



TECNOLOGICO DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE COACALCO

**“PAPEL DEL INGENIERO QUIMICO EN
LA PREVENCION DE DERRAMES DE
CRUDO COSTA FUERA”**

**INFORME TECNICO DE RESIDENCIAS
PROFECIONALES**

PARA OBTENER EL TITULO

INGENIERO QUIMICO

ESPECIALIDAD

PETROQUIMICA SECUNDARIA

PRESENTA

FERNANDA PAMELA AGUIÑAGA SANABRIA

ASESOR

ING. ALBERTO COCOM CELAYA

COACALCO DE BERRIOZABAL, MEX. ABRIL, 2024.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, les agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas.

Agradecerle a mi amiga la cual se han convertido en mi cómplice y hermana. Gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas.

RESUMEN

Desde 1860 hasta la actualidad, los hidrocarburos constituyen una gran proporción de las fuentes de energía renovables en todo el mundo. El uso de estos recursos requiere de más y mejores prácticas de gestión energética; su investigación, uso y tráfico es uno de los contaminantes más importantes del medio ambiente.

El interés por la contaminación ambiental es muy importante, las actividades humanas afectan nuestro medio ambiente a gran escala en un corto período de tiempo.

Dependiendo de las circunstancias y su ubicación, existen diferentes métodos para limpiar derrames de crudo.

México tiene grandes áreas contaminadas con crudo, principalmente por derrames y actividades de la industria petrolera. La contaminación del suelo y del agua ha aumentado debido a malas prácticas en el uso, refinación, comercialización, mantenimiento y almacenamiento del petróleo y sus derivados.

Para contener estos accidentes se debe tener en cuenta el entorno en el que se desarrollan las prácticas petroleras, teniendo en cuenta todos los factores que afectan al ecosistema, para que exista un plan de acción en caso de derrame.

Si bien los emprendimientos industriales traen beneficios económicos y sociales, también causan graves efectos ambientales en sus ubicaciones, que cambian la calidad y condición del agua, suelo, aire, flora y fauna y con ello afectan los ecosistemas (hábitats).

Se realizan reuniones presenciales para coordinación, actualización de planes, conferencias, prácticas reales de simulación, seguimiento del cumplimiento de acuerdos celebrados u otros objetivos relacionados con la protección de la vida humana, el medio ambiente y la propiedad de terceros.

Facilitar el ejercicio e informar los resultados y evaluaciones del personal que participó en el ejercicio, incluyendo sugerencias de cambios y/o adaptaciones, lecciones aprendidas, conclusiones y recomendaciones, y un plazo para que los consideren todos.

También debe realizar un programa de ejercicios anual para probar los planes operativos y la coordinación de la planificación y las operaciones.

INDICE

CAPITULO I	7
1.INTRODUCCION.....	8
1.2 DESCRIPCION DE LA ORGANIZACIÓN	9
1.3 DESCRIPCION DEL PUESTO	9
1.3 JUSTIFICACION	10
1.4 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.5 OBJETIVO	12
1.5.1 GENERAL.....	12
1.5.2 ESPECIFICO.....	12
CAPITULO II	13
1. MARCO TEORICO	14
2.1 CARACTERISTICAS DEL CRUDO	14
2.1.1 PROPIEDADES	14
2.2 ORIGEN DEL CRUDO	17
2.2.1 POTENCIA INTERNACIONAL DEL CRUDO	17
2.2.2 IMPACTO AMBIENTAL POR EL USO DE CRUDO	18
2.2.3 TRANSPORTE TERRESTRE	18
2.2.4 TRANSPORTE MARITIMO	19
2.3 CONTAMINACION	19
2.4 MATERIA Y RESIDUOS PELIGROSOS	20
2.4.1 NORMATIVA QUE SE DEBE CUMPLIR PARA EL TRANSPORTE VIA MARITIMA DEL CRUDO	20
2.4.2 OTRAS NORMAS	21
CAPITULO III	22
3.PREVENCIÓN DE DERRAMES DE CRUDO	23
3.1 PRIORIDADES DE LA PREVENCIÓN.....	23
3.2 ALCANCE	23
3.2.1 NIVEL DE RESPUESTA.....	24
3.2.2 COBERTURA GEOGRAFICA	24
3.3 GENERALIDADES DEL PLAN DE PREVENCIÓN.....	26
3.4 ÁREAS SENSIBLES Y VULNERABLES.....	26
3.5 MANEJO DE RECURSOS	26
3.6 SALUD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	26

3.6.1 ASPECTOS GENERALES.....	26
3.6.2 SEGURIDAD PERSONAL	27
3.6.3 ROPA DE PROTECCION.....	27
3.6.4 RIESGO DE INCENDIO.....	28
3.6.5 SEGUARAR ABORDO.....	28
3.7 EJERCICIO DE PREVENCIÓN.....	29
3.8 CAPACITACIONES	30
3.9 DOCUMENTACION.....	30
3.10 PLAN ANUAL	31
3.11 POSIBLES TRATAMIENTOS PARA LOS DERRAMES DE CRUDO	33
3.11.1 BARRENAS CONTENCION.....	33
3.11.2 BRAZOS DE ROCOGIDA KAMPER	37
3.11.3 SKIMMERS.....	38
3.11.4 QUEMA IN SITU	39
3.11.5 DISPERSANTES QUIMICOS.....	40
CONCLUSIONES	43
FUENTES DE INFORMACION.....	45
GLOSARIO	48
GLOSARIO DE ABREVIATURAS	51

INDICE DE TABLAS

TABLA 1.....	14
TABLA 2.....	16

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.....	25
FIGURA 2.....	34
FIGURA 3.....	35
FIGURA 4.....	35
FIGURA 5.....	36
FIGURA 6.....	37
FIGURA 7.....	37
FIGURA 8.....	38
FIGURA 9.....	39
FIGURA 10.....	40

CAPITULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.INTRODUCCION

La prevención de derrames de crudo es una preocupación fundamental en el ámbito ambiental y de seguridad, dado el impacto devastador que estos incidentes pueden tener en los ecosistemas, las comunidades y la economía. Desde la extracción hasta el transporte y la refinación, el petróleo cruza múltiples etapas en su ciclo de vida, y en cada una de ellas existe el riesgo de derrames y fugas que pueden causar daños irreparables.

Esta introducción se centra en abordar la importancia de la prevención de derrames de crudo, destacando los riesgos asociados y la necesidad de implementar medidas efectivas para mitigarlos.

El transporte de petróleo, ya sea por oleoductos, buques petroleros o camiones cisterna, presenta diversos desafíos que aumentan la probabilidad de derrames. La corrosión, el desgaste de la infraestructura, los errores humanos y los desastres naturales son solo algunos de los factores que pueden desencadenar incidentes de derrame.

Los derrames de crudo representan una amenaza significativa para los ecosistemas marinos y terrestres, así como para la salud pública y la economía. La contaminación del agua y del suelo, la muerte de la vida silvestre, la pérdida de hábitats naturales y las consecuencias socioeconómicas para las comunidades locales son algunas de las consecuencias más comunes de estos incidentes.

Ante esta problemática, es imperativo adoptar un enfoque proactivo en la prevención de derrames de crudo. Esto implica la implementación de medidas preventivas, como inspecciones regulares, mantenimiento de infraestructura, capacitación del personal, tecnologías de monitoreo avanzadas y cumplimiento estricto de regulaciones ambientales.

Además de la prevención, es crucial contar con planes de respuesta a emergencias bien desarrollados y recursos adecuados para actuar rápidamente en caso de derrame y minimizar su impacto.

En resumen, la prevención de derrames de crudo es esencial para proteger el medio ambiente, la salud pública y las comunidades afectadas por la actividad petrolera. Al tomar medidas preventivas adecuadas y establecer una respuesta efectiva a emergencias, podemos reducir los riesgos asociados con el transporte y manejo de petróleo, y trabajar hacia un futuro más seguro y sostenible.

1.2 DESCRIPCION DE LA ORGANIZACIÓN



PetroBal es una empresa mexicana comprometida con potenciar el sector de hidrocarburos en México. Nos enfocamos en la exploración y producción de hidrocarburos de manera segura y sostenible, con el uso de las tecnologías más avanzadas de la industria para generar el máximo valor en cada proyecto.

NUESTRA HISTORIA

Con base en la aprobación de los cambios constitucionales de diciembre de 2013 para permitir la participación de la iniciativa privada en la Industria Petrolera Mexicana, y con la aprobación de las leyes relacionadas en agosto de 2014, Grupo Bal toma la Iniciativa a inicios de 2015 de crear una empresa petrolera 100% mexicana y absolutamente comprometida con el desarrollo económico y energético de México.

En marzo de ese mismo año nace PetroBal, cuyo objetivo principal es la participación en las diferentes licitaciones públicas y la inversión capital en el ámbito de la Exploración y Producción (E&P). La premisa más importante es la maximización del valor económico de los hidrocarburos mediante el descubrimiento y la extracción racional y responsable de las reservas y recursos de petróleo y gas del País

Dirección: Calz Legaria 549, Legaria, Miguel Hidalgo, 11250 Ciudad de México, CDMX

Teléfono: 55 5275 6561

1.3 DESCRIPCION DEL PUESTO

Logística y Transporte

- Planificar y gestionar la logística, el almacén, el transporte y los servicios a los clientes.
- Dirección, optimización y coordinación de todo el ciclo de pedidos.
- Colaboración y negociación con proveedores, fabricantes, comerciantes y consumidores.
- Resolver cualquier problema o queja que surja.
- Cumplir objetivos de costes, productividad, precisión y puntualidad.

1.3 JUSTIFICACION

La prevención de derrames de crudo es fundamental por varias razones importantes:

Protección del medio ambiente: Los derrames de crudo tienen efectos devastadores en los ecosistemas marinos y terrestres, causando contaminación del agua, daño a la vida silvestre y pérdida de hábitats naturales. La prevención de estos derrames es crucial para preservar la biodiversidad y la salud de los ecosistemas.

Salud pública: La contaminación causada por los derrames de crudo puede tener graves repercusiones en la salud humana, tanto a corto como a largo plazo. El contacto con el crudo y sus derivados puede causar problemas respiratorios, dermatológicos y otros efectos adversos para la salud. Por lo tanto, prevenir derrames es esencial para proteger la salud de las comunidades que dependen del agua y los recursos naturales contaminados.

Economía y recursos naturales: Los derrames de crudo pueden tener impactos económicos significativos, afectando las industrias pesqueras, turísticas y otras actividades económicas que dependen de los recursos naturales afectados.

Responsabilidad social y ambiental: Las compañías petroleras y otras entidades involucradas en la extracción, transporte y refinación de petróleo tienen la responsabilidad de minimizar los impactos negativos de sus operaciones en el medio ambiente y las comunidades. La prevención de derrames es parte de esta responsabilidad y demuestra un compromiso con la protección ambiental y la seguridad pública.

En resumen, la prevención de derrames de crudo es esencial para proteger el medio ambiente, la salud pública, la economía y cumplir con las responsabilidades sociales y ambientales. Es una inversión crucial para garantizar un desarrollo sostenible y proteger los recursos naturales para las generaciones presentes y futuras

1.4 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

El planteamiento del problema en la prevención de derrames de crudo implica identificar y analizar las deficiencias existentes en las medidas de prevención y respuesta a estos incidentes. Algunos aspectos a considerar en este planteamiento podrían ser:

Fallas en la infraestructura petrolera: La obsolescencia, el deterioro y la falta de mantenimiento adecuado de las instalaciones petroleras pueden aumentar el riesgo de derrames debido a fugas, rupturas u otros fallos estructurales.

Prácticas de seguridad insuficientes: La falta de cumplimiento de estándares de seguridad por parte de las compañías petroleras, junto con la capacitación deficiente

del personal en protocolos de seguridad y respuesta a emergencias, puede contribuir a la ocurrencia de derrames.

Derrames y fugas en oleoductos y gasoductos: Las tuberías que transportan crudo están sujetas a fugas y rupturas debido al desgaste, la corrosión, la negligencia en el mantenimiento y los actos de sabotaje. Estos derrames pueden causar graves impactos ambientales en los ecosistemas terrestres y acuáticos.

Accidentes marítimos y derrames en buques petroleros: Los buques petroleros que transportan crudo están expuestos a riesgos como colisiones, encallamientos y averías mecánicas, que pueden resultar en derrames de gran magnitud en el mar, causando contaminación marina, daños a la vida marina y costera, y pérdidas económicas.

1.5 OBJETIVO

1.5.1 GENERAL

Prevenir el derrame de crudo y evitar al máximo estos incidentes y minimizar sus impactos negativos en el medio ambiente, la salud pública, la economía y las comunidades locales.

Esto se logra a través de una combinación de medidas proactivas destinadas a prevenir derrames antes de que ocurran, así como una respuesta rápida; Preservar la integridad de los ecosistemas marinos y terrestres, proteger la salud humana.

1.5.2 ESPECIFICO

1. Mejorar la seguridad y la gestión de riesgos en la industria petrolera: Esto implica implementar estándares y procedimientos de seguridad más estrictos en todas las etapas de la exploración, producción, transporte y almacenamiento de petróleo y sus derivados.
2. Fortalecer la regulación y el cumplimiento de normas: Asegurar que el personal involucrado en operaciones petroleras esté debidamente entrenado y equipado para manejar situaciones de emergencia y responder eficazmente en caso de derrames.
3. Capacitar al personal en protocolos de seguridad y respuesta a emergencias: Asegurar que el personal involucrado en operaciones petroleras esté debidamente entrenado y equipado para manejar situaciones de emergencia y responder eficazmente en caso de derrames.
4. Establecer planes de contingencia y respuesta a derrames: Desarrollar y mantener planes detallados de acción para responder rápidamente a derrames de crudo, incluyendo la coordinación entre autoridades gubernamentales, compañías petroleras y organizaciones de respuesta a emergencias.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

1. MARCO TEORICO

Para lograr comprender la afectación provocada por derrames de crudo y demás sustancias químicas en vía marítima es necesario saber qué estas son el primer receptor del contaminante.

2.1 CARACTERISTICAS DEL CRUDO

2.1.1 PROPIEDADES

El crudo está compuesto principalmente de hidrocarburos, estos elementos (hidrógeno y carbón) juntos constituyen cerca del 97% de la mayoría del crudo, mientras que los elementos menores; nitrógeno, azufre y oxígeno, hacen el restante 3%. El crudo algunas veces contiene sales minerales, así como metales traza tales como el níquel, vanadio y cromo. (Cuellar, J. A. G. 2006)

En general, los compuestos de hidrocarburo encontrados en el crudo están caracterizados por su estructura, estos incluyen compuestos saturados, olefinas, polares y aromáticos. (Cuellar, J. A. G. 2006)

En la Tabla 1 se presenta una síntesis de algunas características selectas de estos componentes.

Grupo	Sub-grupos (nombre alternativo)	Características selectas	Contenido típico en petróleo (%)
Saturados	1. Alcanos (alifáticos): n-alcanos (parafinas) están directamente encadenados; los isoalcanos están ramificados 2. Cicloalcanos (ciclo-parafinas o naftalenos): estructuras de anillos saturados. 3. Ceras: grandes compuestos saturados.	Alta tasa de degradación microbiana arriba del C22; Baja solubilidad en agua; Baja toxicidad acuática	Gasolina: 50-60 Diesel: 65-95 Crudo ligero: 55-90 Crudo pesado: 25-80 Combustible pesado: 20-30
Compuestos polares	1. Resinas: compuestos más pequeños que se une con S, N o O. 2. Asfaltenos: compuestos muy grandes.	Muy lenta degradación microbiana/física; Muy baja solubilidad en agua/toxicidad acuática.	Gasolina: 0 Diesel: 0-2 Crudo ligero: 1-15 Crudo pesado: 5-40 Combustible pesado: 10-30
Aromáticos	1. Monoaromáticos (BTX): un solo anillo de benceno. 2. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP): 2-6 anillos de benceno.	Más lenta tasa de degradación microbiana que los saturados; Alta solubilidad en agua; Alta toxicidad acuática	Gasolina: 25-40 Diesel: 5-25 Crudo ligero: 10-35 Crudo pesado: 15-40 Combustible pesado: 30-50

TABLA 1. Componentes del crudo y características selectas. (Yender *et al.*, 2002)

2.1.1.1 PROCESO DE INTEMPERISMO DE CORTO PLAZO

Evaporación: Es la transferencia de las fracciones volátiles del crudo, desde la fase líquida a la fase de vapor. Las tasas de evaporación dependen de la composición del crudo, superficie del área de la mancha, velocidad del viento, estado del mar, temperatura del agua y la radiación solar. (Cuellar, J. A. G. 2006)

Este proceso ocurre principalmente en las primeras 24 horas después del vertimiento, para continuar a más baja tasa por dos semanas. Durante las primeras 24 – 48 horas después de un derrame, la evaporación es el proceso de intemperismo más importante. La cantidad de crudo evaporado depende primeramente de la composición del mismo, entre más ligero más alta la pérdida por el proceso. (Cuellar, J. A. G. 2006)

Disolución: Es la transferencia de los componentes solubles en agua en el crudo hacia el agua. Empieza inmediatamente después del vertimiento y se considera que continúa a través del proceso de intemperismo. (Cuellar, J. A. G. 2006)

La pérdida del crudo por este proceso, sin embargo, es menor cuando se compara con los otros procesos. Menos del 0.1% (crudo muy pesado) al 2% (gasolina) del volumen del crudo derramado actualmente se disuelve en la columna de agua, pero los componentes que se disuelven son con frecuencia los más tóxicos y pueden, a bajas concentraciones, también contaminar organismos marinos. (Cuellar, J. A. G. 2006)

2.1.1.2 PROCESOS DE INTEMPERISMO DE LARGO PLAZO

Biodegradación: Las tasas dependen del tipo de aceite y pueden estar limitadas aún más por el oxígeno, los nutrientes y/o el área de superficie disponible para los microorganismos. Los crudos más pesados pueden tardar años o décadas en biodegradarse, y este proceso es un mecanismo muy importante para eliminar los residuos de crudo persistentes que quedan después de la limpieza costera. (Cuellar, J. A. G. 2006)

Sedimentación: Este es un proceso en el que las partículas de crudo suspendidas se hunden hasta el fondo de la columna de agua y pasan a formar parte de los sedimentos del fondo. (Cuellar, J. A. G. 2006)

La sedimentación puede ocurrir cuando las gotas de crudo se adsorben en partículas como arena y arcilla. La deposición ocurre más comúnmente cuando el crudo llega a playas arenosas y se adhiere a los sedimentos, se erosiona y se deposita en pequeñas cantidades en el ambiente costero. (Cuellar, J. A. G. 2006)

2.1.1.3 PROCESO DE INTEMPERISMO QUE CAMBIA LA LOCALIZACION DEL CRUDO

Dispersión: El crudo rápidamente se extiende en una capa muy delgada sobre la superficie del agua, la tasa a la cual ocurre está determinada por la tensión. Superficial del crudo, las corrientes de agua y viento. (Cuellar, J. A. G. 2006)

Advección: El crudo se mueve sobre la superficie del agua debido a las fuerzas generadas por vientos y corrientes en un proceso conocido como advección. La velocidad y dirección del viento puede variar rápidamente en el tiempo. (Cuellar, J. A. G. 2006)

Submersión: La mayoría de los crudo flota sobre la superficie del agua porque son menos densos que ella. Si el crudo es más denso que el agua, o se hace denso, así como los componentes más ligeros se evaporan, el crudo puede sumergirse. Si se fija a sedimentos suspendidos, el crudo puede hundirse al fondo. (Cuellar, J. A. G. 2006)

Una vez que es depositado sobre el fondo, los procesos de intemperismo son muy lentos, el crudo sumergido puede ser una fuente crónica de contaminación, por la lenta disolución de las fracciones solubles en agua y por cubrimiento físico de mariscos y equipo de pesca. (Cuellar, J. A. G. 2006)

En la Tabla 2, se presentan resumidos los procesos de intemperismo, así como de movimiento, que remueven los hidrocarburos desde su punto de origen.

Tipo de entrada	Intemperismo					Transporte o Movimiento Horizontal	Transporte o Movimiento Vertical	Sedimentación
	Persistencia	Evaporación	Emulsificación	Disolución	Oxidación			
Afloramientos naturales	años	A	M	M	M	A	M	M
<u>Derrames:</u>								
Gasolina	días	A	NR	M	B	B	B	NR
Destilados Ligeros	días	M	B	A	B	M	A	B
Crudos Destilados Pesados	meses	M	M	M	M	M	M	M
	años	B	M	B	B	A	B	A
Agua de Producción	días	M	NR	M	M	B	B	B
Operación de buques	meses	M	B	M	B	M	B	B
Atmosférica Terrestre	días	H	NR	M	M	A	NR	NR
	D	M	B	B	B	M	M	M

NOTA: A = alta; B = baja; M = moderada; NR = no relevante; D = desconocido

TABLA 2. Procesos que mueven el crudo lejos del punto de origen. (Modificado de NCR, 2002)

2.2 ORIGEN DEL CRUDO

El petróleo crudo, también conocido simplemente como petróleo, es un recurso natural formado por la descomposición de materia orgánica a lo largo de millones de años. El origen del crudo se remonta a la era geológica del Mesozoico, hace aproximadamente 65 a 230 millones de años.

El proceso de formación del petróleo comienza con la acumulación de restos de organismos marinos y terrestres, como plantas, algas y microorganismos, en fondos marinos y áreas terrestres. Con el tiempo, estos restos orgánicos se acumulan en depósitos sedimentarios, donde están sujetos a altas presiones y temperaturas.

Los depósitos de petróleo se encuentran en todo el mundo, en tierra y en aguas costeras y marinas, y su explotación y extracción se lleva a cabo mediante la perforación de pozos petroleros.

El crudo extraído se transporta y procesa en refinerías para la obtención de combustibles, aceites, lubricantes, asfaltos y otros productos. (Extracción y producción de petróleo y gas, 2020).

2.2.1 POTENCIA INTERNACIONAL DEL CRUDO

La potencia internacional del crudo se refiere al impacto significativo que tiene el petróleo en la geopolítica global, la economía mundial y las relaciones internacionales. Algunas razones clave por las cuales el crudo es considerado una fuente de potencia internacional.

En la economía global el crudo es una de las principales fuentes de energía del mundo y es fundamental para el funcionamiento de la economía global. (Delacámara, G., 2007).

Es utilizado en una amplia gama de sectores, incluyendo el transporte, la industria, la agricultura y la generación de energía. Los países con grandes reservas de petróleo tienen una ventaja económica significativa debido a los ingresos que generan a través de su exportación.

La influencia geopolítica en los países productores de petróleo, especialmente aquellos con grandes reservas, tienen una influencia geopolítica considerable en la escena internacional. Controlar grandes cantidades de petróleo puede otorgar poder y capacidad de influencia en las relaciones internacionales.

Dependencia energética: Muchos países dependen en gran medida del petróleo y sus derivados para satisfacer sus necesidades energéticas. La dependencia energética puede crear vulnerabilidades económicas y geopolíticas, especialmente cuando los precios del petróleo fluctúan o cuando hay interrupciones en el suministro. (Olicón, J. I. G., 2023)

2.2.2 IMPACTO AMBIENTAL POR EL USO DE CRUDO

El uso del crudo y sus derivados tiene múltiples impactos ambientales significativos en diversas etapas de su ciclo de vida, desde la extracción y transporte hasta la refinación y combustión. Algunos de los impactos ambientales más importantes incluyen:

Contaminación del aire: Durante la extracción, refinación y combustión del crudo y sus derivados, se emiten contaminantes atmosféricos como dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y partículas finas

Contaminación del agua: Los derrames de crudo durante el transporte marítimo y terrestre, así como las fugas en las instalaciones de almacenamiento y tuberías, pueden contaminar cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Esto afecta la calidad del agua potable, daña los ecosistemas acuáticos y compromete la salud de la vida silvestre.

Pérdida de biodiversidad: La destrucción de hábitats naturales causada por la extracción de crudo, la construcción de infraestructura petrolera y los derrames de crudo tienen un impacto negativo en la biodiversidad. Muchas especies de plantas y animales se ven afectadas directa o indirectamente por estas actividades, lo que puede resultar en la disminución de poblaciones y la extinción de especies.

2.2.3 TRANSPORTE TERRESTRE

El transporte terrestre del crudo es una parte importante de la cadena de suministro de petróleo y productos derivados del petróleo. Este método de transporte implica el movimiento de crudo a través de ferrocarriles, camiones cisterna y oleoductos a lo largo de distancias variables, desde campos petroleros hasta refinerías, terminales de almacenamiento o instalaciones de exportación. (Zabala, J., 2023)

Aquí hay algunas características y consideraciones clave sobre el transporte terrestre del crudo:

- **Camiones cisterna:** Los camiones cisterna son vehículos especializados diseñados para transportar grandes cantidades de crudo líquido. Se utilizan principalmente para el transporte en cortas y medianas distancias, especialmente en áreas donde no hay acceso a redes de oleoductos. (FasterCapita, recuperado 2024)
- **Oleoductos:** Los oleoductos son tuberías de gran diámetro diseñadas para transportar grandes volúmenes de crudo a través de largas distancias de manera eficiente y segura. Los oleoductos son una forma común de transporte terrestre del crudo y son ampliamente utilizados en muchas regiones del mundo. (Castro Vaquero, R., 2018)

- **Ferrocarriles:** El transporte de crudo por ferrocarril ha aumentado en popularidad en años recientes, especialmente en áreas donde no hay acceso a oleoductos o donde la infraestructura de transporte está limitada. Los vagones cisterna se utilizan para transportar crudo en forma líquida o en forma de arena bituminosa (bitumen) en trenes especializados. (El transporte de hidrocarburos por ferrocarril, Recuperado 2024)

En resumen, el transporte terrestre del crudo es una parte crucial de la infraestructura de suministro de petróleo, y cada método tiene sus propias ventajas y desafíos.

2.2.4 TRANSPORTE MARITIMO

El transporte marítimo es una parte fundamental de la industria petrolera global, permitiendo el movimiento eficiente de grandes volúmenes de petróleo crudo a través de los océanos y mares del mundo, algunas características y consideraciones son las siguientes:

Buques petroleros: Los buques petroleros son embarcaciones diseñadas específicamente para transportar grandes cantidades de crudo en forma líquida. Los petroleros pueden transportar crudo en bruto, productos petrolíferos refinados y otros productos químicos.

Los buques petroleros transportan crudo desde los campos petroleros de producción hasta las refinerías y terminales de almacenamiento en todo el mundo. Las principales rutas de transporte marítimo de crudo incluyen el Golfo Pérsico, el Mar del Norte, el Golfo de México y el Mar Caspio, entre otros. (Ojeda, C. A., 2017)

La seguridad y prevención de derrames es una preocupación importante en el transporte marítimo del crudo, especialmente en lo que respecta a la prevención de derrames y la protección del medio ambiente marino. Se implementan medidas de seguridad y procedimientos operativos para minimizar el riesgo de derrames, como la inspección regular de los cascos de los buques, la capacitación del personal y el seguimiento constante de las condiciones operativas. (del Pozo Cosio, V., 2015)

A pesar de las medidas de seguridad, el transporte marítimo del crudo presenta ciertos riesgos y desafíos, incluidos los accidentes de navegación, las colisiones entre buques, los encallamientos, las fallas mecánicas y los actos de piratería. Estos incidentes pueden resultar en derrames de crudo y daños ambientales significativos.

2.3 CONTAMINACION

El término contaminación puede definirse como la introducción al ambiente de un compuesto, en cantidad tal que incrementa su concentración natural, y que excede la capacidad de la naturaleza para degradarlo y reincorporarlo a los ciclos de transformación de materia y energía. (Puente et al., 2004).

2.4 MATERIA Y RESUDUOS PELIGROSOS

Según la LGEEPA, los materiales o residuos peligrosos constituyen una amenaza para el medio ambiente, la salud y los recursos naturales por sus propiedades. Se deberá utilizar el análisis CRETIB para clasificar el material o residuo como peligroso. (Cortinas de Nava Cristina, C., 2005)

Su nombre proviene de las siglas que corresponden a cada propiedad del material así: Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad y Biocompatibilidad. Dicho análisis debe realizarse conforme a la normatividad y se considera confiable únicamente si es realizado por la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. en laboratorios homologados. Se consideran materiales o residuos todos los materiales o residuos con resultado positivo para alguna de las propiedades mencionadas peligroso.

2.4.1 NORMATIVA QUE SE DEBE CUMPLIR PARA EL TRANSPORTE VIA MARITIMA DEL CRUDO

En México, el transporte marítimo de crudo está regulado por diversas normativas y regulaciones que establecen los requisitos y estándares para garantizar la seguridad, protección ambiental y eficiencia en el movimiento de crudo a través de las aguas territoriales mexicanas.

Ley de navegación y Comercio Marítimo: Esta ley establece disposiciones generales para regular las actividades marítimas en México, incluido el transporte de crudo. Define las responsabilidades y obligaciones de los propietarios y operadores de buques, así como las autoridades marítimas mexicanas.

Nomás Oficiales Mexicanas: Las NOM son regulaciones técnicas emitidas por autoridades mexicanas competentes para garantizar la calidad, seguridad y protección ambiental en diversos sectores, incluido el transporte marítimo de crudo. Las NOM relevantes para este sector pueden incluir especificaciones técnicas para la construcción y operación de buques petroleros, así como para la prevención de la contaminación por hidrocarburos en el mar.

Convencion Internacional para la Prevención de Contaminantes por buques (MARPOL): México es signatario de la Convención MARPOL, que establece estándares internacionales para prevenir la contaminación del medio marino por los buques, incluidos los derrames de petróleo y otros contaminantes. Como parte de su compromiso con MARPOL, México ha adoptado regulaciones nacionales para implementar y hacer cumplir los requisitos de esta convención.

Regulaciones específicas de PEMEX y otras empresas petroleras: Petróleos Mexicanos (PEMEX) y otras empresas petroleras que operan en México pueden tener regulaciones internas y procedimientos específicos para el transporte marítimo de crudo que complementan las regulaciones gubernamentales. Estas

regulaciones pueden abordar aspectos como la gestión de riesgos, la seguridad operativa y los estándares de calidad.

2.4.2 OTRAS NORMAS

NOM-EM-007-ASEA-2016: Esta norma, emitida por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), establece los criterios y procedimientos para el transporte por ducto de petróleo crudo, petrolíferos, petrolíferos refinados y otros hidrocarburos líquidos.

NOM-EM-005-ASEA-2017: Esta norma regula el transporte por ducto de gas natural, petrolíferos, petróleo crudo y otros hidrocarburos líquidos.

NOM-EM-003-ASEA-2016: Esta norma establece los criterios y procedimientos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente aplicables a las actividades de transporte de gas natural, petróleo crudo y petrolíferos por ducto.

NOM-001-ASEA-2019: Esta norma establece los criterios para identificar los materiales, residuos peligrosos y los materiales reciclables derivados de las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos.

NOM-022-ASEA-2018: Esta norma regula las actividades para el manejo de los residuos peligrosos generados en instalaciones de perforación y terminales de almacenamiento y reparto de hidrocarburos.

CAPITULO III

RESULTADOS

3.PREVENCIÓN DE DERRAMES DE CRUDO

La prevención de derrames de crudo es de vital importancia para proteger el medio ambiente, la vida silvestre, las comunidades costeras y la salud pública.

El mantenimiento preventivo nos ayuda a realizar inspecciones regulares y mantenimiento preventivo en instalaciones petroleras, oleoductos, buques petroleros y equipos relacionados para identificar y abordar posibles puntos de falla antes de que ocurran derrames.

La capacitación y enteramiento a los trabajadores de la industria petrolera en técnicas de seguridad, manejo de emergencias y procedimientos de respuesta a derrames para garantizar una respuesta rápida y efectiva en caso de incidentes.

Siempre se deben de realizar evaluaciones de riesgos y desarrollar planes de gestión de riesgos integrales para identificar y mitigar posibles amenazas a la seguridad y evitar derrames de crudo.

En la respuesta de emergencia se deben desarrollar planes de respuesta a emergencias detallados y realizar ejercicios de simulación periódicos para preparar y capacitar a los equipos de respuesta en la gestión eficaz de derrames de crudo.

Al implementar estas medidas de prevención de derrames de crudo de manera integral y efectiva, se puede reducir significativamente el riesgo de derrames y minimizar su impacto en el medio ambiente y las comunidades afectadas.

3.1 PRIORIDADES DE LA PREVENCIÓN

Las prioridades en la administración de emergencias, independientemente de la naturaleza de que se trate, para mitigar los daños se realizará conforme al siguiente orden:

- A la vida humana
- Al medio ambiente
- A la propiedad de la nación y de terceros, ocasionados por accidentes ocurridos costa afuera.

3.2 ALCANCE

A fin de garantizar una prevención oportuna y efectiva ante la ocurrencia o amenaza de incidentes contaminantes en las zonas marítimas mexicanas, se tendrán planes locales y regionales.

1. Establece sistemas de notificación, alerta y evaluación
2. Identifica la cadena de mando y las responsabilidades relacionadas, incluyendo la autoridad nacional competente y la organización nacional de respuesta ante derrames.

3. Establece un procedimiento de incidentes.
4. Identifica y clasifica el tamaño del derrame a fin de establecer los niveles de respuesta que se requiere cuantificar para su atención

3.2.1 NIVEL DE RESPUESTA

Identificaremos y clasificaremos el tamaño del derrame a fin de establecer los niveles de respuesta que se requiere para su atención, se clasifican con base en lo siguiente:

Nivel Uno: Derrame accidental que ocurre en o cerca de una instalación como resultado de operaciones de rutina.

Nivel Dos: Derrames medianos que ocurren en las cercanías de una instalación como resultado de un hecho no rutinario. Es posible que haya impactos significativos y que se requiera apoyo externo (regional) para dar respuesta adecuada al derrame. La capacidad de respuesta se obtiene con recursos locales o de la región.

Nivel Tres: Grandes derrames que ocurren cerca o lejos de una instalación como resultado de un hecho no rutinario, y que requieren recursos y apoyo significativos de cooperativas de derrames nacionales o internacionales para mitigar los efectos que se perciben como de amplio alcance, es decir, de importancia nacional o internacional.

3.2.2 COBERTURA GEOGRAFICA

La cobertura geográfica del presente comprende las zonas marítimas mexicanas establecidas en el artículo tercero de la Ley Federal del Mar:

- Mar Territorial
- Aguas Marinas Interiores
- Zona Contigua
- Zona Económica Exclusiva
- Plataforma Continental y las Plataformas Insulares
- Cualquier otra permitida por el derecho internacional.

La cobertura geográfica se muestra en la Figura 3, además se indican las jurisdicciones de las Regiones Navales y la ubicación de las Zonas y Sectores Navales del país.

3.3 GENERALIDADES DEL PLAN DE PREVENCIÓN

Con el fin de reducir la contaminación del medio ambiente y los daños a los ecosistemas marinos, establece responsabilidades e integra una organización de respuesta para contar con una reacción oportuna y adecuada ante casos de incidentes contaminantes provocados por derrames de crudo.

El plan de prevención se activará cuando en las zonas marinas mexicanas establecidas en la Ley Federal del Mar, ocurra un incidente contaminante debido a: derrame de la carga de un buque tanque o de su combustible; accidente de una embarcación o entre embarcaciones que produzcan un derrame; descontrol de plataformas de exploración o extracción de crudo o fallas de material en oleoductos submarinos.

3.4 ÁREAS SENSIBLES Y VULNERABLES

Se deberá identificar las áreas sensibles de cuidado especial o crítico en el área sensibles requieren inmediata consideración si son amenazadas por un derrame.

La protección de las áreas de importancia económica y de sensibilidad ambiental es de primordial importancia en un derrame de crudo. La protección de recursos vulnerables generalmente implica el uso de acciones de protección y contención que se deberán establecer en el ABAN.

3.5 MANEJO DE RECURSOS

Cuando las capacidades de contención y recuperación para la atención del incidente, se llevarán a cabo las gestiones en coordinación del Comando Unificado (CU) para la obtención de los recursos que sean necesarios para la atención del incidente.

3.6 SALUD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

El oficial de seguridad es el responsable de asegurar que, el equipo de protección personal a ser empleado durante la ejecución de las operaciones de respuesta a un incidente cumpla con la normatividad establecida por la autoridad competente.

3.6.1 ASPECTOS GENERALES.

Dependiendo del tipo de petróleo, de la cantidad derramada y de números factores, es posible que exista una atmósfera inflamable donde hay un derrame de petróleo. Esto es aún más cierto si el derrama es de gasolina o de crudo. Si esta condición existe debe de usarse equipo de prueba de explosión. Debe de considerarse los tipos de motores de las embarcaciones; Estará prohibido fumar y usar luces descubiertas.

3.6.2 SEGURIDAD PERSONAL

La seguridad personal ante un derrame de crudo es de suma importancia para proteger la salud y el bienestar de quienes se encuentran en áreas afectadas por el derrame, algunas medidas de seguridad personal que se deben seguir en caso de enfrentarse a esta situación:

- Evitar el contacto directo: Si estás cerca de un derrame de crudo, evita el contacto directo con el petróleo y sus vapores. El petróleo puede ser tóxico y causar irritación en la piel, problemas respiratorios y otros efectos adversos para la salud.
- Utilizar equipo de protección personal: Si es necesario acercarse al área del derrame, asegúrate de usar el equipo de protección personal adecuado.
- Seguir la instrucción de los equipos de respuesta: Si estás participando en las operaciones de respuesta al derrame, sigue las instrucciones y recomendaciones de los equipos de respuesta entrenados y autorizados.

3.6.3 ROPA DE PROTECCION.

- Traje impermeable: Un traje impermeable de cuerpo entero, preferiblemente hecho de materiales resistentes al petróleo, puede proporcionar una barrera efectiva contra el contacto directo con el crudo y sus componentes químicos.
- Guantes de protección: Se deben usar guantes resistentes al petróleo para proteger las manos y los antebrazos de la exposición al crudo y otros productos químicos. Los guantes de nitrilo o neopreno son opciones comunes para este propósito.
- Gafas de protección: Las gafas de protección o gafas de seguridad ayudan a proteger los ojos de salpicaduras de petróleo y productos químicos.
- Mascara respiratoria o respirador: Dependiendo de la concentración de vapores tóxicos presentes en el aire, puede ser necesario usar una máscara respiratoria o un respirador para protegerse de la inhalación de vapores de petróleo.
- Botas de seguridad: Las botas impermeables y resistentes al petróleo protegen los pies y las piernas de la exposición al crudo y sus productos químicos.

3.6.4 RIESGO DE INCENDIO.

El riesgo de incendio ante un derrame de crudo es significativo debido a la inflamabilidad del petróleo y sus vapores. Cuando ocurre un derrame de crudo, hay varios factores que pueden aumentar el riesgo.

- Vapores inflamables: El petróleo crudo emite vapores altamente inflamables que pueden mezclarse con el aire y formar una mezcla explosiva en ciertas concentraciones. Estos vapores pueden encenderse fácilmente en presencia de una fuente de ignición, como una chispa o una llama abierta.
- Temperaturas elevadas: Las altas temperaturas ambientales o la exposición a fuentes de calor, como maquinaria en funcionamiento o equipos de soldadura, pueden aumentar la volatilidad del petróleo crudo y aumentar el riesgo de ignición.
- Fuentes de ignición externa: La presencia de fuentes de ignición externas, como vehículos de motor, maquinaria eléctrica o equipos industriales, aumenta el riesgo de incendio en áreas donde hay derrames de crudo.

3.6.5 SEGURAR ABORDO.

La seguridad a bordo de buques petroleros y otras embarcaciones involucradas en el transporte de crudo es de suma importancia para prevenir accidentes, proteger vidas y minimizar los impactos ambientales.

- Entrenamiento y capacitación: Todos los miembros de la tripulación deben recibir entrenamiento exhaustivo en seguridad marítima, procedimientos de emergencia, manejo de cargas peligrosas y prevención de derrames.
- Planificación de seguridad: Antes de zarpar, se debe desarrollar un plan de seguridad que incluya procedimientos para abordar diferentes tipos de emergencias, como incendios, derrames de crudo, colisiones y encallamientos.
- Equipo de seguridad: A bordo se deben mantener equipos de seguridad adecuados, como chalecos salvavidas, botes salvavidas, balsas salvavidas, extintores de incendios, sistemas de detección de incendios, equipos de respiración autónoma, equipos de protección personal y equipos de control de derrames.
- Seguridad en la carga y descarga: Durante las operaciones de carga y descarga de crudo, se deben seguir estrictos procedimientos de seguridad para evitar derrames y asegurar que la carga se maneje de manera segura.
- Cumplimiento de regulaciones: Se deben cumplir estrictamente todas las regulaciones marítimas y ambientales aplicables, así como los estándares de la Organización Marítima Internacional (OMI) y otras autoridades competentes.

3.7 EJERCICIO DE PREVENCIÓN

Para la prevención de los derrames de crudo, se podrían hacer reuniones por lo menos cuatro veces al año con la finalidad de tratar temas de interés, analizar los incidentes de contaminación que hubieran ocurrido, planificar ejercicios y hacer recomendaciones para mantener el respectivo plan actualizado.

Las reuniones ordinarias serán programadas con fines de coordinación, actualización de los planes, conferencias, prácticas de simulacros de derrames, seguimiento al cumplimiento de los acuerdos alcanzados u otros fines relacionados con la protección a la vida humana, el medio ambiente y la propiedad de terceros en caso de presentarse derrames en el mar.

Los Organismos de Coordinación Regional y Local pondrán en ejecución el plan correspondiente para llevar a cabo prácticas o ejercicios, así como con despliegue del equipo, en el cual se probará la respuesta, eficacia y eficiencia de los recursos disponibles. Para ello se efectuará el planteamiento de simulacros y en campo de derrames, entre otros aspectos los siguientes:

1. Estimación tanto del peor escenario de riesgo, como del escenario más probable de presentarse, los recursos materiales, financieros y humanos necesarios para atender la emergencia y mitigar su impacto, y la toma de decisiones, bajo la metodología sé que establezca.
2. Desarrollo del Plan mediante la ejecución de operaciones de contención, recolección, disposición temporal y final de sustancias contaminantes y limpieza, a fin de coadyuvar con el saneamiento ecológico de las áreas afectadas.
3. Supervisión del ejercicio y presentación ante de un informe de resultados y evaluación del personal participante en el simulacro, incluyendo las propuestas de modificaciones y/o adecuaciones, lecciones aprendidas, observaciones y recomendaciones estableciendo para cada una de estas el plazo para su atención.
4. Ejercicios con despliegue de equipos y embarcaciones de respuesta a derrames de hidrocarburos.
5. Limpieza costera

Cada Dependencia participante deberá elaborar un programa de capacitación anual que incluya a su personal involucrado en los Planes de Contingencias. Así mismo debe realizar un programa anual de ejercicios para probar los Planes de respuesta y la coordinación de planificación y operaciones

3.8 CAPACITACIONES

Las capacitaciones para la prevención de derrames de crudo son fundamentales para asegurar que el personal esté debidamente preparado para identificar, prevenir y responder a situaciones de derrame de manera efectiva.

Proporcionar entrenamientos en manejo seguro de productos petroleros, proporcionar información sobre los riesgos asociados con el manejo de crudo y otros productos petroleros, así como prácticas seguras para su almacenamiento, manipulación y transporte.

Enseña a los empleados sobre los procedimientos y medidas preventivas específicas para evitar derrames de crudo durante las operaciones diarias, como la carga y descarga de tanques, la transferencia de productos y el mantenimiento de equipos.

Capacita al personal sobre el uso correcto de equipos de protección personal, como gafas de seguridad, guantes, botas y trajes de protección, para minimizar la exposición al crudo en caso de derrame.

Entrena al personal en los procedimientos de respuesta a emergencias en caso de derrames de crudo, incluyendo la activación de alarmas, la evacuación segura, la contención inicial del derrame y el uso de equipos de control de derrames.

Realiza ejercicios prácticos y simulacros de derrames de crudo para familiarizar al personal con los procedimientos de respuesta a emergencias, evaluar la efectividad de los planes de contingencia y mejorar la coordinación entre los equipos de respuesta.

Es importante que estas capacitaciones sean continuas, se adapten a las necesidades específicas del personal y se refuercen regularmente para garantizar un alto nivel de preparación y concientización en cuanto a la prevención de derrames de crudo.

3.9 DOCUMENTACION

La documentación para la prevención de derrames de crudo es crucial para establecer y mantener prácticas seguras en instalaciones petroleras, operaciones de transporte de crudo y otras actividades relacionadas.

Planes de contingencia y respuesta a derrames: Estos planes detallan los procedimientos y recursos necesarios para responder rápidamente a derrames de crudo. Deben incluir roles y responsabilidades, mapas de riesgos, protocolos de comunicación, listas de contactos de emergencia y acciones específicas para diferentes escenarios de derrames.

Procedimiento operativo estándar (POEs): Los POEs describen los pasos y medidas de seguridad que deben seguirse durante las operaciones diarias para prevenir derrames de crudo. Esto incluye procedimientos de carga y descarga, inspecciones de equipos, mantenimiento preventivo, manejo de residuos y operaciones de emergencia.

Planes de mantenimiento preventivo: Estos planes detallan las actividades programadas de mantenimiento y monitoreo para garantizar que los equipos críticos estén en condiciones óptimas de funcionamiento y reducir el riesgo de fallas que podrían resultar en derrames de crudo.

Protocolos de entrenamiento y capacitaciones: Estos documentos delinear los temas de capacitación, los materiales de instrucción y los métodos de evaluación utilizados para entrenar al personal en prácticas seguras de trabajo, manejo de emergencias y uso adecuado de equipos de protección personal.

Registro de seguridad y incidentes: Se deben mantener registros detallados de incidentes, accidentes, inspecciones, auditorías y capacitaciones relacionadas con la prevención de derrames de crudo. Estos registros son importantes para el seguimiento del desempeño, la identificación de tendencias y la mejora continua del programa de prevención de derrames.

Planes de comunicación de riesgo: Estos planes describen cómo se comunicarán los riesgos asociados con el manejo de crudo a los empleados, contratistas, autoridades reguladoras y otras partes interesadas. Deben incluir estrategias para educar y concientizar sobre los peligros y medidas preventivas.

Documentación regulatoria y de cumplimiento: Esto incluye permisos, licencias, certificaciones y otros documentos requeridos por las autoridades reguladoras para operar instalaciones petroleras y realizar actividades relacionadas con el manejo de crudo de manera legal y segura.

3.10 PLAN ANUAL

El desarrollo de un plan anual para la prevención de derrames de crudo es fundamental para garantizar la seguridad y protección del medio ambiente en instalaciones petroleras, operaciones de transporte de crudo y otras actividades relacionadas, estos son los esquemas la elaboración de un plan anual de prevención de derrames de crudo:

Análisis de riesgos y evaluación de vulnerabilidades:

- Identificar las instalaciones, equipos y operaciones con mayor riesgo de derrames de crudo.
- Evaluar los posibles impactos ambientales, sociales y económicos de los derrames en diferentes escenarios.

- Identificar áreas sensibles y vulnerables que requieren una atención especial en términos de prevención y respuesta a derrames.

Objetivos y metas de prevención de derrames:

- Establecer objetivos claros y alcanzables para la prevención de derrames de crudo.
- Definir metas específicas para reducir la frecuencia y gravedad de los derrames, así como para mejorar la capacidad de respuesta ante emergencias.

Medidas de prevención y control:

- Desarrollar e implementar medidas de prevención de derrames, como mantenimiento preventivo de equipos, inspecciones regulares, capacitación del personal y mejoras en los procesos operativos.
- Identificar y aplicar controles ingenieriles y administrativos para minimizar los riesgos de derrame en las actividades diarias.

Capacitación y entrenamiento:

- Planificar sesiones de capacitación y entrenamiento para todo el personal involucrado en operaciones relacionadas con el manejo de crudo.
- Incluir temas como manejo seguro de productos petroleros, procedimientos de emergencia, uso adecuado de equipos de protección personal y comunicación de riesgos.

Ejercicios y simulacros:

- Programar ejercicios de simulacro de derrames de crudo para probar la efectividad de los planes de respuesta y la capacidad de los equipos de respuesta ante emergencias.
- Evaluar los resultados de los ejercicios y realizar ajustes en los planes de respuesta según sea necesario.

Monitoreo y seguimiento:

- Establecer un sistema de monitoreo continuo para evaluar el desempeño en la prevención de derrames y la respuesta a emergencias.
- Realizar revisiones periódicas del cumplimiento normativo, los incidentes ocurridos y los indicadores clave de desempeño.

Divulgación de información y comunicación:

- Comunicar de manera clara y transparente las políticas, procedimientos y resultados relacionados con la prevención de derrames de crudo a todas las partes interesadas, incluido el personal, las autoridades reguladoras y las comunidades locales.

Revisión y actualización del plan:

- Revisar y actualizar el plan anual de prevención de derrames de crudo de manera regular, incorporando lecciones aprendidas, cambios en la normativa y avances tecnológicos.

3.11 POSIBLES TRATAMIENTOS PARA LOS DERRAMES DE CRUDO

Una vez que el crudo se ha introducido a los sistemas marinos, es importante evaluar los posibles destinos que sufrirá este recurso ya que estará expuesto a los factores que contribuyen a su eliminación de la columna de agua, ya sea por evaporación, escurrimiento, dispersión, emulsificación y disolución.

La remediación significa facilitar un remedio a alguna situación dada, en este caso lo referiré a la remoción de contaminación o contaminantes del medio ambiente, en la industria muchas veces solo se termina entendiendo como legislación, como solo un protocolo para la exploración, explotación y exportación de crudo en México.

3.11.1 BARRENAS CONTENCION

Las barreras anticontaminación son los medios físicos para poder efectuar las labores de contención, control, protección y recuperación de crudo. Son elementos flotantes que pueden ser de muy diferentes formas y medidas pero que tienen básicamente por función, tras un vertido, el intentar evitar la dispersión de crudo en el agua o concentrarlo en lo posible para el empleo posterior de medios mecánicos de recogida.

Al principio sus diseños estaban basados en artes de pesca formadas por redes y flotadores que los pescadores comenzaron a fabricar artesanalmente, todavía hoy se utilizan estas barreras artesanales con mejor o peor resultado.

El aumento en los últimos 50 años del tráfico marítimo, el transporte de crudo por mar, la cantidad de vertidos, la mayor presión medioambiental y la necesidad de medios para proteger la costa intentando recuperar el crudo que flote, han llevado a la aparición modernas barreras con diseño basado en la dinámica de fluidos.

Las barreras pueden ser de múltiples formas y tamaños, pero un elemento común a todas ellas son las partes que la forman:

Flotador: Es la parte alta, da flotabilidad al conjunto manteniendo a las barreras por encima del agua.

Faldón: También llamada cortina, es la parte media y su función es evitar que el crudo pueda pasar bajo los flotadores.

Lastre: En la parte baja, puede estar formado por una cadena, plomadas, pesos metálicos, etc. su función es dar estabilidad a todo el conjunto de la barrera manteniendo esta vertical y evitando que el oleaje o el viento puedan tumbarla.

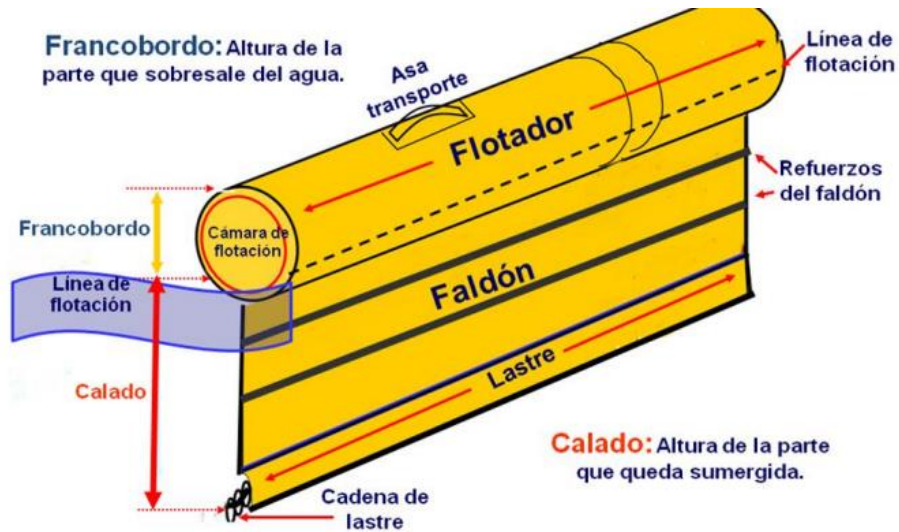


FIGURA 2. Partes de la barrera. (Ferreiro, P. C. 2013)

3.11.1.1 TIPOS DE BARRENAS

Aunque actualmente existen en el mercado múltiples tipos de barreras, se pueden establecer tres grandes grupos basándose en diferentes características:

Por tamaño y uso:

- A. Barreas oceánicas
- B. Barreras costeras
- C. Barreas portuarias

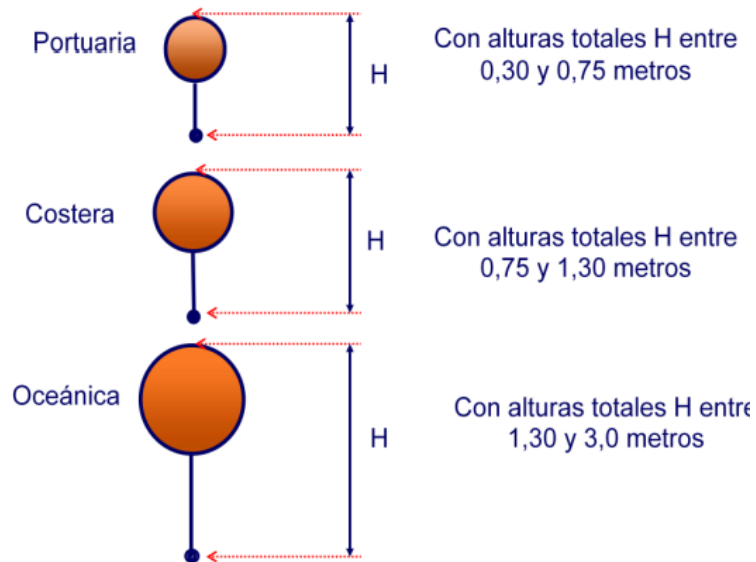


FIGURA3. Alturas totales de barreras según el tipo. (Ferreiro, P. C. 2013)

A. Portuarias

Son barreras con una altura entre 0,30 y 0,75 m para protección de zonas portuarias o radas de aguas tranquilas, sin corrientes y con una altura de ola inferior al medio metro.



FIGURA 4. Barrena Portuaria. (Ferreiro, P. C. 2013)

B. Costeras

Son barreras con una altura entre 0,75 y 1,30 m para uso en zonas costeras o próximas a esta, bahías o estuarios con aguas no protegidas, zonas de corriente o viento y alturas de ola de hasta 1 metro.

Para su despliegue necesita más personal, medios mecánicos de inflado y unidades marítimas que colaboren en su remolque y tendido siendo su utilización más lenta y laboriosa usándose por ello en las ocasiones en que una intervención inmediata no es imprescindible. Su utilidad es la contención de crudo en vertidos próximos a la costa y la protección de todo tipo de zonas de costa sensible



FIGURA 5. Barrena Costera. (Ferreiro, P. C. 2013)

C. Oceánicas

Son barreras con una altura entre 1,30 y 3,0 m para uso en aguas expuestas y alta mar. Estas barreras tienen flotadores cilíndricos inflables, con una baja presión de inflado que les confiere una muy buena adaptación a las olas. De construcción robusta, pensadas para ser remolcadas en grandes tramos por unidades marítimas, soportan cargas de roturas de hasta 50 toneladas, pudiendo ser operativas hasta con alturas de ola de 3 metros.

Su utilidad es la contención y confinamiento de grandes derrames lejanos a la costa en condiciones adversas y pueden ser combinadas con diferentes medios mecánicos para la recogida del hidrocarburo mediante su remolque adoptando configuraciones que concentran el vertido en el seno de la barrera.



FIGURA 6. Barrena Oceánica. (Ferreiro, P. C. 2013)

3.11.2 BRAZOS DE ROCOGIDA KAMPER

Es un sistema de brazos (en babor y estribor) de barrido para la recogida mecánica de crudo. La mayoría de los buques anticontaminación concentran sus esfuerzos en la recogida de contaminantes sin provocar daños ambientales con agentes químicos de dispersión, por eso los brazos Kamper son unos de los principales métodos de recogida mecánica limpia.



FIGURA 7. Brazo recogido Kamper. (Ferreiro, P. C. 2013)

Este sistema es aconsejable utilizarlo cuando se trate de un vertido de grandes dimensiones. Los brazos están estibados en cubierta, y en el momento de la recogida se desplegarán mediante sus propios pescantes.

Durante la operación estos brazos se apoyarán en el costado del buque formando un ángulo de 60° aproximadamente en el sentido de avance del buque por medio de un cable y una eslinga de seguridad, y el buque avanzará con una velocidad de barrido de 1,5 a 3 nudos. El vertido en cuestión se dirigirá por medio de la pantalla hacia el alojamiento de la bomba sumergida, la cual mediante mangueras se conecta al sistema de carga del buque.

3.11.3 SKIMMERS

El Transrec es un sistema para la recogida de todo tipo de hidrocarburos derramados en la mar, en cualquier situación meteorológica. Principalmente el sistema lo compone las cabezas de recogida de hidrocarburos, denominadas Skimmer, y el equipo encargado de establecer la comunicación mediante mangueras para meter el hidrocarburo en los tanques del buque, denominado Transrec.

Es una grúa que permite el movimiento del Skimmer. Lleva un tambor donde se estiba todo el cable umbilical de comunicación eléctrica, hidráulica y de descarga del Skimmer. Su control puede ser local, desde el cuadro eléctrico, o remoto desde un mando. La longitud del umbilical es de 95 metros. Su accionamiento es hidráulico, mediante la unidad hidráulica del buque.



FIGURA 8. Grúa Transrec. (Ferreiro, P. C. 2013)

El Skimmer es la unidad encargada de la recogida de la mancha de hidrocarburos. Hay dos tipos:

- Weir Skimmer para bajas viscosidades
- HiWax Skimmer para altas viscosidades.

Ambos llevan un equipo propulsor gobernado a control remoto y están conectados al Transrec mediante el umbilical.

El umbilical es una especie de manguera flexible por cuyo interior se establece la comunicación eléctrica, hidráulica y aloja la manguera por la cual circula el hidrocarburo recuperado.



FIGURA 9. SKIMMER. (Ferreiro, P. C. 2013)

3.11.4 QUEMA IN SITU

La quema in situ puede utilizarse como un método de tratamiento de derrames de crudo en situaciones específicas donde no es posible o práctico recuperar el crudo derramado de manera convencional. Aunque la quema in situ no es la primera opción para el tratamiento de derrames, puede ser considerada en casos donde otras técnicas no son viables debido a la ubicación remota del derrame, la dificultad de acceso, la presencia de crudo viscoso o la falta de infraestructura para la recuperación.

Cuando se implementa la quema in situ como tratamiento de derrames de crudo, se lleva a cabo un proceso controlado de combustión del crudo derramado en la superficie o en capas superficiales del suelo. Este proceso puede ser útil para eliminar rápidamente grandes volúmenes de crudo, reduciendo así el riesgo de contaminación del medio ambiente y protegiendo las áreas sensibles cercanas al derrame.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la quema in situ puede generar emisiones de gases y contaminantes atmosféricos, lo que puede tener impactos negativos en la calidad del aire y la salud humana. Por lo tanto, su uso debe estar

sujeto a regulaciones ambientales estrictas y se deben implementar medidas de control de emisiones para minimizar los impactos ambientales.

Además, la quema in situ como tratamiento de derrames de crudo debe ser evaluada caso por caso, considerando factores como la magnitud del derrame, la composición del crudo, las condiciones climáticas y la presencia de poblaciones humanas o ecosistemas sensibles en las áreas afectadas.



FIGURA 10. Ejemplo del tratamiento de la quema in situ. (Oil Spill Response Limited. 2022)

3.11.5 DISPERSANTES QUIMICOS

Los dispersantes químicos son sustancias utilizadas como tratamiento de derrames de crudo para dispersar y romper las manchas de petróleo en pequeñas gotas en el agua. Esta dispersión facilita la mezcla del crudo con el agua circundante, lo que aumenta la superficie de contacto entre el petróleo y los microorganismos presentes en el medio ambiente, acelerando así su biodegradación natural.

Los dispersantes químicos pueden ser efectivos para tratar derrames de crudo en agua, especialmente en áreas donde la recuperación mecánica no es factible debido a condiciones climáticas adversas, la presencia de hábitats sensibles o la lejanía del derrame. Además, el uso de dispersantes químicos puede reducir la exposición de la fauna marina y las aves a las manchas de petróleo, minimizando así los impactos negativos en los ecosistemas acuáticos.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el uso de dispersantes químicos puede tener impactos ambientales y ecológicos adversos, especialmente si se utilizan en exceso o en condiciones inapropiadas. Algunos de los posibles efectos

secundarios incluyen la toxicidad de los dispersantes para la vida marina, la persistencia de los productos químicos en el medio ambiente y la formación de emulsiones estables que pueden ser más difíciles de limpiar.

Por lo tanto, el uso de dispersantes químicos como tratamiento de derrames de crudo debe ser cuidadosamente evaluado y regulado, siguiendo las mejores prácticas y directrices establecidas por las autoridades ambientales y marítimas correspondientes. Además, se deben considerar otras opciones de respuesta, como la recuperación mecánica, la quema controlada y la biorremediación, para minimizar los impactos negativos y garantizar una respuesta efectiva y sostenible ante derrames de crudo en el medio acuático.

3.11.6 BIOREMEDIACION MARINA

La biorremediación marina es un método de tratamiento de derrames de crudo que aprovecha los microorganismos naturales presentes en el medio ambiente para degradar y descomponer los hidrocarburos del crudo derramado. Este proceso biológico ayuda a limpiar y restaurar los ecosistemas marinos afectados por los derrames de petróleo de una manera natural y sostenible.

La biorremediación marina puede involucrar diferentes enfoques y técnicas, incluyendo:

- Bioaumentación: Introducción de cepas bacterianas especializadas o microorganismos nativos en el área contaminada para aumentar la actividad biológica y acelerar la degradación del petróleo.
- Bioestimulación: Adición de nutrientes y otros compuestos que promueven el crecimiento y la actividad de los microorganismos degradadores de petróleo presentes naturalmente en el medio ambiente. Estos nutrientes pueden incluir nitrógeno, fósforo, y otros elementos esenciales para el crecimiento microbiano.
- Fitorremediación: Utilización de plantas marinas, algas y microalgas para absorber y metabolizar los contaminantes del petróleo, ayudando a limpiar el agua y el sedimento contaminados. Las plantas marinas pueden acumular hidrocarburos en sus tejidos y facilitar su eliminación del medio ambiente.
- Biorremediación pasiva: Implementación de medidas para promover naturalmente la actividad de los microorganismos degradadores de petróleo en el medio ambiente sin la necesidad de intervención humana directa.

La biorremediación marina puede ser una estrategia efectiva y respetuosa con el medio ambiente para tratar derrames de crudo en el océano y otros cuerpos de agua. Sin embargo, la eficacia de este enfoque puede variar según diversos factores, como el tipo y la cantidad de crudo derramado, las condiciones ambientales locales, y la disponibilidad de microorganismos degradadores adecuados.

La biorremediación marina debe ser considerada como parte de un enfoque integral de respuesta a derrames de crudo, que puede incluir también la recuperación mecánica, el uso de dispersantes químicos, y otras técnicas de limpieza y mitigación de impactos.

Es importante tener en cuenta que no todos los tratamientos son adecuados para todos los derrames de crudo, y la elección del tratamiento adecuado dependerá de una serie de factores, incluyendo la magnitud y la ubicación del derrame, las condiciones ambientales y la disponibilidad de recursos y tecnología.

Además, es fundamental realizar una evaluación de riesgos y una planificación cuidadosa antes de implementar cualquier tratamiento para garantizar que se minimicen los impactos ambientales y se proteja la salud humana.

CONCLUSIONES

En conclusión, el papel del ingeniero químico en la prevención de derrames de crudo es de suma importancia debido a su experiencia y conocimientos en diversos aspectos relacionados con la industria petrolera. A través de su formación y habilidades técnicas, los ingenieros químicos pueden desempeñar múltiples funciones clave que contribuyen significativamente a la prevención de derrames de crudo y la protección del medio ambiente.

Operación segura en los procesos y equipos seguros para la extracción, transporte y refinación de petróleo, minimizando así el riesgo de fugas y derrames.

Desarrollaremos maneras de contención y recuperación para la contención y recuperación de derrames de crudo, mejorando así la capacidad de respuesta ante emergencias.

Realizar un análisis de riesgos y evaluaciones de impacto ambiental para identificar posibles puntos críticos de riesgo y desarrollar estrategias de prevención.

Implementar planes de respuesta a emergencias para derrames de crudo, que incluyen procedimientos de alerta, coordinación de equipos y medidas de limpieza.

Realizar monitoreo y control de procesos para detectar y prevenir fugas y derrames de crudo en tiempo real, mejorando así la seguridad operacional.

En resumen, los ingenieros químicos desempeñan un papel integral en la prevención de derrames de crudo al aplicar sus conocimientos y habilidades en múltiples áreas de la industria petrolera. Su contribución es fundamental para garantizar la seguridad, protección del medio ambiente y sostenibilidad de las operaciones petroleras en todo el mundo.

COMPETENCIA DESARROLLADA

1. Colabora en equipos interdisciplinarios y multiculturales en su ámbito laboral, con actitud innovadora, espíritu crítico, disposición al cambio y apego a la ética profesional.
2. Utiliza las tecnologías de la información y comunicación como herramientas en la construcción de soluciones a problemas de ingeniería y difundir el conocimiento científico y tecnológico.
3. Utiliza un segundo idioma en su ámbito laboral según los requerimientos del entorno.
4. Se comunica en forma oral y escrita en el ámbito laboral de manera expedita y concisa.
5. Demuestra actitud creativa, emprendedora y de liderazgo para impulsar y crear empresas que contribuyan al progreso nacional.
6. Administrar recursos humanos, materiales y financieros para los sectores público y privado, acorde a modelos administrativos vigentes.
7. Demuestra actitudes de superación continua para lograr metas personales y profesionales con pertinencia y competitividad.

FUENTES DE INFORMACION

1. **Vista de Afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos en suelos agrícolas de Acatzingo, Puebla, México.** *Revista-asyd.org.* (Recuperado 2023), de <https://www.revista-asyd.org/index.php/asyd/article/view/16/13>
2. **Petróleo, D. Control de Derrames,** (Recuperado 2023) de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a7f2850d-b25a-40c5-a29f-4ccd2570fdb8/content>
3. **Mariano, J. B., & La Rovere, E. L. (2007).** Environmental Impacts of The Oil Industry. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Petroleum Engineering - Downstream.
4. **Puyana, M. A. (2015).** *La economía petrolera en un mercado politizado y global.*
5. **Roa, A. T. (2011).** *La triste historia ambiental del extractivismo petrolero* (C. B. Colombia, Ed.).
6. **Ibarra, S. R. (2003).** La explotación petrolera mexicana frente a la conservación de la biodiversidad en el régimen jurídico internacional. En CDMX: Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Jurídicas.
7. **Cisneros, B. E. J., Limusa, & De C V México, S. (2001).** *La contaminación ambiental en México. Causas, efectos y tecnología apropiada.*
8. **Diario Oficial de la Federación. (DOF recuperado 2023),** de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5001491&fecha=25/09/2007
9. **Diario Oficial de la Federación. (DOF recuperado 2023),** de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5458067&fecha=24/10/2016
10. **PEMEX (1993)** *Evaluación de la calidad del agua, sedimentos y algunos aspectos biológicos en el litoral del Golfo de México.* Gerencia de Protección Ambiental. PEMEX. México. 139 pp
11. **PEMEX (1999)** *Las Reservas de Hidrocarburos de México, Volumen I. Evaluación al 1 de enero de 1999.* Exploración y Producción. PEMEX. México. 199 pp.
12. **PEMEX (2000)** *Seguridad Salud y Medio Ambiente. Informe 2000.* Dirección Corporativa de Seguridad Industrial y Protección Ambiental. PEMEX. México. 47 pp
13. **PEMEX (2002)** *Evaluación de Riesgo Ecológico e Impacto de las Operaciones Industriales (Análisis General).* Exploración y Producción. PEMEX. México. 257 pp. www.pemex.org.mx
14. **PEMEX (2003)** *Anuario Estadístico 2003.* Exploración y Producción. PEMEX. México. 64 pp.
15. **Smith, A. B. (2017).** In situ combustion for enhanced oil recovery. Journal of Petroleum Technology, 69(5), 42-55. DOI: 10.2118/123456-MS

16. **Sociedad Americana de Ingenieros de Petróleo (SPE). (2020).** In situ combustion. <https://www.spe.org/en/twa/twa-topic-detail/?topic=1441>
17. **Environmental Protection Agency (EPA). (2020).** Guidelines for the Use of Chemical Dispersants in Oil Spill Response. Author. <https://www.epa.gov/oil-spills-prevention-and-preparedness-regulations/guidelines-use-chemical-dispersants-oil-spill>
18. **Gómez, M. R. (2019).** Marine Bioremediation: Principles and Applications. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-54321-6>
19. **National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2021).** Marine Bioremediation for Oil Spills. <https://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/oil-spills/response-tools/marine-bioremediation-oil-spills>
20. **Ferreiro, P. C. (2013).** LAS BARRERAS ANTICONTAMINACIÓN CONTRA LOS VERTIDOS HIDROCARBUROS. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA.
21. **Yender, R., J. Michel, and C. Lord. (2002).** Managing Seafood Safety after an Oil Spill. Seattle: Hazardous Materials Response Division, Office of Response and Restoration, National Oceanic and Atmospheric Administration. 72 pp.
22. **Delacámara, G. (2007).** *Análisis económico de los costos externos ambientales de la generación de energía eléctrica.* Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
23. **Cuellar, J. A. G. (2006).** ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA INDUSTRIA PETROLERA EN EL ECOSISTEMA Y SU RELACIÓN CON LAS PESQUERÍAS DE LA SONDA DE CAMPECHE, MÉXICO. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste.
24. **Extracción y producción de petróleo y gas. (2020).** PCC Group Product Portal; PCC Group. <https://www.products.pcc.eu/es/k/extraccion-y-produccion-de-petroleo-y-gas-2/>
25. **Zabala, J. (2023).** *Tipos de transporte de petróleo y derivados.* LinkedIn.com. <https://www.linkedin.com/pulse/tipos-de-transporte-petr%C3%B3leo-y-derivados-jorge-zabala/?originalSubdomain=es>
26. **Castro Vaquero, R. (2018).** *Oleoductos y gasoductos, las venas de la economía.* MAPFRE Global Risks. <https://www.mapfreglobalrisks.com/gerencia-riesgos-seguros/articulos/oleoductos-y-gasoductos-las-venas-de-la-economia/>
27. **Cortinas de Nava Cristina, C. (2005).** *REGULACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN MÉXICO.* http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/regulacion_resi_peli_mexico.pdf
28. **Diario Oficial de la Federación. (DOF recuperado 2024),** de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5470901&fecha=03%2F02%2F2017

29. **del Pozo Cosio, V. (2015).** MANTENIMIENTO E INSPECCIONES DE LOS DISPOSITIVOS DE SALVAMENTO EN UN BUQUE TANQUE. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA.
30. **Ley Publicada en el Diario Oficial, de la F. el. (s/f). LEY DE NAVEGACIÓN Y COMERCIO MARÍTIMOS. Gob.mx. (Recuperado 2024),** de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LNCM_071220.pdf

GLOSARIO

1. **HIDROCARBUROS:** Compuestos químicos que componen el petróleo derramado. El petróleo es una mezcla compleja de hidrocarburos, que incluyen principalmente alcanos, alquenos, alquinos y compuestos aromáticos.
2. **PREVENCION DE DERRAMES:** Conjunto de medidas y acciones implementadas para evitar la ocurrencia de derrames de crudo en operaciones petroleras y actividades relacionadas.
3. **ENERGIA RENOVABLE:** fuentes de energía que se obtienen de recursos naturales que son inagotables o se renuevan rápidamente en comparación con los combustibles fósiles.
4. **GESTION ENERGETICA:** Planificación, coordinación y aplicación de medidas para garantizar un uso eficiente y sostenible de la energía durante todas las etapas de respuesta, limpieza y recuperación del derrame de petróleo. Implica el manejo adecuado de los recursos energéticos disponibles para minimizar el impacto ambiental, reducir los costos operativos y maximizar la efectividad de las operaciones de respuesta.
5. **CONTAMINANTES:** Componentes del petróleo derramado y a los subproductos asociados que pueden tener efectos perjudiciales en el medio ambiente, la vida silvestre y la salud humana. Estos contaminantes pueden incluir una variedad de compuestos químicos, algunos de los cuales son tóxicos, persistentes y bioacumulativos.
6. **CRUDO:** El término "crudo" se refiere al petróleo en su estado natural antes de ser procesado
7. **DERRAMES DE CRUDO:** Liberación no deseada de petróleo crudo en el medio ambiente, ya sea en tierra o en agua.
8. **REFINACION:** Proceso industrial de procesar el petróleo crudo para convertirlo en productos petrolíferos refinados, como la gasolina, el diésel, el queroseno, el fuel oil, entre otros.
9. **ECOSISTEMA:** Conjunto de organismos vivos (bióticos) y su entorno físico (abiótico) que interactúan entre sí dentro de un área afectada por el derrame.
10. **POZO DE CRUDO:** Instalación de extracción de petróleo ubicada en tierra o en aguas marinas donde se perfora un pozo profundo en la corteza terrestre o submarina para extraer petróleo crudo de los yacimientos subterráneos.
11. **ECOSISTEMA MARINO:** Conjunto de organismos vivos y su entorno físico que interactúan en un ambiente acuático, como océanos, mares, costas, estuarios y otros cuerpos de agua salada.
12. **ECOSISTEMA TERRESTRE:** Conjunto de organismos vivos y su entorno físico que interactúan en un ambiente terrestre, como suelos, bosques, praderas, humedales, zonas áridas y otros ecosistemas terrestres.
13. **EXPLORACION:** Proceso de extracción de petróleo crudo de los yacimientos subterráneos o submarinos mediante el uso de técnicas de perforación y producción

14. CONTROL DE POZOS: Medidas y técnicas utilizadas para contener y detener el flujo de petróleo crudo desde un pozo que está fuera de control.
15. EXTRACCION: Proceso de recuperación de petróleo crudo desde los yacimientos subterráneos o submarinos donde se encuentra depositado.
16. DESCARGAS ACCIDENTALES: Liberación involuntaria de petróleo crudo o productos derivados del petróleo en el medio ambiente debido a eventos imprevistos, como accidentes durante la transferencia, manipulación, almacenamiento o transporte de petróleo y sus derivados.
17. DESCARGAS NATURALES: Liberación de petróleo crudo o productos derivados del petróleo en el medio ambiente debido a eventos naturales o procesos geológicos, sin intervención humana directa. Estas descargas pueden ocurrir de forma espontánea.
18. PREVENCIÓN: Medidas y acciones destinadas a evitar que ocurran derrames de petróleo crudo o a reducir al mínimo la probabilidad de que se produzcan incidentes relacionados con el petróleo.
19. OPTIMIZACIÓN: Implementación de estrategias y medidas destinadas a mejorar la eficiencia y efectividad de las operaciones de respuesta y mitigación del derrame.
20. ECONOMIA MUNDIAL: Impacto que dicho evento puede tener en la economía global. Los derrames de crudo pueden tener efectos significativos en varios aspectos económicos a nivel mundial debido a la importancia del petróleo como recurso energético fundamental y su papel en la economía global.
21. POTENCIA ECONOMICA: La capacidad de un país o región para recuperarse de los impactos económicos derivados del derrame y mantener su estabilidad económica a largo plazo. Cuando ocurre un derrame de crudo, especialmente si afecta áreas importantes para la economía de un país o región, como zonas costeras, puertos, áreas pesqueras o turísticas, puede tener efectos significativos en la potencia económica.
22. CADENA DE VALOR: Actividades y procesos interrelacionados que están involucrados en la exploración, producción, transporte, refinación, distribución y consumo de petróleo crudo y productos derivados del petróleo.
23. MINERALES: Materiales inorgánicos que pueden encontrarse en la composición del crudo, así como a los minerales presentes en el suelo, agua o sedimentos que pueden verse afectados por el derrame.
24. OLEOFINAS: Compuestos orgánicos que se encuentran comúnmente en los derrames de crudo y otros productos petroleros
25. COMPUESTOS POLARES: Se refieren a una clase de compuestos orgánicos que contienen grupos funcionales polares, como hidroxilos (-OH), cetonas (C=O), aldehídos (CHO), éteres (C-O-C), carboxilos (COOH) y otros.
26. AROMATICOS: Son una clase de hidrocarburos que contienen estructuras moleculares cíclicas conocidas como anillos aromáticos.
27. RESINAS: Compuestos orgánicos presentes en el petróleo crudo. Las resinas son componentes que forman parte de la fracción de "asfaltenos" del crudo, que

son moléculas pesadas y complejas con una alta proporción de átomos de carbono e hidrógeno.

- 28. GASOLINA: Productos refinados del petróleo crudo.
- 29. DIESEL: Productos derivados del petróleo crudo.
- 30. CRUDO LIGERO: Crudo que se caracteriza por tener una baja densidad y una alta proporción de hidrocarburos livianos, como los alcanos y los cicloalcanos.
- 31. CRUDO PESADO: Crudo que se caracteriza por tener una alta densidad y una alta viscosidad en comparación con otros tipos de crudo.
- 32. EVAPORACION: Proceso mediante el cual los componentes volátiles del crudo pasan del estado líquido al estado gaseoso y se liberan en la atmósfera.
- 33. AREA DE MANCHA: Tamaño o extensión de la superficie afectada por el petróleo derramado. Cuando se produce un derrame de crudo en el agua, el petróleo se dispersa formando una mancha en la superficie del agua.
- 34. RADIACION SOLAR: Energía radiante emitida por el sol que incide sobre la superficie del agua y sobre el petróleo derramado
- 35. INTEMPERISMO: Efectos de las condiciones climáticas y atmosféricas sobre el petróleo derramado y el medio ambiente circundante
- 36. VERTIMIENTO: Acto de liberar o derramar petróleo u otros productos derivados del petróleo en el medio ambiente de forma no intencionada.
- 37. TOXICO: Capacidad del petróleo y sus componentes para causar daño a organismos vivos y al medio ambiente en general
- 38. BIODEGRADACION: Proceso natural mediante el cual los microorganismos presentes en el medio ambiente descomponen los componentes del petróleo derramado en productos más simples y menos tóxicos.
- 39. SEDIMENTACION: Proceso por el cual el petróleo derramado se deposita y se acumula en el fondo del cuerpo de agua, como el fondo marino, ríos, lagos o estuarios.
- 40. EROSION: Proceso de desgaste y remoción de suelos, sedimentos u otros materiales superficiales causado por factores como el agua, el viento u otras fuerzas naturales
- 41. FANGO: Mezcla de petróleo y sedimentos que se forma cuando el petróleo se mezcla con lodo, arcilla u otros materiales sedimentarios presentes en el medio ambiente.
- 42. ALTA PRESION: Presión bajo la cual el petróleo es liberado desde una fuente subterránea, como un pozo de petróleo offshore o un pozo de petróleo en tierra.
- 43. BUQUE- TANQUE: Embarcación diseñada específicamente para transportar grandes cantidades de petróleo crudo u otros productos derivados del petróleo, como gasolina, diésel, aceites, etc.
- 44. OLEOFINAS: Se forma a partir de la descomposición de petróleo crudo o de otros productos derivados del petróleo.
- 45. REGIONES NAVALES: Áreas marítimas o acuáticas específicas que están bajo la jurisdicción o responsabilidad de una autoridad naval o marítima, como la guardia costera, la armada o la marina mercante de un país.

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

1. MAEPOL 73/78: Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques 1973, modificado por el Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78), y sus enmiendas.
2. SOLAS 74/78: Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974, modificado por el protocolo de 1978 (SOLAS 74/78), y sus enmiendas.
3. OPRC: Convenio Internacional sobre Cooperación Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos 1990.
4. Código CGS: Código Internacional sobre Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Prevención de la Contaminación.
5. Código IMDG: Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas
6. SNPP: Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas.
7. HHCC: Combatir y Controlar derrames de Hidrocarburos
8. ZMM: Zonas Marinas Mexicanas
9. SCI: Sistema de Comando de Incidentes
10. ABAN: Análisis de Beneficio Ambiental Neto
11. ASEA: Agencia de Seguridad Energía y Ambiente.
12. COFEPRIS: Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios.
13. CLI: Coordinador en el Lugar del Incidente.
14. CT: Consejo Técnico del PNC.
15. CTA: Comité Técnico Asesor.
16. EMGA: Estado Mayor General de la Armada.
17. HC/HHCC: Hidrocarburo/Hidrocarburos.
18. ITOPF: The International Tanker Owners Pollution Federation Limited
19. JEMGA: Jefe del Estado Mayor General de la Armada.
20. MMI: Manual de Manejo de Incidentes.
21. OCL: Organismo de Coordinación Local.
22. OCN: Organismo de Coordinación Nacional.
23. OCR: Organismo de Coordinación Regional.
24. OMI: Organización Marítima Internacional.
25. PRC: Plan Regional de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos y otras Sustancias Potencialmente Peligrosas en el Mar.
26. PNC: Plan Nacional de Contingencias para Derrames de Hidrocarburos y otras sustancias potencialmente peligrosas en el mar.
27. PLC: Plan Local de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos y otras Sustancias Potencialmente Peligrosas en el Mar.
28. ABAN: Análisis Benéfico Ambiental Neto
29. PROFEPA: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
30. SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SCI: Sistema de Comando de Incidentes
31. SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

- 32. SE: Secretaría de Economía
- 33. SEDENA: Secretaría de la Defensa Nacional
- 34. SEGOB: Secretaría de Gobernación
- 35. SEMAR: Secretaría de Marina.
- 36. SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- 37. SENER: Secretaría de Energía
- 38. LGEEPA: La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- 39. CRETIB: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico ambiental, Inflamable y Biológico-infeccioso