trabajo para la identificación de riesgos del proyecto denominado: **"Exploración del Área Contractual 12"**.

En la Tabla IX-34, se puede observar un resumen general del análisis desarrollado para el proyecto. En dicha información podrá detectarse el nivel de análisis propuesto mismo que indica las diferentes causas identificadas por nodo y el número de consecuencias propuestos.

Tabla IX-34. Resumen General de la Aplicación de la Metodología HazOp.

Nodo	Desviación	Número de ítems analizados			
		Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Recomendaciones
1. Piso de perforación y torre de perforación.	1. Más Peso (carga en el gancho) en sarta de perforación.	6	9	12	9
	2. Menos Peso (carga en el gancho) en sarta de perforación.	2	5	5	2
	3. Más Velocidad (Ritmo de penetración) en sarta de perforación.	2	2	8	5
	4. Menos Velocidad (Ritmo de penetración en sarta de perforación).	2	4	4	0
	5. Mas Torque (de rotaria) en sarta de perforación.	7	25	19	3
	6. Menos torque (de rotaria) en sarta de perforación.	3	4	7	0
	7. Presencia de gas en el lodo en Línea de Flote.	3	5	31	9
	8. Presencia de gas Sulfhídrico (H ₂ S) en el lodo. en Línea de Flote.	2	3	24	6
	9. Más Flujo de lodo a la salida en Línea de Flote.	3	4	27	7

Nodo	Desviación	Número de ítems analizados			
		Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Recomendaciones
	10. Menos Flujo de lodo a la salida en Línea de Flote.	5	19	13	3
	11. Alta Temperatura del lodo a la salida. en Línea de Flote.	3	5	14	2
	12. Alta Densidad del lodo a la salida en Línea de Flote.	3	8	6	0
	13. Baja Densidad del lodo a la salida en Línea de Flote.	3	5	22	10
	14. Mas Flujo de lodo a la salida, al sacar la tubería. en Línea de Flote.	2	2	10	2
	15. Menos Flujo de lodo a la salida, al sacar la tubería. en Línea de Flote.	1	1	4	1
	16. Más flujo de lodo a la salida (con pozo en observación) en línea de flote.	1	1	11	1
	17. Más presión barrena de perforación.	1	4	1	0
	18. Menos presión barrena de perforación.	2	2	2	0
	19. (Caudal inverso). Barrena de perforación.	1	0	0	0
	20. Alta Presión (línea de stand-pipe).	2	6	4	0
	21. Baja Presión (línea de stand-pipe).	2	4	2	0
2. Sistema de lodo de alta presión.	1. Alta presión (bombas de lodos).	4	11	4	0
	2. Alta temperatura (bombas de lodos).	1	5	1	0
	3. Más emboladas por minuto (EPM) (bombas de lodos).	2	6	8	0
	4. Menos emboladas por minuto (EPM) (bombas de lodos).	1	5	1	0
3. Sistema de lodo de baja presión.	1. Alta temperatura (presas de lodos).	3	7	7	0
	2. Baja temperatura (presas de lodos).	1	0	0	0

Nodo	Desviación	Número de ítems analizados			
		Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Recomendaciones
	3. Alto nivel de lodos (presas de lodos).	4	10	4	7
	4. Bajo nivel de lodos (presas de lodos).	7	9	33	4
	5. Alta densidad de lodo (presas de lodos).	4	13	12	0
	6. Baja densidad de lodo (presas de lodos).	3	3	29	5
4. Almacenamiento de barita y cemento.	1. Más presión (Silos de Barita/Cemento).	5	20	17	0
	2. Menos presión (Silos de Barita/Cemento).	4	10	5	0
5. Sistema de distribución de diésel.	1. Más nivel.	1	2	2	0
	2. Menos nivel.	2	3	4	0
6. Separador gas - lodo	1. Más presión,	1	5	6	0
	2. Menos presión.	1	0	0	0
7. Manifold de estrangulación.	1. Más Presión.	2	6	14	0
	2. Menos presión.	1	1	6	1

Es importante señalar que la utilización de la metodología de jerarquización de riesgos durante el desarrollo del Análisis HazOp, tiene como base la experiencia del grupo multidisciplinario, dicha jerarquización es la pauta para el análisis cuantitativo a desarrollar, de igual forma como parte de este estudio será necesario el llevar a cabo la selección de los principales escenarios de riesgo, conforme a los resultados de la matriz de ponderación de riesgos tomando como base aquellos escenarios que se encuentren dentro de la zona intolerable o Tolerable si es tan bajo como razonablemente factible (de acuerdo a la matriz utilizada en el presente estudio).

Para mayor detalle de los resultados de las sesiones de trabajo, ver las hojas de trabajo HazOp en el Anexo 4F.

IX.4.5.1.2 Jerarquización de Escenarios de Riesgos.

Un peligro a menudo puede tener más de una consecuencia en forma de consecuencias primarias, secundarias y terciarias. Por ejemplo, las consecuencias del procesamiento de incidentes de seguridad pueden incluir lesiones / fatalidades, daños ambientales, daños a los activos y/o pérdida

de la reputación de la empresa. La gravedad de todas las posibles consecuencias se evaluará durante la evaluación del riesgo.

Las siguientes reglas se aplicarán al determinar el nivel de gravedad de la posible consecuencia:

- Suponiendo que no se hayan implementado barreras de control o recuperación:
- Se realizará una evaluación individual para cada una de las categorías P, E, A, R.
- El resultado plausible del "peor de los casos" se elegirá entre todas las posibles consecuencias.

Al mismo tiempo, para cada uno de los receptores (P, E, A, R), se consideran diferentes características de gravedad para definir el nivel de gravedad. La Tabla IX-35 y la Tabla IX-36 muestran los criterios utilizados para definir el nivel de severidad incremental para "Daño a las personas", "Daño a los activos" y "Efecto ambiental", respectivamente.

Tabla IX-35. Daño a las Personas: Características de Gravedad.

Clasificación	Rango	Descripción
Menor	1	<ul style="list-style-type: none"> • Casos "que no requieren atención" o primeros auxilios • Lesiones ocupacionales que resultan en molestias notables, irritación menor o efectos temporales después de la exposición.
	2	<ul style="list-style-type: none"> • Casos que no requieren atención médica • Casos de días laborables perdidos o trabajo restringido que duren 4 días calendario o menos. • Enfermedad ocupacional con efectos reversibles en la salud como intoxicación o dermatitis crónica • Resultado positivo de la vigilancia de los efectos biológicos sin efectos permanentes sobre la salud.
Mayor	3	<ul style="list-style-type: none"> • Casos de días laborables perdidos o trabajo restringido que duren más de 4 días calendario. • Enfermedad ocupacional con efectos irreversibles en la salud que resultan en una discapacidad parcial permanente, como la pérdida de audición causada por el ruido ocupacional, trastorno crónico de la espalda o lesiones debido al estrés repetitivo.
	4	<ul style="list-style-type: none"> • Fatalidad por lesiones o enfermedades profesionales. • Lesión que resulta en incapacidad total permanente • Enfermedad ocupacional con efectos irreversibles en la salud que resultan en una discapacidad total permanente, como asbestosis, silicosis o insuficiencia renal o cardíaca debido a la exposición a productos químicos.
	5	<ul style="list-style-type: none"> • Fatalidad por lesiones o enfermedades profesionales. • Enfermedad ocupacional Nota1, incluido el cáncer con efectos irreversibles en la salud que resultan en una discapacidad total permanente, como asbestosis, silicosis o insuficiencia renal o cardíaca debido a la exposición a productos químicos.

Fuente: Procedimiento de identificación de riesgos y análisis de riesgos, Petronas, 2017

Notas: 1. Enfermedades profesionales, incluido el cáncer en trabajadores expuestos a peligros similares en la propia Unidad Operativa.

Tabla IX-36. Daño a los Activos: Características de Gravedad.

Clasificación	Rango	Descripción
Menor	1	Costo directo del daño inferior a 25,000 USD
	2	Costo directo del daño entre 25,000 USD y 99,999 USD
Mayor	3	Costo directo del daño entre 100,000 USD y 999,999 USD
	4	Costo directo del daño entre 1,000,000 USD y 9,999,999 USD
	5	Costo directo del daño mayor o igual a 10,000,000 USD

Fuente: Procedimiento de identificación de riesgos y análisis de riesgos, Petronas, 2017

La Tabla IX-37 anterior, Costo directo del daño se refiere al costo atribuido al accidente, como, por ejemplo, el costo de reemplazar el equipo perdido, la limpieza, la reparación ambiental y la respuesta de emergencia. Esto no incluye los costos indirectos, como la pérdida de oportunidades comerciales, la pérdida de materias primas / productos, etc. Tampoco incluye el costo de la falla del componente que causó el incidente si el componente no fue dañado por un incendio o una explosión.

Tabla IX-37. Efecto Ambiental: Características de Gravedad.

Clasificación	Rango	Descripción (satisface cualquiera de los criterios)
Menor	1	Ligero impacto <ul style="list-style-type: none"> Descarga^{Nota1} que entra en contacto con el suelo o el agua en el área donde tuvo lugar la descarga, pero con efectos adversos insignificantes en el medio ambiente.
	2	Impacto menor <ul style="list-style-type: none"> Descarga que entra en contacto con el suelo o el agua, desbordando el área donde tuvo lugar la descarga, pero aún en el sitio de la compañía Nota 2, lo que resulta en efectos ambientales temporales limitados. Este efecto no impide que otros usuarios aprovechen el entorno. Emisión o descarga de una fuente regulada / autorizada con una sola violación de los estándares de la compañía o los estándares de otros, pero sin exceder los estándares regulatorios.
Mayor	3	Impacto localizado <ul style="list-style-type: none"> Descarga no limitada al sitio de la compañía, lo que resulta en una perturbación y efectos temporales en el uso beneficioso del medio ambiente. Evidencia del efecto fuera del sitio o daño ambiental, pero en un área limitada.

Clasificación	Rango	Descripción (satisface cualquiera de los criterios)
		<ul style="list-style-type: none"> Emisión o descarga de una fuente regulada / autorizada que excede los estándares reglamentarios Nota3. El derrame de petróleo / productos químicos en el drenaje público o en el agua cercana provoca la muerte de los peces, pero no una perturbación significativa o la pérdida del uso beneficioso del agua, o la pérdida de especies protegidas o sensibles. La calidad del agua producida excede el límite regulatorio para aceites y grasas. La calidad del efluente tratado del Sistema de tratamiento de efluentes excede el límite regulatorio de la demanda química de oxígeno (DQO). La calidad de emisión NO excede los límites reglamentarios.
	4	<p>Mayor impacto</p> <ul style="list-style-type: none"> Descarga al medio ambiente que resulta en una perturbación significativa o impide que se formen receptores públicos haciendo un uso beneficioso del medio ambiente. Evidencia de daño ambiental severo, como: <ul style="list-style-type: none"> - Efectos extendidos y discernibles de áreas más allá del sitio de la compañía; o - La operación se ha vuelto subestándar o inadecuada para uno o más de sus propósitos, incluido el sustento de las poblaciones de vida silvestre; o - Interfiere con otros usuarios, causando pérdida de ingresos, impactos en la salud pública o demandas judiciales. Requiere medidas extensivas o esfuerzos a gran escala para restaurar el ambiente contaminado a su estado original o un nivel de riesgo aceptable. Emisión o alta de una fuente regulada / autorizada que comete una violación grave o repetitiva de las normas regulatorias con posibles sanciones o procedimientos legales.
	5	<p>Impacto masivo</p> <ul style="list-style-type: none"> La descarga alcanza áreas de importancia ecológica designada o un área exterminadora que resulta en: <ul style="list-style-type: none"> - Pérdida significativa del uso beneficioso del medio ambiente y / o pérdida de receptores públicos; o - Pérdida de especies raras, amenazadas o endémicas. Daño irreparable a largo plazo o efectos ambientales prolongados. Emisión o descarga de una fuente regulada / autorizada que comete una violación prolongada o repetitiva de las normas regulatorias con posibles sanciones legales o procedimientos con un posible cierre de instalaciones.

Fuente: Procedimiento de identificación de riesgos y análisis de riesgos, Petronas, 2017

Notas:

1. La descarga se refiere tanto a sólidos como a líquidos.
2. El sitio de la compañía incluye todas las áreas dentro del control de operación de la OPU.
3. Incumplimiento de los estándares / límites reglamentarios, incluidos, entre otros, las emisiones al aire y la descarga de efluentes. Cuando los requisitos reglamentarios del país anfitrión no estén disponibles, se aplicarán los límites / estándares de la compañía.
4. Las descargas en pozos o cuencas diseñadas para la retención de hidrocarburos o químicos no contarán como derrames.

El uso beneficioso significa los usos del medio ambiente o de cualquiera de sus elementos o segmentos que conducen a la salud pública, el bienestar o la seguridad y que requieren protección contra los efectos de los desechos, descargas, emisiones y depósitos.

Un área de importancia ecológica es un espacio geográficamente definido que es reconocido, dedicado y administrado, legalmente o no, para lograr la conservación a largo plazo de sus valores culturales y los elementos naturales que pertenecen a su ecosistema. Esto incluye parques nacionales y estatales, áreas con especies endémicas o migratorias, reservas de biosfera y patrimonio cultural de la UNESCO, etc.

Cuando se han evaluado los niveles de consecuencia (en el peor de los casos) y la probabilidad (histórica), se grafican en un gráfico utilizando los ejes X e Y en la matriz HSERM (Tabla IX-32). La intersección de los valores de consecuencia y probabilidad indica la clasificación de riesgo del peligro; en otras palabras, bajo, medio, alto o muy alto. La Tabla IX-38 define la calificación de riesgo correspondiente y establece las acciones de mitigación de riesgo y la respuesta a implementar.

Tabla IX-38. Definición de Calificación de Riesgo.

Calificación de riesgo	Tolerancia e Intervención
Bajo	<ul style="list-style-type: none"> • El riesgo es tolerable. • Monitorear a nivel operativo utilizando el procedimiento / control interno requerido por HSEMS. • Tomar medidas correctivas de acuerdo con la disponibilidad de recursos.
Medio	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una evaluación de Barreras de control y recuperación. • El riesgo tolerable es respaldado por una demostración de nivel ALARP. • Monitoree usando el procedimiento / control interno requerido por HSEMS.

Calificación de riesgo	Tolerancia e Intervención
Alto	<ul style="list-style-type: none"> Fomentar la reducción de riesgos mediante la aplicación de barreras de control y recuperación adecuadas. El riesgo tolerable es respaldado por una demostración de nivel ALARP. Revisión y aprobación de los criterios ALARP.
Muy Alto	<ul style="list-style-type: none"> El riesgo no es tolerable Mitigue el riesgo mediante el uso de barreras de control y recuperación para reducir el riesgo de tolerancia / ALARP Revisión y aprobación de los criterios ALARP

Los objetivos de la Revisión de Riesgos de las Instalaciones son:

- Identificar, seleccionar, evaluar y clasificar los riesgos más importantes con el potencial de ocasionar daños al personal y/o a la población, el medio ambiente, el producto manejado y la instalación.
- Desarrollar recomendaciones para reducir los riesgos.
- Identificar los procesos y las áreas más importantes que requieren de una evaluación más detallada para determinar las medidas más efectivas destinadas a reducir el riesgo.

La Figura IX-27, muestra las matrices y el número de escenarios resultantes de la jerarquización de riesgos por la aplicación de la metodología HazOp. Resaltando la zona donde se ubican clasificándolos como riesgos: Intolerable, Tolerable si es tan bajo como razonablemente factible y Aceptable en términos Generales.

DAÑOS AL PERSONAL						DAÑOS MEDIO AMBIENTE							
		CONSECUENCIA							CONSECUENCIA				
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	E						PROBABILIDAD	E					
	D							D					
	C							C					
	B	1		2				B	3				
	A	43	6	10		34		A	53	1	5	34	

DAÑOS AL ACTIVO						DAÑOS A LA REPUTACIÓN							
		CONSECUENCIA							CONSECUENCIA				
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	E						PROBABILIDAD	E					
	D							D					
	C							C					
	B			3				B	1		2		
	A	4	18	15	56			A	50	4	5		34

Figura IX-27. Matriz de Riesgos Identificados (Metodología HazOp, Re-jerarquizado).

Después de realizar la jerarquización de Riesgos, para el proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", se observan 2 escenarios los cuales caen dentro de la región de riesgo Muy alto (considerando el Riesgo Residual que es sin salvaguardas), para lo cual se desarrollan los siguientes escenarios de Riesgo mostrados en la siguiente tabla:



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Tabla IX-39. Escenarios de Riesgo identificados en Hazop.

No	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (F x C)	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Instalación superficial	Sustancia involucrada
1	E.01	Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	Muy Alto	1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 1.6.2, 1.6.3, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.9.1, 1.9.2, 1.9.3, 1.10.1, 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3, 1.14.1, 1.15.1, 1.16.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.4.2, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 7.2.1.	Área Contractual 12	Pozo Exploratorio	Crudo Ligero
2	E.02	Fuga de Gas y derrame de crudo debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	Muy Alto	1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 1.6.2, 1.6.3, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.9.1, 1.9.2, 1.9.3, 1.10.1, 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3, 1.14.1, 1.15.1, 1.16.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.4.2, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 7.2.1.	Área Contractual 12	Pozo Exploratorio	Crudo Ligero

De acuerdo con el listado de los Escenarios de Riesgo, se establece la tipificación de escenarios en casos más probables, los peores casos (liberación masiva de toda la sustancia manejada o ruptura total del ducto y/o recipiente) y de ser aplicable, los casos alternos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IX-40. Escenarios de Riesgo Identificados.

No	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Tipo de Caso
1	E.01*	Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	Caso Más Probable
2	E.02*	Fuga de Gas y derrame de crudo debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	Peor Caso
3	E.03	Derrame de crudo en lecho marino durante la perforación, debido a una pérdida de control del pozo/integridad de pozo con daño al medio ambiente.	Peor Caso

*En el Análisis HazId los peligros identificados de Alto riesgo por pérdida de control de pozo (escenario 1 Tabla IX-25) es considerado en los escenarios E.01 y E.02 de riesgo a simular.

IX.4.5.2 Análisis Cuantitativo de Riesgos.

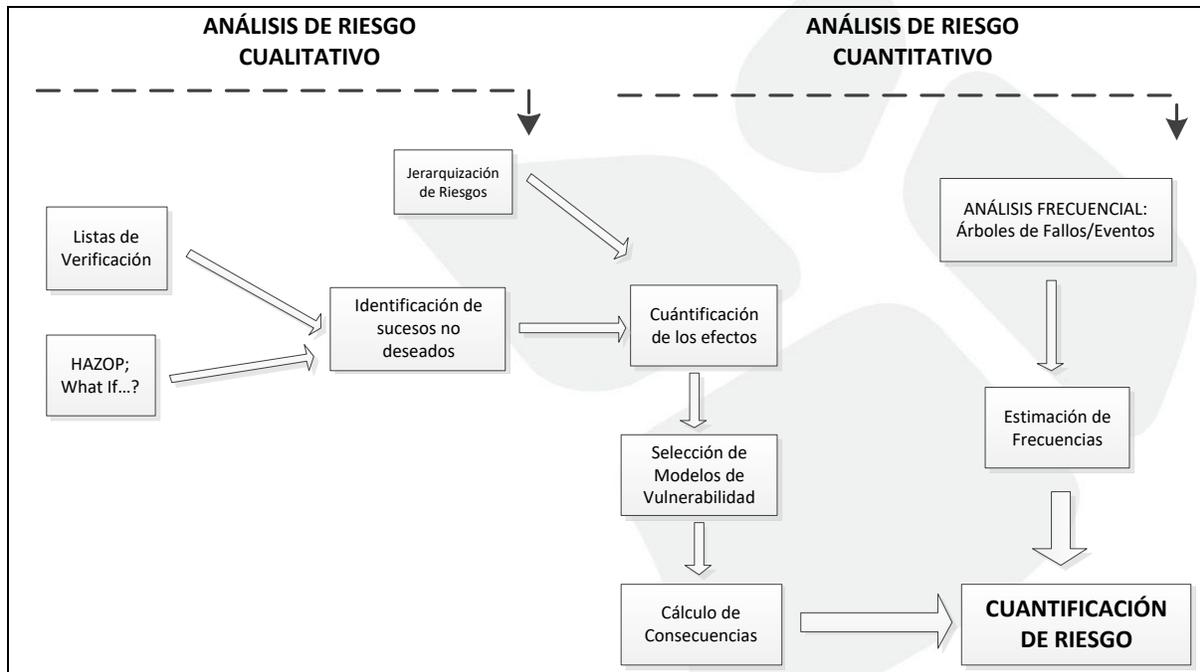
En este apartado se tratan brevemente los métodos que permiten cuantificar la probabilidad de que tenga lugar un determinado tipo de accidente. No basta con identificar todos los posibles accidentes, sus causas y sus cadenas de evolución. Tampoco es suficiente poder predecir los efectos de un accidente supuesto y un determinado conjunto de circunstancias.

El Análisis Cuantitativo de Riesgos se realiza primero sobre los Riesgos definidos como prioritarios en el proceso. Analiza el efecto de esos Riesgos, y les asigna una cuantificación numérica. Lo que permite tomar decisiones en caso de incertidumbre.

A diferencia del análisis cualitativo o semi-cuantitativo, el valor numérico obtenido mediante un ACR (Análisis Cuantitativo de Riesgos) puede compararse numéricamente con criterios de aceptación, establecidos de forma reglamentaria o considerados como válidos en un contexto de buenas prácticas de actividades industriales. El Análisis Cuantitativo de Riesgo es una metodología que

cuantifica la probabilidad esperada de ciertos eventos de mayor riesgo identificados mediante análisis HazOp en este estudio.

La metodología para elaborar un análisis cuantitativo de riesgo es la siguiente:



IX.4.5.2.1 *Análisis Detallado de Frecuencias.*

El objetivo de esta metodología es el de cuantificar la frecuencia de ocurrencia para los eventos identificados en la Región ALARP o escenarios de pérdida de contención durante la aplicación de la metodología de identificación de riesgos HazOp utilizando datos bibliográficos, o bien la técnica de árbol de fallos. Asimismo, se definirán las posibles secuencias accidentales desencadenadas por un determinado suceso iniciador mediante el empleo de la técnica del árbol de eventos.

Árbol de Fallas y Eventos.

La memoria de cálculo de los árboles de fallas y la obtención de las frecuencias directas para los escenarios hipotéticos planteados, se presentan en el Anexo 4h.

Los resultados del análisis de frecuencias después de aplicar las técnicas de árbol de eventos se presentan en la Tabla IX-41, la cual resume la frecuencia de ocurrencia de la totalidad de los

escenarios accidentales planteados, es decir la probabilidad de que ocurran los diferentes sucesos que pudieran suscitarse en caso de presentarse una fuga en los nodos analizados.

Tabla IX-41. Frecuencia de Ocurrencia Resultantes del Análisis Frecuencial de los Eventos Identificados.

Escenario	Hipótesis del escenario	Frecuencia de ocurrencia
		(Eventos / año)
E.01	Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	5.07 x 10 ⁻⁰⁹
E. 02	Fuga de Gas y derrame de crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	

Para calcular la frecuencia de ocurrencia del evento final, se multiplica el valor calculado en el árbol de fallas por la probabilidad de cada uno de los eventos o capas de protección presentes en la instalación que se pudieran ocasionar en cada hipótesis, por ejemplo: Los resultados del análisis de frecuencias después de aplicar las técnicas de árbol de eventos se presentan en la Tabla IX-42, la cual resume la frecuencia de ocurrencia de la totalidad de los escenarios accidentales planteados, es decir la probabilidad de que ocurran los diferentes sucesos que pudieran suscitarse en caso de presentarse una fuga en los nodos analizados.

Tabla IX-42. Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos Identificados.

Escenario	Hipótesis del escenario	Frecuencia de ocurrencia evento iniciador	Frecuencia de ocurrencia evento final (Árboles de eventos)
		(Eventos / año)	(Eventos / Año)
E.01	Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	5.07 x 10 ⁻⁰⁹	Formación de nube tóxica con facilidad en el control 5.05E-09
			Jet Fire (Incendio de chorro), dificultad en el control y extinción 1.05E-12
			Jet fire (Incendio de chorro), problemas en el control del fuego 1.06E-14
E.02	Fuga de Gas y derrame de crudo debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	5.07 x 10 ⁻⁰⁹	Explosion de la nube de vapor (UVCE) 5.65E-13
			Flash fire (flamazo) 8.48E-13
			Incendio de chorro (Jet Fire), relativa facilidad en el control y extinción 1.27E-11

A partir del **Análisis Frecuencial** se puede observar que los escenarios (evento final) resultaron ser de probabilidad muy baja (del orden de 5.05x10⁻⁰⁹ a 1.06x10⁻¹⁴) que corresponden al evento con mayor frecuencia de ocurrencia "Formación de nube inflamable con facilidad en el control" hasta la de menor probabilidad que corresponde a Jet fire (Incendio de chorro), problemas en el control del



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

fuego. La totalidad de los eventos analizados su frecuencia de ocurrencia es Improbable o se pueden catalogar como de probabilidad extremadamente rara.

Para el análisis cuantitativo de Riesgo se han desarrollado árboles de fallas y de eventos, los cuales corresponden a los escenarios propuestos ponderado como No tolerables, la memoria de cálculo de los árboles de fallas y eventos se pueden visualizar en el Anexo 4h.

Para el **escenario 3** no se desarrolló un análisis frecuencial debido a que los daños identificados en el Hazid son hacia la instalación y en caso de ocurrir un derrame el impacto es al medio ambiente.

IX.4.5.2.2 Análisis Detallado de Consecuencias.

El objetivo del análisis de consecuencias es cuantificar el impacto negativo de un evento potencialmente peligroso para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales. Los diversos tipos de accidentes graves a considerar en las instalaciones en las que haya sustancias peligrosas pueden producir tres tipos de fenómenos, los cuales son:

- Fenómenos de tipo térmico: Radiación térmica.
- Fenómenos del tipo químico: Fuga o derrames incontrolados de sustancias tóxicas o contaminantes.
- Fenómenos del tipo mecánico: Ondas de presión y proyectiles.

El análisis de consecuencias evalúa los diferentes tipos de accidentes potenciales en establecimientos industriales que manejan sustancias peligrosas que pueden producir eventos peligrosos los cuales son:

- Fugas o derrames incontrolados de sustancias peligrosas: líquidos o gases en depósitos y conducciones.
- Evaporación de líquidos derramados.
- Dispersión de nubes de gases, vapores y aerosoles.
- Incendios de charco o "Pool Fire"
- Dardos de fuego o "Jet Fire"
- Deflagraciones no confinadas de nubes de gases inflamables o "UVCE"
- Estallido de depósitos o "BLEVE"
- Explosiones físicas y/o químicas.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- Vertido accidental al medio ambiente de sustancias contaminantes, procedente de fugas o derrames incontrolados.

Normalmente, un accidente de estas características se produce a partir de algún suceso menor que trae como consecuencia la pérdida de contención de algún recipiente, depósito o tubería que contiene alguna sustancia, lo que produce la fuga o derrame de esta sustancia al exterior. También es posible un incendio previo o simultáneo a una fuga o incluso, una explosión previa a la fuga o al incendio. No obstante, en la mayoría de los casos el primer suceso consiste en una fuga incontrolada de producto.

Los eventos por analizar dentro de este documento son los que hayan sido calificados en una zona ALARP o en su defecto como una pérdida de contención cerca de algún poblado o instalación.

Para el Análisis de Consecuencias de los accidentes identificados en el Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos para el proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", se utilizó el software Phast® (Process Hazard Analysis Software Tool) 8.22 de DNV, que implementa diferentes algoritmos matemáticos y modelos de fuga, dispersión, incendio, explosión, etc.

El software Phast® es una herramienta para análisis de riesgos de procesos que permite predecir las consecuencias de inflamabilidad, explosividad y toxicidad a partir de:

- Descargas atmosféricas de diseño y rutinarias.
- Descargas atmosféricas accidentales y peligrosas.

Los modelos de descarga consideran:

- Flujos de líquidos, gases o de dos fases.
- Materiales individuales o mezclas.
- Comportamiento estable o dependiente del tiempo.
- Descargas en interiores de edificios.

Los modelos de dispersión predicen:

- Formación de aerosoles.
- Condensación y formación de charcos.
- Nubes densas.

Los modelos de inflamabilidad predicen:

- Niveles de radiación.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- Zonas de deflagración.
- Niveles de sobrepresión.

Los modelos incluyen:

- BLEVE's y bolas de fuego.
- Dardos de fuego.
- Incendio de charcos.
- Deflagraciones.
- Explosiones de nubes de vapor.

Los modelos tóxicos predicen:

- Concentración en función de la distancia a favor del viento.
- Concentración en función del tiempo en cualquier punto dentro de la nube.
- Vistas superiores de la nube.

Dispersión de Nube Tóxica / Inflamable.

Los vapores y gases emitidos por la mezcla gas-aceite, pueden generar una dispersión la cual va rebajando la concentración de la sustancia emitida, al tiempo que la extiende sobre regiones cada vez mayores del espacio. Esta dispersión dependerá de la estabilidad atmosférica. Su afectación dependerá de la toxicidad de los vapores o gases emitidos (siendo en este caso la mayor afectación al personal cercano a la fuente de emisión), y de la cantidad de gas entre los límites de inflamabilidad que puedan encontrar un punto de ignición (ver flash Fire y jet Fire).

La Tabla IX-43 muestra el índice de mortalidad y las lesiones presentadas en un evento de dispersión de nube tóxica cuando un porcentaje de la población está expuesta a concentraciones letales (LC).

Tabla IX-43. Índices de mortalidad y lesiones presentadas por dispersión tóxica.

Índice de Mortalidad	Lesiones
El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad bajo (1 %)	Daños a la epidermis: Inflamaciones leves y reacciones alérgicas ligeras. Daño a los ojos: Conjuntivitis.
El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad medio (50 %)	Daños a la epidermis: Inflamaciones crónicas o agudas, reacciones alérgicas, neoplasia y ulceraciones diversas. Daño a los ojos: Daño permanente con resultado de ceguera. Daño a vías respiratorias: Bloqueo físico de alvéolos (polvos insolubles) o reacción con la pared del alvéolo para producir sustancias tóxicas.
El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad alto (99 %) debido a la alta concentración de sustancias tóxica.	Lesiones irreversibles. Bloqueo físico permanente de alvéolos. Muerte en un corto tiempo.

La Tabla IX-44 presenta los umbrales olfativos y de seguridad en un evento de dispersión de nube tóxica para el Sulfuro de Hidrógeno, considerado sustancia química peligrosa de acuerdo con su TLV-TWA e I.P.V.S. (IDLH).

Tabla IX-44. Umbrales Olfativos y de Seguridad para Sustancias Químicas Peligrosas.

Nombre y Fórmula	Umbral Olfativo (ppm)	TLV-TWA (ppm)	TLV-STEL (ppm)	I.D.L.H. (ppm)
Sulfuro de Hidrógeno	0.0047	10*	15	100* (30 min)

* Sustancias con un nivel de seguridad por el umbral olfativo aceptable, pues más del 50 % de los individuos olerán la sustancia antes de alcanzar unos niveles de concentración que puedan suponer riesgos agudos o crónicos, datos tomados de NIOSH 2003.

Flamazo (Flash Fire).

Cuando se trata de líquidos inflamables que se vaporizan o de fugas de gases más densos que el aire, la nube de gas se diluye en el aire existente, haciendo que en determinados instantes y zonas existan mezclas de combustible y comburente en condiciones de efectuar la combustión. Si en una de estas zonas se encuentra un punto de ignición puede desprenderse la cantidad de calor

necesaria para acelerar la velocidad de combustión de forma que se produzca una explosión, denominada o UVCE en su acrónimo inglés.

También es posible si la cantidad premezclada es muy grande, que se produzca una llamarada o "flash fire", sin efectos explosivos, pero con una intensa radiación.

Los efectos por radiación térmica se muestran en la Tabla IX-45.

Tabla IX-45. Efectos Presentados a Diferentes Niveles de Radiación Térmica.

Intensidad de Radiación kW/m ²	Descripción
1.4	No se presentan molestias, aún durante largos periodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al sol en verano y al medio día.
5	El umbral de dolor se alcanza después de 20 segundos de exposición. Así mismo después de 40 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado
9.5	El umbral de dolor en una persona se alcanza después de 8 segundos de exposición; después de 20 segundos de exposición, se presentan quemaduras de segundo grado.
12.5	Energía mínima requerida para que la madera se prenda, por contacto por fuego. Tubería de plástico se funde.
25	Energía mínima requerida para provocar la ignición de la madera, por exposición prolongada (es decir, se prende por la pura exposición a este nivel de radiación. No se requiere ponerle fuego como, por ejemplo, con un cerillo)
37.5	Suficiente para causar daños a equipos de proceso.

La Tabla IX-46 muestra los valores umbrales para la vulnerabilidad de los materiales, cuando se presenta un evento de radiación térmica.

Tabla IX-46. Vulnerabilidad de Materiales.

Radiación (kW/m ²)	Material
60	Cemento
40	Cemento prensado

Radiación (kW/m ²)	Material
200	Hormigón armado
40	Acero
33	Madera (Ignición)
30 – 300	Vidrio
400	Pared de ladrillos
13	Daños en depósitos
12	Instrumentación

Así mismo, la Tabla IX-47 muestra los efectos producidos a personas y objetos durante el evento denominado "Flash Fire".

Tabla IX-47. Efectos del Flash Fire.

Personas u objetos	Descripción
Fuera de la nube	Como la duración del fenómeno es muy corta el daño es limitado y muy inferior.
Dentro de la nube sometidos a un contacto directo con la llama.	<p>Las personas sufrirán quemaduras graves de 2° grado sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava a quemaduras a 3° y 4° grado por la ignición más que probable de la ropa o vestidos</p> <p>La probabilidad de muerte es muy elevada. Aproximadamente morirá 14% de la población sometida a esta radiación con un 20 % como mínimo de quemaduras importantes.</p> <p>En el caso de que la persona porte ropa de protección que no se queme, su presencia reducirá la superficie del cuerpo expuesta (se considera en general que solo se irradia el 20% de esta superficie que comprendería la cabeza 7 %; manos 5 % y los brazos 8 %).</p> <p>En el caso de personas situadas en el interior de viviendas, probablemente estarán protegidas – aunque sea parcialmente - de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios provocados por la misma.</p>



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Explosión de Nube de Gas No Confinada (UVCE) y Confinada (VCE).

La explosión de nube de vapor no confinada se presenta cuando la sustancia ha sido dispersada y se incendia a una distancia del lugar de descarga. La magnitud de la explosión depende del tamaño de la nube y de las propiedades químicas de la sustancia. Se pueden ocasionar ondas de sobrepresión y los efectos térmicos suelen ser menos importantes que los anteriores. Asimismo, las explosiones confinadas pueden dar lugar a deflagraciones y los efectos adversos que pueden provocar son: ondas de presión, formación de proyectiles y radiación térmica.

Dardo de Fuego (Jet Fire).

Ocurre cuando un material inflamable ha sido liberado a alta presión y se incendia a una distancia del punto de la descarga. La nube formada produce el incendio (Jet Fire) en cualquier momento, siempre y cuando esté por encima de su límite inferior de inflamabilidad y por debajo del superior, esta zona de la nube es la que se considera para determinar los efectos de radiación térmica. Este evento es poco probable que pueda ocurrir para una línea de conducción de crudo, sin embargo, si el crudo contiene dentro de su composición un alto porcentaje de gas, provocaría la ocurrencia de este evento. Para este evento ver lo descrito en radiación térmica.

Cuando un gas presurizado escapa a la atmósfera a través de un orificio o estrechamiento, se produce una típica descarga en tobera del chorro gaseoso (jet), con un máximo de velocidad en la garganta, que puede igualar a la velocidad del sonido si el cociente entre la presión atmosférica y la presión dentro del recipiente es inferior al valor crítico. Tras el orificio tiene lugar la disminución de la velocidad del gas, al ensancharse la sección de paso. Si una descarga de gas combustible entra en ignición se produce el dardo de fuego

Los efectos perniciosos de estos accidentes son fundamentalmente los siguientes:

- La radiación térmica generada por los incendios.
- Los efectos de los posibles gases tóxicos generados en la combustión.
- Las ondas de sobrepresión generadas por una explosión de nube inflamable.

El modelo utilizado, PHAST versión 8.22, permite calcular la velocidad de combustión y la radiación térmica que sufre un receptor sometido a un determinado incendio. El modelo calcula la forma y la intensidad de la flama, y se obtiene un amplio intervalo de resultados de radiación. El software considera para el dardo de fuego el modelo cónico.

Explosión de Nube de Vapor.

El término "explosión de nube de vapor" (en inglés VCE, de "Vapour Cloud Explosión") es usado para definir la combustión de la mezcla combustible-aire formada por la fuga y dispersión de una sustancia combustible en la atmósfera, dando lugar a temperaturas muy elevadas, y generando una onda de presión.

En general, la mayoría de los combustibles tienen pesos moleculares mayores que el aire y, por consiguiente, se comportan como nubes pesadas que se mueven a ras de suelo y pueden encontrar fácilmente una fuente de ignición.

Para que tenga lugar la explosión de la nube, debe producirse la mezcla entre el combustible y el aire dentro de los límites de inflamabilidad. Si el punto de ignición está muy cerca del origen de la fuga el resultado será un incendio de chorro o de charco, según las características de la fuga.

Se considera que la máxima probabilidad de formación de una nube explosiva ocurre cuando el periodo de tiempo entre el inicio de la fuga y la ignición está comprendido entre 1 y 15 minutos, si bien se encuentran documentados accidentes en los que se estima que dicho período fue de menos de un minuto, en unos casos, y entre 16 y 30 minutos, en otros (Lees, 1996).

Por otro lado, la magnitud de la onda de sobrepresión generada depende de la velocidad de propagación de la llama (frente de reacción). Cuanto mayor sea ésta, mayor será la sobrepresión alcanzada. La velocidad de propagación de la llama depende, a su vez, de la forma en que se inicie y progrese la combustión. Según ocurra ésta, el resultado puede ser una deflagración o, en condiciones más especiales, una detonación.

Para cumplir con los objetivos de este documento se considera el llevar a cabo como parte del análisis de consecuencias la evaluación de las posibles distintas afectaciones por la explosión de nube de vapor a través del método Multi energía (TNO, 1997).

Dicho método se utiliza para la determinación de las magnitudes peligrosas de las ondas de presión procedentes de la explosión de nubes de vapor, teniendo en cuenta que, cuando éstas se inflaman, las mayores sobrepresiones se generan en regiones congestionadas o confinadas de la nube.

Método Multi Energía.

La secuencia de aplicación del método Multi energía es la siguiente:

- Selección del nivel de la explosión de 1 (deflagración más débil) a 10 (detonación) en función de la reactividad del combustible, ubicación de la nube, cantidad y dimensiones de los obstáculos y energía de la fuente de ignición, entre otros.

- Determinación de la energía de la explosión a partir de la cantidad de sustancia combustible en la nube que se encuentra entre los límites de explosividad y de su entalpía de combustión.
- Cálculo de la "distancia escalada" (R' , adimensional), que depende de la energía de la explosión y de la distancia (z , metros) a la que se desean conocer las magnitudes peligrosas de la onda de presión.

Para lo anterior, la experimentación en este campo presenta grandes dificultades técnicas y económicas, lo que justifica la escasa bibliografía publicada sobre explosiones de Modelo Multi energía.

Criterios para Seleccionar el Nivel de Explosión Apropriado.

La principal dificultad del procedimiento radica en la selección del nivel de explosión apropiado para cada caso, dada la diversidad de parámetros que influyen en el proceso.

La intensidad de la explosión depende de la masa y reactividad del combustible, de la congestión y/o confinamiento de la nube, de la intensidad de la fuente de ignición y de parámetros relacionados con la geometría de la zona obstruida.

Los criterios aportados por algunos autores pueden constituir una ayuda para seleccionar el nivel adecuado. El criterio más simple es el propuesto por TNO en el caso de ausencia de información sobre los factores mencionados anteriormente, consiste en seleccionar el nivel 7 cuando la explosión se produzca en una región obstruida, y el 3 en una zona sin obstáculos.

Dependiendo de la cantidad de información disponible y del grado de precisión requerido se pueden seguir otros criterios, destacando los de Kinsella (1993) y Baker (1996), recomendables cuando sólo se dispone de información cualitativa, y especialmente las de las guías GAME (1998) y GAMES (1998), que son las que se utilizan en este trabajo, en los casos que se disponga de información más amplia.

Kinsella (1993) tiene en cuenta el nivel de obstrucción de la nube, clasificándolo en alto, bajo y nulo; la existencia o no de confinamiento entre paredes paralelas y la energía de la fuente de ignición, distinguiendo entre fuerte (si es debida al venteo de una explosión en el interior de una conducción o situación análoga), y débil (si es debida a una llama, chispa o superficie caliente).

La Tabla IX-48 contiene los criterios que serán utilizados para el desarrollo de este documento, considerando para este análisis como el criterio más desfavorable en caso de ocurrir un escenario de pérdida de contención en la plataforma.

Tabla IX-48. Criterios para Seleccionar el Nivel de la Explosión más Idóneo, Según Kinsella.

Obstrucción			Confinamiento entre planos paralelos	Energía de la fuente de ignición		Nivel de las figuras 1.5 a 1.7
Alta	Baja	Nula		Débil	Alta	
Sí	-	-	Sí	-	Sí	7-10
Sí	-	-	-	-	Sí	7-10
Sí	-	-	Sí	Sí	-	5-7
-	Sí	-	Sí	-	Sí	5-7
-	Sí	-	-	-	Sí	4-6
-	-	Sí	Sí	-	Sí	4-6
Sí	-	-	-	Sí	-	4-5
-	-	Sí	-	-	Sí	4-5
-	Sí	-	Sí	Sí	-	3-5
-	Sí	-	-	Sí	-	2-3
-	-	Sí	Sí	Sí	-	1-2
-	-	Sí	-	Sí	-	1

El modelo matemático de simulación PHAST para el caso de evaluar en evento de explosión de nube de vapor a través del modelo multi energía utiliza los siguientes parámetros:

Resistencia No Confinada.

El programa puede realizar el modelado de explosión de las partes de la nube que no cubren un área de confinamiento fuerte, y marcar la casilla si desea llevar a cabo este modelo.

Si usted marca la casilla, debe establecer el grado de confinamiento de las partes libres de la nube. Los valores típicos son 1 (totalmente confinados, espacios cerrados, cuartos, por ejemplo) y 2 (confinamiento ligero, por ejemplo, cercas, muros de contención, o setos).

Para el caso de este estudio se consideró el utilizar como criterio un confinamiento ligero utilizando el valor 2 en PHAST.

Fuentes Confinados por Onda Expansiva.

En PHAST se puede modelar hasta siete fuentes de explosión confinados.

Para este caso solo se consideró un espacio semi confinado. Marcando la casilla de una fuente en particular para incluir en el cálculo:

Para este caso y para cada una de las simulaciones realizadas se procedió a proporcionar la siguiente información para la fuente utilizada:

Fuerza de Confinamiento.

Es el grado de confinamiento en la zona o de la fuente. Este es un valor entre 3 (mínimo) y 10 (más alto). Los valores de 8 y 9 se utilizan normalmente para las unidades de proceso.

Aunque hay poca información disponible sobre la elección de la concentración apropiada, algunas características pueden estar relacionadas con los fenómenos de explosión, y su presencia aumentará la fuerza de confinamiento.

Potencia de Emisión de la Radiación Térmica.

Cualquier cuerpo a temperatura T emite radiación térmica que se determina mediante la ley de Stefan-Boltzmann; la potencia neta (emitida-recibida) por unidad de superficie, E, puede expresarse mediante:

$$E = \varepsilon\sigma(T_e^4 - T_r^4)$$

Dónde:

ε : Coeficiente de emisión, adimensional.

σ : Constante de Stefan-Boltzmann, W/m² K.

T_e : Temperatura del emisor, K.

T_r : Temperatura del receptor, K.

En los incendios, la radiación térmica procede de dos fuentes: de los gases generados en la combustión (principalmente del dióxido de carbono y del vapor de agua) y del humo (producido como consecuencia de la descomposición térmica y oxidación parcial del combustible). Desafortunadamente la ecuación no es útil para determinar la potencia emisiva, dado que los parámetros ε y T_e (en este caso T_e es la temperatura de la llama) no son generalmente conocidos. En primer lugar, no parece probable que las llamas se comporten como cuerpos negros ($\varepsilon = 1$), dado que si lo fueran se obtendrían valores de E muy superiores a los experimentales.

Por otro lado, la temperatura de la llama no es uniforme en toda la superficie, de manera que puede considerarse la existencia de dos emisores: los destellos, que se producen cuando la combustión es completa, provocando un elevado nivel de radiación, y el humo que origina un efecto "pantalla" a la emisión de los destellos interiores. Por todo ello, desde el punto de vista práctico, se plantea el cálculo de la potencia emisiva como una fracción de la potencia calorífica térmica máxima desarrollada en el incendio:

La ecuación antes señalada será utilizada para estimar el valor de T_e (temperatura de la llama) tomando como referencia el resultado obtenido del poder emisor resultante a través de la utilización del modelo matemático de simulación Phast, para lo cual se tomará como referencia los siguientes criterios:

T_r : temperatura del receptor, para este caso se toma como consideración la temperatura ambiente de 22.3 °C.

σ : 5.67 x 10-8

E : Poder emisor de flama (resultado obtenido a través del modelo Phast).

ϵ : Coeficiente de emisión, adimensional igual a 1.

Para el caso de este estudio y tomando en consideración la necesidad de valorar la temperatura de llama (T_e) en caso de un incendio de dardo, la ecuación planteada anteriormente se modifica quedando de la siguiente manera:

$$T_e = \sqrt[4]{\frac{E}{\epsilon \sigma}} + T_R$$

Donde σ es la constante de proporcionalidad y se denomina constante de Stefan-Boltzman, que tiene un valor de 5.67 x10-8 W/(m² K), la ecuación antes referida se denomina Ley de Stefan-Boltzman de la radiación y se aplica exclusivamente a cuerpos negros. Es importante señalar que esta ecuación es válida sólo para la radiación térmica.

Por lo anterior los criterios de simulación de escenarios se muestran en la Tabla IX.4.5.2.2-5.

Básicamente este simulador se utiliza para estimar la magnitud de las consecuencias, determinar modificaciones, preparar planes de contingencia, así como cumplir con la legislación, promover la conciencia de la seguridad e iniciar un estudio cuantitativo de riesgo.

Los criterios y datos que se consideraron para la estimación de consecuencias y que fueron alimentadas al simulador, así como los resultados de las consecuencias obtenidas a partir de la simulación con el software, se presentan en las siguientes secciones, en tanto que los resultados arrojados por el programa de simulación Phast® 8.22 correspondientes a los escenarios identificados para el sistema de Gas Natural se muestran en el Anexo 4i.IV.

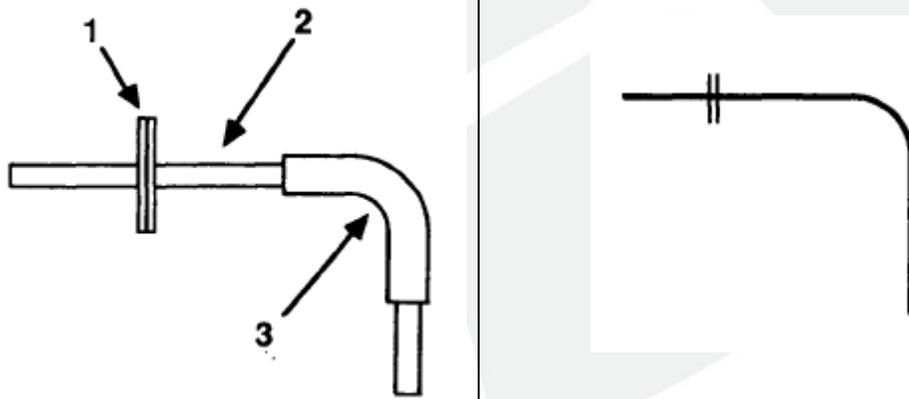
Criterios Utilizados para Determinar Diámetro de Orificio y Tiempos de Fuga, así como la descripción de los escenarios.

El siguiente paso para establecer un conjunto de casos de liberación es elegir fallas representativas para cada componente. La Tabla IX-49 sugiere modos típicos de falla; para una tubería típica, los

modos de falla son fugas en la tubería, fugas en la brida y fallas en la soldadura. La figura también da tamaños de falla representativos para cada modo de falla, para una fuga de tubería, los tamaños sugeridos son 20% y 100% del diámetro de la tubería, así como las fallas en los tanques de almacenamiento donde se menciona la ruptura total de este, o en caso de sus conexiones al igual que las tuberías se sugiere un 20% y 100% del diámetro. Se debe considerar si los modos y tamaños de falla son apropiados para la planta.

Tal como lo indica el documento Techniques for Assessing Industrial Hazards, The World Bank, 1988. Para determinar los diámetros de fugas se seguirá el siguiente criterio:

Tabla IX-49. Tamaños de fuga sugeridos para tuberías.

	
Incluye: Tubos, Bridas, Soldaduras, Codos.	
Fallas Típicas	Tamaños de fuga sugeridos
1. Fuga de Brida	20% del diámetro de tubería
2. Fuga de Tubería	100% y 20% del diámetro de tubería
3. Fuga en soldaduras y codos	100% y 20% del diámetro de tubería

Referencia: Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments (28/06/2012) / HSE, pág. 21

Tabla IX-50. Criterios para Asignar Tiempos de Fuga.

Sistemas automáticos	Tiempo de control	Tiempo de fuga	Fuente
Detección de fuga con sistema automático de bloqueo (totalmente automático).	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo es de 2 minutos.	2 minutos	Guideline for quantitative risk assessment, Purple book, CPR 18E, 2004, pág. 4.5.

Sistemas automáticos	Tiempo de control	Tiempo de fuga	Fuente
Sistema de bloqueo a control remoto y detección de fuga automático. Detección directa a cuarto de control. El operador valida la señal y el cierre se realiza por un switch en el cuarto de control.	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo es de 10 minutos.	10 minutos	
Sistema de bloqueo operado manualmente con detección automática de fuga. El operador valida la señal y realiza el cierre de válvulas de bloqueo de manera local y manual.	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo es de 30 minutos.	30 minutos	

Los criterios de la Tabla IX-51 son internos de TEMA para las simulaciones.

Tabla IX-51. Criterios para Realizar el Análisis de Consecuencias.

Referencia	Escenario	Tipo de caso
DCO-GDOESSSPA-CT-001 de PEMEX	Fuga debido a materiales fuera de especificaciones o falla en uniones bridadas o soldadas, con posible incendio y/o explosión en caso de encontrar una fuente de ignición (20% del diámetro de la línea).	Caso más probable
Guía para la Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos	Fuga por rotura total de la línea.	Peor Caso

Condiciones Meteorológicas al Momento de la Fuga del Material o Sustancia Peligrosa.

Asimismo, se utilizará la velocidad de viento de 1.5 m/s y estabilidad categoría A-B (para el día) y F (para la noche), conforme a la clasificación de Pasquill (Tabla IX-52). Cuando sea posible demostrar, mediante datos meteorológicos de los 10 últimos años, que la velocidad promedio del viento en el

sitio es mayor que 1.5 m/s y que la estabilidad atmosférica es diferente a las categorías A-B y F, se podrán emplear dicho dato en las simulaciones. Para todas las simulaciones se sugiere considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio, con base en la información de los últimos 10 años.

Tabla IX-52. Estabilidad Atmosférica de Pasquill.

Velocidad del viento U_{10} (m/s)	Radiación solar			Horas de noche	
	Fuerte	Moderado	Débil	Fracción cubierta de nubes	
				$\geq 1/2$	$\leq 1/2$
< 2	A	A – B	B	E	F
2 – 3	A – B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
6	C	D	D	D	D

Este documento hace referencia a las condiciones ambientales que imperan en la zona donde se desarrollará el proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", por lo que en apego a tal información se dará validez respecto a las condiciones climatológicas del sitio para llevar a cabo la evaluación de consecuencias a través del software PHAST 8.22, Así mismo se considera necesario el tomar como base el realizar la evaluación de consecuencias bajo las condiciones más críticas de velocidad del viento y estabilidad (1.5 m/seg./F) señaladas como condiciones más desfavorables.

Condiciones Ambientales y Tipo de Área de Localización de la Instalación.

El criterio a seguir para este apartado es tomar como base el punto 4.3 de este documento, en donde se puede encontrar las condiciones climatológicas del sitio, esto se resume en la siguiente tabla:

Tabla IX-53. Criterios Ambientales para Simular.

Temperatura Ambiente	Humedad Relativa	Velocidad del viento promedio	Presión Atmosférica
29.34 °C	87.40 %	5.7 m/s	1 atm

Tipos de Área de Localización de la Instalación.

Este factor, en función de los obstáculos (árboles, edificios, densidad de instalaciones industriales), influye en cuanto a la probabilidad de confinamiento de nubes tóxicas o nubes inflamables – explosivas.

Los criterios se pueden observar en la Tabla IX-54 a continuación:

Tabla IX-54. Criterios de Localización de los Eventos.

Costa adentro	Costa afuera
Área rural. No hay construcciones en el área inmediata y el terreno generalmente es plano y con pocos árboles.	Área marítima.
Área urbana. Implica muchos obstáculos en el área inmediata, incluidas las construcciones y los árboles.	-
Área industrial	-
Otra	-

Para el caso del presente proyecto se encuentra en un área Marítima.

De igual manera para efectos de este estudio en la tabla siguiente se puede observar los principales niveles de radiación o sobrepresión que serán estimados a través del modelo matemático de simulación PHAST 8.22, con el objeto de verificar los niveles de afectación hacia la instalación (estructuras, equipos, etc.) que se encuentren cercanos al área de los sistemas derivado de las hipótesis o escenarios identificados.

Tabla IX-55. Parámetros a utilizar para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo.

Definición de zona	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Toxicidad (Concentración)		IDLH (ppm)	TLV (8 h, TWA) o TLV (15 min, STEL) (ppm)
Inflamabilidad (Radiación térmica)	Rango de 12.5 KW/m ² a 37.5 KW/m ²	5 KW/m ²	1.4 KW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1.0 lb/in ² (0.070 kg/cm ²)	0.5 lb/in ² (0.035 kg/cm ²)



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Inventario de Fuga.

Para determinar los inventarios de fuga que pudieran participar en los escenarios previamente identificados se tomará en cuenta los diversos sistemas de mitigación y control con que se cuenta en la Plataforma, así como el equipo que forma parte del alcance del proyecto y con esto limitar la asignación de los tiempos previamente señalados para el control del evento para el cual se asignó un tiempo máximo de 600 segundos (10 min).

Para obtener el cálculo del inventario en la línea de proceso se calcula con base en los datos de composición de la mezcla, presión a las condiciones de fuga, temperatura a las condiciones de fuga, lo anterior mediante el uso del programa de simulación PHAST Ver. 8.22, asimismo se considera el tiempo de fuga previamente definido.

Para el caso de la evaluación de consecuencias y en consideración del producto se estima la utilización de la mezcla representativa del Crudo ligero, asimismo se señala que las condiciones representativas y de operación utilizada son las que se encontrará operando de manera normal el pozo exploratorio.

La composición del Crudo Ligero para un pozo exploratorio la cual fue aprobada por PETRONAS, es la siguiente:

Tabla IX-56. Composición del Crudo Ligero

Componente	Gas de Flash		Líquido de Flash		Fluido de Yacimiento	
	% peso	% molar	% peso	% molar	% peso	% molar
Nitrógeno	0,800	0,489	0,000	0,000	0,782	0,488
Dióxido de Carbono	0,075	0,029	0,000	0,000	0,073	0,029
Sulfuro de Hidrógeno	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Metano	89,119	95,137	0,000	0,000	87,078	94,928
Etano	4,716	2,686	0,003	0,018	4,608	2,690
Propano	2,382	0,925	0,015	0,061	2,327	0,923
I – Butano	0,760	0,224	0,020	0,062	0,743	0,224
N – Butano	0,723	0,213	0,038	0,120	0,707	0,213
I – Pentano	0,299	0,071	0,066	0,166	0,294	0,071
N – Pentano	0,253	0,060	0,086	0,218	0,249	0,060
N – Hexanos	0,280	0,057	0,412	0,895	0,283	0,059
M-C-Pentano	0,069	0,014	0,216	0,469	0,072	0,015
Benceno	0,027	0,006	0,088	0,206	0,029	0,006
Ciclohexano	0,113	0,023	0,454	0,984	0,121	0,025
N – Heptanos	0,118	0,021	1,208	2,295	0,143	0,026
M-C-Hexano	0,086	0,015	1,191	2,213	0,111	0,020
Tolueno	0,059	0,011	1,101	2,180	0,083	0,016
N – Octanos	0,062	0,010	3,314	5,650	0,137	0,022
E-Benceno	0,012	0,002	0,398	0,683	0,021	0,003
M/P-Xileno	0,006	0,001	0,929	1,597	0,027	0,005
O-Xileno	0,006	0,001	0,389	0,669	0,015	0,002
N – Nonanos	0,035	0,005	4,699	7,084	0,142	0,021
pseudo C10H22	0,000	0,000	8,125	11,062	0,186	0,024
pseudo C11H24	0,000	0,000	7,763	9,634	0,178	0,021
pseudo C12H26	0,000	0,000	7,069	8,010	0,162	0,018
pseudo C13H28	0,000	0,000	6,993	7,290	0,160	0,016
pseudo C14H30	0,000	0,000	6,069	5,827	0,139	0,013
pseudo C15H32	0,000	0,000	6,216	5,505	0,142	0,012
pseudo C16H34	0,000	0,000	5,078	4,173	0,116	0,009
pseudo C17H36	0,000	0,000	4,245	3,268	0,097	0,007
pseudo C18H38	0,000	0,000	4,609	3,350	0,106	0,007
pseudo C19H40	0,000	0,000	4,199	2,913	0,096	0,006
pseudo C20H42	0,000	0,000	3,952	2,622	0,091	0,006
pseudo C21H44	0,000	0,000	3,613	2,265	0,083	0,005
pseudo C22H46	0,000	0,000	2,757	1,649	0,063	0,004
pseudo C23H48	0,000	0,000	2,093	1,201	0,048	0,003
pseudo C24H50	0,000	0,000	1,742	0,960	0,040	0,002
pseudo C25H52	0,000	0,000	1,549	0,819	0,035	0,002
pseudo C26H54	0,000	0,000	1,346	0,684	0,031	0,002
pseudo C27H56	0,000	0,000	1,261	0,615	0,029	0,001
pseudo C28H58	0,000	0,000	1,112	0,523	0,025	0,001
pseudo C29H60	0,000	0,000	1,049	0,476	0,024	0,001
C30+	0,000	0,000	4,533	1,585	0,104	0,003
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
MM Fluido (g/mol)		17,13		182,43		17,49
Relación molar		0,9978		0,0022		1,0000

Propiedades	Gas de Flash	Líquido de Flash	Fluido Monofásico
% Molar			
C7+	0,066	96,800	0,280
C10+	-	74,430	0,160
C12+	-	53,730	0,120
C20+	-	13,400	0,029
C30+	-	1,580	0,004
% Peso			
C7+	0,390	98,600	2,640
C10+	-	85,370	1,960
C12+	-	69,490	1,590
C20+	-	25,010	0,570
C30+	-	4,530	0,100
Peso Molecular (g/mol)			
C7+	100,03	185,83	165,53
C10+	-	209,26	209,26
C12+	-	235,91	235,91
C20+	-	340,49	340,49
C30+	-	521,80	521,80
Densidad (g/cm³)			
C7+	0,767	0,8278	0,8186
C10+	-	0,8368	0,8368
C12+	-	0,8501	0,8501
C20+	-	0,8914	0,8914
C30+	-	0,9664	0,9664
Fluido a 15,56°C		0,8255	-
Gravedad API		39,7	
Densidad Relativa del Gas (Aire = 1)			
	0,591		
Contenido de Calor Neto (BTU/scf)			
	1061,50		
Contenido de Calor Bruto (BTU/scf)			
	1043,00		

En Tabla IX-57 se muestran los datos alimentados al simulador, para la determinación del inventario y la tasa de descarga.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Tabla IX-57. Datos para el Inventario y la Tasa de Descarga.

Tipo de caso	Identificación de escenarios		Diámetro (in)		Flujo Vol.	Flujo másico	Presión	Temp	Duración fuga	Inventario	Tasa de descarga
	Clave	Descripción	Línea / Equipo	Fuga	MMPCSD	Kg/s	Kg/cm ²	°C	min	Kg o m ³	Kg/s
MP	E.01	Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	19.5	3.9	Nota 1	Nota 1	478.73	64.26	10	344488.8	574.148
PC	E.02	Fuga de Gas y derrame de crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	19.5	19.5	Nota 1	Nota 1	478.73	64.26	10	8612220	14353.7
PC	E.03	Derrame de crudo en lecho marino durante la perforación, debido a una pérdida de control del pozo/integridad de pozo con daño al medio ambiente.	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Nota1: Es un pozo exploratorio.

Para los Escenarios 01 y 02 propuestos de acuerdo a los lineamientos previamente mencionados, se les realizó un análisis de consecuencias, mismo que incluye un Análisis Cuantitativo mediante el simulador Phast 8.22. Los inventarios (kg) y las tasas de descarga (kg/s) presentados en las siguientes tablas, fueron calculados a través del simulador Phast 8.22.

:

Para el Escenario 03 propuesto se analizó cuantitativamente con el simulador OSCAR, considerando los siguientes criterios para la evaluación del mismo

El escenario catastrófico por derrame de petróleo se evaluó realizando un modelado estocástico de una liberación superficial de 150 días de duración en el Bloque 12 en el Golfo de México. Se modelaron 5 años con 25 escenarios cada año. Las estadísticas para estas 125 ejecuciones del modelo se combinaron y los resultados se presentan a continuación.

Se identificaron dos peores escenarios y se volvieron a ejecutar para estudiar el desarrollo temporal del derrame de petróleo. Los criterios para elegir los peores escenarios fueron el menor tiempo de llegada a la costa y la mayor parte del petróleo en tierra.

Ubicación del Pozo y Parámetros de entrada al modelo DREAM

En la Tabla IX-58 se muestra la información del sitio de liberación y la ubicación de la superficie del Bloque 12 en el Golfo de México.

Tabla IX-58. Información del sitio de lanzamiento

Sitio: Bloque 12	
Latitud	21° 27.9292' N
Longitud	96° 24.8318' W
Profundidad de liberación	1,445 m
Tasa de liberación	4,293 m3/día
Duración de la liberación	150 días
Temperatura de la liberación	50 °C
Diámetro de tubería	19.5" (0.4953 m)
Relación Gas-líquido	1650 scf/bbl (293.87 Sm3/m3)
Densidad de gas	0.979 Kg/Sm3
Dimensiones de la cuadrícula del hábitat	
Ancho de cuadrícula	1 664 km
Altura de la cuadrícula	1440 km
La resolución espacial del hábitat, la concentración (horizontal y vertical) y la cuadrícula de superficie.	
Longitud	2000 m
Latitud	2000 m
Profundidad	10m
Profundidad para la cuadrícula de concentración	
Mínimo	0 m
Máximo	100 m

Sitio: Bloque 12	
Tiempo de caminar -Paso de tiempo computacional	30 minutos
Intervalo de salida	6 horas
Duración de cada simulación	150 días
Número de simulaciones por año.	25
Número de años.	5

Características del aceite.

Se seleccionó un petróleo crudo análogo para las simulaciones, ya que no había información de intemperismo disponible para el petróleo crudo en el Bloque 12. El petróleo crudo Macondo MC252 se eligió como aceite analógico para el modelado del derrame de petróleo después de una discusión con el cliente. Este aceite ha sido sometido a estudios de intemperismo en SINTEF, lo que proporciona una mayor precisión en el modelado.

Tabla IX-59. Características del Aceite crudo para Macondo MC252 usado en la modelación de Bloque 12

Propiedades del fluido	Macondo MC252 = Bloque 12
Gravedad API	38.4
Gravedad Específica	0.833
Punto de fluidez (°C)	-27
Contenido de cera (%peso)	1.6
Contenido de asfáltenos (%peso)	0.15

El aceite crudo MC252 Macondo es un aceite parafínico ligero que se distingue por ser un aceite fresco con un alto contenido de asfáltenos y baja viscosidad (4 cP a una temperatura de 32°C). Su punto inicial de fluidez (PF) es muy bajo (-27°C), además con su alto grado de evaporación de volátiles, el contenido relativo parafínico aumenta y por lo tanto el punto de fluidez su respectivo incremento.

El aceite no formará una emulsión estable hasta que se haya producido un cierto grado de evaporación, y que inicialmente la baja tasa de evaporación provoque un pequeño incremento en la viscosidad de la emulsión. A velocidades del viento menores a 7 m/s, el modelo de intemperización de aceite de SINTEF predice viscosidades inferiores a los 1,000 centipoises (CP) para el primer día de intemperización. Ver Figura IX-28.

Property: VISCOSITY OF EMULSION
Oil Type: MACONDO MC252
Description: 200°C+-275°C+ input
Data Source: SINTEF Materials and Chemistry (2010), Weatherir



OWModel 3.2(modified) May :
© 2011

Surface release - Terminal Oil film thickness: 0.5 mm
 Release rate/duration: 1.33 metric tons/minute for 15 minute(s)

Pred. date: Jan. 07, 2011

- | | |
|-------------------------------|--|
| — Wind Speed (m/s): 10 | □ Chemically dispersible (<2000 cP) |
| - - - Wind Speed (m/s): 7 | ▒ Reduced chemical dispersibility |
| - - - - Wind Speed (m/s): 5 | ■ Poorly / slowly chemically dispersible (>10000 cP) |
| · · · · · Wind Speed (m/s): 2 | |

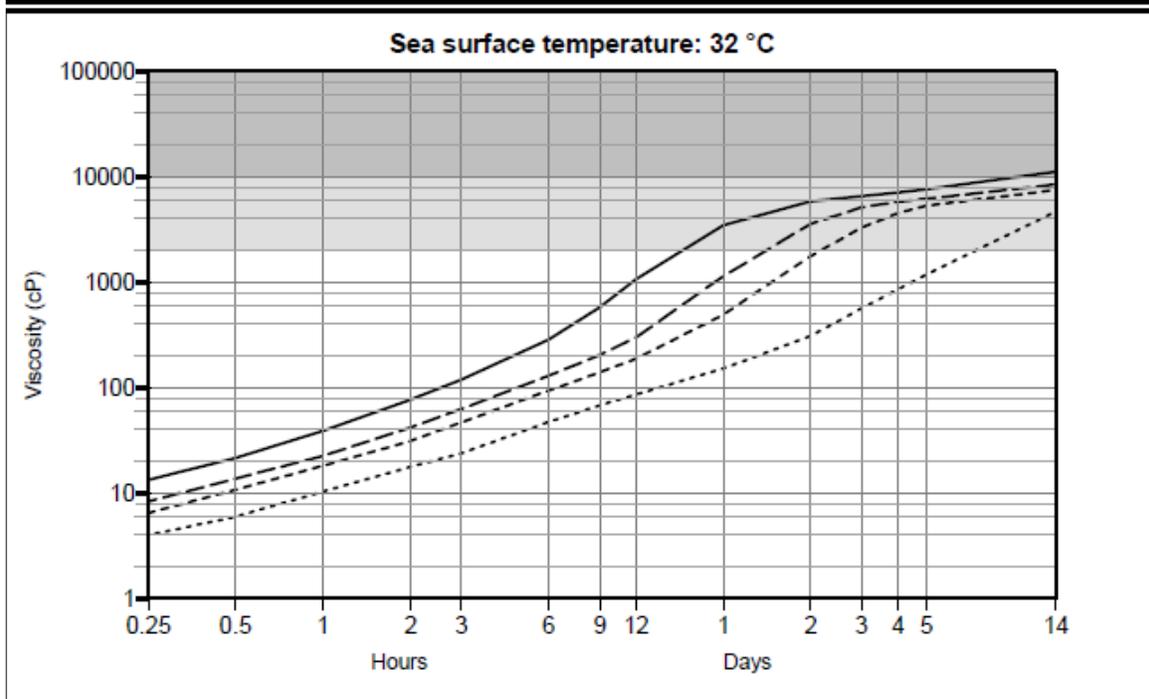


Figura IX-28. Modelo SINTEF de Viscosidad versus temperatura.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

E.01.- Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.

Nombre del Simulador Utilizado:		Phast 8.22					
Instalación:		Maersk Valiant					
I. Datos del Escenario.							
Clave		Nombre			Peor Caso		
E.01		Nombre: Fuga de crudo debido a una manifestación y descontrol del pozo			Caso Más Probable	X	
		Caso alternativo					
Elaboro:	L.N.C.M.	Descripción: Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.			Fecha	16/04/20	
Objetivo:		Determinar las Posibles Afectaciones al Entorno (Instalaciones, Población y Medio Ambiente)					
II. Sustancias Involucradas.							
Nombre de la Sustancia:		Composición:	% molar	X	% másico	% volumétrico	
Componente		%	Toxicidad	Inflamabilidad	IDLH	TLV (8 h. TWA) TLV (15 min. STEL)	
Nitrógeno (N2)		0.488			N.A.	N.A. N.A.	
Bióxido de Carbono (CO2)		0.029			N.A.	N.A. N.A.	
Metano (CH4)		94.928			N.A.	N.A. N.A.	
Etano (C2H6)		2.680			N.A.	N.A. N.A.	
Propano (C3H8)		0.923			N.A.	N.A. N.A.	
Iso-Butano (i-C4H10)		0.224			N.A.	N.A. N.A.	
N-Butano (n-C4H10)		0.213			N.A.	N.A. N.A.	
Iso-Pentano (i-C5H12)		0.071			N.A.	N.A. N.A.	
N-Pentano (n-C5H12)		0.060			N.A.	N.A. N.A.	
N-Hexano (n-C6H14)		0.059			N.A.	N.A. N.A.	
Benceno		0.006			N.A.	N.A. N.A.	
Ciclohexano		0.025			N.A.	N.A. N.A.	
N-Heptanos		0.026			N.A.	N.A. N.A.	
M-C-Hexano		0.020			N.A.	N.A. N.A.	
Tolueno		0.016			N.A.	N.A. N.A.	
N-octanos		0.022			N.A.	N.A. N.A.	
N-nonanos		0.021	N.A.	N.A. N.A.			
N-tetradecanos		0.164	N.A.	N.A. N.A.			
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.							
Presión:	6809.14 psi	Temperatura:	64.26 °C	Estado:	Líquido:	Líquido abajo de su p.e.	Líquido arriba de su p.e.
Fase de material liberado:		Vapor:	Líquido:	Vapor y líquido		X	
Contenedor:	Cilindro	Tubería	X	Tipo de fuga:	Falla catastrófica	Válvula de alivio	



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Alto del recipiente:		Diámetro o ancho del recipiente/tubería:	19.5 in	Largo del recipiente:	
Área del dique:		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:	Tierra seca:	Tierra húmeda:	Concreto : Otra X Explicue Agua
Diámetro del orificio:	3.9 in	Coef. De pérdida del orificio:		Elevación del punto de liberación:	1 m Altura hidráulica:
Dirección de la fuga:	Vertical X	Horizontal	Hacia abajo	Golpea contra	Inclinada
Tiempo estimado de liberación:	600 seg		Masa estimada de liberación		344,488.8 kg

IV. Condiciones atmosféricas y del entorno

Pares (velocidad del viento, estabilidad atmosférica):	1.5 F	1.5 A-B	5.7 C
Temperatura atmosférica:	29.34 °C		
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica):	---		
Humedad atmosférica	87.40 %		
Presión atmosférica	14.5 psi		
Tipo de suelo (rugosidad empleada)	---		
Direcciones Dominantes del viento:	NorNorroeste (NNO)		
Tipo de área donde se encuentra la instalación	Rural	Urbana	Industrial Marítima Otra Explicue

V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)

Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
---------	---------	---------

VI. Estados finales de análisis

Dardo, antorcha o jet de fuego	X	Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube	X
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica	X				

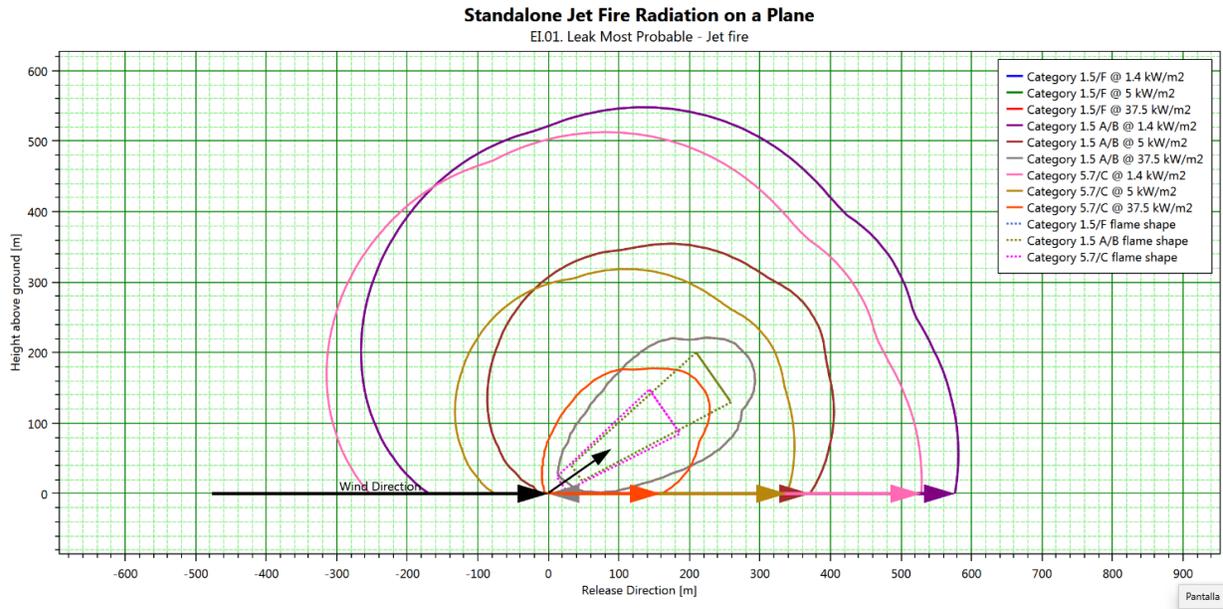
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:

VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)

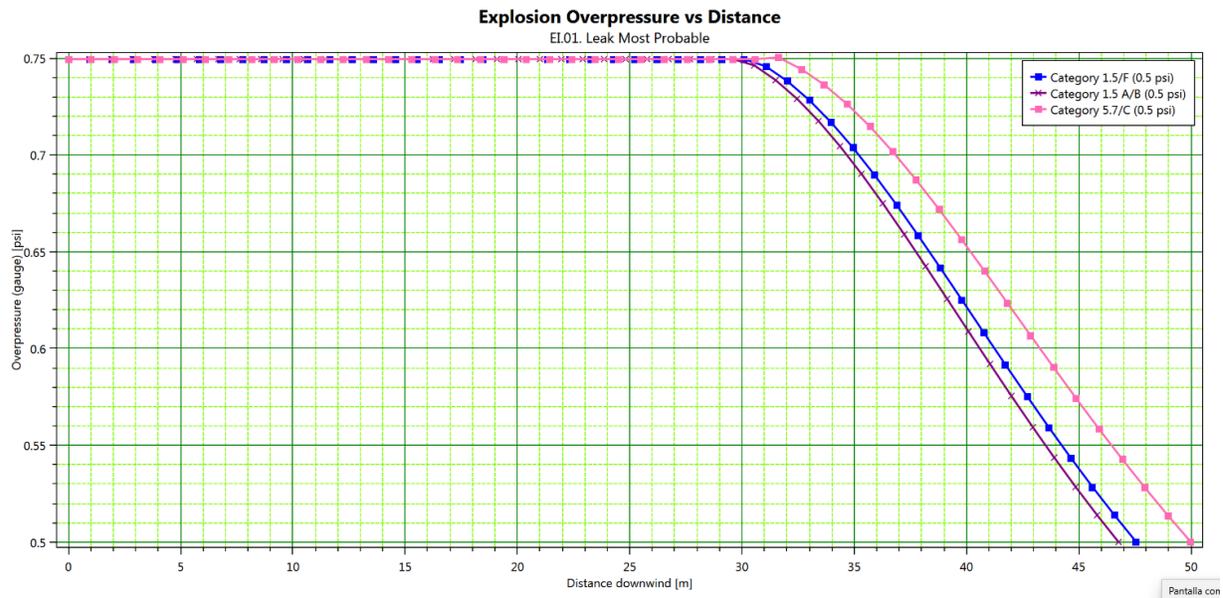
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica			Radios por sobrepresión				
Zona de seguridad			Otro	Zona de seguridad		Otro	Zona de seguridad			
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase de Evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase de Evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV 15 min	TLV 8 h		KW/m ²				psi		
ppm	ppm	ppm		37.5	5.0	1.4		10	1.0	0.5
m				m				m		
--	--	--	Jet fire	No Alcanzado	360.105	573.81	Early explosi ón	--	--	--
			Early pool fire	--	--	--				
			Late pool fire	--	--	--	Late Ignition	No Alcanzado	No Alcanzado	47.56
			Flash fire	--	--	--				
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:			½ LFL (m)			No Alcanzado	LFL (m)		No Alcanzado	

Los resultados mostrados son a 1.5 m/seg y estabilidad F.
El punto de ignición se consideró como probable a 10 metros a partir del punto de fuga.

A continuación, se muestra la gráfica de Jet Fire



En la siguiente gráfica se muestra la sobrepresión con un punto de ignición a 10 m.





ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

E.02.- Fuga de Gas y derrame de crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.

Nombre del Simulador Utilizado:		Phast 8.22							
Instalación:		Maersk Valiant							
I. Datos del Escenario.									
Clave		Nombre			Peor Caso		X		
E.02		Nombre: Fuga de crudo debido a una manifestación y descontrol del pozo			Caso Más Probable				
					Caso alterno				
Elaboro:	L.N.C.M.	Descripción: Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.			Fecha	16/04/20			
Objetivo:		Determinar las Posibles Afectaciones al Entorno (Instalaciones, Población y Medio Ambiente)							
II. Sustancias Involucradas.									
Nombre de la Sustancia:		Composición:	% molar	X	% másico	% volumétrico			
Componente		%	Toxicidad		Inflamabilidad	IDLH	TLV (8 h. TWA)	TLV (15 min. STEL)	
Nitrógeno (N2)		0.488				N.A.	N.A.	N.A.	
Bióxido de Carbono (CO2)		0.029				N.A.	N.A.	N.A.	
Metano (CH4)		94.928							
Etano (C2H6)		2.680				N.A.	N.A.	N.A.	
Propano (C3H8)		0.923				N.A.	N.A.	N.A.	
Iso-Butano (i-C4H10)		0.224				N.A.	N.A.	N.A.	
N-Butano (n-C4H10)		0.213				N.A.	N.A.	N.A.	
Iso-Pentano (i-C5H12)		0.071				N.A.	N.A.	N.A.	
N-Pentano (n-C5H12)		0.060				N.A.	N.A.	N.A.	
N-Hexano (n-C6H14)		0.059				N.A.	N.A.	N.A.	
Benceno		0.006				N.A.	N.A.	N.A.	
Ciclohexano		0.025				N.A.	N.A.	N.A.	
N-Heptanos		0.026				N.A.	N.A.	N.A.	
M-C-Hexano		0.020				N.A.	N.A.	N.A.	
Tolueno		0.016				N.A.	N.A.	N.A.	
N-octanos		0.022				N.A.	N.A.	N.A.	
N-nonanos		0.021				N.A.	N.A.	N.A.	
N-tetradecanos		0.164				N.A.	N.A.	N.A.	
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.									
Presión:	6809.14 psi	Temperatura:	64.26 °C	Estado:	Líquido:	Líquido abajo de su p.e.		Líquido arriba de su p.e.	
Fase de material liberado:		Vapor:		Líquido:		Vapor y líquido		X	



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Contenedor:	Cilindro	Tubería	X	Tipo de fuga:	Falla catastrófica	Válvula de alivio
Alto del recipiente:	Diámetro o ancho del recipiente/tubería:		19.5 in	Largo del recipiente:		
Área del dique:	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:	Tierra húmeda:	Concreto:	Otra X Explique Agua
Diámetro del orificio:	19.5 in	Coef. De pérdida del orificio:	Elevación del punto de liberación:		1 m	Altura hidráulica:
Dirección de la fuga:	Vertical	X	Horizontal	Hacia abajo	Golpea contra	Inclinada
Tiempo estimado de liberación:	600 seg		Masa estimada de liberación			8,612,220 kg

IV. Condiciones atmosféricas y del entorno

Pares (velocidad del viento estabilidad atmosférica):	1.5 F	1.5 A-B	9.34 C
Temperatura atmosférica:	29.34 °C		
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica):	---		
Humedad atmosférica	87.40 %		
Presión atmosférica	14.5 psi		
Tipo de suelo (rugosidad empleada)	---		
Direcciones Dominantes del viento:	NorNoroeste (NNO)		
Tipo de área donde se encuentra la instalación	Rural	Urbana	Industrial Marítima Otra Explique

V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)

Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
---------	---------	---------

VI. Estados finales de análisis

Dardo, antorcha o jet de fuego	X	Charco de fuego	Incendio de nube	Explosión de nube	X
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica	X		

VII. Memoria de cálculo y suposiciones:

VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)

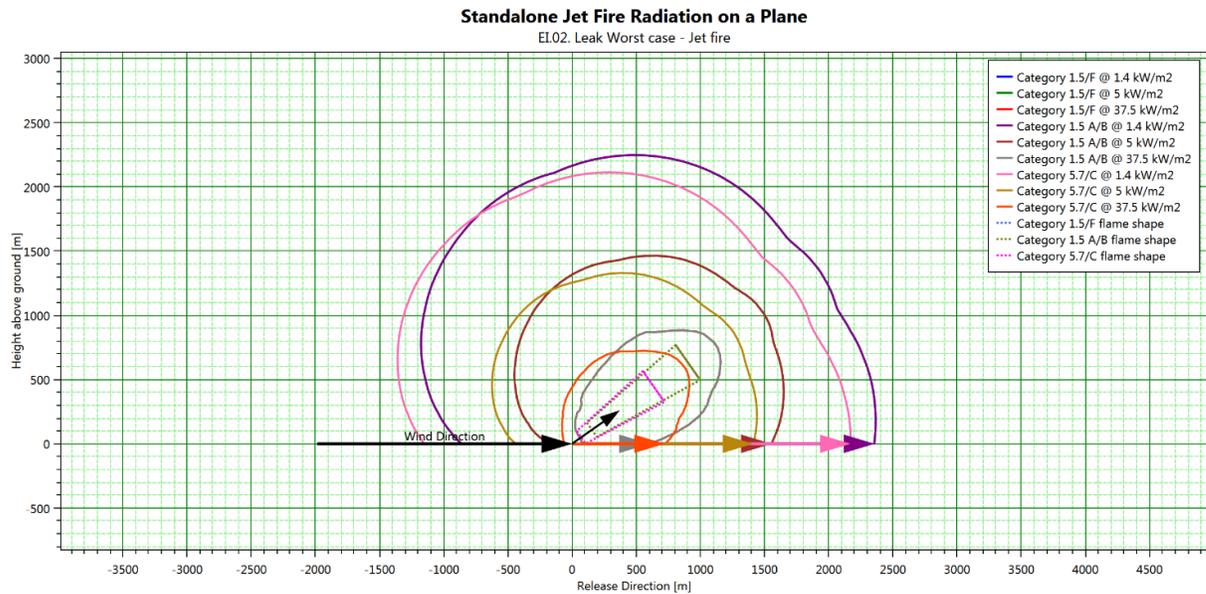
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica			Radios por sobrepresión				
Zona de seguridad			Otro	Zona de seguridad		Otro	Zona de seguridad			
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase de Evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase de Evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV 15 min	TLV 8 h		KW/m ²				psi		
ppm	ppm	ppm		37.5	5.0	1.4		10	1.0	0.5
m				m				m		
--	--	--	Jet fire	455.75	1525.12	2346.03	Early explosi ón	--	--	--
			Early pool fire	--	--	--				
			Late pool fire	--	--	--	Late Ignition	No Alcanzado	No Alcanzado	102.409
			Flash fire	--	--	--				

Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:	½ LFL (m)	No Alcanzado	LFL (m)	No Alcanzado
--	-----------	--------------	---------	--------------

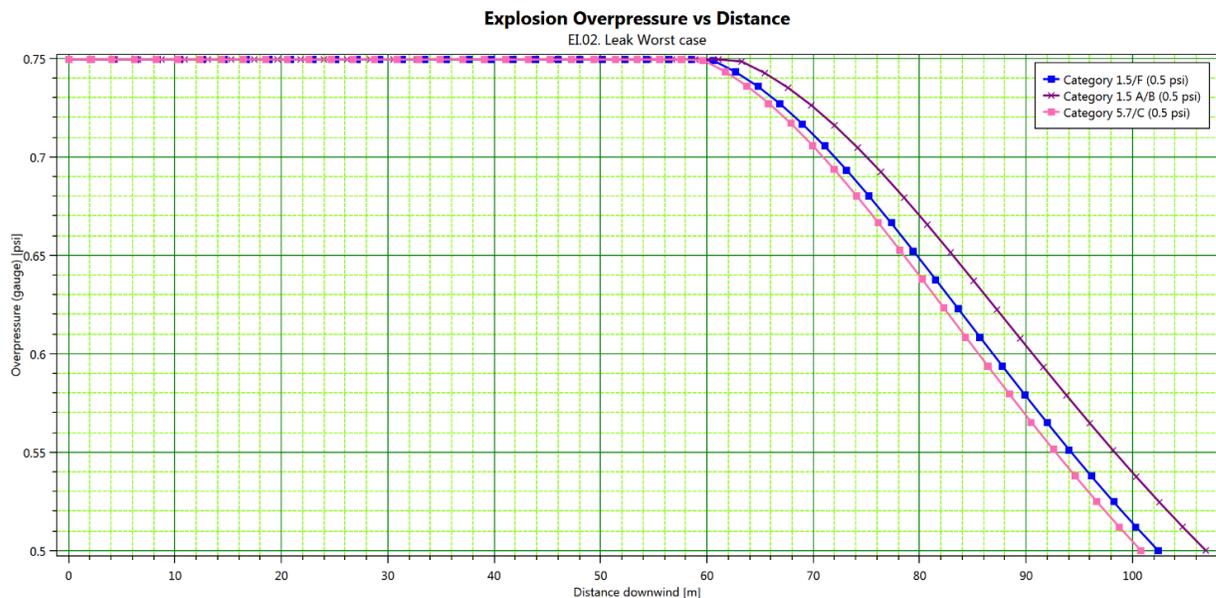
Los resultados mostrados son a 1.5 m/seg y estabilidad F.

El punto de ignición se consideró como probable a 10 metros a partir del punto de fuga.

A continuación, se muestra la gráfica de Jet Fire



En la siguiente gráfica se muestra la sobrepresión con un punto de ignición a 10 m.





ESTUDIO			
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".			DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0	TEM-MA-ME-B12

Resultados con el modelo OSCAR (Oil Spill Contingency and Response)

El modelo SINTEF de contingencia y respuesta ante derrames de petróleo (OSCAR) es un sistema de modelo tridimensional que calcula y registra la distribución (como masa y concentraciones) de contaminantes en la superficie del agua, en la costa, en la columna de agua y en los sedimentos.

El modelo permite múltiples sitios de lanzamiento, cada uno con un comienzo y un final específicos para el lanzamiento. Esto permite lanzamientos variables en el tiempo en una ubicación determinada, así como en toda el área de estudio. Para liberaciones del subsuelo (p. Ej., Reventones o fugas en la tubería), la parte del campo cercano.

La simulación se calcula con un modelo de pluma integral multifase (Johansen, 2000, 2003) integrado en OSCAR. El modelo de campo cercano tiene en cuenta los efectos de flotabilidad del petróleo y el gas, la disolución de hidrocarburos, la formación de hidratos y la expansión de gases, así como los efectos de la estratificación ambiental y el flujo cruzado sobre la dilución y el tiempo de elevación del penacho.

Simulación Estocástica

La Figura IX-29 muestra el tiempo de llegada estadística del petróleo a la costa. Todas las simulaciones se han ordenado para mostrar la tendencia en las probabilidades del tiempo de llegada más corto al más largo. El tiempo de llegada y la masa total correspondiente en tierra para las simulaciones con el tiempo de llegada más corto y más largo a la costa se muestran en la Tabla IX-60, y las simulaciones con la mayor y menor masa en tierra se muestran en la Tabla IX-61. El tiempo de llegada a la costa varía de 5.2 días a 28.3 días, y la masa total en la costa oscila entre 9788 a 60 850 toneladas. No hubo simulación sin lubricación en la costa.

Tabla IX-60. Simulaciones con tiempo de llegada más corto y más largo a la costa con la masa total correspondiente en tierra.

No. de simulación	Tiempo de inicio de la simulación	Tiempo de llegada	Masa total en tierra
54	1997-02-13, 19:00 UTC	5.2 días	55 890 toneladas
114	1999-07-09, 20:00 UTC	28.3 días	45 946 toneladas

Tabla IX-61. Simulaciones con mayor y menor masa total en tierra con tiempo de llegada correspondiente a tierra.

No. de simulación	Tiempo de inicio de la simulación	Tiempo de llegada	Masa total en tierra
11	1995-05-27, 05:00 UTC	11.7 días	60 850 toneladas
54	1998-09-06, 05:00 UTC	25.3 días	9 788 toneladas

La Figura IX-31 muestra la masa total de petróleo acumulada en la costa 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 125 y 150 días después del inicio de la liberación con la probabilidad acumulada correspondiente de aceite en la costa.

Las cifras muestran que la probabilidad de que el petróleo llegue a la costa aumenta con el número de días desde el lanzamiento. Cuanto más largo sea el período de tiempo desde el lanzamiento, más tiempo tiene el petróleo para llegar potencialmente a la costa. Además, la masa máxima acumulada de petróleo total en la costa también aumenta con el número de días desde el lanzamiento.

Las estadísticas de la costa para el escenario de liberación de superficie del Bloque 12 se da en la Figura IX-32 muestra la probabilidad de contaminación.

La masa máxima de petróleo acumulada en la costa se muestra en la Figura IX-36.

Las estadísticas de superficie se dan en la Figura IX-33 y la Figura IX-34. La probabilidad de contaminación se da en la primera figura, mientras que el espesor máximo promedio de la emulsión se muestra en la segunda. El tiempo mínimo de llegada del aceite superficial y el tiempo de exposición (número de días expuestos) del aceite superficial se muestran en la Figura IX-35. Estas cifras se pueden combinar con la capacidad de respuesta disponible para garantizar que el equipo se ubique y se implemente de manera eficiente.

Las estadísticas para la columna de agua se muestran en la Figura IX-37 y Figura IX-38. La probabilidad de contaminación se da en la Figura IX-37, mientras que la Figura IX-38 muestra la concentración total de aceite promediada en el tiempo (aceite sumergido en forma de gota, también conocida como dispersada, y la fracción disuelta) en el aceite de la columna de agua dentro de 150 días.



Figura IX-29. Tiempo de llegada más corto del petróleo a la costa con porcentaje de simulaciones que tienen un tiempo de llegada más largo.

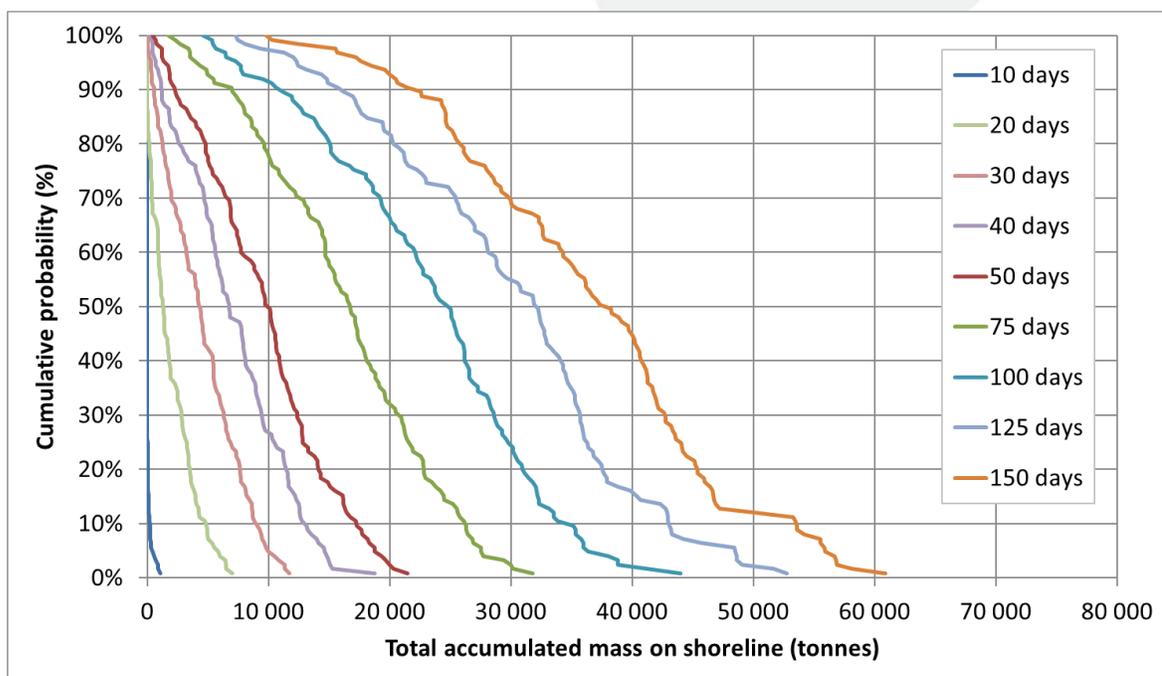


Figura IX-30. Masa de petróleo acumulado en la costa como un tiempo de función después del inicio de la liberación con porcentaje de simulaciones que tienen más petróleo en la costa. Datos de los primeros 15 días del lanzamiento.

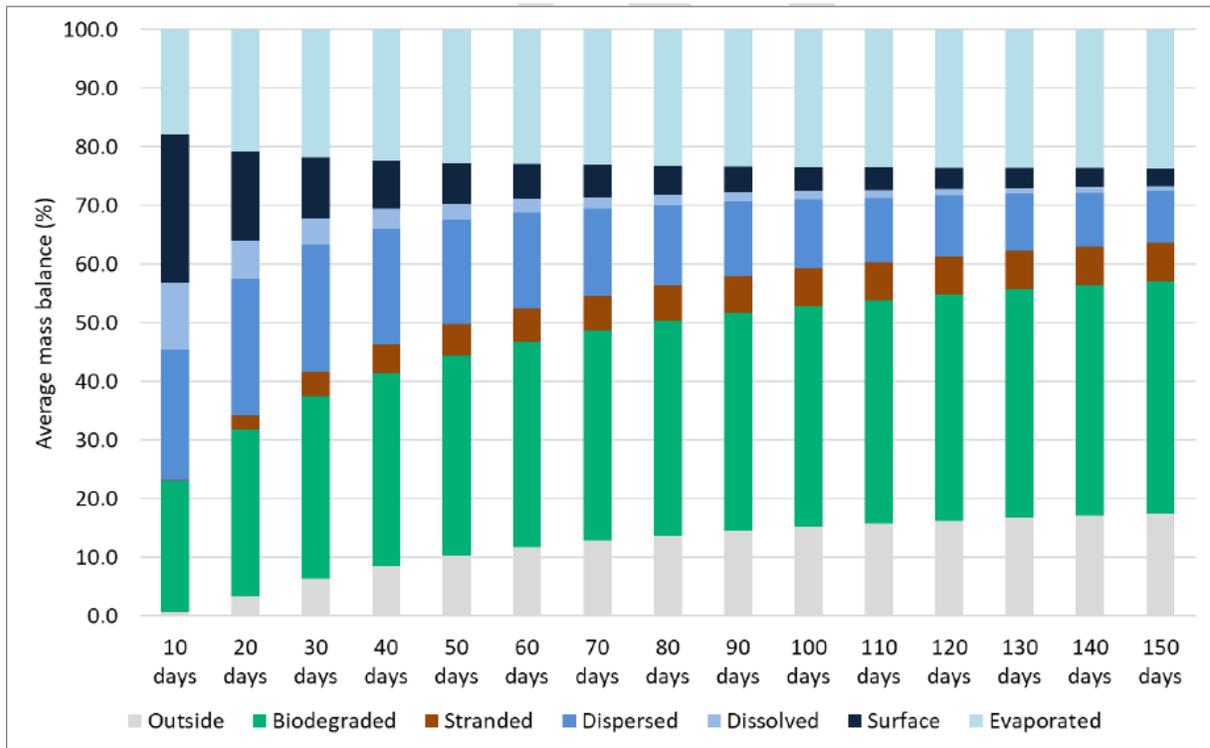


Figura IX-31. Balance de masa promedio sobre las 125 simulaciones individuales por cada 10 días durante el período de simulación de 150 días. Tenga en cuenta que la categoría "afuera" consiste tanto en petróleo en el sedimento como en petróleo que sale del dominio del modelo.

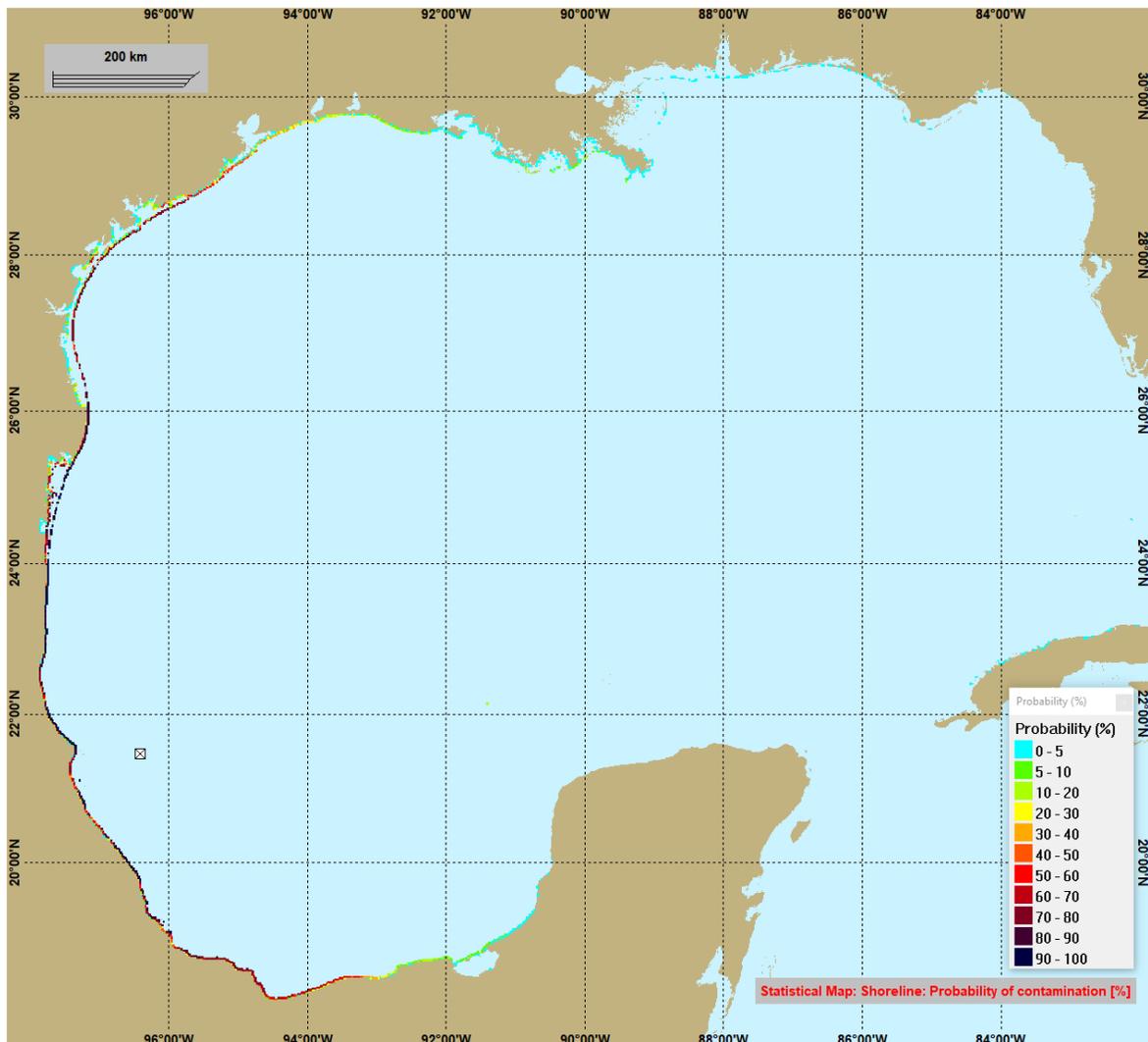


Figura IX-32. Mapa estadístico del Bloque 12, que muestra la probabilidad de que el petróleo llegue a tierra en 150 días.

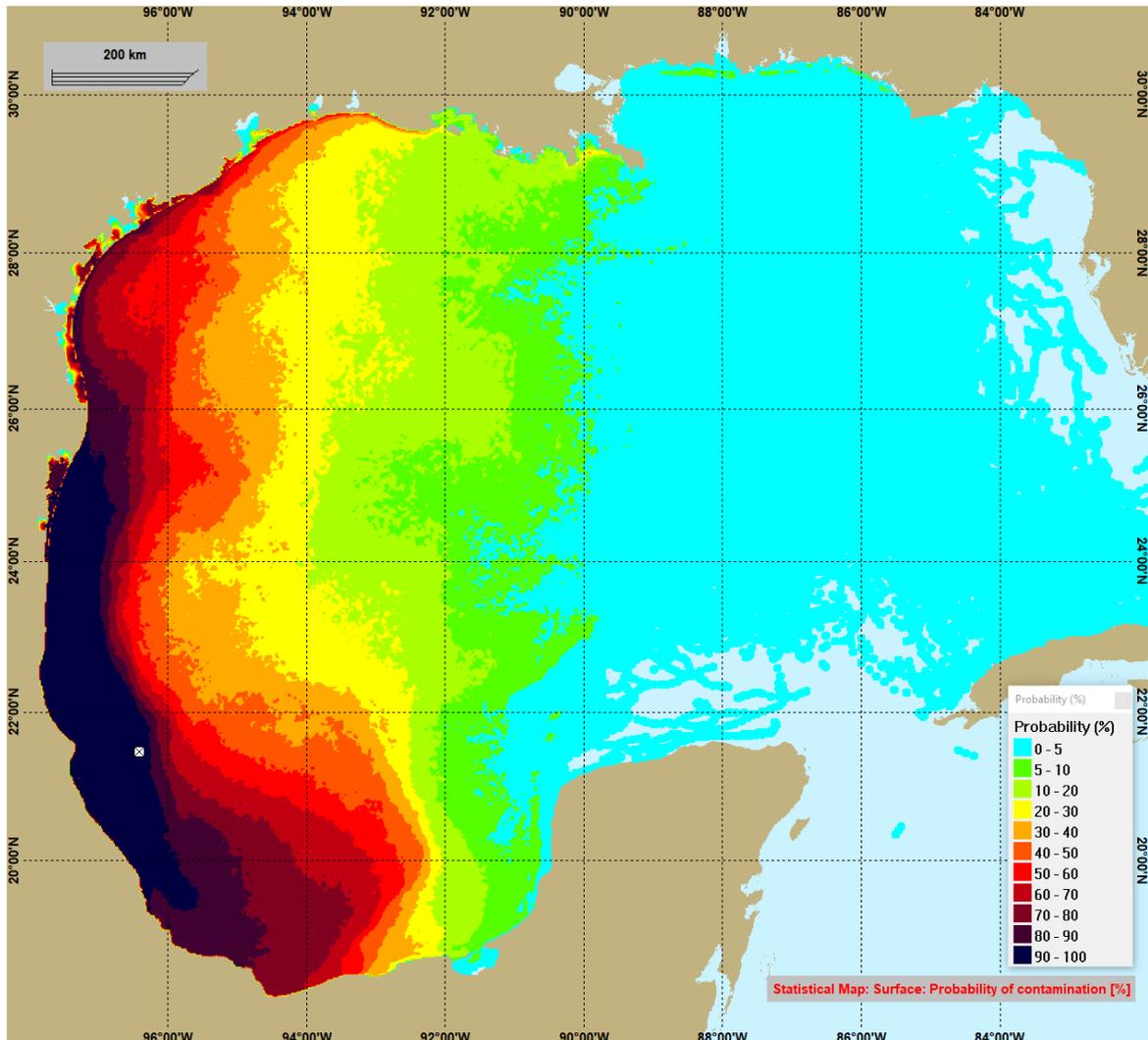


Figura IX-33. Mapa estadístico para el Bloque 12, que muestra la probabilidad de petróleo superficial dentro de 150 días.

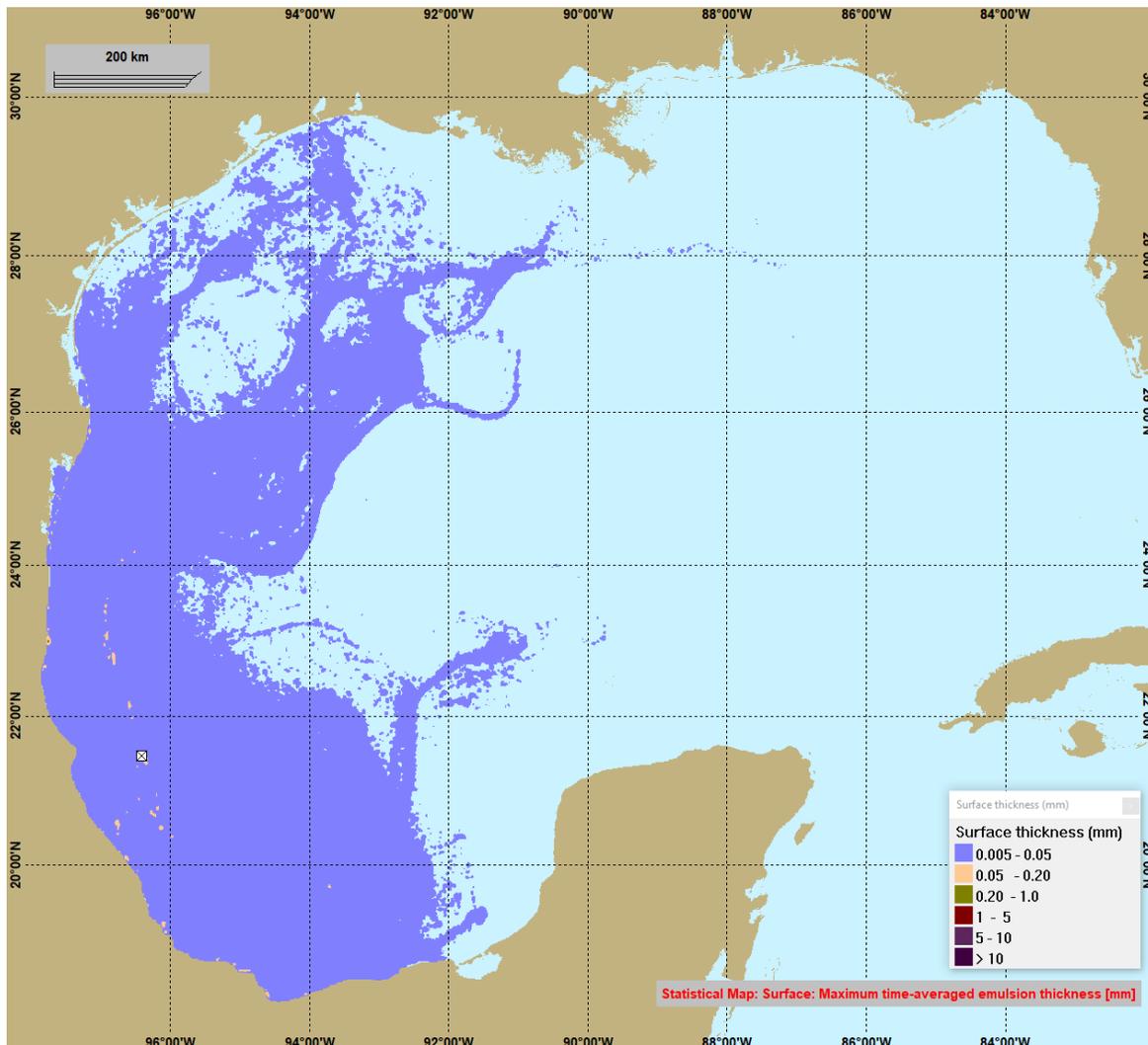


Figura IX-34. Mapa estadístico para el Bloque 12, que muestra el tiempo promedio máximo de espesor de emulsión de aceite superficial dentro de 150 días.

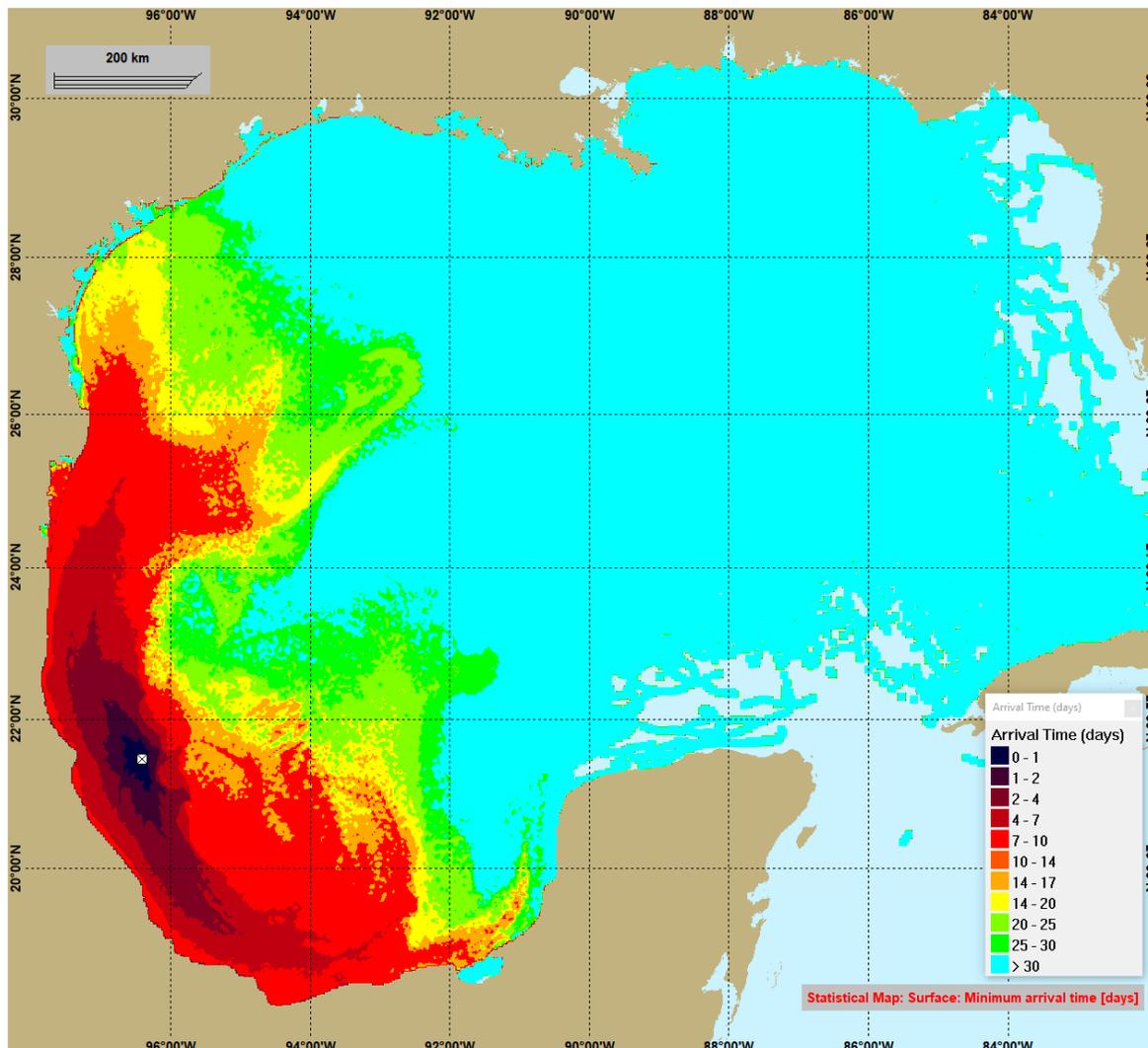


Figura IX-35. Mapa estadístico para el Bloque 12, que muestra el tiempo mínimo de llegada del petróleo superficial dentro de 150 días.

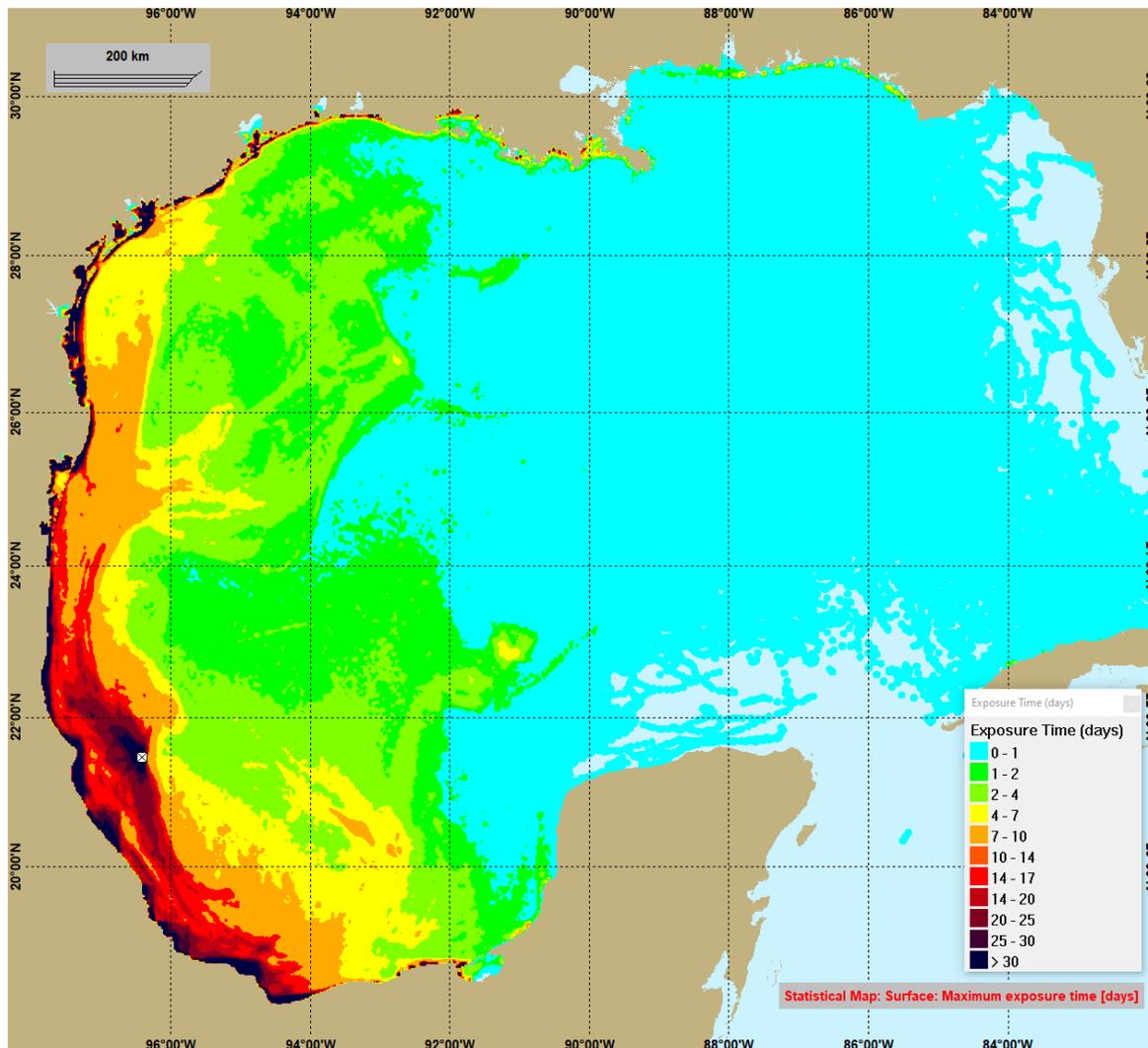


Figura IX-36. Mapa estadístico para el Bloque 12, que muestra el tiempo de exposición máximo con aceite de la superficie dentro de los 150 días.

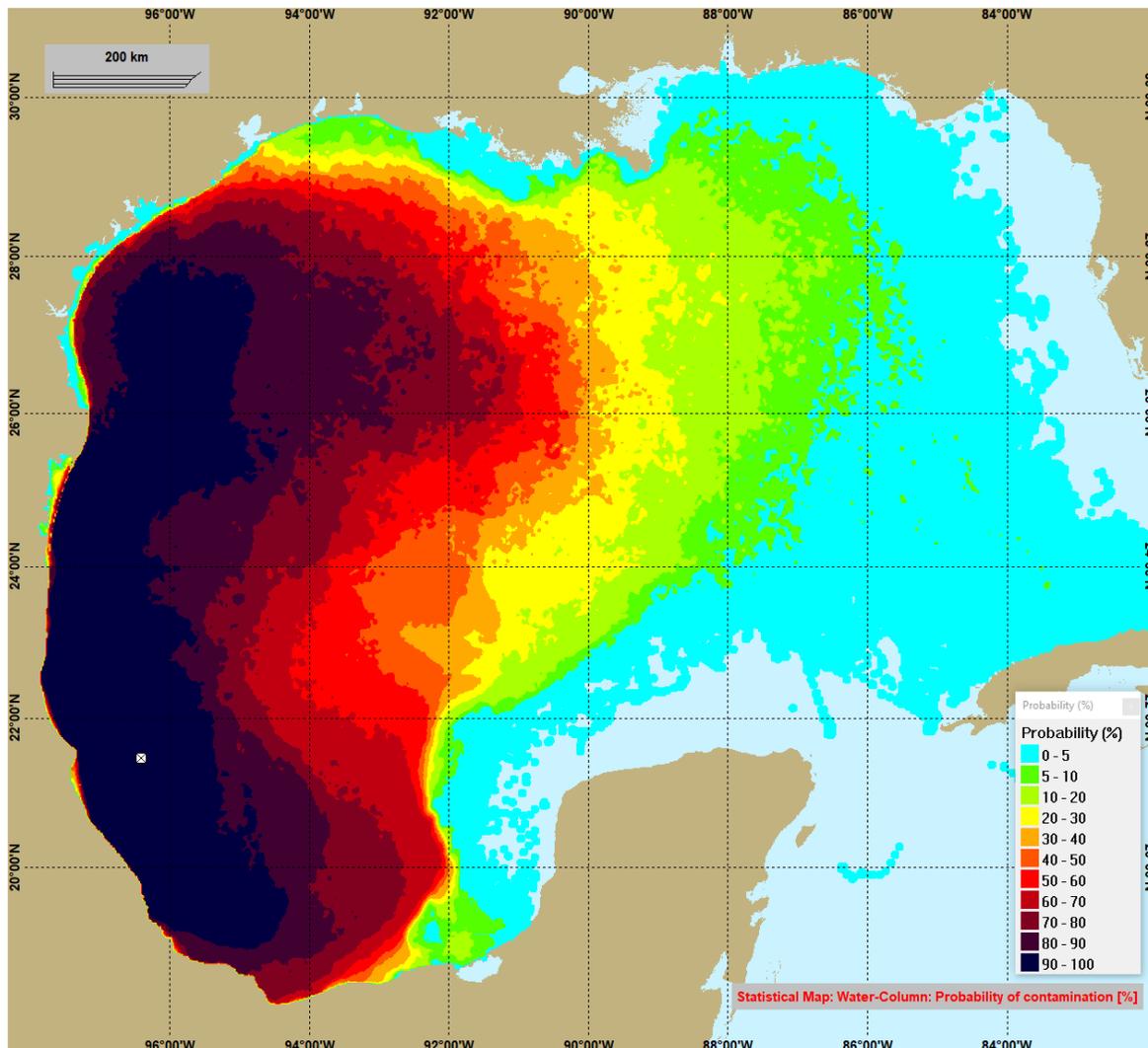


Figura IX-37. Mapa estadístico para el Bloque 12, que muestra la probabilidad de que el tiempo promedio de concentración total (disperso y disuelto) en la columna de agua para cualquier celda de la cuadrícula en la parte superior 100 m de columna de agua durante el período de simulación basado en todas las simulaciones.

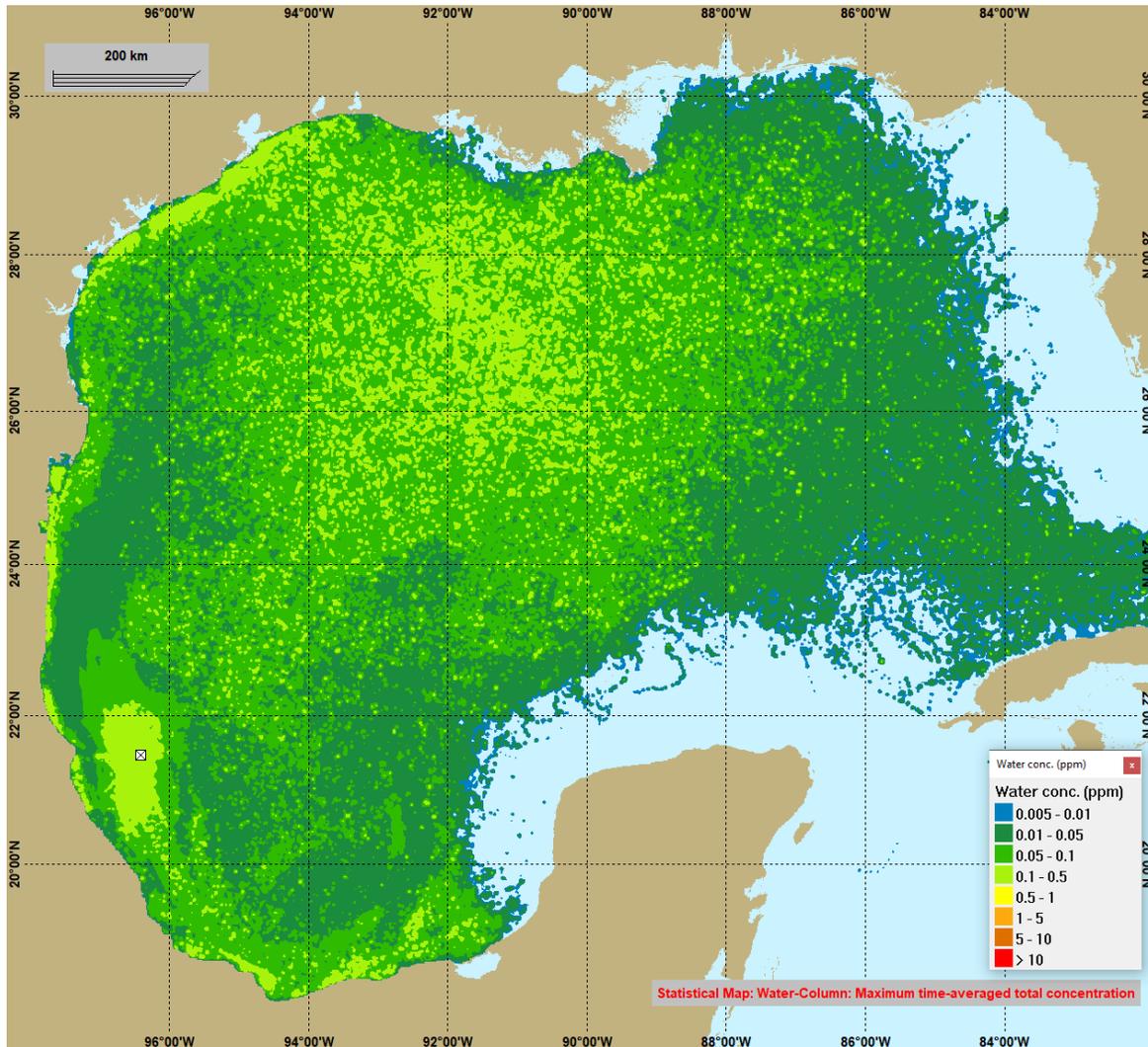


Figura IX-38. Mapa estadístico para el Bloque 12, que muestra el tiempo promedio máximo de concentración total de petróleo (disperso y disuelto) en la columna de agua para cualquier celda de rejilla en los 100 m superiores de la columna de agua durante el período de simulación basado en todas las simulaciones.

IX.4.5.2.3 Representación en Planos de los Resultados la Simulación de Consecuencia (Radios Potenciales de Afectación).

En el Anexo 4i.VI se muestran los diagramas de pétalos en donde se representan las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento (radiación térmica y derrame), en donde se pueden identificar los puntos de interés, así como otras áreas, equipos, ductos o instalaciones.

IX.4.5.3 Análisis de Riesgo.

IX.4.5.3.1 Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo.

Durante el desarrollo de las sesiones de trabajo para identificación de riesgos, se realizó la ponderación cualitativa de las desviaciones (peligros) encontrados determinando la Magnitud de Riesgo (MR) de cada desviación. De esta determinación de la MR, se señalaron todos los eventos ponderados como riesgo indeseable en donde se involucran pérdida de contención en líneas y tanques.

Una vez obtenidos los resultados de las simulaciones de estos eventos, se determinó el reposicionamiento, por lo cual quedaron como lo indica la Tabla IX-62.

Tabla IX-62. Resultados del Análisis Cualitativo para los escenarios riesgosos.

Nodo	Clave del Escenario	Identificación del nodo o sistema	Descripción del escenario	Análisis Cualitativo			Análisis Cuantitativo		
				F	C	MR	F	C	MR
1	E.01	1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 1.6.2, 1.6.3, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.9.1, 1.9.2, 1.9.3, 1.10.1, 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3, 1.14.1, 1.15.1, 1.16.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.4.2, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 7.2.1.	Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.	C	5	Muy Alto	A	4	Bajo
1	E.02	1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 1.6.2, 1.6.3, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.9.1, 1.9.2, 1.9.3, 1.10.1, 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3, 1.14.1, 1.15.1, 1.16.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.4.2, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 7.2.1.	Fuga de Gas y derrame de crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al	C	5	Muy Alto	A	4	Bajo



ESTUDIO			
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".			DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0	TEM-MA-ME-B12

Nodo	Clave del Escenario	Identificación del nodo o sistema	Descripción del escenario	Análisis Cualitativo			Análisis Cuantitativo		
				F	C	MR	F	C	MR
			personal, instalación y medio ambiente.						

El reposicionamiento de la frecuencia se realizó en base al valor del evento iniciador del que parten los Árboles de Eventos, estaban dentro del margen de 5.05×10^{-09} a 1.06×10^{-14} , por lo tanto, podemos decir que son extremadamente raros, aun cuando algunos de los valores de consecuencias para cada grupo fueron reposicionados con una mayor afectación, la reducción de la frecuencia nos lleva a considerar el escenario como Riesgo Aceptable.

IX.4.5.3.2 Análisis de Vulnerabilidad.

Para cada uno de los escenarios de riesgo simulados se realiza un análisis y evaluación de posibles interacciones de Riesgo, en caso de la materialización de estos, con otras áreas de interés o posiblemente afectadas, equipos, ductos o instalaciones, que se encuentren dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el análisis de Riesgo, previamente determinadas, considerando la probabilidad de ocurrencia de un Efecto dominó. Considerando la descripción detallada de las posibles afectaciones respecto a los receptores de riesgo de interés (personas, población, medio ambiente, instalación/producción, entre otros)

Asimismo se señalan las medidas preventivas que considerarán para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de los Escenarios de Riesgo con base en las interacciones indicadas, justificando la compatibilidad del Proyecto y/o Instalación con la infraestructura existente, en su caso, los programas de mantenimiento e inspección, así como los programas de contingencias que se aplicarán durante la operación de la instalación, a efecto de evitar del deterioro del medio ambiente, además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de Accidente. Lo anterior, se integran mediante una tabla, en la que se indiquen todas las medidas existentes o a implementar, como se indica la Tabla IX-63.

Tabla IX-63. Interacciones de Riesgos.

Clave escenario de Riesgo.	Equipo / Sitio de la planta.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo.	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados.	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga (m).	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
EI.01	Plataforma Sayulita-1EXP	Crudo ligero	Plataforma Sayulita-1EXP	Para este escenario solo se alcanza una radiación de 5 kw/m ² la cual afecta a la Plataforma de Perforación en su totalidad.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monitoreo de los parámetros del pozo (peso de la cadena, peso de la broca, presión de bombeo, volumen de la presa, lectura del indicador de retorno de lodo, torque), a través del panel de control MD / TOTCO RIGSENSE) 2. Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónomos de cascada). 3. Preventores y control en superficie. 4. Sistema de agua contra incendios 5. Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónoma). 6. Sensor de límite torque en el panel del perforador. 7. Sensor de Gas Combustible. 8. Sensor de gas Sulhídrico. 9. Sistema de paro de emergencia.
EI.02	Plataforma Sayulita-1EXP	Crudo ligero	Plataforma Sayulita-1EXP, Así como contaminación al Mar y las costas.	En el caso de este escenario la radiación de 37.5 kw/m ² afecta a toda la plataforma ya que tiene un radio de 455.75 m.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monitoreo de los parámetros del pozo (peso de la cadena, peso de la broca, presión de bombeo, volumen de la presa, lectura del indicador de retorno de lodo, torque), a través del panel de control MD / TOTCO RIGSENSE) 2. Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónomos de cascada). 3. Preventores y control en superficie. 4. Sistema de agua contra incendios 5. Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónoma).

Clave escenario de Riesgo.	Equipo / Sitio de la planta.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo.	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados.	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga (m).	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
					<ul style="list-style-type: none"> 6. Sensor de límite torque en el panel del perforador. 7. Sensor de Gas Combustible. 8. Sensor de gas Sulfhídrico. 9. Sistema de paro de emergencia.
EI.03	Plataforma Sayulita-1EXP	Crudo ligero	Contaminación al Mar y las costas.	En el caso de derrame de crudo ligero muestra el tiempo de exposición máximo con aceite de la superficie dentro de los 150 días.	<ul style="list-style-type: none"> 1. Ingeniería y diseño de pozos adecuados y revisión de diseño externo. 2. Personal competente con experiencia en aguas profundas. 3. Análisis de Superficie Geológica. Hidrostática ajustable por MPD (sistema de perforación controlado por presión). 3. Modelación de fugas de aceite Plan de pozo de relevo. 4. Control de equipo en caso de fuga de aceite. 5. Las operaciones serán dos barreras probadas en todo momento de acuerdo con la Política de Petronas y los estándares de la industria. 6. Control de calidad y garantía de calidad en equipos y herramientas utilizados para barreras. 7. Personal operativo capacitado y competente con certificados de control de pozos 8. Política de operaciones si se pierde una barrera detener hasta que se recupere la segunda barrera.

Clave escenario de Riesgo.	Equipo / Sitio de la planta.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo.	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados.	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga (m).	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
					9. Programa de inspección y aceptación para equipos de control de pozos (WCE) como BOP. 10. Procedimientos de control de pozos específicos del pozo junto con el contratista de la plataforma. 11. 500 m como zona de exclusión. 12. DP2 o más. 13. Coordinación con autoridades marítimas, para obtener noticias de los otros barcos. 14. Embarcación equipada con un sistema de posicionamiento redundante y bien calibrado. 15. Sistema de Gas y Fuego. 16. Sistema de Trabajo seguro (PTWA y JSA). 17. Supervisión HSE. 18. Sistema de supresión de gas y fuego.

Con base al Diagnóstico Ambiental realizado en el Capítulo IV de la MIA-R en la cual se identificaron las zonas de interés o de fragilidad ecológica que pudieran incidir con el Sistema Ambiental Regional y Área del Proyecto, y que pudieran verse afectadas por las actividades durante la perforación del Pozo Sayulita y Álamos.

Las capas ambientales utilizadas para hacer la sobre posición de los radios de los escenarios de riesgo son las siguientes:

1. Áreas Naturales Protegidas Federales.
2. Áreas Naturales Protegidas Estatales.
3. Áreas para la Importancia de la Conservación de las Aves.
4. Regiones Terrestres Protegidas.
5. Regiones Hidrológicas Protegidas.
6. Regiones Marinas Prioritarias.
7. Sitios RAMSAR.

A continuación, se muestra los resultados de los escenarios de riesgo.

La Figura IX-39 muestra los resultados obtenidos para radios por radiación térmica del escenario E.01, el cual muestra el radio para la zona de alto riesgo es de 360.105 KW/m² y para la zona de amortiguamiento de 573.81 KW/m².

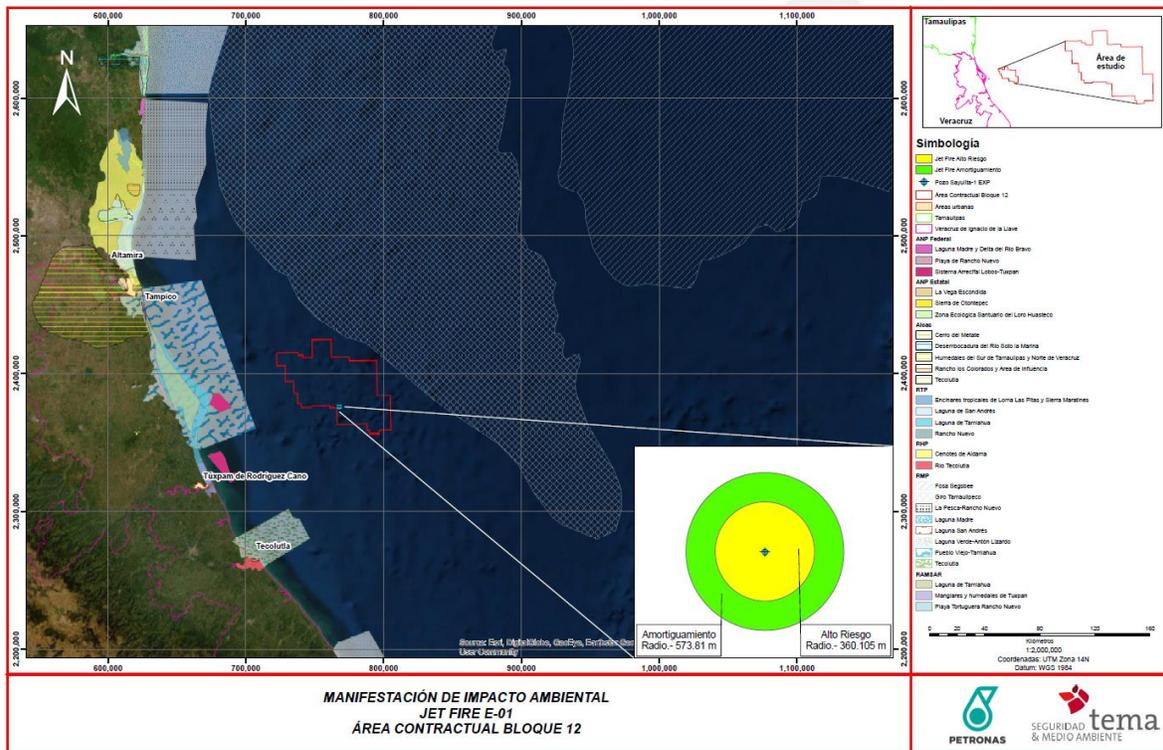


Figura IX-39. Radiación térmica E.01

La Figura IX-40 muestra los resultados obtenidos para radios por sobrepresión del escenario E.01, el cual muestra que el radio para la zona de amortiguamiento de 47.56 (0.5) psi.

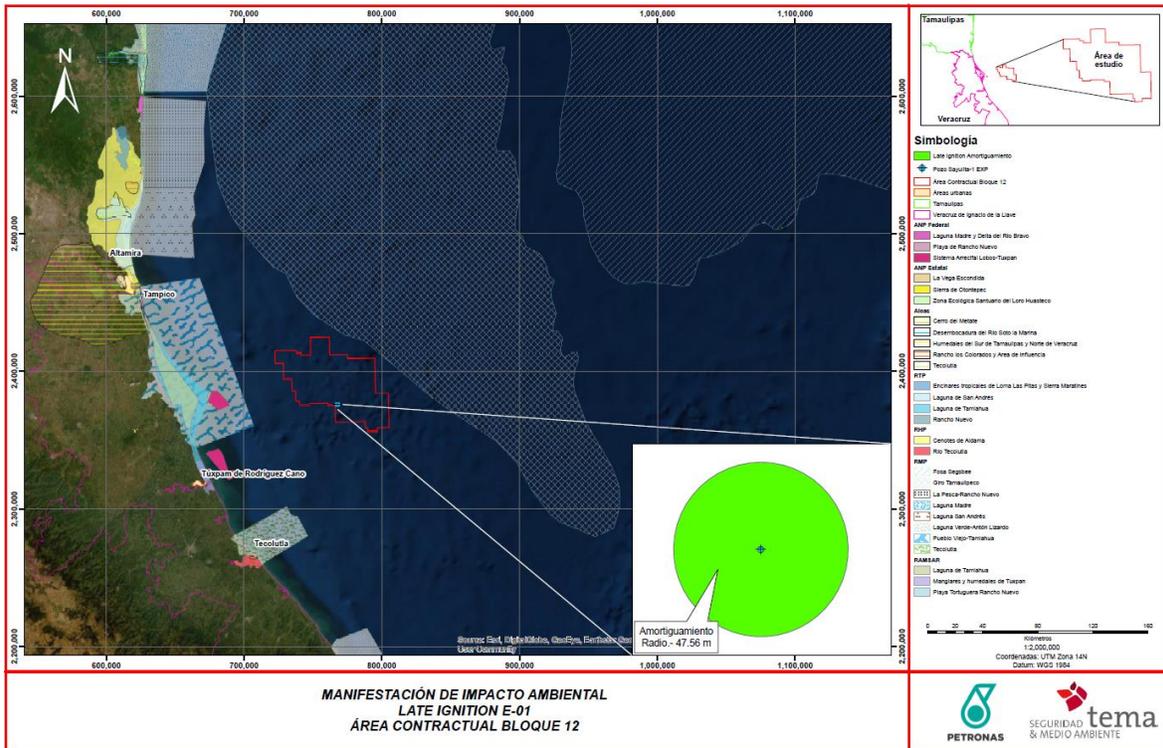


Figura IX-40. Sobrepresión E.01

La Figura IX-41 muestra los resultados obtenidos para radios por radiación térmica del escenario E.02, el cual muestra que el radio para la zona de alto riesgo daños a equipos es de 455.75 KW/m²; la de alto riesgo es de 1,525.12 KW/m² y para la zona de amortiguamiento de 2,346.03 KW/m².

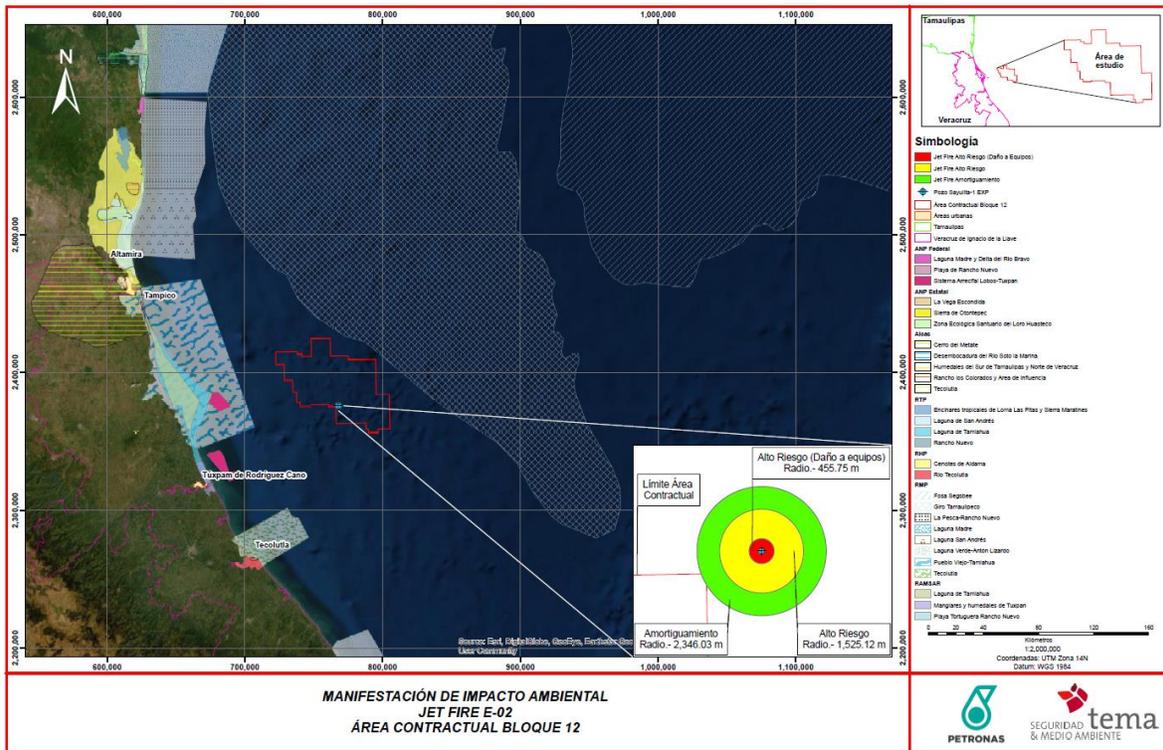


Figura IX-41. Radiación térmica E.02

La Figura IX-42 muestra los resultados obtenidos para radios por sobrepresión del escenario E.02, el cual muestra que el radio para la zona de amortiguamiento de 102.409 0.5 psi.

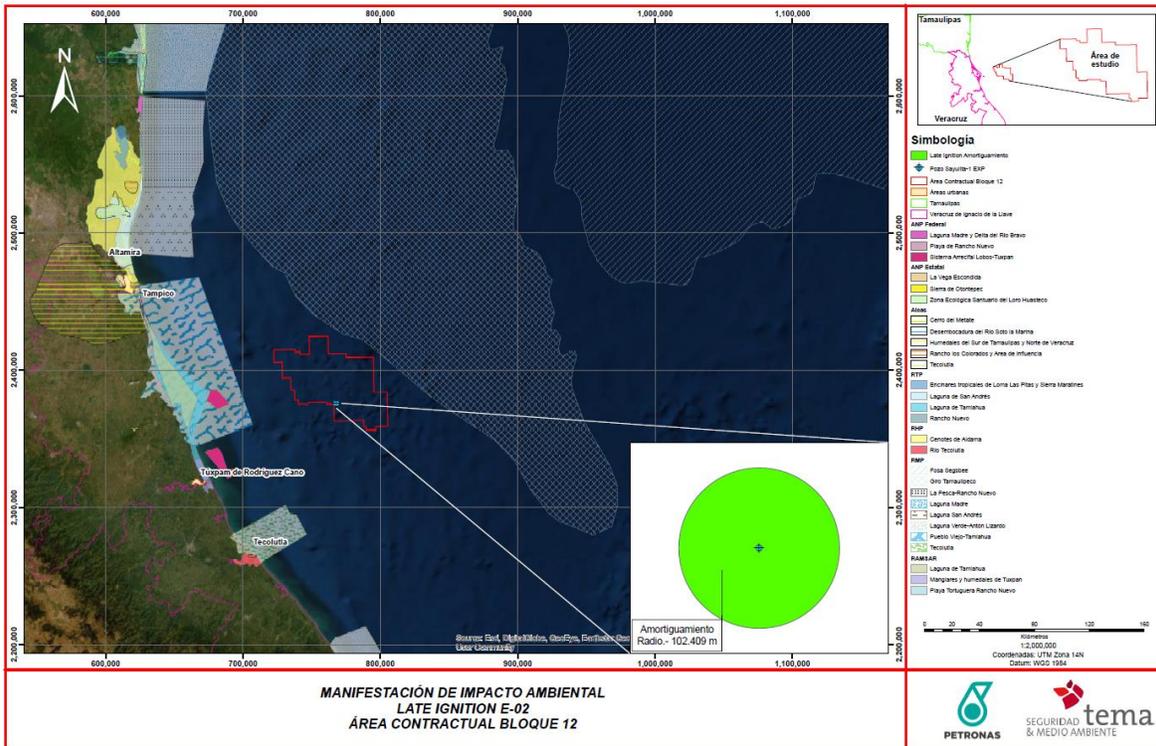


Figura IX-42. Sobreposición E.02

Con base a las figuras anteriores en las cuales se hizo la sobre posición de los radios de afectación de los escenarios de riesgo; no se presenta ninguna incidencia con áreas de interés ecológico o de relevancia ecológica.

Escenario 03 Simulación estocástica del escenario por derrame incontrolado de crudo ligero.

En los resultados del modelado estocástico se observan afectaciones a las costas del Golfo de México (Anexo 4i-IV), a continuación, se menciona la diversidad marina que podría ser afectada en caso de presentarse dicho escenario:

Vegetación Marina

Debido a que el mayor porcentaje dentro del SAR corresponde a un área marina, se presenta la vegetación dominante de estas zonas.

De acuerdo con Lot, Zepeda y Mora (2015) el ambiente acuático y sub-acuático permite el desarrollo de plantas vasculares las cuales se han adaptado a desarrollarse bajo el agua, dejando de fuera a individuos fotosintéticos acuáticos no vasculares como las algas; entre estas se encuentran *Chrysobalanus icaco*, *Calophyllum brasiliense* en el estrato de hasta 8 m en la región de Agua Dulce en los límites de Veracruz y Tamaulipas.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

La vegetación acuática se presenta también en zonas cercanas a los litorales en zonas con alto índice de precipitación coincidiendo con abundancia de áreas de drenaje eficiente, como en la planicie costera del sur de Veracruz.

Existe otro tipo de hidrófitas las cuales son sumergidas y son llamadas verdaderas plantas acuáticas por el hecho de que se desarrollan sumergidas en agua. Entre las comunidades de ambientes dulceacuícolas sobresalen las dominadas por *Potamogeton foliosus*, *P. pusillus*, *P. illinoensis* y *Stuckenia (Coleogeton) pectinata* al ocupar lagos, lagunas, canales y presas, en ocasiones provocando problemas por su crecimiento masivo. En contraste son notables por su rareza y adaptaciones, las formas sumergidas de *Marathrum rubrum*, *Oserya longifolia* y *Podostemum ricciiforme* (endémicas de México) sobre rocas en cascadas y rápidos de ríos de Veracruz.

La vegetación marina litoral del Golfo de México está representada por las algas marinas bénticas, siendo mayor en la porción sureña de Veracruz donde se hacen evidentes los accidentes litorales como islas, arrecifes, estuarios, lagunas, esteros y algunos promontorios rocosos donde se encuentra vegetación más variada y abundante. Algunas especies en facies rocosas y expuestas son *Ulva fasciata*, *Enteromorpha* o de *Cladophora* formando tapices, mantos y prados entre muelles, orillas de las playas y desembocaduras de ríos. En sitios rocosos con fuerte oleaje y salinidad constante se encuentran principalmente *Chaetomorpha media*, *Sargassum vulgare*, *Gelidium floridanum* y *Amphiroa fragilissima* (Ramírez, 1899).

Se tienen registros de nuevas especies de algas verdes encontradas en el Golfo de México en la parte de Veracruz. Desde 2006 hasta 2016, se realizó una revisión bibliográfica y de herbario de las algas verdes registradas en Veracruz hasta ese entonces, comparando con los muestreos realizados por García, Mateo y Mendoza (2017), se determinó la existencia de 93 especies nuevas encontradas durante el periodo que duró el muestreo, de las cuales están incluidas *Phaeophila dendroides*, *U. clathrata*, *U. compressa*, *U. flexuosa subsp. Paradoxa*, *U. intestinalis*, *U. rigida*, *Cladophoropsis membranacea*, *Phyllocladon anastomosans*, *Chaetomorpha aérea*, *Ch. antennina*, *Ch. brachygona*, *Ch. mínima*, *Cl. Seríceea*, *Cl. Vagabunda*, *Rhizoclonium riparium*, *Penicillus capitatus* y *Stigeoclonium tenue*.

En el Golfo de México existe lo que se le denominan bosques sumergidos, formados en su mayoría por algas pardas del orden de las laminariales, como especie predominante es *Macrocystis pyrifera* (kelp o sargazo gigante), estos pueden crecer hasta 15 cm diarios en condiciones óptimas de luz, temperatura y nutrientes; individualmente pueden alcanzar alturas de más de 25 metros. Esto da como resultado que, en un par de meses, durante la primavera, la columna de agua se cubra completamente de algas y le dé la tridimensionalidad que caracteriza a estos bosques submarinos, también llamados bosques de kelp.

Existen también los bosques de macroalgas, los cuales son ecosistemas costeros que en su mayoría se conforman por algas pardas (*Phylum Heterokontophyta*) y en menor proporción o como parte del sotobosque se encuentran algas rojas (*Phylum Rhodophyta*) y verdes (División *Chlorophyta*). También puede existir



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

presencia de grandes mandos con algas pardas, sargazo gigante (u otros tipos) y kelp (*Macrocystis pyrifera*). Estos mantos llegan a tener extensiones territoriales de hectáreas o aproximadamente 30 m, se pueden presentar desde profundidades bajas y hasta los 200 m. Estos ecosistemas se desarrollan en climas subtropicales y templados.

A las algas que forman estos bosques se les denomina como laminares encontrando a algunas especies como *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum sp.*, como algas accesorias o algas del sotobosque se puede encontrar a *Eisenia arborea*, *Pterygophora californica*, *Laminaria farlowii* y *Egrelgia menziessi*, *Corallina sp.*, *Halymenia sp.*, *Lithothamnion sp.*, *Mesophyllum sp.*, y *Lithophyllum sp.* entre otras.

Este tipo de ecosistemas son de gran importancia debido a que son sumamente productivos en actividad primaria (fijan carbono y producen materia orgánica y energía, estabilizando el sustrato marino y mejorando la calidad del agua), aún más comparados con arrecifes, humedales y selvas tropicales. Otro punto que cabe destacar es que son fuente de alimento, hábitat, refugio y cuidado de crías. Además de que son importantes barreras naturales que disminuyen la intensidad de golpe de las olas, protegiendo la línea costera. Se da la producción de kelp, que es un alga de importancia económica que aporta anualmente un aproximado de 40, 000 toneladas en peso fresco (CONABIO, 2019).

Estos ecosistemas son amenazados por tormentas marinas, abundancia de organismos herbívoros (en consecuencia, del exceso de la cacería y pesca), el fenómeno del niño y actividades antropogénicas que modifiquen temperatura y balance de nutrientes.

Se estima que existen unas 651 especies de algas bénticas registradas en el Golfo de México, siendo dominantes las *Rhodophyceae* y *Chlorophyceae* (Quiroz, León y Rivas, 2017). La flora ficológica de Tabasco es escasa, ocupa el último lugar nacional en cuanto a diversidad de algas marinas. En el 2017, Quiroz, León y Rivas se registraron nuevas algas verdes marinas para el área de Tabasco, de las cuales encontraron 17 especies de *Ulvophyceae* marinas y *Chaetomorpha nodosa Kütz* son reportadas por primera vez para costas mexicanas. Dentro de este estudio los órdenes que presentaron mayor riqueza fueron *Ulvales* y *Cladophorales* con ocho y siete especies respectivamente. A su vez las familias con mayor número de especies fueron *Cladophoraceae* y *Ulvaceae* con siete cada una, mientras que el género más diverso fue *Ulva L.* con siete especies que representan más de la tercera parte de los nuevos registros.

Martínez Lozano realiza para la CONABIO (2018) un estudio de flora ficológica marina de Tamaulipas en el cual se colectaron aproximadamente 6, 750 ejemplares, de estos se identificaron 140 especies, algunas de estas son: *Acanthophora muscoides*, *Acetabularia crenulata*, *Acrochaetium flexuosum*, *Amphiroa beauvoisii*, *Anabaena pseudoscillatoria*, *Anadyomene saldanhae*, *Audouinella affinis*, *Bryopsis pennata*, *Bryopsis plumosa*, *Bryothamnion seaforthii*, *Bryothamnion triquetrum*, *Callithamnion cordatum*, *Cladophora vagabunda*, *Cladophoropsis macromeres*, *Codium decortcatum*, *Dictyota menstrualis*, *Digenea simplex*, *Ectocarpus elachistaeformis* y *Ectocarpus rhodochorntonoides*, entre otras.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Fauna

Derivado de la compleja topografía, los estados de Veracruz y Tamaulipas cuentan con una amplia variedad de hábitats, los cuales son distribuidos con base a elementos como son el clima, tipo de suelo y humedad.

En este sentido, el estado de Veracruz ocupa el tercer lugar a nivel nacional en cuanto a diversidad de especies se refiere. Y se posiciona en 1º lugar en herpetofauna, el 2º mamíferos, el 3º en aves y el 4º en angiospermas. Por grupo taxonómico presenta 204 especies de mamíferos, 717 especies de aves, 220 especies de reptiles, 103 especies de anfibios y 6021 especies de peces.

El Estado de Tamaulipas ocupa el décimo quinto lugar en México en cuanto a número de especies de fauna, y el décimo segundo en cuanto a especies endémicas. Entre los grupos que destacan están la fauna ictiológica (peces) compuesta por las de agua dulce y marina con un total de 411 especies. En el caso de los reptiles (herpetofauna), ésta está conformada por 163 especies; los anfibios (aquellos que pasan tiempo en el agua y en la tierra) están representados por 38; las aves con 378 y los mamíferos con 147 especies (IMEPLAN, 2019).

La abundancia está compuesta por 5,929 individuos. El grupo que presentó un mayor número de registro fueron las aves (3,309), seguido del grupo de peces (814) mamíferos (549), reptiles y anfibios.

Receptores de Riesgo.

A continuación, se describe los efectos que se tendrán sobre los equipos que conforman el Proyecto y/o Instalación, así como al ambiente, por lo que se identifican y describen a detalle las instalaciones, componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna, entre otros), que se encuentran inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo determinadas.

Lo anterior, se integra mediante una tabla, en la que se indican todos los datos anteriores a detalle para cada uno de los escenarios simulados, así como los Sistemas de Seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

Tabla IX-64. Descripción de los Posibles Receptores del Riesgo.

Clave y Descripción del escenario de Riesgo.	Receptores de Riesgo.	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
<p>EIL.01. Fuga de Gas y crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.</p>	<p>Personal: Lesiones o daños físicos que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.</p> <p>Ambiente: Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monitoreo de los parámetros del pozo (peso de la cadena, peso de la broca, presión de bombeo, volumen de la presa, lectura del indicador de retorno de lodo, torque), a través del panel de control MD / TOTCO RIGSENSE) 2. Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónomos de cascada). 3. Preventores y control en superficie. 4. Sistema de agua contra incendios 5. Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónoma). 6. Sensor de límite torque en el panel del perforador. 7. Sensor de Gas Combustible. 8. Sensor de gas Sulfhídrico. 9. Sistema de paro de emergencia.
<p>EI.02. Fuga de Gas y derrame de crudo ligero debido a una manifestación y descontrol del pozo en tubería de 19 1/2", con posible incendio y/o explosión con daño al personal, instalación y medio ambiente.</p>	<p>Personal: Lesiones o daños físicos que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.</p> <p>Ambiente: Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monitoreo de los parámetros del pozo (peso de la cadena, peso de la broca, presión de bombeo, volumen de la presa, lectura del indicador de retorno de lodo, torque), a través del panel de control MD / TOTCO RIGSENSE) 2. Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónomos de cascada). 3. Preventores y control en superficie. 4. Sistema de agua contra incendios 5. Sistemas de protección (alarmas audibles, visibles y equipos de respiración autónoma). 6. Sensor de límite torque en el panel del perforador. 7. Sensor de Gas Combustible. 8. Sensor de gas Sulfhídrico. 9. Sistema de paro de emergencia.
<p>EI.03. Derrame de crudo en lecho marino durante la perforación, debido a una pérdida de control</p>	<p>Ambiente: Se presenta derrame con efectos fuera de los límites de la instalación.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingeniería y diseño de pozos adecuados y revisión de diseño externo. 2. Personal competente con experiencia en aguas profundas. 3. Análisis de Superficie geológica.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Clave y Descripción del escenario de Riesgo.	Receptores de Riesgo.	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
del pozo/integridad de pozo con daño al medio ambiente.		<p>Hidrostática ajustable por MPD (sistema de perforación controlado por presión).</p> <p>3. Modelación de fugas de aceite Plan de pozo de relevo.</p> <p>4. Control de equipo en caso de fuga de aceite.</p> <p>5. Las operaciones serán dos barreras probadas en todo momento de acuerdo con la Política de Petronas y los estándares de la industria.</p> <p>6. Control de calidad y garantía de calidad en equipos y herramientas utilizados para barreras.</p> <p>7. Personal operativo capacitado y competente con certificados de control de pozos</p> <p>8. Política de operaciones si se pierde una barrera detener hasta que se recupere la segunda barrera.</p> <p>9. Programa de inspección y aceptación para equipos de control de pozos (WCE) como BOP.</p> <p>10. Procedimientos de control de pozos específicos del pozo junto con el contratista de la plataforma.</p> <p>11. 500 m como zona de exclusión.</p> <p>12. DP2 o más.</p> <p>13. Coordinación con autoridades marítimas, para obtener noticias de los otros barcos.</p> <p>14. Embarcación equipada con un sistema de posicionamiento redundante y bien calibrado.</p> <p>15. Sistema de Gas y Fuego.</p> <p>16. Sistema de Trabajo seguro (PTWA y JSA).</p> <p>17. Supervision HSE.</p> <p>18. Sistema de supresión de gas y fuego.</p>

Respecto a las capas analizadas para los escenarios E.01 y E.02 los radios identificados no tienen incidencia con éstos tal como se muestra a continuación:

Tabla IX-65. Áreas de interés colindantes al Proyecto

Componente	Nombre	Distancia respecto al límite del Área Contractual
Área Natural Protegida Federal	Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan	44 km al suroeste
Área Natural Protegida Estatal	--	--
Regiones Terrestres Prioritarias	Laguna de San Andrés	120 Km al noroeste
	Laguna de Tamiahua	60 Km al oeste
Regiones Marinas Prioritarias	Giro Tamaulipeco	4 Km noreste
	La Pesca-Rancho Nuevo	130 Km al noroeste
	Laguna San Andrés	92 Km al noroeste
	Pueblo Viejo-Tamiahua	26 Km al suroeste
	Tecolutla	76 Km al suroeste
Regiones Hidrológicas Prioritarias	Cenotes de Aldama	120 Km al noroeste
	Río Tecolutla	110 Km al suroeste
Sitios RAMSAR	Laguna de Tamiahua	67 km al oeste
	Manglares y humedales de Tuxpan	82 Km al suroeste

De presentarse del escenario por derrame incontrolado de crudo ligero se verá afectado todas las áreas señaladas en la tabla anterior para lo cual se contará con todas las medidas de seguridad y prevención para evitar que este evento suceda.

En caso de un evento de pérdida de control de pozo en el punto de origen (wellbore) las actividades para el control de la fuente submarina pueden incluir:



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- SIMOPS de superficie y submarinos.
- Inspección y evaluación de ROV.
- Función secundaria / Solución de problemas de BOP "fallida".
- Eliminación de escombros submarinos (acceso al pozo).
- Instalación / operación de la cúpula de contención.
- Aplicación de Dispersante Submarino.
- Perforación de pozos de alivio / Intercepción / Matar el pozo.
- Flujo de retorno controlado a la superficie para captura / disposición.

Los recursos separados y distintos deben estar disponibles para cada parte del plan de contención del pozo o programarse para acomodar cada parte de la respuesta. Las estrategias de control de fuente deben apoyar las estrategias de respuesta generales. Las estrategias de control de la fuente específicas deben abordar lo siguiente:

- Designar personal de respuesta de control de la fuente.
- Desarrollar la organización de respuesta de control de la fuente ICS.
- Movilizar recursos al sitio del incidente y comenzar las operaciones descontrol de la fuente.
- Detener el flujo del pozo en el fondo marino de la manera más rápida y segura posible.
- Asegurar permanentemente el pozo asegurando así la fuente.

En caso de presentarse un derrame incontrolado de crudo con la finalidad de mitigar los efectos causados al presentarse una contingencia que pudiera provocar un descontrol en una instalación que diera como resultado un derrame, se aplicará los planes y programas preventivos, de seguridad, de emergencia y de remediación desarrollados con respecto al entorno y apegados a la legislación ambiental vigente, que a continuación se enlistan:

- Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe.
- Protocolo de Cooperación para Combatir los Derrames de Hidrocarburos en la Región del Gran Caribe.
- Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias y Plan Nacional de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente peligrosas en las Zonas Marinas Mexicanas.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- Plan de Respuestas a Emergencias de la empresa PETRONAS; revisión B, 28/01/2019.
- En caso de presentarse un derrame de hidrocarburos se tomará de referencia la Guía de buenas prácticas ambientales para el uso, la selección y aplicación de dispersantes, en el control de derrames de hidrocarburos en el medio marino, editado por la SEMARNAT, 2013.

IX.4.5.4 Determinación de Medidas de Reducción de Riesgo Adicionales para Escenarios de Riesgo No Tolerables y/o ALARP (As Low As Reasonably Practicable, Tan Bajo como Sea Razonablemente Factible).

IX.4.5.4.1 Nivel integral de Seguridad (SIL, por sus Siglas en Inglés) del Proyecto y/o Instalación.

Tomando como referencia que la perforación exploratoria del pozo Sayulita-1EXP, se realizará a través de un buque de perforación y que en dicha actividad participa activamente personal operativo, no se justifica la realización de un estudio de Determinación del SIL Objetivo y por ende la aplicación de un estudio LOPA.

IX.4.6 Sistemas de Seguridad y Medidas para Administrar los Escenarios de Riesgo.

IX.4.6.1 Sistema de extinción de incendios del proyecto

La clasificación de áreas peligrosas a bordo del MAERSK VALIANT se basa en IEC 61892-7,1997. A cada área se le ha asignado una clasificación de zona de peligro en función del potencial de liberación de gas dentro del área.

Las áreas peligrosas se dividen en zonas de la siguiente manera:

- Zona 0: en la que una mezcla explosiva de gas y aire está continuamente presente o presente durante largos períodos.
- Zona 1: en la que es probable que se produzca una mezcla explosiva de gas y aire en el funcionamiento normal.
- Zona 2: en la que no es probable que se produzca una mezcla explosiva de gas y aire, y si ocurre, solo existirá por un corto tiempo.

Las áreas seguras son áreas que no son peligrosas de acuerdo con las definiciones anteriores.

Zonas peligrosas

Zona 0

Las áreas peligrosas que normalmente se aplican en las unidades de perforación incluyen lo siguiente:

Los espacios internos de tanques cerrados y tuberías para contener lodo de perforación activo no desgasificado, aceite que tiene un punto de inflamación de copa cerrada por debajo de 60 ° C o gas y vapor

inflamable, así como petróleo y gas producido en el que un petróleo / gas / La mezcla de aire está continuamente presente o presente durante largos períodos.

Nota: - Las áreas peligrosas según lo especificado pueden extenderse dependiendo de la disposición real en cada caso.

Zona 1

- 1 Espacios cerrados que contienen cualquier parte del sistema de circulación de lodo que tiene una abertura en los espacios y está entre el pozo y la descarga de desgasificación final.
- 2 Espacios cerrados o ubicaciones semicerradas que están debajo del piso de perforación y que contienen una posible fuente de liberación, como la parte superior de un niple de perforación.
- 3 Lugares al aire libre debajo del piso de perforación y dentro de un radio de 1.5 m desde una posible fuente de liberación, como la parte superior de un niple de perforación.
- 4 Espacios cerrados que están en el piso de perforación que no están separados por un piso sólido de los espacios en el punto 2 anterior.
- 5 En lugares al aire libre o semicerrados, excepto según lo dispuesto para el punto 2 anterior, el área dentro de 1.5 m desde los límites de cualquier abertura al equipo que es parte del sistema de lodo como se especifica en 1 arriba, cualquier salida de ventilación de la zona 1 espacios o cualquier acceso a espacios de la zona 1.
- 6 Pozos, conductos o estructuras similares en lugares que de otro modo serían zona 2 pero que están dispuestos de manera tal que no se produzca la dispersión de gas.

Zona 2

- 1 Espacios cerrados que contienen secciones abiertas del sistema de circulación de lodo desde la descarga de desgasificación final hasta la conexión de succión de la bomba de lodo en el pozo de lodo.
- 2 Lugares al aire libre dentro de los límites de la torre de perforación hasta una altura de 3 m sobre el piso de perforación.
- 3 Ubicaciones semicerradas debajo y contiguas al piso de perforación y a los límites de la torre de perforación o en la extensión de cualquier recinto que pueda atrapar gases.
- 4 En lugares al aire libre debajo del piso de perforación, dentro de un radio de 1.5 m están más allá del área de la zona 1 como se especifica en la Zona 1 de áreas peligrosas (3).



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- 5 Las áreas 1.5m más allá de las zonas de la zona 1 especificadas en la Zona 1 de áreas peligrosas (5) y más allá de las ubicaciones semicerradas especificadas en la Zona 1 de zonas peligrosas (2).
- 6 Áreas exteriores dentro de 1.5 m de los límites de cualquier salida de ventilación o acceso a un espacio de la zona 2.
- 7 Torres de perforación semicerradas hasta la extensión de su recinto sobre el piso de perforación o hasta una altura de 3 m sobre el piso de perforación, lo que sea mayor.
- 8 Bloqueos de aire entre una zona 1 y un área no peligrosa.

Sistema de detección de gas y fuego.

Los detectores de incendios se instalan en áreas donde se requiere una respuesta de detección rápida al inicio de incendios. Los detectores de incendios se instalan en una serie de bucles de cable, el número y tipo de detector en cada bucle se determina por la posibilidad de incendio en el área cubierta por el bucle de cable.

La distribución de detectores de gas en el buque de perforación está diseñada para permitir la detección de emisiones antes de que se puedan acumular concentraciones significativas de gases inflamables y tóxicos. Los detectores han sido asignados para cubrir las áreas del buque de perforación donde existe la posibilidad de liberación de gases inflamables o tóxicos o donde la entrada de gas podría presentar un peligro.

El cableado a cada detector no se dirige, en la medida de lo posible, a través del compartimento o área en la que se encuentra el detector.

Esta práctica está diseñada para reducir el riesgo de que un detector sea desactivado por un incendio en su ubicación. Todo el cableado del detector es de estándar marino a bordo blindado.

Todos los detectores de incendios y gases se someten a mantenimiento, calibración y pruebas periódicas para evitar la degradación del sistema de alarma de incendios y gases a través de la contaminación. El trabajo de mantenimiento puede realizarse en unidades detectoras individuales sin interrumpir la operación continua del sistema de incendio y gas que provoca su activación.

El sistema automático de control de alarmas de incendio y gas proporciona el estado del detector, información de alarma y funciones de control de alarma.

El sistema de control de incendios y gases controla automáticamente los ventiladores y las entradas de aire que sirven al alojamiento.

La activación del sistema de detección de incendios y gases asegurará una detección temprana y confiable de incendios o gases, donde sea que ocurran tales eventos. El sistema se utiliza para iniciar alarmas, iniciar acciones de protección, apagar equipos y alertar al personal.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

El sistema se alimenta de dos UPS con una capacidad de operación continua de al menos 30 minutos después de la pérdida de energía. Un UPS se alimenta del sistema de alimentación principal y un UPS se alimenta del sistema de emergencia.

Sistema de detección de incendios

El sistema de detección de incendios controla el calor, el humo, los detectores de llamas y los puntos de llamada manual instalados en ubicaciones en todo el simulacro de acuerdo con el diseño del detector de incendios y gases. Los detectores se distribuyen de acuerdo con las características de incendio previstas en las áreas en cuestión. Por ejemplo, los detectores térmicos se instalan en áreas donde el riesgo de incendio iría precedido de rápidos aumentos de temperatura. Los detectores de humo se instalan en áreas donde un incendio puede generar humo rápidamente. Los detectores de llamas se emplean para evitar alarmas de detectores espurios en áreas donde el humo y el calor pueden estar presentes en condiciones operativas normales.

La especificación de cada detector con respecto a su clasificación de seguridad intrínseca, a prueba de fuego o de explosión está determinada por la especificación de zona peligrosa de la ubicación.

Todos los detectores direccionables están conectados a través de uno de varios circuitos de incendio al sistema central de incendios. El panel principal de la alarma contra incendios se instala en la caseta del timón y los subpaneles de la alarma contra incendios se proporcionan en la estación de control de incendios y la sala de nebulización / inergen.

Las áreas de detección de incendios no están relacionadas y son independientes de las zonas peligrosas de la plataforma, pero se basan en las áreas físicas cubiertas. Los bucles de detección de incendios se representan esquemáticamente en los paneles de alarma contra incendios.

El sistema de detección está vinculado al sistema de megafonía para el anuncio de alarma de; alarma de incendio, abandono, gas H₂S y gas combustible. La alarma contra incendios funciona tanto automáticamente como por actuadores manuales.

Los interruptores operados manualmente para la activación del sistema de alarma contra incendios se instalan en la caseta del timón y cerca de cada puerta de escape hacia el exterior del alojamiento, la sala de máquinas y el espacio de maquinaria de acuerdo con las Reglas y Regulaciones.

Sistema de detección de gas

Los sensores de gas están ubicados estratégicamente en áreas donde existe un riesgo creíble de liberación de gases inflamables o tóxicos, o donde la entrada de gas podría presentar un peligro.



ESTUDIO			
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".			DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0	TEM-MA-ME-B12

El buque de perforación cuenta con un sistema de monitoreo de gas combustible Autronica AutoPoint HC200. La estación principal para el sistema de detección de gas está ubicada en la timonera. Las configuraciones para los sensores de gas combustible son:

- gas alto: 20% del límite inferior de explosividad (LEL)
- gas alto-alto: 60% de LEL

El buque de perforación está equipado con un sistema DET-TRONICS GT3000 para monitoreo de H₂S con puntos de muestreo en varios lugares del buque de perforación. La detección de alto nivel de H₂S causará la parada de los ventiladores de suministro de alojamiento.

Las configuraciones para los detectores de gases tóxicos son:

- alto - 5 ppm
- alto-alto - 10 ppm

El sistema de detección de gas (gas combustible y H₂S) está conectado con el IAS para mostrar la condición de todos los detectores.

Se proporcionan detectores de gases combustibles y tóxicos en los conductos de admisión de aire del alojamiento.

Sistema Shutdown

El sistema ESD puede activarse tanto manual como automáticamente. La activación manual es posible desde la alarma crítica y los paneles de acción y desde los botones manuales. La activación automática se realiza tras un incendio o gas confirmado del sistema de detección de incendios y gases.

La activación del sistema ESD garantizará la condición más segura posible del buque de perforación para minimizar las consecuencias de una situación de emergencia relacionada con la liberación incontrolada de hidrocarburos o un estallido de incendio. El sistema se utiliza para proporcionar un apagado seguro y rápido de sistemas y equipos.

Niveles de apagado de ESD

El sistema ESD se divide en varios niveles, donde ESD 1 es el nivel más alto.

Tabla IX-66. Niveles ESD

Nivel ESD	Descripción
ESD 3.3	Alojamiento
ESD 3.3	Propulsor delantero y ventilación espacial de maquinaria
ESD 3.4	Combustible hacia adelante y hacia atrás, transferencia de aceite base
ESD 3.5	Ventilación superior de áreas peligrosas
ESD 3.6	Hélice de popa y ventilación del espacio de maquinaria
ESD 2.12	Orificio de ventilación de la sala de máquinas en babor
ESD 2.11	Babor total sala de máquinas
ESD 2.22	Ventilación central de la sala de máquinas
ESD 2.21	Centro de sala de máquinas total
ESD 2.32	Ventilación de estribor de la sala de máquinas
ESD 2.31	Total de estribor de la sala de máquinas
ESD 2.61	Emergencia. generador
ESD 2.81	DCR apagado
ESD 2.83	UPS apagado
ESD 1	ESD 1 Abandonar buque

El nivel ESD 1 cerrará toda la nave de perforación. Algunos los cierres se retrasarán en el tiempo para permitir el cierre controlado, la reunión y la evacuación. Los sistemas aún activos después de ESD 1 son:

- Luces de emergencia (UPS > 30 min)
- sistema de control BOP
- Sistema de alarma general de emergencia.
- Sistema de megafonía
- GMDSS y comunicaciones de radio de seguridad
- Sistema de detección de incendios y gases.
- Sistema de radio TETRA UHF (en modo de operación baja)



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Ubicaciones de ESD

Los paneles de acción y alarma crítica de ESD (también conocidos como paneles de botones de matriz) se distribuyen de la siguiente manera:

- casa de la rueda
- ECR
- estación de trabajo de perforación
- estación de control de incendios
- niebla de agua / sala Inergen

Las acciones de apagado también se pueden iniciar desde los botones ESD en las siguientes áreas de perforación.

Nivel de ESD AVS:

- puente
- Área de botes salvavidas en el puerto delantero
- Área de bote salvavidas de estribor delantero
- Área de bote salvavidas en popa (puerto)
- Área de bote salvavidas en popa (estribor)

Interfaz con sistemas F&G

El sistema ESD y el sistema de detección de incendios y gases son dos sistemas de seguridad independientes, pero están integrados juntos como parte del sistema de Control Integrado y Seguridad (ICS) (K.SAFE). Una la alarma de la estación de bomberos y de gas se enviará a la estación de ESD, y al recibir la señal, la estación de ESD iniciará la acción apropiada. La desconexión de los ventiladores de suministro y el cierre de los amortiguadores de ventilación es el desempeño del sistema de incendio y gas en respuesta a una señal del sistema ESD.

ESD y Fuego y Gas

Sistemas de control

Los sistemas de detección de ESD y de incendios y gases son parte del ICS.

Los sistemas de detección de ESD y de incendios y gases son independientes y además de todos los demás sistemas de control.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Los sistemas de ESD e incendio y gas son controlados y monitoreados desde:

- la estación de operación de seguridad ubicada en la caseta del timón
- la alarma crítica y los paneles de acción ubicados en:
- sala de control del motor
- timonera
- estación de trabajo de perforación
- estación de control de incendios
- niebla de agua / sala Inergen

Los sistemas se pueden monitorear desde todas las estaciones de operador marítimo de Kongsberg.

Sistemas de extinción de incendios

Sistema de agua contra incendios

El agua para la lucha contra incendios se suministrará desde la línea de fuego principal del anillo. Se proporciona un sistema de extinción de incendios con agua de mar para el alojamiento, la sala de máquinas, la cubierta superior, etc., de acuerdo con los requisitos de la Regla / Reglamento.

Hay tres (3) bombas de incendio Allweiler MA 200-500 AELE, cada una con una potencia de 750 m³ / hy ubicadas en áreas independientes separadas:

- Sala de máquinas en popa (P)
- Sala de máquinas en popa (S)
- Cuarto delantero de maquinaria auxiliar

Se proporcionan dos (2) bombas pequeñas para la presurización del agua de mar a la línea de fuego principal. Las bombas de incendio principales y estas dos (2) bombas pequeñas se ponen en marcha y se detienen por la presión de agua preestablecida en la línea de incendio principal.

Tubería principal y de distribución de anillo de agua contra incendios Una tubería principal de anillo de agua contra incendios de 300 mm de diámetro cubre todas las áreas del buque de perforación. El anillo principal se divide en una sección con válvulas de aislamiento instaladas que permiten que continúen las operaciones completas de lucha contra incendios en caso de que falle una sección de la tubería principal.

El anillo principal consta de hidrantes y carretes de manguera, instalaciones de diluvio, carretes de manguera AFFF y boquillas de espuma y diluvio (ramificadas) ubicadas en las siguientes áreas:

- Cuarto de bombas de lastre
- Áreas de alojamiento
- Tienda de pintura
- Diluvio de incendio para el tanque de combustible heli y la unidad de bomba
- espacios de maquinaria
- salas de Thruter
- Tanque a granel seco
- sala de agitador
- Áreas superiores
- Estaciones de diluvio y espuma.

Sistema de diluvio

Se proporciona un sistema de diluvio en las siguientes ubicaciones:

- piso de perforación
- piscina de Luna
- sala de shale shaker
- área extendida de prueba de pozo

El sistema se puede activar manualmente en la estación de control de incendios y localmente adyacente a cada espacio protegido. La activación del sistema de diluvio iniciará alarmas visuales y audibles que se indican en los paneles de incendio y gas. El agua se suministra desde la línea principal de incendios de la cubierta superior del casco.

Sistema de agua nebulizada

Se proporciona un sistema de agua nebulizada para los siguientes espacios:

- salas de máquinas
- sala de bombas de lastre
- habitaciones purificadas
- sala de maquinaria auxiliar



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

El sistema de agua nebulizada proporciona medios automáticos de extinción de incendios, capaces de detectar, activar alarmas y extinguir incendios automáticamente. El gabinete de liberación se encuentra en la estación de control de incendios y también se puede controlar de forma remota en la caseta del timón y localmente en la sala de nebulización de agua e Inergen. El principio básico del sistema de nebulización de agua es que las gotas muy finas de agua tienden a excluir el oxígeno del área del incendio, lo que priva al material de oxígeno que se quema.

Sistema de espuma Helideck El sistema de espuma principal utiliza tres (3) monitores de fuego auto-oscilantes, cada uno montado en un patín de tanque de espuma, ubicado alrededor de la periferia del helipuerto. Los monitores pueden entregar agua o agua

Espuma formadora de película (AFFF) en un chorro sólido o en un patrón de pulverización. El sistema se suministra con agua de mar del sistema de agua contra incendios.

La espuma se genera al mezclar Fomtec (la sustancia química que hace espuma) con agua de mar, suministrada desde el sistema de agua contra incendios a una tasa de solución química del 3% al 97% de agua de mar. Cuando se abre la válvula de aislamiento de la manguera de concentrado de espuma, un inductor en el cuello del monitor extrae el Fomtec del tanque químico de espuma.

La operación remota del sistema es a través del panel de control remoto ubicado en la sala de equipos de seguridad. La operación local de cada monitor es a través de la caja de control montada localmente que tiene botones de LIBERACIÓN y RESTAURACIÓN para abrir y cerrar la válvula de suministro principal de incendio.

El sistema principal de lucha contra incendios se complementa con el uso de tres (3) gabinetes de hidrantes de espuma, cada uno con una manguera contra incendios de 38 mm x 15 m.

Cada gabinete está conectado al sistema de agua contra incendios a través de una válvula de hidrante aislante. Una manguera contra incendios se conecta al sistema a través de un acoplamiento de conexión rápida. La manguera y la boquilla adjunta pueden suministrar agua o extraer el concentrado de espuma de los tambores a través de un inductor para producir AFFF.

Sistema Inergen

Se proporciona un sistema Inergen para la extinción de incendios en los siguientes espacios:

- salas de juntas de conmutación
- ECR
- salas de propulsión azimutal
- sala de generadores de emergencia



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- sala de cemento
- sala de aparamenta

con un gabinete de liberación provisto en la estación de control de incendios. El sistema también se puede controlar de forma remota en la caseta del timón y localmente en la sala de embotellado de agua e Inergen.

Extintores Portátiles

Se proporciona equipo portátil de lucha contra incendios en varios lugares alrededor del buque de perforación para proporcionar una respuesta rápida a cualquier situación de incendio antes de que el fuego se desarrolle por completo. El equipo portátil de extinción de incendios (espuma, CO2 y polvo seco) del tipo correcto para los peligros identificados dentro de cada área está ampliamente distribuido en todo el buque de perforación. La ubicación de los extintores portátiles se detalla en los Planes de incendio y seguridad.

IX.4.6.2 Plan de respuesta a emergencias

Se prepara y mantiene un plan de respuesta de emergencia dedicado, conocido como el Manual de Contingencia, para cada unidad organizativa, es decir, oficina, sitio o unidad en alta mar gestionada por una Entidad de Perforación de Maersk. Un proceso global establece estándares mínimos y el procedimiento de convocatoria.

Se mantiene un procedimiento dedicado para garantizar que los procedimientos de respuesta a emergencias se coordinen en toda la organización de perforación Maersk y que las interfaces con las partes externas relevantes estén reguladas.

El plan de respuesta a emergencias garantiza que se cumplan los siguientes requisitos mínimos:

- Se define una línea de comando clara para la organización de respuesta a emergencias y se especificarán criterios claros para la notificación y la notificación.
- Las instrucciones claras sobre la respuesta a emergencias creíbles para el MODU / sitio en cuestión están disponibles y se utilizan como base para la planificación de simulacros y ejercicios.
- El número apropiado de personal está debidamente calificado para
- manejar una emergencia, ayudar al personal incapacitado y operar el equipo de respuesta a emergencias requerido para facilitar el escape y la evacuación
- Se identifican, establecen y marcan áreas seguras de reunión y áreas de refugio temporal.
- Se cuenta con un sistema eficaz de reunión que facilita la identificación rápida del personal desaparecido en una emergencia.
- Instalaciones de comunicación apropiadas disponibles.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- Se dispone de sistemas apropiados de alarma y alarma de incendio, humo, explosión y gases tóxicos.
- Se proporcionan y marcan rutas de escape seguras
- Están instalados y disponibles los medios apropiados para controlar la emergencia, incluidos los sistemas de extinción de incendios.
- Se instalaron sistemas de alarma general apropiados.
- Se dispone de medios apropiados de evacuación y rescate incluyendo equipo personal de escape y rescate
- Se establece un documento puente para todos los contratos para regular las interfaces con la organización y el sistema de gestión del Cliente.

Los procedimientos para emergencias ambientales formarán parte integrante de los procedimientos de respuesta a emergencias.

Equipos de emergencia

Los detalles de los procedimientos y las responsabilidades se encuentran en el Manual técnico TMA_Manual de contingencia.

Los equipos de emergencia están encabezados por el Equipo de Manejo de Emergencias, cuyos miembros son:

- OIM (persona a cargo)
- Líder de sección de perforación
- Líder de sección técnica
- Líder de la Sección Marina (fuera de servicio)
- Operador senior de DP (de servicio)
- Operador DP (en servicio)
- Representante del operador
- Administrador del barco (de servicio)
- Supervisor submarino (de servicio)
- Planificador técnico

El Equipo de Manejo de Emergencias se reúne en el Centro de Control de Emergencias (ECC), que es la caseta del timón.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
TEM-MA-ME-B12		

Ejercicios de respuesta a emergencias

La realización de simulacros es un elemento importante para la capacitación de la tripulación en el control y la mitigación de escenarios de emergencia, y los simulacros son esenciales para:

- Mantener las habilidades adquiridas en las escuelas de formación.
- Familiarización con equipos y sistemas.
- Crear equipos efectivos

El procedimiento para realizar simulacros y ejercicios se describe en los simulacros y ejercicios modelo SIRIUS. Este procedimiento se realiza para cumplir los requisitos mínimos en el Código MODU, SOLAS, MARPOL y el Código ISPS.

La OIM y el Líder de la Sección Marina preparan conjuntamente el Plan Anual de Perforación. El plan se actualizará de forma continua en un plazo de 12 meses. La secuencia real y la composición de los elementos del Catálogo de ejercicios en el Modelo SIRIUS Crear plan de ejercicios / ejercicios se determina sobre una base que incluye lo siguiente:

- Experiencia / antigüedad del personal en varias emergencias.
- Equipos de respuesta
- Cumplimiento de los criterios legales.
- Cualquier equipo nuevo introducido

Todos los equipos y electrodomésticos que salvan vidas están cubiertos en los simulacros dentro de cualquier período de 2 meses.

Comunicación

Maersk Drilling se comunicará con las autoridades pertinentes y cooperará con organizaciones e instituciones nacionales e internacionales en relación con los aspectos de seguridad. Todos los informes a las autoridades serán realizados por el centro de control de emergencias del operador o Maersk Drilling.

Organización de la Emergencia

La Organización de Emergencia de Perforación y Maersk Drilling interactúa con la Organización de Emergencia del Operador y, a su vez, interactúa con los Requisitos Gubernamentales.

Se preparará un documento puente para cada operador específico o campo petrolero. El documento enumerará los procedimientos relevantes del operador y explicará la interfaz con los procedimientos internos de Maersk Drilling.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Maersk Drilling es responsable de la operación segura del buque de perforación.

El Manual de Contingencia se ha preparado de acuerdo con las últimas directrices. Los procedimientos de emergencia en la sección 5 del Manual no pueden cubrir todas las situaciones de emergencia posibles.

Sin embargo, la intención es que sea una guía para aquellos involucrados en las diferentes situaciones de emergencia.

Organización de emergencia en alta mar

La organización de emergencia se basa en la organización operativa normal con énfasis en la flexibilidad para que los grupos / personal que no estén directamente involucrados en un incidente brinden asistencia según sea necesario.

Para tipos específicos de incidentes, se formarán los equipos de emergencia necesarios. Los equipos se identifican cuando corresponde en la Sección 5 del Manual de Contingencia.

Organización de emergencia en tierra

El administrador de la plataforma convoca al grupo de emergencia. Luego se establece la sede central de emergencia en la oficina de la costa.

El Grupo de Emergencia de la Base Costera consiste en:

- 1 Coordinador de emergencias
- 2 Coordinador de operaciones
- 3 Coordinador de seguridad
- 4 Guardián de registro
- 5 Coordinador de personal
- 6 Representante del gerente superior.

Un Equipo de Respuesta Relativa y un Equipo de Respuesta de Medios respaldarán al Comité.

Semanalmente, la rotación del Comité de Emergencia será

publicado y enviado a todos los miembros del Comité, Clientes, Instalaciones Offshore y Maersk

Perforación en Base tierra.

Se pueden encontrar más detalles de la organización de emergencia en tierra en el Manual del Comité de Respuesta a Emergencias de Perforación de Maersk.

El procedimiento se inicia mediante la llamada de instalación



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- 1 La instalación llama al coordinador de respuesta de emergencia y proporciona detalles de la emergencia.
- 2 El coordinador de respuesta de emergencia determina el nivel apropiado de convocatoria y los miembros del Comité a ser llamados
- 3 Se solicitará al Coordinador de Respuesta a Emergencias, la recepcionista o el guardia de Seguridad de la Base de Maersk perforación en tierra que llame por teléfono a los miembros de guardia apropiados. El primer punto de contacto será móvil de guardia. La recepción de Maersk perforación en base tierra, contará con una lista actualizada de números de contacto. Los miembros del comité llaman a la recepción Maersk perforación en base tierra y reconocen que han sido alertados
- 4 En caso de que un miembro de respuesta de emergencia no responda a su teléfono móvil, la recepcionista de Maersk perforación en base tierra o el guardia de seguridad probarán otros números de contacto, p. teléfono fijo
- 5 En caso de que un miembro de respuesta de emergencia no responda, la recepcionista de Maersk perforación en base tierra o el guardia de seguridad se comunicarán con otros miembros del comité dentro del grupo.
- 6 El coordinador de emergencias informa a la alta gerencia del incidente.
- 7 Los miembros del comité proceden a la ERR o brindan apoyo según lo detallado por el Coordinador de emergencias
- 8 El primer miembro del comité que llegue a la ERR informará a la instalación que la ERR ahora está tripulada y llevará a cabo las acciones descritas en el Manual del Comité de Respuesta a Emergencias de Perforación de Maersk
- 9 Los representantes de Maersk perforación en los clientes ERR y guardacostas establecen comunicaciones con Maersk perforación ERR
- 10 Listas POB / NOK distribuidas según sea necesario (preferiblemente por fax)
- 11 El comité se reúne en ERR y actúa para planificar y coordinar las actividades de la compañía.

En caso de un incidente continuo o de gran escala, se llamará al personal adicional de secretaría y personal.

Una vez que se llega a esta etapa, el Coordinador de emergencias o su designado informará al personal individual sobre la situación y sus deberes.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

IX.4.6.3 Sistemas de seguridad

Bote salvavidas

El buque de perforación está equipado con seis (6) 80 N TEMPC LBT-935T TEMPSC con capacidad para 80 personas; dos ubicados en los lados de babor y estribor del área de alojamiento y uno ubicado en los lados de babor y estribor del área de la carcasa del motor de popa. La ubicación de las cápsulas proporciona un embarque fácil y rápido desde las áreas de reunión. El estándar de peso del personal se basa en 98 kg / persona.

El nivel de provisión TEMPSC es tal que el POB máximo de 230 puede acomodarse en tres botes y hay suficientes lugares en total para más del 200% del POB máximo.

Los botes salvavidas y los equipos asociados están diseñados, construidos y aprobados de acuerdo con el código LSA 1983/96 de SOLAS y las enmiendas posteriores, y con la etiqueta CE de acuerdo con la Directiva de equipos marinos.

Cada TEMPSC está equipado con un motor refrigerado por agua dulce, con un tanque de combustible que tiene la capacidad suficiente para hacer funcionar el bote salvavidas en una condición completamente cargada a una velocidad de al menos 6 nudos en agua suave.

Se proporcionan dos baterías independientes para el sistema de arranque. Se instala un sistema de rociado de agua para protección contra incendios, que proporciona al exterior de la embarcación un rocío protector de agua en caso de que el TEMPSC encuentre un incendio en la superficie del agua.

Las unidades se lanzan pescantes. Los pescantes tienen una carga de trabajo segura de 14.100 kg y una inclinación operativa máxima de 10 ° en el talón y 20 ° de acabado.

Balsas salvavidas

El buque de perforación está equipado con veintidós (22) balsas salvavidas Valiant 25DK con capacidad para 21 personas, ubicadas tanto en el babor como en el lado de estribor, hacia adelante y hacia atrás del alojamiento y la carcasa del motor. Las balsas salvavidas son de tipo inflable de lanzamiento al agua. Cada balsa salvavidas tiene un paquete de supervivencia que se ajusta al "Paquete de emergencia" A "con SOLAS.

Escaleras de escape

Se proporcionan escaleras de embarque para el MAERSK VALIANT en los siguientes lugares:

- 2 alojamiento Fwd en C-deck
- 2 alojamiento Fwd en B-deck



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

- 2 carcasa del motor en popa

Instalaciones de rescate

Un bote de rescate de 10 hombres lanzado por pescante está disponible en el babor para su uso en caso de que las personas se caigan por la borda.

Equipo de protección de bombero

Hay doce (12) armarios de traje de bombero a bordo. Tres (3) se encuentran en la estación de control de incendios en el nivel superior de la cubierta del alojamiento; tres (3) en la sala de control del motor en la segunda cubierta

nivel en la sala de máquinas central; Tres (3) se encuentran en el piso de perforación (lado de estribor delantero); y tres (3) en la carcasa del motor (en popa).

Además, hay tres (3) cajas de almacenamiento en la sala de equipos de seguridad del helicóptero en la cubierta de recepción del helicóptero. Por lo tanto, hay un total de quince (15) juegos de equipos de protección contra incendios disponibles.

Cada conjunto contiene:

- 1 traje de fuego
- 1 par de botas y guantes
- 1 juego de casco rígido completo con visera
- 1 hacha de bombero (con cinturón y bolsa)
- 1 conjunto de lámpara de seguridad eléctrica
- 1 set SCBA (aparato de respiración autónomo)
- 4 set de cilindros de aire de repuesto
- 1 juego de línea de vida a prueba de fuego con gancho de seguridad y placas de instrucciones

Sistema de alarmas

El sistema está conectado al sistema de detección de incendios y gases. En el caso de que el sistema de detección de incendios y gases detecte una alarma, pero un operador no la reconozca dentro de un tiempo especificado, el sistema generará automáticamente una alarma sobre el sistema de megafonía.



ESTUDIO			
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".			DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0	TEM-MA-ME-B12

Las unidades de control remoto del sistema PA se encuentran en las siguientes ubicaciones:

- timonera
- sala de respaldo DP
- Sala de control del motor
- cabina del perforador

Estas unidades tienen prioridad sobre una transmisión realizada desde cualquier otra posición.

En áreas ruidosas, donde es posible que no se escuchen las alarmas, las luces de colores configuradas para los requisitos de la OMI proporcionan una indicación visual del estado de la instalación.

Hay cuatro (4) tonos de alarma audibles aplicados en el sistema PA / GA:

- Alarma de evacuación / alarma de reunión: tono constante de 1,000 Hz
- Alarma de incendio: alarma de dos tonos
- Alarma general: tono de alarma intermitente de 1,000 Hz. Para usarse en caso de pérdida del control del pozo, hombre al agua, descarga de gas, posible colisión, accidente de helicóptero, otros estados de emergencia
- Alarma de gas tóxico / alarma de gas H₂S: sirena multitono

Protección pasiva contra incendios

La protección pasiva contra incendios es crítica para la integridad de la TR y otros espacios críticos dentro del MAERSK VALIANT. También sirve para inhibir la escalada de propagación del fuego entre compartimentos.

La protección pasiva contra incendios para el MAERSK VALIANT consiste en barreras resistentes al fuego. Se proporciona una combinación de barreras de clase A y B en todo el buque de perforación de acuerdo con los requisitos de las normas / reglamentaciones aplicables. Las clasificaciones de fuego de los mamparos se identifican en los Planes de seguridad y contra incendios.

Refugio Temporal

El Refugio Temporal (TR) es un lugar en el que el POB del buque de perforación puede reunirse, si es necesario a corto plazo, en un lugar protegido de los efectos inmediatos de un accidente y desde donde se pueden tomar medidas para evaluar y controlar un accidente u organizar escape, evacuación y rescate.

El TR en MAERSK VALIANT se define como la totalidad del bloque de alojamiento, incluido el puente.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

Las instalaciones disponibles dentro del TR incluyen:

- control DP
- panel ESD
- Monitoreo de incendios y gases.
- Sistema PA
- Sistemas de comunicaciones internas / externas.
- Control de puertas correderas estancas
- Diluvio remoto / niebla de agua / activación de Inergen.



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
TEM-MA-ME-B12		

Tabla IX-67. Recomendaciones de la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

No	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenarios de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
Recomendaciones Hazid							
1	Establecer estándares de flujo de información en caso de crisis.	1	ELEMENTO MEJORES PRÁCTICAS ESTÁNDARES. VII. Y	1.1.1.1	Derrame de crudo en lecho marino por pérdida de control del pozo con daño al medio ambiente.	Perforación	Bajo
2	Personal entrenado en Respuesta a Emergencias	2	ELEMENTO MEJORES PRÁCTICAS ESTÁNDARES. VII. Y	1.2.1.1	Derrame de crudo por colisión con otra embarcación, con daño al medio ambiente.	Perforación	Bajo
3	Contratar a un proveedor de servicios de helicópteros con buena reputación y buen desempeño de seguridad	3	ELEMENTO MEJORES PRÁCTICAS ESTÁNDARES. VII. Y	1.3.5.1	Caída de helicóptero por condiciones meteorológicas adversas	Petronas	Bajo
Recomendaciones Hazop							
1	Verificar la disponibilidad y estado del equipo de protección autónoma y Cascada	1 y 3	ELEMENTO MEJORES PRÁCTICAS ESTÁNDARES. VII. Y	Causes: 1.1.2, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.8.2, 1.9.1, 1.9.2, 1.9.3, 1.10.1, 1.13.1,	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión.	Perforación	Medio



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

No	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenarios de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
				1.13.2, 1.13.3, 1.14.1, 1.16.1, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3			
2	Calibración periódica de los detectores de H2S.	1	ELEMENTO MEJORES PRÁCTICAS ESTÁNDARES. VII. Y	Causes: 1.1.2, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.8.2, 1.9.1, 1.9.2, 1.10.1	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión.	Perforación	Medio
3	Entrenamiento para el uso de equipos, en Cursos de control de brotes.	1 y 3	ELEMENTO MEJORES PRÁCTICAS ESTÁNDARES. VII. Y	Causes: 1.1.2, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.8.2, 1.9.1, 1.9.2, 1.10.1, 3.4.4, 3.4.5	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión.	Perforación	Medio
4	Aplicar el procedimiento y participación en emergencias y simulacros.	1	ELEMENTO MEJORES PRÁCTICAS ESTÁNDARES. VII. Y	Causes: 1.1.2	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión.	Perforación	Medio



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

No	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenarios de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
5	Capacitar y entrenar al personal para la identificación de las alarmas visuales y sonoras.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.1.2	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión.	Perforación	Medio
6	Mantenimiento Preventivo Total (panel del perforador, bombas lodos, compresores, rotaria, temblorinas, agitadores, preventores, bomba koomey, malacate, roncós, detectores de gas combustible y sulfhídrico, silos, líneas y/o tuberías).	1, 3 y 7	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.4, 7.2.1	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión.	Perforación	Medio
7	Selección adecuada del personal para las distintas capacitaciones (control de brotes, equipos y herramientas de perforación).	1 y 3	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 3.3.1, 3.3.2	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión.	Perforación	Medio
8	Aplicar procedimientos de mantenimiento preventivo y utilizar el tipo de malla adecuado para el control de sólidos.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3	Incorporación de hidrocarburos (gas, aceite) o agua al fluido de control o combinación de ellos	Perforación	Medio



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

No	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenarios de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
9	Aplicar procedimientos de mantenimiento preventivo y utilizar el tipo de malla adecuado para el control de sólidos.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3	Incorporación de hidrocarburos (gas, aceite) o agua al fluido de control o combinación de ellos	Perforación	Medio
10	Verificar regularmente la calibración de la balanza de lodos.	1 y 3	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.13.3, 3.6.2	Incorporación de hidrocarburos (gas, aceite) o agua al fluido de control o combinación de ellos	Perforación	Medio
11	Monitoreo del nivel (espejo) o flujo de lodo en la línea de flote a la salida.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.14.2	Posibilidad de manifestación y descontrol del pozo, con posible fuga incendio y/o explosión.	Perforación	Medio
12	Aplicar procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.15.1	Posibilidad de manifestación del pozo.	Perforación	Medio
13	Supervisión constante del personal involucrado en operación.	3	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 3.3.1, 3.3.2	Derrame de lodo	Perforación	Medio



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

No	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenarios de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
14	Evaluar procedimiento, insumos disponibles, rapidez de respuesta y capacitación y adiestramiento para el control de pérdidas.	3	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 3.4.1, 3.4.5	Descontrol del pozo, si coincide con presencia de gas o aceite.	Perforación	Medio
15	Mejorar la instrumentación básica del equipo, incorporada detectores de densidad a la entrada y salida con alarma.	3	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 3.6.3	Posibilidad de manifestación y descontrol del pozo, con posible fuga, incendio y/o explosión.	Perforación	Medio
16	Monitoreo de presión de poro en tiempo real	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.3.2, 1.5.7	Manifestación y descontrol del pozo, con posible incendio y/o explosión	Perforación	Medio
17	Instalar un enfriador de lodos.	1	ELEMENTO VII. MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES.	Causes: 1.11.1, 1.11.2	Gradiente geotérmico de la formación (antigüedad de la formación)	Perforación	Bajo



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

IX.4.7 Conclusiones y Recomendaciones.

El presente Estudio de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH), se ha elaborado conforme a la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos de la ASEA, en donde debe desarrollarse un análisis preliminar de riesgo, análisis cualitativo de riesgo, análisis cuantitativo de riesgo y análisis de consecuencias. El Análisis Preliminar de Riesgo consistió en realizar con un grupo multidisciplinario el estudio HAZID para el proyecto denominado: **"Exploración del Área Contractual 12"**, acompañado de un histórico de accidentes plasmado en el apartado 4.4.1 de este estudio. El Análisis Cualitativo fue realizado por un grupo multidisciplinario de trabajo para la identificación de peligros mediante la metodología HazOp. Adicionalmente como parte del Análisis Cuantitativo de riesgo, se efectuó el análisis frecuencial y de acuerdo a simulaciones obtenidas del software Phast 8.22 para los escenarios en donde se presentaba una manifestación del pozo, en donde se tiene un riesgo inherente Muy Alto.

Para la elaboración del presente ARSH, se realizó con la información Proporcionada por PETRONAS de los sistemas involucrados con la Exploración del **Área Contractual 12**, como: las condiciones esperadas del Pozo exploratorio, la información descriptiva del proceso y de los diversos servicios del proceso, así como de los planos de localización de la instalación.

Con respecto al análisis cuantitativo se obtuvieron 3 escenarios, los cuales se clasificaron como peor caso y como caso más probable. Dentro de este análisis se realizaron simulaciones con el software Phast en su versión 8.22 y OSCAR, como resultado se obtuvieron diferentes radios de afectación de acuerdo a cada tipo de escenario.

Como observación y como se mencionó anteriormente se tienen 2 escenarios tipificados como peor caso, estos escenarios contemplan la ruptura total de una línea del Pozo, por lo cual las afectaciones reflejadas en los diagramas de pétalos son catastróficas, como podemos observar en Anexo IX.4i.VI, en donde en el escenario 1 se tiene afectaciones de radiación térmica (Jet Fire) de alto riesgo (37.5 KW/m²) con radio de afectación de 455.75 metros y el escenario 3 por derrame en el cual se muestra la dispersión del crudo ligero en el mar dentro de 150 días.

Sin embargo, una vez realizado el análisis frecuencial, se puede observar que los eventos de riesgo potenciales se encuentran con la probabilidad de ocurrencia Improbable (del orden de 5.05×10^{-09} a 1.06×10^{-14}) por lo que se encuentra en el rango de Riesgo Bajo, esto derivado a que la instalación cuenta los elementos de control y de seguridad necesarios para evitar, minimizar e incluso mitigar los eventos de riesgo identificados en el presente estudio, por lo que se considera que el proyecto del **"Exploración del Área Contractual 12"** será una instalación segura, llevando a cabo el cumplimiento de las recomendaciones presentadas así como, siguiendo los estándares y normas



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.:
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0
		TEM-MA-ME-B12

de diseño presentados en la ingeniería de diseño y una vez en la puesta en marcha y operación se lleven a cabo los programas de capacitación y de mantenimiento preventivo respectivos.

IX.4.7.1 Listado de Recomendaciones (Medidas de Control) Emitidas en esta Etapa.

El diseño de una instalación nunca puede ser absolutamente seguro y/o completamente a prueba de errores humanos. La complejidad de las operaciones a llevar a cabo, la variedad de condiciones de trabajo, la adaptación a las condiciones de las materias primas y el siempre posible acontecimiento de un fallo no previsto son factores que hacen de la correcta operación un factor tan importante como el diseño inicial.

No se puede asegurar que una instalación bien diseñada con la mejor tecnología existente no pueda sufrir un accidente grave debido a un fallo de comunicación, a una operación de arranque realizada de manera incorrecta, a un control insuficiente sobre las modificaciones o procedimientos de mantenimientos inadecuados, etc.

Para controlar los procesos se recurre cada vez más a complejos sistemas automáticos de control, el manejo de estos requiere operarios calificados y entrenados. Los programas de formación y adiestramiento y las simulaciones dinámicas del funcionamiento son cada vez más elementos vitales para lograr un alto grado de seguridad.

Como parte de lo anterior y con el objetivo de mantener el grado de riesgo en niveles de aceptabilidad, como alcance de este documento es necesario el llevar a cabo la aplicación de las recomendaciones generales ya sea durante la etapa de operación o mantenimiento, y con esto poder administrar el nivel de riesgo identificado del proyecto denominado: "Exploración del Área Contractual 12", mismas que se enuncian a continuación:



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Tabla IX-68.Recomendaciones Emitidas Aplicando la Metodología Hazld (Perforación de pozos exploratorios)

Recomendaciones	Lugar(es) utilizado(s)	Tipo de Recomendación	Descripción de Actividad	Responsable	Fecha		Evidencia documental
					Inicio	Término	
1. Establecer estándares de flujo de información en caso de crisis.	1.1.1.1	Preventiva	Apegarse a la actividad.	PETRONAS	Realizado	Realizado	PRE (Plan de Respuesta a Emergencias)
2.Personal entrenado en Respuesta a Emergencias	1.2.1.1	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS	Realizado	Realizado	PRE (Plan de Respuesta a Emergencias) – Matriz de entrenamiento
3.Contratar a un proveedor de servicios de helicópteros con buena reputación y buen desempeño de seguridad	1.3.5.1	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS	15 May 2020	15 Agos 2020	Contratista de helicópteros rendimiento de HSE

Tabla IX-69. Recomendaciones Emitidas Aplicando la Metodología HazOp (Perforación)

Recomendaciones	Lugar(es) utilizado(s)	Tipo de Recomendación	Descripción de Actividad	Responsable	Fecha		Evidencia documental
					Inicio	Término	
1. Verificar la disponibilidad y estado del equipo de protección autónoma y Cascada	Causes: 1.1.2, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.8.2, 1.9.1, 1.9.2, 1.9.3,	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			HSE de la Plataforma



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Recomendaciones	Lugar(es) utilizado(s)	Tipo de Recomendación	Descripción de Actividad	Responsable	Fecha		Evidencia documental
					Inicio	Término	
	1.10.1, 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3, 1.14.1, 1.16.1, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3						
2. Calibración periódica de los detectores de H2S.	Causes: 1.1.2, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.8.2, 1.9.1, 1.9.2, 1.10.1	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			HSE de la Plataforma
3. Entrenamiento para el uso de equipos, en Cursos de control de brotes.	Causes: 1.1.2, 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3, 1.8.1, 1.8.2, 1.9.1, 1.9.2, 1.10.1, 3.4.4, 3.4.5	Mejora	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			Matriz de entrenamiento
4. Aplicar el procedimiento y participación en emergencias y simulacros.	Causes: 1.1.2	Preventiva	Apegarse a la actividad.	PETRONAS			PRE Registros de simulacros de emergencia
5. Capacitar y entrenar al personal para la identificación de las alarmas visuales y sonoras.	Causes: 1.1.2	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			Registro de inducción en la Plataforma



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Recomendaciones	Lugar(es) utilizado(s)	Tipo de Recomendación	Descripción de Actividad	Responsable	Fecha		Evidencia documental
					Inicio	Término	
6. Mantenimiento Preventivo Total (panel del perforador, bombas lodos, compresores, rotaria, temblorinas, agitadores, preventores, bomba koomey, malacate, roncós, detectores de gas combustible y sulfhídrico, silos, líneas y/o tuberías).	Causes: 1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.4, 7.2.1	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			HSE
7. Selección adecuada del personal para las distintas capacitaciones (control de brotes, equipos y herramientas de perforación).	Causes: 1.1.2, 1.1.5, 1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.5.7, 3.3.1, 3.3.2	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			Matrix de entrenamiento
8. Aplicar procedimientos de mantenimiento preventivo y utilizar el tipo de malla adecuado para el control de sólidos.	Causes: 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3	Preventiva	Contar con procedimientos de mantenimiento preventivo y apegarse a la actividad.	PETRONAS			Contrato de control de sólidos
9. Verificar regularmente la calibración de la balanza de lodos.	Causes: 1.13.1, 1.13.2, 1.13.3	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			Procedimiento general de PETRONAS Hoja de verificación diaria de lodo



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Recomendaciones	Lugar(es) utilizado(s)	Tipo de Recomendación	Descripción de Actividad	Responsable	Fecha		Evidencia documental
					Inicio	Término	
10. Evaluar controles de calidad en la preparación del lodo y equipos contratados para la eliminación de sólidos	Causes: 1.13.3, 3.6.2	Preventiva	Apegarse a la actividad.	PETRONAS			Contrato de control de sólidos Hoja de verificación diaria de lodo
11. Monitoreo del nivel (espejo) o flujo de lodo en la línea de flote a la salida.	Causes: 1.14.2	Preventiva	Apegarse a la actividad.	PETRONAS			Sensor de monitoreo de flujo redundante por contratista de registro de lodo.
12. Aplicar procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo.	Causes: 1.15.1	Preventiva	Contar con procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo.	PETRONAS			HSE de la plataforma y programa de mantenimiento
13. Supervisión constante del personal involucrado en operación.	Causes: 3.3.1, 3.3.2	Preventiva	Apegarse a la actividad.	PETRONAS			Manual de contratistas de la plataforma



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

Recomendaciones	Lugar(es) utilizado(s)	Tipo de Recomendación	Descripción de Actividad	Responsable	Fecha		Evidencia documental
					Inicio	Término	
14. Evaluar procedimiento, insumos disponibles, rapidez de respuesta y capacitación y adiestramiento para el control de pérdidas.	Causes: 3.4.1, 3.4.5	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			Plan de contingencia
15. Mejorar la instrumentación básica del equipo, incorporada detectores de densidad a la entrada y salida con alarma.	Causes: 3.6.3	Mejora	Contar con la instrumentación básica del equipo, incorporando detectores de densidad a la entrada y salida con alarma.	PETRONAS			Sensor de monitoreo de flujo redundante por contratista de registro de lodo
16. Monitoreo de presión de poro en tiempo real	Causes: 1.3.2, 1.5.7	Preventiva	Contar con los formatos que den cumplimiento a la actividad.	PETRONAS			Monitoreo de la presión de poro en tiempo real por un contratista de registro de lodo

IX.5 REFERENCIAS.

- Directrices para evaluación cuantitativa de los riesgos (Guideline for quantitative risk assessment) "Purple Book" CPR, part one.
- Enrique González Ferradás, Francisco José Ruiz Boada, Agustín Miñana Aznar, Joaquín Navarro Gómez, José Ruiz Gimeno, Jesús Martínez Alonso. "Zonas de Planificación para Accidentes Graves de Tipo Térmico" Departamento de Ingeniería Química Universidad de Murcia.
- Fink, D.G., "Standard Handbook for Electrical Engineers", 10th Ed., p. 26-13 (1968)
- Guía Técnica, Métodos Cuantitativos para el análisis de riesgos, Protección Civil España, 1994.
- Human Reliability Handbook.
- IEC-61882 "Guía de Aplicación para Estudios de Peligro y Operabilidad"
- J.M. Santamaría, P.A. Braña Aisa "Análisis y Reducción de Riesgos en la Industria Química", Fundación Mapfre.
- Miller, M.J. "Reliability of Fire Protection", Chemical Engineering Progress, 70 (4):62 (April 1974)
- Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras, Tomo 1, J.M. Storch de Gracia.
- "OREDA" Offshore Reliability Data, 2ª. Edition.
- Process sensor, Control and safety equipment.
- OREDA-2002.Williams, Jeremy C., "Incorporating Human Performance Variability in Process Safety Assessment", (Publication source unknown)



ESTUDIO		
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "EXPLORACIÓN DEL ÁREA CONTRACTUAL 12".		DOCUMENTO No.: TEM-MA-ME-B12
PREPARADO: TEMA	FECHA: 25/ENE/21	REV. No.: 0

IX.6 PERSONAL QUE PARTICIPO EN LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO DE PROCESO.

En la siguiente tabla se muestra el personal que participó en la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos para la Exploración del área contractual 12.

Tabla IX-70. Relación del Personal Participante.

Participantes	Cargo	Firma
Ing. Yasser Iván Rivas Gutiérrez.	D. T. de Proyecto	
Ing. Gabriel Cruz Zepeda	Coordinador de Proyecto	
Ing. Yazmin Díaz Ramírez	Ingeniero de proyecto	

IX.7 ANEXOS.

Anexo 1. Planos.

Anexo 2. Fotografías

Anexo 3. Hojas de Datos de Seguridad.

Anexo 4. Otros Anexos.

- a) Documentos Legales.
- b) Cartografía Consultada.
- c) Información utilizada.
- d) Análisis de Posibles Riesgos (Contaminación Suelo y Agua).
- e) Hojas de Trabajo del Análisis Preliminar de Riesgo.
- f) Hojas de trabajo del Análisis de Riesgo de Proceso.
- g) Catálogo de Escenarios de Riesgo.
- h) Resultados del Análisis Detallado de Frecuencias.
- i) Hojas de Trabajo del Análisis Detallado de Consecuencias.
- j) Análisis de Capas de Protección (LOPA)
- k) Nivel de Seguridad (SIL)
- l) Listado de Recomendaciones.
- m) Autorizaciones Oficiales.

Anexo 5. CV Participantes de elaboración de Estudio.