



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE INGENIERIA

MANEJO, CLASIFICACIÓN Y DISPOSICIÓN DE  
RESIDUOS PELIGROSOS (CORTES DE  
PERFORACIÓN BASE ACEITE) EN  
PLATAFORMAS PETROLERAS.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**INGENIERO PETROLERO**

P R E S E N T A:

**OMAR RAMÍREZ ESPÍRITU**

DIRECTOR DE TESIS  
DRA. ROCÍO G. DE LA TORRE SÁNCHEZ



MÉXICO D.F. JUNIO 2014





UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA  
COMITÉ DE TITULACIÓN

OFICIO: IP/COR/020514/40

ASUNTO: Solicitud de Jurado Para Examen Profesional

MTRO. JOSÉ GONZALO GUERRERO ZEPEDA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
DE LA U.N.A.M.  
Presente.

Por medio del presente, el alumno RAMIREZ ESPIRITU OMAR registrado en esta facultad con el número de cuenta 098168053 en la carrera de INGENIERÍA PETROLERA e inscrito en la modalidad de titulación denominada:

TITULACIÓN MEDIANTE TESIS O TESINA Y EXAMEN PROFESIONAL

quien cumpliendo los requisitos de egreso de su plan de estudios necesarios para realizar sus trámites de examen profesional, presentó como trabajo escrito la TESIS con el siguiente título:

MANEJO, CLASIFICACIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS (CORTES DE PERFORACIÓN  
BASE ACEITE) EN PLATAFORMAS PETROLERAS

solicita atentamente se sirva autorizar la programación de su examen profesional con el siguiente jurado, que ha sido previamente validado como personal académico activo de la UNAM y sin goce de periodo sabático.

ASIGNACIÓN	NOMBRE
PRESIDENTE:	DR. RAFAEL DE LOS ANGELES HERRERA GOMEZ
VOCAL:	DRA. ROCIO GUADALUPE DE LA TORRE SANCHEZ
SECRETARIO:	ING. RAMON EDGAR DOMINGUEZ BETANCOURT
1ER. SUPLENTE:	M.C. NOE SANTILLAN PIÑA
2DO. SUPLENTE:	M.C. RHAMID HORTENSIA RODRIGUEZ DE LA TORRE

Atentamente,

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cd. Universitaria, D.F. a 08 de Mayo de 2014.

EL PRESIDENTE DEL COMITÉ

DR. JOSÉ ANTONIO HERNÁNDEZ ESPRIÚ

El interesado deberá acudir dentro de los 20 días hábiles siguientes a la fecha del presente, a entregar la documentación necesaria para el examen, título y cédula, de acuerdo a los términos e indicaciones del instructivo correspondiente. De lo contrario, deberá obtener un refrendo del presente oficio por parte de este Comité de Titulación.

CCP: RAMIREZ ESPIRITU OMAR. Interesado

FEX-3  
ICH



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

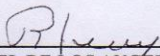
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA  
TIERRA

*Aceptación de Trabajo Escrito*

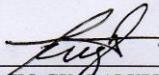
MTRO. JOSÉ GONZALO GUERRERO ZEPEDA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
DE LA U.N.A.M.  
Presente.

En relación con el Examen Profesional de **RAMIREZ ESPIRITU OMAR**, registrado con número de cuenta 098168053 en la carrera de **INGENIERÍA PETROLERA**, del cual hemos sido designados sinodales, nos permitimos manifestarle la aceptación del trabajo escrito desarrollado por el citado alumno.

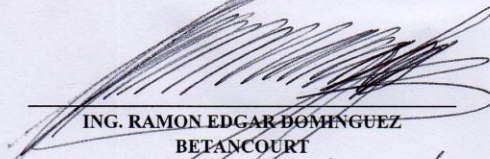
Atentamente.

  
\_\_\_\_\_  
DR. RAFAEL DE LOS ANGELES HERRERA  
GOMEZ

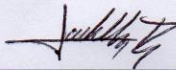
FECHA DE ACEPTACIÓN: 28/IV/14

  
\_\_\_\_\_  
DRA. ROCIO GUADALUPE DE LA TORRE  
SANCHEZ

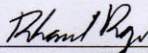
FECHA DE ACEPTACIÓN: 30/IV/2014

  
\_\_\_\_\_  
ING. RAMON EDGAR DOMINGUEZ  
BETANCOURT

FECHA DE ACEPTACIÓN: 2/Mayo/14

  
\_\_\_\_\_  
M.C. NOE SANTILLAN PIÑA

FECHA DE ACEPTACIÓN: 02/05/14

  
\_\_\_\_\_  
M.C. RHAMID HORTENSIA RODRIGUEZ DE LA  
TORRE

FECHA DE ACEPTACIÓN: 29 abril 2014

FECHA DE EMISIÓN: 09 de Abril de 2014

## AGRADECIMIENTOS

Dedico esta tesis como agradecimiento a todos aquellos que con su amistad, ejemplo y apoyo me guiaron para seguir adelante con cada uno de mis proyectos. Acompañándome y mostrándome el camino hacia el éxito. No hay palabras para agradecer todo lo que han hecho por mí, inspirándome cada momento para seguir adelante con mi vida

Agradezco a **mis padres** por inculcarme valores que me guiaran el resto de mi vida, por su ejemplo de trabajo y dedicación, por guiarme y cuidarme cada momento, por hacer de mí una mejor persona, por la paciencia que me han tenido, por estar siempre a mi lado brindándome su cariño y tiempo, gracias.

A mi **hermana Mayra** por ser una fuente de inspiración en mi vida, por su apoyo incondicional, consejos y enseñanzas, por mostrarme que siempre se puede salir adelante superando cualquier obstáculo, por ser mi amiga y una excelente persona y madre, Gracias.

A mi **hermano Uriel y mi cuñada Sandra** por su apoyo y comprensión, por su cariño, por esos momentos de alegría y diversión que hemos vivido juntos, por ser mis amigos y por estar conmigo incondicionalmente, gracias.

A **mis sobrinas Andrea, Mayra y a mis sobrinos Enrique, Luis y Santiago** que son un motivo más para querer cumplir con mis metas, gracias

A **Claudia Lugo** por ser una maravillosa persona a la que amo y admiro, por ser mi amiga, por ser otro motivo para seguir adelante, por su comprensión, por su paciencia y tolerancia. Por los gratos momentos que hemos vivido juntos, por la inspiración que provocas en mí y por tu compañía, gracias.

A **Salvador Zaragoza** por ser un amigo incondicional al que admiro y respeto, por todos esos momentos de de alegría y fiestas inmemorables, por ser inspiración y ejemplo. Por estar conmigo cada instante, por compartir conmigo tus logros y demostrarme que existela verdadera amistad, gracias.

A **Enrique Enriquez** por ser un verdadero amigo incondicional al cual admiro, por ser ejemplo e inspiración, por todos esos momentos de diversión y compañía, por enseñarme que si se puede concluir y cerrar círculos, por ser una excelente persona, gracias.

A la **Dra. Rocío de la torre** por el apoyo que me brindo para concluir y terminar este trabajo, por las enseñanzas brindadas, por ser inspiración de este trabajo, por creer en mí y ser mi amiga, gracias.

A mis sinodales **M.C. Rhamid Hortensia Rodríguez de la Torre, Dr. Rafael de los Ángeles Herrera Gómez, Ing. Ramón Edgar Domínguez Betancourt, y al M.C. Noé Santillán Piña** por su tiempo y comentarios acerca de este trabajo de tesis.

---

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** mi alma mater por haberme permitido desarrollarme en toda mi educación media superior y superior, por haberme dado todo el conocimiento y herramientas necesarias para mi vida futura.

---

---

**ÍNDICE GENERAL**

ÍNDICE GENERAL	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
MOTIVACIÓN	IX
RESUMEN	IX

**CAPÍTULO I****ANTECEDENTES**

I.I OBJETIVO	13
I.II ANTECEDENTES	13
I.II.I LA ACTIVIDAD PETROLERA EN MÉXICO	13
I.II.II ¿QUÉ SON LOS HIDROCARBUROS?	14
I.II.IV CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO Y GAS	14
I.II.IV.I EXPLORACIÓN	14
I.II.IV.II PERFORACIÓN EXPLORATORIA	15
I.II.IV.III ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN.	16
I.II.IV.IV DESECHOS DE PERFORACIÓN	17
I.II.IV.IV.I LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN	18
I.II.IV.IV.I EL CICLO DEL LODO EN EL POZO	19
I.II.IV.IV.II FUNCIONES DEL LODO DE PERFORACIÓN	20
I.II.IV.IV.III CLASIFICACIÓN DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN	23
I.II.IV.V REVESTIMIENTO DEL POZO.	27
I.II.IV.VI TERMINACIÓN DEL POZO	27
I.II.IV.V PERFORACIÓN COSTAFUERA	29
I.II.IV.V.I QUÉ ES UNA PLATAFORMA MARINA Y TIPOS DE PLATAFORMAS MARINAS	30

**CAPÍTULO II****IMPACTO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA PETROLERA**

II.I OBJETIVO	37
II.II DEFINICIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y TIPOS	37
II.II.I TIPOS DE IMPACTOS AMBIENTALES	37
II.III ANTECEDENTES DEL IMPACTO AMBIENTAL	38
II.IV IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS	39
II.IV.I IMPACTOS SOBRE LOS HUMANOS, SOCIO-ECONÓMICOS Y CULTURALES	40
II.IV.II IMPACTOS A LA ATMÓSFERA	41
II.IV.III IMPACTOS SOBRE EL AGUA	43
II.IV.IV IMPACTOS SOBRE EL SUELO	44
II.IV.V IMPACTO SOBRE LOS ECOSISTEMAS	46
II.V IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA PERFORACIÓN Y LOS RECORTES DE PERFORACIÓN IMPREGNADOS POR LOS FLUIDOS DE CONTROL BASE ACEITE	51

II.V.I METALES PESADOS PRESENTES EN LOS CORTES DE PERFORACIÓN	54
II.VI IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR PLATAFORMAS MARINAS	55
II.VII PREVENCIÓN Y MITIGACION DE IMPACTOS	56

### **CAPÍTULO III**

#### **MANEJO, CLASIFICACIÓN, DISPOSICIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS EN PLATAFORMAS PETROLERAS**

III.I OBJETIVO	58
III.II QUÉ ES UN RESIDUO PELIGROSO Y CÓMO SE CARACTERIZA	58
III.II.I PROPIEDADES DE CORROSIVIDAD	58
III.II.II PROPIEDADES DE REACTIVIDAD	59
III.II.III PROPIEDADES DE EXPLOSIVIDAD	59
III.II.IV PROPIEDADES DE TOXICIDAD	59
III.II.V PROPIEDADES DE INFLAMABILIDAD	59
III.II.VI CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.	60
III.III. RESIDUOS PELIGROSOS EN MÉXICO Y EN EL MUNDO	60
III.III.I RESIDUOS PELIGROSOS DE LA INDUSTRIA PETROLERA	63
III.IV MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSO	63
III.V LA PROBLEMÁTICA DEL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS.	65
III.V.I CLASIFICACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS EN PLATAFORMAS MARINAS	67
III.V.II RESIDUOS PELIGROSOS PROVENIENTES DE ACEITES USADOS UTILIZADOS EN PLATAFORMAS	67
III.V.III CARACTERÍSTICAS Y LLENADO DE CONTENEDORES EN INSTALACIONES MARINAS Y LACUSTRES	70
III.V.IV CLASIFICACIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN PLATAFORMAS MARINAS	72
III.V.V TRANSPORTE DE RESIDUOS GENERADOS EN PLATAFORMAS	76
III.V.VI MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RECORTES DE PERFORACIÓN IMPREGNADOS CON FLUIDOS DE CONTROL BASE ACEITE DURANTE LA PERFORACIÓN Y MANTENIMIENTO DE POZOS	78
III.V.VII CONTROL Y SEPARACIÓN DE RECORTES O FLUIDO DE CONTROL	81
III.V.VIII TRANSPORTE MARÍTIMO Y LACUSTRE	82
III.V.IX DESCARGA PORTUARIA	82
III.V.X REGISTRO Y CONTROL DE BITÁCORAS	83
III.V.XI INYECCIÓN DE RECORTES EN FORMACIONES RECEPTORAS	84
III.V.XII VALORIZACIÓN	85
III.V.XIII TRATAMIENTO	85
III.V.XIV DISPOSICIÓN FINAL	86
III.V.XV MEDIDAS DE SEGURIDAD EN MATERIA DE CONTROL DE RESIDUOS	86

### **CAPÍTULO IV**

#### **NORMATIVIDAD, LEGISLACIÓN Y REGLAMENTACIÓN**

IV.I OBJETIVO	89
IV.II ANTECEDENTES	89



---

IV.III NORMATIVIDAD APLICABLE A LAS ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS	90
IV.III.I NORMATIVIDAD OFICIAL	90
IV.III.II NORMATIVIDAD INTERNA DE PEMEX	95
IV.III.III LEY NACIONAL DE PROTECCIÓN AMBIENTAL	98
IV.III.IV LEY DE AIRE LIMPIO	99
IV.III.V LEY FEDERAL PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA (FWCPA) Y LEY DE AGUA LIMPIA (CWA)	99
IV.III.VI LEY DE ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN (ESA)	100
IV.III.VII LEY DE CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS RECURSOS (RCRA)	101
IV.III.VIII LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)	101
IV.III.IX LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.	102
IV.III.X LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL	102
IV.III.XI INSTITUTO AMERICANO DEL PETRÓLEO (API).	103
IV.III.XII NORMATIVIDAD ASTM.	104
IV.III.XIII OPERACIONES EN BAJA VISIBILIDAD	105
IV. IV DISPOSICIONES SOBRE EL CONTROL DE RESIDUOS	107
IV.IV.I CRITERIOS PARA LA CATEGORIZACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS	107
IV.IV.II REQUISITOS DE TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN	108
IV.IV.III LEYES Y REGLAMENTOS MEXICANOS	109
IV.IV.IV REDUCCIÓN DE DESECHOS	110
IV.IV.V RESPONSABILIDAD Y APLICACIÓN	111
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	CXIII
REFERENCIAS	CXV

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

FIGURA 1.1 EL CICLO DEL LODO EN EL POZO	20
FIGURA 1.2 ASCENSO Y DESCENSO DEL FLUIDO EN EL POZO	22
FIGURA 1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN	23
FIGURA 1.4 PLATAFORMA AUTO ELEVABLE	30
FIGURA 1.5 PLATAFORMA SEMI-SUMERGIBLE	31
FIGURA 1.6 BARCO DE PERFORACIÓN	32
FIGURA 1.7 PLATAFORMA FIJA	32
FIGURA 1.8 PLATAFORMA PETROLERA	33
FIGURA 1.9 PLATAFORMA DE ENLACE	34
FIGURA 1.10 PLATAFORMA DE PRODUCCIÓN	34
FIGURA 1.11 PLATAFORMA DE COMPRESIÓN	35
FIGURA 1.12 PLATAFORMA HABITACIONAL	35

### CAPÍTULO III

FIGURA 3.1 RESIDUOS PELIGROSOS EN LA INDUSTRIA PETROLERA	62
FIGURA 3.2 REPRESENTACIÓN DE CONTENEDOR PARA RESIDUOS PELIGROSOS	68
FIGURA 3.3 ETIQUETA PARA RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECIOSOS	70
FIGURA 3.4 ESQUEMA GENERAL DE LA GENERACIÓN DE RECORTES EN EL SISTEMA DE CIRCULACIÓN DE FLUIDOS EN EL EQUIPO DE PERFORACIÓN	78
FIGURA 3.5 ESQUEMA PARA EL MANEJO DE RECORTES	79

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO I

TABLA 1.1 FLUIDOS DE PERFORACIÓN USUALMENTE UTILIZADOS A DETERMINADAS CARACTERÍSTICAS DEL POZO	26
--	----

### CAPÍTULO II

TABLA 2 1 TIPOS DE IMPACTO EN TÉRMINOS DEL EFECTO RESULTANTE EN EL AMBIENTE	38
---	----

### CAPÍTULO III

TABLA 3.1 TIPO DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN PLATAFORMAS MARINAS	72
--	----

## MOTIVACIÓN

Durante la enseñanza para obtener el grado de Ingeniero Petrolero, los profesores nos transmiten todo lo relacionado con la industria y su sistema. Sin embargo, en todo este extenso e inagotable camino de nuevos conocimientos me di cuenta que se deja pasar algo que es sumamente importante, e incluso me atrevería a decir que es más relevante que la propia Industria, y es el hecho de contar con la flora y fauna que no sea severamente afectada por la explotación del petróleo.

Por otra parte, eliminando toda la posibilidad de generar riqueza a través de la comercialización del petróleo, considero importante destacar la premisa de que aunque aprendemos todo sobre cómo extraer el recurso natural en cada una de sus distintas etapas, nunca se nos enseña la importancia que tiene el cuidar nuestro medio ambiente y damos por sentado que los Ingenieros Petroleros saben hacerlo. Tampoco se nos enseña el impacto ambiental que provocan cada una de las etapas en la extracción del petróleo, es decir, desde que se inicia hasta que se deja de trabajar en el, creando así una falta de conciencia y, quizás, desinterés en los futuros ingenieros, esto en aras de cuidar nuestro mayor patrimonio: el planeta Tierra.

Por tal motivo, mi trabajo de investigación fue elaborado para documentar, recopilar material de consulta para crear un precedente y que los futuros ingenieros que estén interesados en desarrollar técnicas y tecnologías que puedan mejorar las prácticas actuales para el manejo, clasificación y disposición de los residuos peligrosos que se generan durante la perforación de pozos en plataformas marinas. (En particular, los recortes de perforación impregnados con fluidos de control base aceite). El lector tendrá un panorama general de la situación actual de nuestro país respecto a la generación de estos residuos y sobre los manejos que se dan actualmente; además de las diferentes técnicas y procedimientos que existen para el manejo de los recortes de perforación; así como las normas e instituciones que regulan y controlan la generación de residuos peligrosos y los principales impactos ambientales causados por estos trabajos en la industria.

## RESUMEN

A nivel mundial se han identificado alrededor de 12 millones de sustancias químicas, de las cuales, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO), en 2007 cerca de 70 mil se encontraban en el mercado. Estas sustancias permiten controlar plagas, curar enfermedades, preservar alimentos, generar energía e intervenir en multitud de actividades productivas para la generación de bienes. Sin embargo, estas sustancias pueden traer consigo también riesgos para la salud humana y el medio ambiente, muchos debido a su manejo inadecuado. Pueden alterar la productividad de los suelos, deteriorar la calidad de las fuentes de abastecimiento de agua y afectar la reproducción y el desarrollo de especies acuáticas y terrestres. Su manejo inadecuado afecta a la población por la ocurrencia de explosiones, derrames e incendios.

La gran diversidad de sustancias químicas que existe en la actualidad, si bien es cierto que ha servido para mejorar significativamente el nivel de vida de la población, también ha ejercido una presión importante sobre el medio ambiente y la salud humana. Una vez finalizada la vida útil de muchos de los productos que se fabrican a partir de estas sustancias o que las contienen, se convierten en desechos que ponen en riesgo la salud de las personas o pueden causar daños al medio ambiente. Entre estos desechos se encuentran los residuos peligrosos, definidos como aquellos que poseen alguna de las características CRETIB (corrosividad, C; reactividad, R; explosividad, E; toxicidad, T; inflamabilidad, I; o ser biológico-infecciosos, B) que les confieren peligrosidad, así como los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados, según lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

El intenso crecimiento demográfico e industrial, la falta de estrategias de planeación y manejo, así como el desconocimiento del valor ecológico y socioeconómico de los ecosistemas, han inducido graves problemas de contaminación e impacto ambiental y la pérdida de valiosos recursos naturales y económicos en todo el mundo. Esta situación ha determinado la necesidad de incorporar la variable ambiental y los criterios ecológicos dentro de las políticas orientadas hacia la planificación y el desarrollo sustentable de las actividades humanas, con el fin de hacer compatibles la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales con el desarrollo social y económico. La actividad industrial no solo significa la producción o transformación de materiales sino también transporte, almacenamiento y disposición de grandes cantidades de residuos peligrosos al día, lo que también significa más riesgos ambientales y a la salud humana.

Los residuos peligrosos en México son generados a partir de una amplia gama de actividades industriales, de la agricultura, así como de las actividades domésticas. En el país se generan alrededor de 5 a 6 millones de toneladas, de residuos peligrosos por año. Una de las fuentes más importantes que genera residuos peligrosos es la industria con el 77 %, seguidos del sector minero y petrolero con 11 %, de estos, los residuos biológico infecciosos representan solo el 1.9 %, del total de residuos peligrosos generados.

La aproximación más reciente sobre el volumen de generación de residuos peligrosos para el país se obtiene a partir de los registros que hacen las empresas incorporadas al Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos (PGRP) a la Semarnat.

Según la información contenida en dicho registro, para el periodo 2004-2011, las 68 733 empresas registradas generaron 1.92 millones de toneladas. Esta cifra, sin embargo, no debe considerarse como el volumen total de residuos peligrosos generados en el país en ese periodo, debido a que el Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos no incluye a la totalidad de las empresas que producen estos residuos en el territorio.

En el 2011 Petróleos Mexicanos generó un total de 88.400 toneladas de residuos peligrosos, de los cuales PEMEX-Exploración y Producción generó 13,171 toneladas equivalente al 13.2% de residuos líquidos (lodos de perforación) y sólidos (recortes de perforación) denominados residuos peligrosos. Si bien los fluidos son esenciales para

---

perforar con éxito un pozo petrolero, también pueden convertirse en uno de los aspectos más complicados de una operación de perforación. Esto debido a que los recortes que se extraen del pozo se desechan, al igual que todo fluido de perforación que quede impregnado en ellos. Si bien el daño provocado al medio ambiente en el lugar del pozo es relativamente pequeño y se limita a los alrededores de la operación de perforación, el impacto ambiental en las zonas próximas a la plataforma puede ser muy grande.

El nivel de daño que los fluidos de perforación producen en el medio ambiente depende del tipo de lodo que se use y de las condiciones medioambientales predominantes. Mar adentro, el lodo a base de agua es por lo general el que menos daño ocasiona si se le compara con el lodo a base de aceite.

A nivel mundial se estima que la producción de residuos de esta categoría rebasa las 350 millones de toneladas al año. En el pasado, la mala gestión o la ausencia de ella, ha dado lugar a un elevado número de casos de contaminación grave del suelo y de las aguas superficiales y subterráneas. En los últimos veinte años se han desarrollado planes específicos sobre este tipo de residuos en los países industrializados, con una identificación más rigurosa de las fuentes.

El problema actual exige el enfoque del mismo desde una doble perspectiva: por una parte, se trata de controlar el impacto de estos residuos sobre el medio, mediante una adecuada gestión de los mismos, pero además ha de abordarse la tarea ingente de restaurar los daños producidos en los lugares en los que se van descubriendo los efectos negativos de prácticas pasadas. La estrategia más plausible son las medidas de tipo preventivo, encaminadas a reducir la generación de residuos desde su origen.

Actualmente los esfuerzos por encontrar nuevas reservas de hidrocarburos de las ya existentes se encuentra en uno de sus niveles históricos más altos. Dicha situación ha hecho que la actividad de las empresas presentes en México atraviese uno los momentos de mayor actividad. Este panorama plantea la necesidad de evaluar con practicidad, claridad y conocimiento, los efectos causados por las actividades de la industria petrolera y proponer soluciones ajustadas a la normatividad ambiental existente y a los avances tecnológicos disponibles.

La afectación que puede causarse al medio ambiente por la industria petrolera al no implementar planes de manejo adecuados puede ser considerable. Los daños ambientales en la mayoría de los casos, se deben principalmente a la falta de conocimiento e investigación por parte de las entidades involucradas.

Existen varias alternativas para el manejo de los residuos peligrosos, por lo que es importante conocer qué clase de residuos se consideran peligrosos y cuál es su manejo clasificación, y disposición para buscar nuevas técnicas o mejorar las que se tienen.

**Capítulo I Antecedentes:** Se enfoca en mencionar de manera general la conceptualización de la explotación petrolera, su actividad y sus antecedentes. La clasificación de las actividades realizadas en la extracción de petróleo y gas. Y enfocarse los diferentes tipos de plataformas petroleras que existen.

---

**Capítulo II Impacto Ambiental de la Industria Petrolera:** Conocer el impacto ambiental que se genera por las actividades de exploración, explotación de hidrocarburos, plataformas marinas y los recortes de perforación impregnados con fluidos de control base aceite. Y de manera general los principales procesos ambientales para prevenir y mitigar el impacto ambiental generado por los recortes base aceite.

**Capítulo III Manejo, clasificación, disposición y tratamiento de residuos en plataformas petroleras:** Conocer los antecedentes y problemática actual de los residuos en México y en el mundo. La clasificación y caracterización de residuos peligrosos generados en plataformas petroleras haciendo énfasis en los recortes impregnados con fluidos de control base aceite, así como las medidas de seguridad en materia de control de residuos.

**Capítulo IV Normatividad, legislación y reglamentación:** Conocer sobre la normatividad vigente en México y en PEMEX, al igual que las instancias que regulan el manejo de residuos peligrosos.

---

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES

### I.I OBJETIVO

Aprender de manera general sobre la conceptualización de la explotación petrolera, su actividad y sus antecedentes. Además de la clasificación de las actividades realizadas en la extracción de petróleo y gas. Y los tipos de plataformas petroleras que existen.

### I.II ANTECEDENTES

#### I.II.I LA ACTIVIDAD PETROLERA EN MÉXICO

PEMEX es un organismo público federal descentralizado cuya estructura y función es. Determinar las leyes, reglamentos y demás disposiciones correspondientes. El corporativo se encarga de la conducción central y de la dirección estratégica de la industria petrolera estatal, y de asegurar su integridad y unidad de acción.

Cabe señalar que Petróleos Mexicanos es la empresa más grande de México y una de las diez más grandes del mundo, tanto en términos de activos como de ingresos. PEMEX opera por conducto de un ente corporativo y cuatro organismos subsidiarios:

**PEMEX** - Exploración y Producción. Se ocupa de la exploración y explotación del petróleo y el gas natural.

**PEMEX** – Refinación. Tiene a su cargo la producción, distribución y comercialización de combustibles y demás productos petrolíferos.

**PEMEX** - Gas y Petroquímica Básica. Se ocupa del procesamiento del gas natural y de los líquidos del mismo, distribuye, produce y comercializa gas natural, gas LP y productos petroquímicos básicos.

**PEMEX** – Petroquímica. A través de sus siete refinerías (Petroquímica Camargo, Petroquímica Cangrejera, Petroquímica Cosoleacaque, Petroquímica Escolín, Petroquímica Morelos, Petroquímica Pajaritos y Petroquímica Tula) elabora, distribuye y comercializa una amplia gama de productos petroquímicos secundarios.

**PEMEX** Internacional. Es el brazo comercial en el mercado internacional, manejando las operaciones de importación y exportación de crudo y derivados para abastecer diversos mercados alrededor del mundo.

PEMEX no sólo cuenta con sus cinco organismos mencionados sino también con el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), el proporciona a PEMEX apoyo tecnológico y científico para llevar a cabo las actividades de extracción de hidrocarburos, así como para la elaboración de productos petrolíferos y petroquímicos.



---

Por otra parte la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), tiene como objeto fundamental regular y supervisar la exploración y extracción de carburos de hidrógeno, que se encuentren en mantos o yacimientos, cualquiera que fuere su estado físico, incluyendo los estados intermedios, y que compongan el aceite mineral crudo, lo acompañen o se deriven de él, así como las actividades de proceso, transporte y almacenamiento que se relacionen directamente con los proyectos de exploración y extracción de hidrocarburos.

### **I.II.II ¿QUÉ SON LOS HIDROCARBUROS?**

El petróleo, se compone de moléculas de hidrocarburos formadas por diversas cantidades de hidrógeno, carbono y pequeñas cantidades de derivados del nitrógeno, oxígeno y azufre. Este generalmente se encuentra en forma de aceite, el cual tratado con calor, presión u otros medios, da como resultado otros productos que van desde gases, líquidos y sólidos.

El petróleo, mezclado con agua y gas, se encuentra generalmente en rocas sedimentarias que constituyen un yacimiento sometido a considerables presiones. Es por ello que la extracción de este recurso debe hacerse cuidadosamente para evitar que la cantidad de energía contenida en el depósito se disipe rápidamente, haciéndose más difícil la recuperación del petróleo.

Por lo tanto, por explotación petrolera entenderemos la extracción de los depósitos contenidos de hidrocarburos, mediante técnicas y sistemas apropiados.

El desarrollo de los campos marinos o terrestres se comienza con las actividades de exploración, y una aprobada la localización de un pozo se comienza la construcción del camino de acceso al mismo esto si fuera en tierra; en mar, se requiere de plataformas marinas. Finalmente, el pozo ya en producción es conectado a la tubería de descarga para conducir el hidrocarburo a la tubería de separación que segrega el aceite del gas, los cuales continúan su curso por conductos diferentes.

### **I.II.IV CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO Y GAS**

Dentro de los trabajos encaminados a la extracción de petróleo y gas, se consideran como actividades centrales la perforación, la producción y la exploración, que es con la cual se inician las actividades de la industria petrolera.

#### **I.II.IV.I EXPLORACIÓN**

Para poder explotar un pozo petrolero se requiere de la exploración, la cual es la actividad de la industria petrolera que consiste en el conjunto de tareas de campo y oficina, cuyo objetivo es descubrir nuevos depósitos de hidrocarburos o extensiones de los existentes. Es importante señalar que las primeras exploraciones en busca de hidrocarburos carecían de sustento científico, por lo que se concretaban en lo general a encontrar

---

manifestaciones superficiales del petróleo llamadas chapopoteras. La técnica exploratoria consistió posteriormente en la perforación de pozos experimentales o de cateo, que siguieron las tendencias establecidas por los pozos productores que en su mayoría eran localizados de manera aleatoria. La exploración petrolera en nuestros días puede dividirse en cuatro etapas:

**Labores de reconocimiento.** Incluye las labores de estudio de las condiciones geológicas del área para estimar las posibilidades de que contenga hidrocarburos en el subsuelo. Estas actividades incluyen exploraciones foto-geológicas, de geología superficial y estudios físicos de gravimetría, magnetometría y sismografía regional.

**Labores de detalle.** Se realizan únicamente en las áreas con mayores posibilidades, tratando de definir la ubicación de las capas del subsuelo que presenten características apropiadas para la acumulación de petróleo. El método de trabajo más valioso para este tipo de labores es el sismológico.

**Estudio para la localización de pozos exploratorios.** La información obtenida de las exploraciones geológicas y geofísicas se analiza cuidadosamente para definir los sitios en el cual se debe perforarse el pozo exploratorio.

**El análisis de los resultados y perforación de nuevos pozos.** Los geólogos y paleontólogos estudian las muestras de rocas cortadas, haciendo mediciones geofísicas periódicas dentro de los mismos. Los resultados de estos estudios definen las capas del subsuelo que contienen hidrocarburos y así saber si es factible o no perforar nuevos pozos. Aunque no siempre, estos métodos conducen al hallazgo del yacimiento, por lo que la exploración es una actividad continua, examinando nuevas áreas y revisando constantemente la información obtenida y almacenada; con el objeto de evaluar las reservas potenciales, descubrir mayores reservas y evaluar las posibilidades petrolíferas en otras regiones.

## **I.II.IV.II PERFORACIÓN EXPLORATORIA**

La perforación es un proceso que consiste en realizar en el subsuelo un hueco vertical, inclinado u horizontal, para alcanzar profundidades que van en promedio de 3 a 9 kilómetros de extensión con el objetivo de llegar a formaciones posiblemente productoras que pueden tener hidrocarburos (crudo, gas, condensados o una mezcla de estos).

La perforación exploratoria es el único camino para confirmar directamente la presencia de hidrocarburos. Para determinar la cantidad de estos, se requiere una serie de métodos como son: la exploración geológica, que determina la estratigrafía superficial; y la exploración geofísica de tres tipos magnética, gravitacional y sísmica, que nos indica las profundidades, naturaleza de las formaciones y las condiciones subterráneas favorables para la existencia de los yacimientos.

Lo que se pretende con la perforación de los pozos exploratorios es confirmar la existencia de yacimientos. En esta actividad se puede establecer si la reserva es comercialmente explotable o no.

---

Si el pozo perforado no contiene ningún hidrocarburo es considerado como seco, pero si lo contiene, se llama productor.

Cerca al pozo productor se perforan otros pozos, también exploratorios que se conocen como pozos de extensión. Con éstos se pretende determinar qué tan grande es el yacimiento. Después de descubrir y determinar el tamaño del yacimiento, los pozos exploratorios que resultaron productores sirven para extraer el petróleo. En el campo petrolero se perforan otros pozos llamados de desarrollo.

### **I.IV.III ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN.**

El pozo en producción se conecta a la tubería de descarga del pozo para conducir la mezcla de petróleo líquido, gas y agua de formación a la superficie, actividad que se conoce como producción primaria.

Los pozos productores de hidrocarburos se clasifican en dos categorías:

**Fluyentes.** Cuando la presión del yacimiento es suficiente para elevar al aceite hasta la superficie, el pozo se clasifica como fluyente. Su operación es la más económica, puesto que la energía la da el propio yacimiento. Sólo es necesario regular el ritmo de explotación con el fin de aprovechar al máximo la energía del yacimiento y obtener la mayor recuperación de aceite posible.

**Producción Artificial.** En los casos en que la energía del yacimiento no es suficiente para elevar el aceite hasta la superficie. Se utilizan diversos sistemas de bombeo, que reciben el nombre genérico de sistemas artificiales de explotación (SAP). En general, todos estos sistemas utilizan una bomba instalada dentro del pozo que es accionada de distintas formas, las cuales pueden ser mecánicas, hidráulicas o eléctricas con excepción del llamado Bombeo Neumático (gas lift), que utiliza la fuerza expansiva del gas para elevar el aceite. La selección del sistema a utilizar depende de la viscosidad del aceite, del tipo y profundidad del pozo, de la disponibilidad de gas y del análisis de los costos.

Algunas de las técnicas actualmente utilizadas para la producción artificial consisten en bombeo de tipo neumático, mecánico, hidráulico y eléctrico.

En el pasado, los pozos que no fluían por energía propia eran abandonados, pero conforme los métodos de explotación han sido perfeccionados hay cada vez más una significativa recuperación del petróleo en este tipo de yacimientos.

Cuando un campo petrolero es explotado por métodos primarios y secundarios (por ejemplo: flujo natural, extracción artificial, inundación), en una proporción no mayor al 50% del petróleo contenido en el yacimiento, se debe mejorar el proceso de recuperación del mismo y los procedimientos empleados se pueden dividir en tres clases:

*Térmico.*

El proceso térmico incluye estimulación e inyección de vapor y combustión en el lugar.

---

### *Químico.*

El proceso de mejoramiento en la recuperación del petróleo por medios químicos puede consistir en la inyección de un polímero surfactante, la inyección por medio de un polímero y la inundación con un cáustico.

Este procedimiento, es una lechada de solución surfactante inyectada al pozo, seguida de una lechada formada por un polímero en solución que actúa como un fluido conductor. El surfactante lava el petróleo de la formación y la emulsión surfactante/petróleo es expulsada hacia el pozo productor por la solución del polímero.

La inyección del polímero y del surfactante requiere un tratamiento intensivo del agua que se usará para disolver el surfactante y el polímero.

En el proceso de inyección con un polímero, una solución del polímero es inyectada al pozo, donde tiene dos funciones, como compuesto desplazante y como un fluido conductor.

La inyección de la solución cáustica se utiliza para conducir el petróleo a través de la formación hacia los pozos productores.

### *Desplazamiento miscible*

Este proceso consiste en inyectar un agente desplazante completamente miscible con el petróleo existente. Como resultado, la tensión interfacial entre los dos se reduce a cero (provocando que no exista una interfase).

## **I.II.IV DESECHOS DE PERFORACIÓN**

La actividad que genera una mayor cantidad de impacto ambiental es la de perforación, porque los fluidos de perforación y los cortes asociados a dicha actividad. Se podría considerar en este punto que las instalaciones de superficie necesarias para llevar a cabo la perforación de pozos son un factor importante en cuanto a intensidad e impactos ambientales causados.

Estudios realizados establecen que la composición química de los desechos de perforación normalmente contienen cantidades considerables de una variada gama de contaminantes tóxicos, como aluminio, antimonio, arsénico, bario, cadmio, cromo, cobre, plomo, magnesio, mercurio, níquel, zinc, benceno, naftalina, fenatrena y otros hidrocarburos, así como niveles tóxicos de sodio y cloruros (“CENSAT AGUA VIVA”, Impacto ambiental de la industria petrolera: La perforación. 2002.)

Es importante resaltar la generación de grandes cantidades de residuos sólidos o cortes de perforación. Si se tiene un pozo típico de 16.000 pies (aproximadamente 5 kilómetros) de profundidad pueden ser generados 4000 barriles de cortes de perforación, los cuales se compondrán principalmente de arenas, arcillas, minerales y aditivos. El mayor inconveniente en este caso no se produce por el volumen de sólidos que se generan, sino por la toxicidad de estos, ya que estuvieron en continuo contacto con el fluido de perforación, por lo que es muy común tener recortes con impregnaciones de aceites o cualquier otro contaminante (Navarro, A. 1995).

---

---

## **I.II.IV.I LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN**

El fluido de perforación o lodo como comúnmente se le llama, puede ser cualquier sustancia o mezcla de sustancias con características físicas y químicas apropiadas, como por ejemplo: aire o gas, agua, petróleo o combinaciones de agua y aceite con determinado porcentaje de sólidos.

La composición química precisa de los lodos varía de pozo a pozo, o aún dentro de un mismo pozo, pero los componentes más utilizados incluyen: arcillas, baritina y aditivos químicos.

El fluido no debe ser tóxico, corrosivo, ni inflamable, pero si inerte a las contaminaciones de sales solubles o minerales y estable a las altas temperaturas. Además, debe mantener sus propiedades según las exigencias de las operaciones, debe ser inmune al desarrollo de bacterias.

### **PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN**

De acuerdo al Instituto Americano del Petróleo (API), las propiedades del fluido a mantener durante la perforación del pozo son físicas y químicas.

#### **PROPIEDADES FÍSICAS**

##### *Densidad*

Es la propiedad del fluido que tiene por función principal mantener los fluidos de la formación en el yacimiento. La densidad se expresa por lo general en lbs/gal, y es uno de los dos factores, de los cuales depende la presión hidrostática ejercida por la columna de fluido. Durante la perforación de un pozo se trata de mantener una presión hidrostática ligeramente mayor a la presión de la formación, para evitar en lo posible un arranque del pozo, lo cual dependerá de las características de la formación.

##### *Punto cedente*

Está relacionado con la capacidad de limpieza del fluido en condiciones dinámicas. Generalmente sufre incremento por la acción de los contaminantes solubles como el carbonato, calcio, y por los sólidos arcillosos de las formaciones, provocado por la fluctuación del lodo.

##### *pH*

Indica si el lodo es un ácido o alcalino. La mayoría de los fluidos de base acuosa son alcalinos y trabajan con un rango de pH entre 7.5 a 11.5. Cuando el pH varía de 7.5 a 9.5, el fluido es de bajo pH y cuando varía de 9.5 a 11.5, es de alto pH.

##### *Porcentaje de arenas*

La arena es un sólido no reactivo indeseable de baja densidad relativa. El porcentaje de arena durante la perforación de un pozo debe mantenerse en el mínimo posible para evitar daños a los equipos de perforación. La arena es completamente abrasiva y causa daño considerable a las camisas de las bombas de lodo.

## PROPIEDADES QUÍMICAS

### *Dureza*

Es causada por la cantidad de sales de calcio y magnesio disueltas en agua o en el filtrado del lodo. El calcio por lo general, es un contaminante en los fluidos base de agua.

### *Cloruros*

Se refiere a la cantidad de iones cloruro presentes en el filtrado del lodo. Una alta concentración causa efectos adversos en un fluido base de agua.

### *Alcalinidad*

Se puede definir como la concentración de iones solubles en agua que pueden neutralizar ácidos. Con los datos obtenidos de la prueba de alcalinidad se puede estimar la concentración de iones OH<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub> y HCO<sub>3</sub> presentes en el fluido.

### *MBT (Methylene Blue Test)*

Es una medida de la concentración total de sólidos arcillosos que contiene el fluido.

## I.II.IV.IV.I EL CICLO DEL LODO EN EL POZO

La mayor parte del lodo que se utiliza en una perforación circula en un ciclo continuo, el lodo se mezcla y se guarda en la fosa de lodo. Una bomba extrae el lodo de la fosa y lo envía a través del centro hueco de la tubería de perforación directo hacia el pozo. El lodo sale a través de la tubería de perforación, desde el fondo del pozo donde el barrena de perforación tritura la roca. Entonces el lodo comienza el viaje de regreso a la superficie, arrastrando los fragmentos de roca, denominados recortes de perforación, que se han desprendido de la formación por acción de la barrena. El lodo sube a través del ánulo, el espacio que existe entre la tubería de perforación y las paredes del pozo. En el fondo de una excavación profunda, el pozo puede llegar a tener 8 pulgadas (20 centímetros) de diámetro.

En la Figura 1.1 podemos ver el ciclo que tiene el fluido de perforación desde que es preparado en la presa de ahí es bombeado por el espacio anular hasta salir a la línea de retorno la cual dirige el lodo junto con los recortes de perforación a la zaranda vibratoria. Las zarandas vibratorias son una serie de rejillas de metal que vibran y se utilizan para separar el lodo de los recortes. El lodo cae a través de las rejillas y regresa a la fosa de lodos. Los recortes de las rocas se deslizan por la deslizadora de recortes que se encarga de desecharlos. Según los factores medioambientales y otras consideraciones, los recortes deberán lavarse antes de desecharse. Algunos de estos residuos son examinados por geólogos que buscan indicios sobre qué es lo que está sucediendo en la profundidad del pozo. Ya en las presas nuevamente es valorado para ser reutilizado o confinado para su eliminación.

En actividades en tierra los recortes suelen recolectarse en contenedores apropiados o bien en fosas superficiales construidas para ese fin. En actividades en mar, en caso que los recortes y la arena no estén contaminados con fluidos de perforación, pueden ser descargados por la cubierta, en caso contrario deben ser almacenados y trasladados a tierra para su disposición.

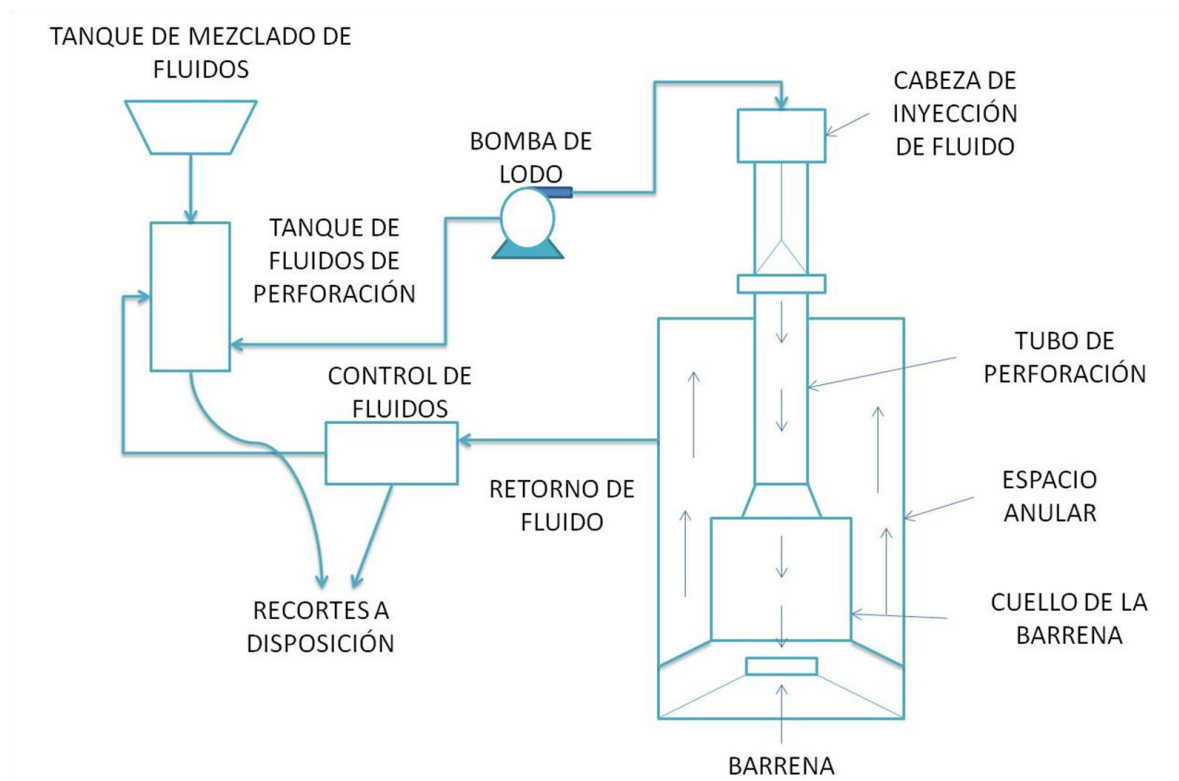


Figura 1.1 El ciclo del lodo en el pozo

### I.II.IV.IV.II FUNCIONES DEL LODO DE PERFORACIÓN

Ya sea en mar o en tierra los lodos de perforación son la base para una perforación óptima, ya que estos cumplen diferentes funciones para el desarrollo de un pozo y son:

#### *Evacuar los recortes de perforación.*

La remoción de los recortes (limpieza del pozo) depende del tamaño, forma y densidad de los recortes, de la velocidad de penetración, de la rotación de la columna de perforación, de la viscosidad, densidad y velocidad anular del fluido de perforación.

#### *Controlar las presiones de la formación.*

A medida que la presión de la formación aumenta, se incrementa la densidad del fluido de perforación para equilibrar las presiones y mantener la estabilidad de las paredes del pozo. Esto impide, además, que los fluidos de formación fluyan hacia el pozo.

*Suspender y descargar los recortes.*

Los recortes de perforación que se sedimentan durante condiciones estáticas pueden producir el atascamiento de la tubería o la pérdida de circulación.

*Obturar las formaciones permeables.*

Los sistemas de fluido de perforación deben estar diseñados para depositar sobre la formación un enjarre de baja permeabilidad con el fin de limitar la invasión de filtrado. Esto mejora la estabilidad del pozo y evita numerosos problemas de perforación. Si una formación está fracturada y/o fisurada deben usarse materiales puenteantes.

*Mantener la estabilidad del pozo.*

La estabilidad del pozo constituye un equilibrio complejo de factores mecánicos (presión y esfuerzo) y químicos. La composición química y las propiedades del lodo deben combinarse para proporcionar un pozo estable hasta que se pueda introducir y cementar la tubería de revestimiento.

*Minimizar daños a la formación.*

La protección del yacimiento contra daños que podrían perjudicar la producción es muy importante. Cualquier reducción de la porosidad o permeabilidad natural de una formación productiva es considerada como daño a la formación. Estos daños pueden producirse como resultado de la obturación causada por el lodo o los sólidos de perforación, o de las interacciones químicas (lodo) y mecánicas (conjunto de perforación) con la formación.

*Enfriar, lubricar y aliviar la columna de perforación.*

La circulación del fluido de perforación enfría la barrena y el conjunto de perforación, alejando el calor de la fuente (fricción) y distribuyéndolo en todo el pozo. La circulación del fluido de perforación enfría la columna de perforación hasta temperaturas más bajas que la temperatura de fondo. Además de enfriar, el fluido de perforación lubrica la columna de esta, reduciendo aún más el calor generado por fricción. A mayor densidad del lodo, menor será el peso de la sarta en el gancho.

*Controlar la corrosión.*

Los componentes de la sarta de perforación y tubería de revestimiento en contacto con el fluido de perforación están propensos a varias formas de corrosión. Los gases disueltos tales como el O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S pueden causar graves problemas de corrosión, tanto en la superficie como en el fondo del pozo.

En general, un pH bajo agrava la corrosión. Por lo tanto, una función importante del fluido de perforación es mantener la corrosión a un nivel aceptable. El fluido de perforación además no debería dañar los componentes de caucho o elastómeros. Cuando los fluidos de la formación y/o otras condiciones de fondo lo justifican, metales y elastómeros especiales deberían ser usados.



### *Facilitar La cementación y terminación*

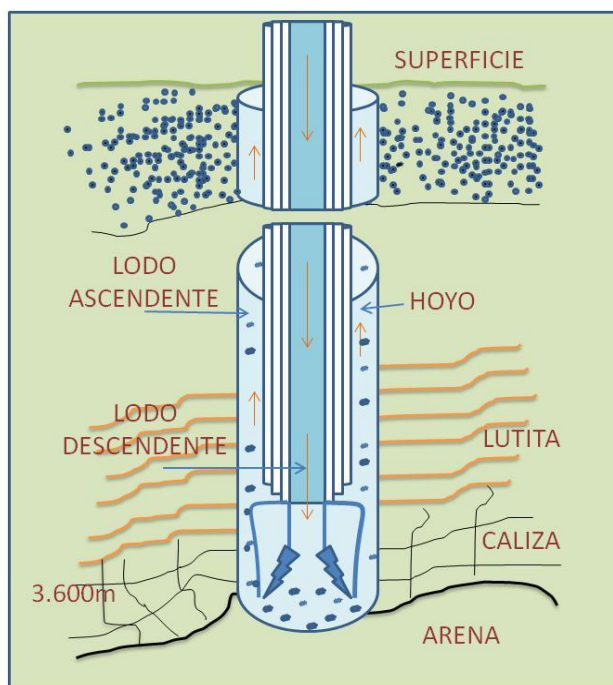
La cementación es crítica para el aislamiento eficaz de la zona y la finalización exitosa del pozo. Durante la introducción de la tubería de revestimiento, el lodo debe permanecer en movimiento de manera que no se produzca ninguna pérdida de circulación inducida.

### *Minimizar el impacto sobre el medio ambiente*

Con el tiempo, el fluido de perforación se convierte en un desecho y debe ser eliminado de conformidad con los reglamentos ambientales locales. Los fluidos de bajo impacto ambiental que pueden ser eliminados en la cercanía del pozo son los más deseables. La mayoría de los países han establecido reglamentos ambientales locales para los desechos de fluidos de perforación.

Los fluidos a base de agua, a base de petróleo, anhidros y sintéticos están sujetos a diferentes consideraciones ambientales y no existe ningún conjunto único de características ambientales que sea aceptable para todas las ubicaciones. Esto se debe principalmente a las condiciones complejas y cambiantes que existen por todo el mundo, la ubicación y densidad de las poblaciones humanas, la situación geográfica local (costafuera o en tierra), altos o bajos niveles de precipitación, la proximidad del sitio de eliminación respecto a las fuentes de agua superficiales y subterráneas, la fauna y flora local, entre otras condiciones.

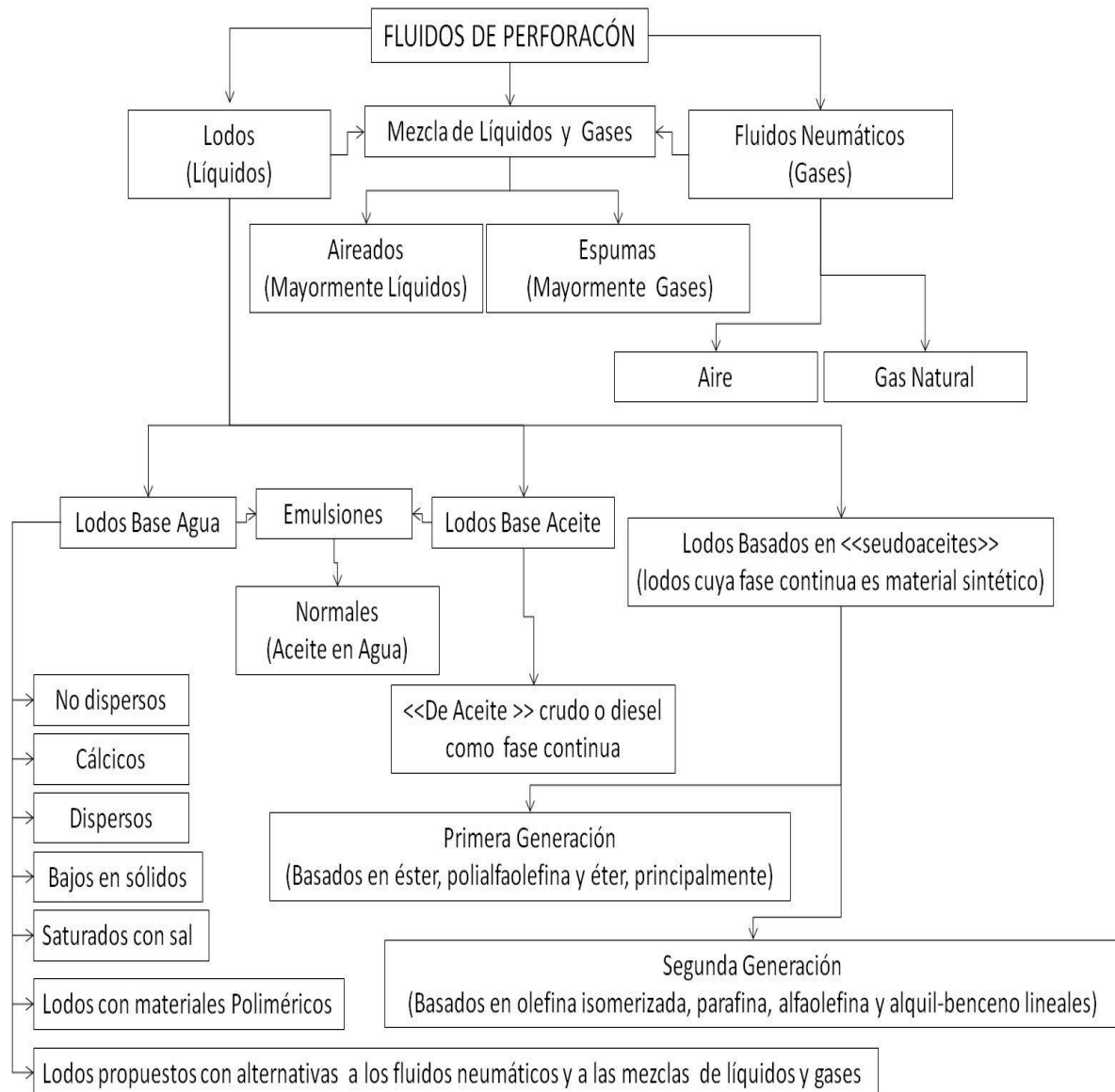
La Figura 1.2 muestra la forma en que desciende y asciende el fluido de perforación a través de la barrena.



**Figura 1.2 Ascenso y descenso del fluido en el pozo**

### I.II.IV.IV.III CLASIFICACIÓN DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN

Los fluidos de perforación se pueden clasificar de tres distintas formas, dependiendo del estado físico en el que se encuentren: lodos (líquidos), fluidos neumáticos (gases) y mezcla de líquidos y gases. A continuación la Figura 1.3 muestra la clasificación de los fluidos de perforación.



**Figura 1.3 Clasificación de los fluidos de perforación**

Como vemos, los lodos se pueden clasificar, dependiendo su fase continua, en: lodos base agua, lodos base aceite y lodos base pseudoaceites.

---

## Lodos base agua

Estos se clasifican así porque su fase continua es agua (dulce o salada) y son:

### No dispersos

Generalmente incluyen lodos de poco peso y ligeramente tratados. No tiene adición de adelgazantes. Usualmente empleados para perforar las secciones someras del agujero y pozos poco profundos.

### Dispersos

Se requieren para mayores profundidades en incremento y pesos de lodo mayores, las formulaciones de lodo requieren aditivos dispersantes (lingosulfonatos, lignitos y taninos) para cancelar las fuerzas atractivas entre partículas que crean viscosidad en el lodo base agua. Esto extiende efectivamente el uso del sistema de lodos hasta que tenga que ser reemplazado.

### Calados o cálcicos

Típicamente este grupo incluiría los lodos base yeso-lignito y lodos base calcio. Se adiciona en exceso una fuente de calcio (yeso, cal) para asegurar un constante suministro de iones de calcio, que es efectivo para desacelerar el proceso de hidratación de las lutitas. Este lodo tiende a ser relativamente barato de operar y las prácticas de desechado y dilución son la norma para el control final de sólidos.

### Polímeros

Estos lodos utilizan polímeros de largas cadenas con alto peso molecular, los cuales pueden encapsular los sólidos perforados para prevenir la dispersión o cubrirlos para la inhibición. También proveen viscosidad y propiedades para el control de pérdidas de fluido. Los ejemplos más comunes de lodos polímeros son PHPA (Poli-Acrilato Parcialmente Hidrolizado), CMC (Carboxi-Metil-Celulosa) y PAC (Celulosa Poli-Aniónica). Son intolerantes a la contaminación de calcio y no soportan temperaturas mayores a 300°F.

### Bajos en sólidos

Estos son por lo general lodos base polímero diseñados para tener un máximo del 6% al 10% de contenido de sólidos por volumen.

### Salinos (saturados en sal)

Estos incluyen los sistemas poliméricos con base de agua saturada con sal y con agua de mar, en donde otros polímeros agregados proveen viscosidad y las propiedades para control en la pérdida de fluido.

### Lodos base aceite

Son lodos cuya fase continua o externa corresponde a petróleo crudo o derivados. Son de gran utilidad en casos de perforación de zonas productoras, perforación con problemas de estabilidad de pozos por arcillas sensibles, perforación de pozos profundos a altas temperaturas y presiones, etcétera.

#### Lodos Base diesel

Comprenden aceite diesel como la base del fluido mezclado con una salmuera emulsionada y aún son utilizados en algunas áreas del mundo a pesar del alto contenido de hidrocarburos aromáticos y a las preocupaciones de HSE -Salud, Seguridad y Medio Ambiente (reacciones adversas en la piel, carcinogénico). El contenido aromático (componente cancerígeno) de diesel es de aproximadamente 30% por volumen.

#### Base aceite (todo aceite)

Están formulados utilizando 100% de aceite como fluido base y son usualmente considerados ideales para la toma de núcleo o como fluidos de perforación del yacimiento.

#### Lodos emulsionados

Entre los lodos base agua y los lodos base aceite, existe una clasificación de lodos llamados emulsionados. Estos pueden ser normales (aceite en agua) o invertidos (agua en aceite). Estos son utilizados para evitar la corrosión de la barrena y la sarta; evitan el daño de formación y evitan problemas de arcillas sensibles. Son estables a temperaturas de hasta 200°F.

#### Emulsión inversa

Son esencialmente formulaciones con base de aceite mineral con salmuera de cloruro de calcio emulsionada en proporción desde 5 a 50% de la fase líquida. El contenido aromático de la base aceite es menor al 10%.

#### Sintéticos

Están formulados como los lodos de emulsión inversa, pero el fluido base utilizado no contiene aromáticos de los tipos ésteres, éteres, PAO's (poli-alfa-olefinas) ni parafinas.

#### Lodos base pseudoaceites

Son lodos de perforación cuya fase continua es material sintético y hay de dos tipos: primera generación que son a base de éster, polialfaolefina y éter, principalmente. Y segunda generación están basados en olefina isomerizada, parafina, alfaolefina y alquilbenceno lineales.

#### Fluidos neumáticos y mezclas liquido-gas

Son utilizados en situaciones donde la perforación con líquidos y gas no es adecuada, con formaciones muy porosas, presurizadas y cavernosas. Estos fluidos corresponden a aire, espumas y lodos aireados.

#### Aire de perforación

El aire que más comúnmente se utiliza es el gas comprimido, para limpiar el pozo, aunque también se usa el gas natural, sin embargo, puede presentar algunos problemas como necesidad de constante regulación de presiones, erosión del pozo y mantener la velocidad del gas (3000 ft/min).

### Lodos aireados

Puede ser un lodo base agua al cual se le adhiere aire. Presenta menos presión hidráulica y tendencia a fracturar formaciones débiles. Reduce pérdidas de circulación en áreas muy porosas y con bajo gradiente de fracturas.

### Espumas de perforación

Es una combinación de agua o polímero/bentonita mezclada con un agente espumante y aire de un compresor para formar las burbujas. La espuma actúa como agente transportador y removedor de los cortes generados. Requiere menos volúmenes que el aire para la perforación. Permite manejar la estabilidad del pozo debido a una delgada costra formada en la pared del pozo. Presentan flujo continuo y regular en las líneas.

En la Tabla 1.1 se muestra los tipos de fluidos de perforación usualmente utilizados dependiendo las características del pozo.

Etapa T.R (pulg.)	Profundidad (m)	BNA. (pulg.)	Densidad (qr/cc)	Tipo de Fluido	Temperatura (°F)	Contaminantes
30	50-150	36	1.0-1.06	Agua de mar Agua dulce	Ambiente	Ninguno
20 - 17 $\frac{1}{2}$	50-1000 150-1200	26	1.06-1.25	Bentonítico	50	Arcillas generadoras de lodo
14 $\frac{3}{4}$ - 13 $\frac{3}{8}$	1000-3000 1200-3400	17 $\frac{1}{2}$ - 16	1.25-1.75	Polimérico disperso	175	Arcilla con CO <sub>2</sub> Agua Salada
9 $\frac{5}{8}$ - 7	3000-3400 3400-4800	12 $\frac{1}{4}$ - 8 $\frac{1}{2}$	1.60-2.15	Emulsión Inversa	225	Agua Salada, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, Domo Salino
5 - 3 $\frac{1}{2}$	4200-5800 4800-5400	6 $\frac{1}{2}$ - 5 $\frac{7}{8}$ - 5 $\frac{5}{8}$	0.90-1.30	Emulsión directa	350	Gases CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, hidrocarburos

Tabla 1.1 Fluidos de perforación usualmente utilizados dependiendo las características del pozo

### **I.II.IV.V REVESTIMIENTO DEL POZO.**

Durante la perforación, se hace necesario revestir el pozo a diferentes intervalos de profundidad, empleando tuberías que se cementan dentro del agujero perforado.

Estas tuberías de revestimiento varían en diámetro y número, de acuerdo a las diferentes áreas perforadas, a la profundidad y característica productora del pozo. Así, en el programa de perforación se indica la profundidad del pozo y el número de tuberías de revestimiento que habrán de cementarse, (generalmente tres) Para alojar estas tuberías se hacen perforaciones con barrenas de diferente espesor conforme a la profundidad de la perforación. La tubería de mayor diámetro es conocida como tubería superficial y de control; a la siguiente se le nombra tubería intermedia; a la de menor diámetro y mayor profundidad, tubería de producción.

Cada tubería de revestimiento se cementa antes de continuar con la perforación o cualquier otra operación. Este proceso es conocido como cementación primaria

Muchos de los aditivos que se utilizan durante la perforación y cementación son altamente tóxicos y pueden incluir biocida, bactericidas, anticorrosivos, espesantes y sustancias químicas para controlar el pH de los fluidos. Los desechos producidos por los lodos de perforación pueden hallarse mezclados con petróleo y sales provenientes del pozo y pueden ser sumamente alcalinos.

### **I.II.IV.VI TERMINACIÓN DEL POZO**

Las operaciones de terminación incluyen el montaje y cementación, empaque del pozo e instalación de la tubería de producción. El método de terminación del pozo se determina basado en el tipo de formación como puede ser de: arena dura, arena floja, arena fina y floja, mezcla de arena fina y gruesa y arena fina y carbonatos. Se usan agentes aglomerantes para prevenir pérdida de fluidos hacia la formación.

Existen dos tipos de terminación, agujero abierto y agujero recubierto. La de agujero abierto se aplica en formaciones consolidada, mientras que la terminación del tipo recubierto se usa en formaciones no consolidadas. El proceso de terminación consiste de las siguientes etapas:

- La inundación de la sección perforada. Consiste en inyectar, en actividades costa afuera, agua de mar en el revestimiento. Este fluido es considerado de prelimpieza y puede ser filtrado y recirculado varias veces para remover los sólidos del pozo y reducir el potencial por daños a la formación. Cuando el pozo se ha limpiado, es inyectado un segundo fluido de terminación nombrado "fluido pesado". Este fluido mantiene suficiente presión para prevenir que fluidos de la formación emigren hacia el agujero hasta que la terminación haya concluido.
- Instalación de la tubería de producción. Se instala en el interior de la TR usando un

---

equipo empaquetador, el cual se instala cercano al final de la tubería. Este equipo consiste de tubos, elementos de agarre y elementos de sello hechos de goma que mantienen la tubería en su lugar y se expanden para formar un sello de presión hermético entre la tubería de producción y de revestimiento. Este sello del espacio anular obliga al fluido de la formación a desplazarse por la tubería de producción.

La TR es perforada para permitirle al hidrocarburo fluir del yacimiento al pozo. Esta perforación puede ser realizada con una pistola especial de perforación (comúnmente abajo en el pozo, unida a una línea de alambre) que dispara balas de acero o cargas preparadas y que penetran el cemento y la TR.

La etapa final es la instalación en superficie, en la cabeza del pozo, del "árbol de Navidad", un juego de válvulas para el control del flujo de hidrocarburos. Cuando las válvulas del "árbol" son inicialmente abiertas, el fluido de terminación remanente en la tubería es removido y se inicia el flujo de hidrocarburos del yacimiento.

Si los resultados de la perforación del pozo no son los esperados, se debe proceder a la recuperación ambiental de la locación de perforación y del área de influencia. En caso de abandono temporal o definitivo del área de influencia se deberán ubicar y disponer adecuadamente los equipos y estructuras que se encuentren en los sitios de trabajo que no sean necesarios para futuras operaciones, tratar y disponer de acuerdo a la ley todos los desechos domésticos e industriales, readecuar los drenajes y reforestar si es en tierra el área que no vaya a ser reutilizada en el sitio de perforación. Sellar con tapones de cemento en la superficie cuando se abandone definitivamente un pozo para evitar escapes de fluidos. En caso de producirse escapes por mal taponamiento del pozo, la empresa asumirá todos los costos de remediación y reparaciones correspondientes al pozo.

#### **I.II.III.IV ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN**

El petróleo y gas natural se encuentran en yacimientos subterráneos. Para su localización, cuantificación y explotación es necesaria la perforación de pozos. Esta actividad involucra la perforación de varios pozos en un yacimiento para extraer los hidrocarburos descubiertos mediante la perforación exploratoria. La perforación se realiza usando estructuras y sargas de acero. Se introduce la tubería y barrena hasta el estrato productor; se desplaza la tubería de revestimiento para finalmente permitir a los hidrocarburos fluir hacia la superficie. Todo esto se logra gracias a 5 sistemas importantes que son:

*Sistema de Potencia.* Es el encargado de generar potencia utilizando motores de combustión interna. Estos motores son normalmente alimentados por combustible diésel y su número depende del tamaño del equipo al que van a suministrar la potencia. Muchos equipos modernos tienen 8 motores de combustión interna o más, y se subdividen en dos partes: generación de potencia y transmisión de eléctrica o mecánica.

*Sistema de Rotación.* Tiene 3 sub-componentes mayores: ensamblaje de mesa rotaria y/o top drive, la sarga de perforación y la barrena estos son los encargados de dar movimiento.

*Sistema de Levantamiento de Cargas.* Proporciona estructura, la cual se compone de piso del equipo, torre de perforación y sub-estructura. El sistema de izaje de cargas que está formado por malacate, bloque de corona, bloque viajero, gancho, elevador y cable o línea de perforación.

*Sistema Circulante de Fluidos.* Está formado por el fluido de perforación, el área de preparación y almacenaje, equipo para bombeo, circulación de fluidos y equipo y área para el acondicionamiento.

*Sistema de Prevención de Reventones.* Un reventón se refiere al flujo de fluidos de la formación a la superficie que ha perdido el control. Comienza como un “brote” o “cabeceo” que es un flujo imprevisto de fluidos de la formación adentro del pozo el cual, si no se maneja apropiadamente se convierte en un reventón. El sistema tiene como función cerrar el pozo en caso de un influjo imprevisto, colocar suficiente contra-presión sobre la formación y recuperar el control primario del pozo

## **LII IV.V PERFORACIÓN COSTAFUERA**

Como se menciona la fase de exploración se apoya en gran medida de trabajos de perforación. Las unidades de perforación utilizadas para pozos exploratorios son de tipo móvil, para lograr su fácil y pronto desplazamiento. Los dos tipos básicos de equipos de perforación son:

- Las unidades de fondo soportados que se utilizan para operaciones de perforación en aguas poco profundas.
- Las unidades de tipo sumergible que son barcas a las que les ha sido instalado equipo de perforación. Las plataformas sumergibles son de dos tipos: barcaza de poste y tipo botella.

Para el desarrollo de campos los equipos comúnmente utilizados son las plataformas fijas y móviles. Los pozos en desarrollo son perforados frecuentemente desde las plataformas fijas, debido a que algunas veces la perforación exploratoria ha confirmado la existencia de una considerable cantidad de hidrocarburo, por lo que la plataforma se construye en el sitio para las operaciones de perforación y producción.

Para lograr extraer en forma efectiva el petróleo desde el yacimiento hasta la superficie se requiere la perforación de varios pozos en diferentes partes de la formación. Este procedimiento requiere de una perforación direccional controlada. La perforación es realizada en forma recta y posteriormente se continúa perforando con un ángulo de inclinación en la dirección deseada hasta alcanzar el objetivo. También se requieren herramientas de perforación especiales que eviten el incremento de la temperatura y el atascamiento del tubo, ocasionados por los esfuerzos presentes en la barrena y la sarta de perforación.



---

### **I.II.IV.V.I QUÉ ES UNA PLATAFORMA MARINA Y TIPOS DE PLATAFORMAS MARINAS**

En la industria petrolera y en la explotación del petróleo se utilizan diferentes tipos de plantas petroleras, dependiendo de la perforación y de la estructura en donde se va a trabajar. Esto puede ser en tierra o mar adentro. Cuando se requiere perforar en el mar o en aguas someras es necesario hacerlo con plataformas marinas

Una plataforma es una estructura auto-contenida, rígida e inamovible desde la cual los pozos de desarrollo son perforados y llevados a producción. Las plataformas petroleras, son enormes estructuras de acero y hormigón con un peso superior a un millón de toneladas métricas y con una altura de hasta 50 metros sobre el nivel del mar.

Las plataformas marinas se dividen en varios tipos de acuerdo a su función. En ellas se encuentran los equipos para la perforación de los pozos, y es donde se recibe la producción del aceite y gas.

#### **PLATAFORMA AUTO-ELEVABLE**

Una plataforma auto-elevable es una estructura de perforación costa afuera móvil con soportes tubulares o de mástil, que soportan la cubierta y el armazón. Cuando se encuentra posicionada encima del sitio de perforación, la parte inferior de los soportes descansa sobre el fondo del mar. Una vez que los soportes se encuentran firmemente posicionados en el fondo se ajusta y nivela la altura de la cubierta y el armazón. Una plataforma Auto-Elevable puede perforar en profundidades de hasta 400 pies.



Figura 1.4 Plataforma Auto elevable

---

## PLATAFORMA SEMI-SUMERGIBLE

Las unidades de perforación flotantes se utilizan cuando la perforación se lleva a cabo en zonas profundas y alejadas fuera de la costa. Las unidades sumergibles tienen la capacidad de soportar los embates de un mar encrespado pues experimentan un ligero giro y poca tendencia a inclinarse.

Las plataformas semisumergibles son instalaciones de perforación soportadas sobre un casco de embarcación, mismo que flota al estar vacío. Cuando llegan al sitio de la perforación, el casco es inundado y desplazado dentro del mar. Una vez que ha quedado completamente sumergido y apoyado en el lecho marino, la unidad queda asentada en forma estable y no es susceptible al movimiento de las olas, debido a lo bajo que queda su centro de gravedad. Finalmente es amarrada mediante anclaje en el lecho marino.

Un semi-sumergible es una estructura flotante que tiene su armazón sumergido en agua. Los pontones y columnas son inundados, lo cual causa que la unidad se sumerja a una profundidad predeterminada. Puede ser auto-impulsada o remolcada al sitio de perforación y pueden ser ancladas o dinámicamente posicionadas o ambas sobre el sitio de perforación.



Figura 1.5 Plataforma Semi-Sumergible

## BARCO DE PERFORACIÓN

Los barcos de perforación y las barcazas tipo barco tienen instalado equipo de perforación, manteniendo su posición arriba del sitio de la perforación por anclaje al lecho marino o bien, mediante propulsores instalados en proa, popa, a babor y estribor. Sin embargo, estas unidades al encontrarse a flote, son susceptibles a movimientos del mar.

Un barco de perforación es una unidad de perforación flotante, auto-impulsada. Aún cuando no son tan estables como una semi-sumergible, son capaces de perforar pozos en aguas más profundas. Estas pueden ser ancladas o dinámicamente posicionadas o ambas sobre el sitio de perforación.



Figura 1.6 Barco de Perforación

## PLATAFORMA FIJA

Los equipos Convencionales y Modulares se utilizan para la terminación, reparación, reentradas y/o profundización de pozos los cuales son instalados sobre las estructuras fijas.

- *Los equipos Convencionales*, tienen mástil y cuentan con mayor caballaje para operar en pozos de mayor profundidad.
- *Los equipos Modulares* tienen torre de perforación, y están compuestos por módulos que son instalados por su propia grúa. Son equipos para operar en pozos someros.



Figura 1.7 Plataforma Fija

---

## PLATAFORMA DE PERFORACIÓN

Se distinguen por sus torres que llegan a tener más de 30 metros de altura. Utilizan gran diversidad de barrenas, dependiendo de las características del subsuelo y de la profundidad a perforar. Es idéntica a las plataformas satélites, con la diferencia que en esta, la línea de descarga de los pozos se conecta directamente al cabezal colector general, sin que exista ningún tendido submarino como en las otras.



Figura 1.8 Plataforma Fija

## PLATAFORMA DE ENLACE

En esta plataforma se concentran las llegadas de los oleo gasoductos provenientes de las plataformas satélites, los cuales se conectan al cabezal colector general, que tiene la función de distribuir el aceite hacia las plataformas de producción. De esta plataforma, salen las tuberías por las que se envía el aceite ya procesado (oleoductos). Adicionalmente, en esta plataforma se encuentran instaladas las trampas para recuperar o enviar los dispositivos mecánicos (diablos), utilizados en la limpieza de los ductos.



Figura 1.9 Plataforma de Enlace

## PLATAFORMA DE PRODUCCIÓN

Por lo general, en el campo, los complejos de producción contienen de dos a tres plataformas de producción, dependiendo del volumen de aceite que sea necesario manejar. En estas plataformas se efectúa la separación y medición del gas y el aceite; asimismo, mediante equipo de bombeo, se envía el crudo a los centros de distribución, almacenamiento o refinación.



Figura 1.10 Plataforma de Producción

---

## PLATAFORMA DE COMPRESIÓN

Esta plataforma contiene el equipo necesario para manejar y enviar el gas natural obtenido en el proceso de separación del aceite.



Figura 1.11 Plataforma de Compresión

## PLATAFORMA HABITACIONAL

Como su nombre lo indica, es una plataforma acondicionada para que los trabajadores permanezcan con la mayor comodidad posible fuera de sus horas de labores. Proporcionan servicios de hospedaje y alimentación al personal que trabaja en los complejos marinos. Cuentan con áreas de servicio médico, de descanso y de esparcimiento.



Figura 1.12 Plataforma Habitacional

**GENERACIÓN DE EQUIPOS DE PERFORACIÓN.**

El término “Generación” es tradicionalmente aplicado a equipos de perforación flotantes y está basado en la antigüedad o año de construcción. También está basada en la tecnología instalada. Cuando los equipos de producción son construidos, generalmente reflejan la tecnología disponible para ese momento. A medida que la tecnología se desarrolla, trabajos más complejos pueden ser realizados y a través de los últimos 30 años las plataformas se han movido a aguas más profundas para perforar pozos con mayor tirante de agua y complejos. Lo que tuvo como consecuencia que se modernizara la tecnología provocando una nueva generación.

---

# **CAPÍTULO II**

## **IMPACTO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA PETROLERA**

### **II.I OBJETIVO**

Conocer la definición de impacto ambiental y sus antecedentes; además de saber el impacto ambiental generado por las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos. También el impacto generado por las plataformas marinas y los recortes de perforación impregnados con fluidos de control base aceite. Y de manera general los principales procesos ambientales para prevenir minimizar y mitigar el impacto ambiental generado por los recortes base aceite.

### **II.II DEFINICIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y TIPOS**

Se define impacto ambiental como la “Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”. Un huracán o un sismo pueden provocar impactos ambientales, sin embargo el instrumento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se orienta a los impactos ambientales que eventualmente podrían ser provocados por obras o actividades que se encuentran en etapa de proyecto (impactos potenciales), o sea que no han sido iniciadas. De aquí el carácter preventivo del instrumento.

### **II.II.I TIPOS DE IMPACTOS AMBIENTALES**

Existen diversos tipos de impactos ambientales, pero fundamentalmente se pueden clasificar, de acuerdo a su origen, en los provocados por:

- El aprovechamiento de recursos naturales ya sean renovables, tales como el aprovechamiento forestal o la pesca; o no renovables, tales como la extracción del petróleo o del carbón.
- Contaminación. Todos los proyectos que producen algún residuo (peligroso o no), emiten gases a la atmósfera o vierten líquidos al ambiente.
- Ocupación del territorio. Los proyectos que al ocupar un territorio modifican las condiciones naturales por acciones tales como desmonte, compactación del suelo y otras.

Asimismo, en la Tabla 2.1 se muestran las diversas clasificaciones de impactos ambientales de acuerdo a sus atributos; por ejemplo



Positivo o Negativo	En términos del efecto resultante en el ambiente.
<b>Directo o Indirecto</b>	Si es causado por alguna acción del proyecto o es resultado del efecto producido por la acción.
<b>Acumulativo</b>	Es el efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
<b>Sinérgico</b>	Se produce cuando el efecto conjunto de impactos supone una incidencia mayor que la suma de los impactos individuales.
<b>Residual</b>	El que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
<b>Temporal o Permanente</b>	Si por un período determinado o es definitivo.
<b>Reversible o Irreversible</b>	Dependiendo de la posibilidad de regresar a las condiciones originales.
<b>Continuo o Periódico</b>	Dependiendo del período en que se manifieste.

Tabla 2.1 Tipos de Impacto en términos del efecto resultante en el ambiente

Fuente: SEMARNAT 2013

### II.III ANTECEDENTES DEL IMPACTO AMBIENTAL

El intenso crecimiento demográfico e industrial, la falta de estrategias de planeación y manejo, así como el desconocimiento del valor ecológico y socioeconómico de los ecosistemas, han inducido graves problemas de contaminación e impacto ambiental y la pérdida de valiosos recursos naturales y económicos en todo el mundo. Esta situación ha determinado la necesidad de incorporar la variable ambiental y los criterios ecológicos dentro de las políticas orientadas hacia la planificación y el desarrollo sustentable de las actividades humanas, con el fin de hacer compatibles la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales con el desarrollo social y económico.

En respuesta a estas inquietudes, a principios de los años setenta se desarrolló en Estados Unidos de América el procedimiento de evaluación del impacto ambiental (*environmental impact assessment*), que fue introducido en el marco legal por medio de la Ley Nacional de Política Ambiental (National Environmental Policy Act, NEPA), promulgada en 1970. Desde entonces, la evaluación del impacto ambiental cuyo objetivo primordial fue desde un inicio disminuir los costos derivados de la contaminación que genere un proyecto fue adoptada en la práctica y/o incorporada a la legislación ambiental de numerosos países. (Raul, J.C. 1980).

La creciente actividad industrial de las últimas décadas, la innovación tecnológica, la incorporación de nuevas sustancias químicas sin evaluar su toxicidad y la fabricación de materiales cada vez de vida más corta, han acelerado los procesos de producción e intensificado la extracción de recursos naturales, provocando un impacto negativo en la salud y el ambiente.

Las sustancias químicas peligrosas se encuentran en muchos productos de consumo y servicios que se utilizan a diario. Bajo condiciones normales, puede ser que algunas sustancias estén controladas, pero cuando entran tóxicos al ambiente, solos o de manera combinada con otras sustancias, contaminan la tierra que trabajamos, el agua que tomamos, el aire que respiramos, algunas de las veces, con desastrosos resultados. Esta situación se ve agravada cuando ocurren accidentes y derrames.

La actividad industrial no solo significa la producción o transformación de materiales sino también transporte, almacenamiento y disposición de grandes cantidades de residuos peligrosos al día, lo que también significa más riesgos ambientales y a la salud humana.

Ejemplo de ello, es la contaminación petrolera que está afectando la vida de las comunidades deteriorando sus hábitats, impactando negativamente sus actividades económicas, entorno social y cultural, inserto en una dinámica que nada tiene que ver con un desarrollo sustentable y justo.

La industria petrolera desarrolla una serie de actividades y operaciones típicas que se consideran implícitas en todos los proyectos. Actividades, tales como: la sísmica, la perforación de pozos, la producción y la conducción, implican múltiples interacciones con el entorno natural, por lo que representan una oportunidad para prevenir, minimizar o mitigar los impactos ambientales causados por la industria petrolera por medio de la implementación de planes de manejo ambiental basados en buenas prácticas ambientales y la implementación de tecnologías ambientales costo/eficientes.

Actualmente los esfuerzos por encontrar nuevas reservas de hidrocarburos de las ya existentes se encuentra en uno de sus niveles históricos más altos. Dicha situación ha hecho que la actividad de las empresas presentes en México atraviese uno los momentos de mayor actividad. Este panorama plantea la necesidad de evaluar con practicidad, claridad y conocimiento, los efectos causados por las actividades de la industria petrolera y proponer soluciones ajustadas a la normatividad ambiental existente y a los avances tecnológicos disponibles.

La afectación que puede causarse al medio ambiente por la industria petrolera al no implementar planes de manejo adecuados puede ser considerable. Los daños ambientales en la mayoría de los casos, se deben principalmente a la falta de conocimiento e investigación por parte de las entidades involucradas.

En México, los estudios de impacto ambiental se realizan desde hace poco más de 20 años. En la administración pública federal, se aplicaron a partir de 1977 para la evaluación preliminar de proyectos de infraestructura hidráulica, aunque se tiene noticia de estudios realizados previamente, la mayoría como investigaciones académicas, sobre todo para tesis profesionales. Con seguridad, además de estos trabajos se realizaron otros en diversas instituciones educativas y de investigación del país o dentro de la propia administración pública federal.

Habiendo desde antes acciones relacionadas con la prevención y disminución de ciertos tipos de impacto ambiental, aunque no se les denominara de esa manera

#### **II.IV IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS**

Las operaciones de exploración y producción de hidrocarburos tienen el potencial para causar una variedad de impactos ambientales, la cual depende de la actividad que se esté desarrollando, el tamaño, la complejidad del proceso, la naturaleza, la sensibilidad del ambiente circundante la efectividad de la planeación, prevención de la contaminación y las técnicas de control y mitigación de impactos ambientales.

---

---

Los impactos que se describen resumidamente más adelante son potenciales y pueden ser mitigados con las medidas y cuidados adecuados. La industria petrolera a nivel mundial ha sido proactiva en el desarrollo de sistemas de administración, prácticas operacionales y desarrollo de tecnologías e ingeniería enfocada a minimizar los impactos ambientales, lo que ha reducido de manera significativa la cantidad de incidentes o problemas ambientales.

Los impactos que se describirán en este capítulo incluyen modificaciones sobre la salud humana, aspectos socio-económicos y culturales, así como sobre la atmósfera, los ambientes acuáticos, terrestres y la biósfera en general, haciendo un resumen de los impactos potenciales en relación con el componente ambiental afectado y la fuente y actividad operacional en consideración.

Las etapas iniciales de exploración descritas anteriormente como: estudios de gabinete, investigación aérea, prospección sísmica y perforación exploratoria, son de corto plazo y transitorias en la naturaleza. Las fases más largas como la perforación, generalmente duran de 1 a 3 meses sin embargo este periodo puede ser mayor bajo ciertas circunstancias, las cuales generalmente se asocian a hallazgos significativos, que generan la necesidad de realizar perforaciones de evaluación para el desarrollo y producción de reservas de hidrocarburos.

La planeación, diseño y control operacional adecuados en cada fase, permite minimizar y mitigar los impactos. Es muy importante el entendimiento de que los procedimientos de manejo de las repercusiones ambientales de cada etapa de la exploración y la explotación, pueden ser evaluadas sistemáticamente antes de iniciar un proyecto para de esta manera tomar las medidas necesarias.

En la evaluación de impactos potenciales es necesario considerar la escala geográfica (global, regional, local) en la cual ocurrirán los mismos al igual que la percepción y magnitud de los impactos ambientales potenciales, los cuales frecuentemente dependen de interpretaciones subjetivas de su accesibilidad e importancia.

La consulta, negociación y entendimiento de estos por los diferentes sectores de la sociedad, son vitales para el adecuado direccionamiento de los problemas, y pueden ayudar al reposicionamiento de los tomadores de decisiones cuando existen conflictos

#### **II.IV.I IMPACTOS SOBRE LOS HUMANOS, SOCIO-ECONÓMICOS Y CULTURALES**

Las operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos pueden inducir cambios económicos, sociales y culturales. La dimensión de estos cambios es especialmente importante para las poblaciones locales, particularmente grupos étnicos que pueden tener usos y costumbres tradicionales a ser afectadas. Los impactos clave pueden incluir cambios en:

Los patrones de uso del suelo, tales como agricultura, pesca, colecta de leña y cacería, como una consecuencia directa, en el caso de ocupación o limitaciones del acceso; o consecuencias indirectas al generarse nuevas rutas de acceso, desarrollo de asentamientos irregulares y explotación de recursos naturales.

Las poblaciones humanas por cambios derivados de la inmigración y migración de personas por necesidad de nuevas fuentes de trabajo o el incremento de oportunidades económicas.

Los sistemas socioeconómicos debido a nuevas oportunidades de empleo, diferenciales de ingresos, inflación, diferencias en el ingreso per cápita cuando grupos sociales diferentes a los locales se benefician de los cambios inducidos.

Los sistemas socio-culturales tales como estructuras sociales, organización y cultura tradicionales, prácticas y creencias religiosas, así como impactos secundarios derivados de los efectos en los recursos naturales, derechos de acceso y cambios en el sistema de valores de la comunidad influenciados por los inmigrantes.

La disponibilidad y acceso a bienes y servicios como vivienda, educación, salud, agua potable, combustibles, energía eléctrica, alcantarillado y disposición de desechos, así como bienes de consumo introducidos a la región.

Las estrategias gubernamentales de planeación, principalmente donde existen conflictos entre el desarrollo y la protección, el uso de recursos naturales, usos recreacionales, turismo y recursos históricos y culturales.

La estética de la zona, debido a las instalaciones ruidosas y antiestéticas.

Los sistemas de transporte, provocados por el incremento en los caminos, infraestructura, aérea, terrestre y marítima provocan por ejemplo, ruido, riesgo de accidentes, incremento en los requerimientos de mantenimiento o cambio en los servicios existentes.

También se producen algunos impactos positivos, principalmente cuando se efectúa una consulta y financiamiento adecuados, entre los impactos positivos se tienen:

Mejoramiento de la infraestructura, suministro de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, servicios de salud y educación. Sin embargo, la distribución no equitativa de estos beneficios y los impactos, puede dirigirse a gastos impredecibles. Con una adecuada planeación, consulta, administración, alojamiento y algunas negociaciones, algunos de estos aspectos, podrían ser minimizados.

#### **II.IV.II IMPACTOS A LA ATMÓSFERA**

Los aspectos de emisiones a la atmósfera han llamado la atención de la industria y las autoridades en todas partes, lo que ha generado que la industria de la extracción y la explotación de hidrocarburos se enfoque en generar tecnologías y procesos que minimicen las emisiones.

Con la finalidad de examinar los impactos potenciales de las operaciones de exploración y producción, es importante conocer las fuentes y naturaleza de las emisiones y su contribución relativa a los impactos atmosféricos, tanto locales como de aquellos relacionados con los aspectos globales, como la disminución de la capa de ozono y el cambio climático.

Las fuentes primarias de emisiones atmosféricas se pueden enlistar de la siguiente manera:

- Quema y venteo de gas.
- Procesos de combustión provenientes de equipos diesel y turbinas de gas.
- Gases fugitivos de las operaciones de carga y almacenamiento, y pérdidas en los equipos de proceso.
- Partículas suspendidas provenientes de la movilización de los suelos durante la construcción y el tráfico de vehículos.
- Partículas provenientes de otras fuentes de combustión y de las pruebas de pozos.

Las principales emisiones de gases incluyen dióxido de carbono, metano, compuestos orgánicos volátiles, y óxidos de nitrógeno. Las emisiones de óxidos de azufre y sulfuro de hidrógeno dependen de la concentración de sulfuros en los hidrocarburos y el consumo de diesel, particularmente cuando son usados para la producción de energía. En algunos casos el contenido de azufre deriva en malos olores en las inmediaciones de las instalaciones.

Las sustancias depresoras de la capa de ozono se usan en algunos equipos contra incendios y como refrigerantes, principalmente el halón. Se han realizado importantes esfuerzos y se han desarrollado equipos y sustancias que disminuyen este riesgo.

El volumen y magnitud del impacto por las emisiones dependen de la naturaleza del proceso que se esté analizando. El potencial de emisiones derivadas de la fase de exploración se considera generalmente muy bajo, sin embargo, durante la explotación, con una actividad más intensiva, se incrementan los niveles de emisiones en las inmediaciones de las instalaciones.

Las emisiones en los proceso de extracción deben ser vistas en el contexto de las emisiones totales de todas las fuentes.

La fuente más importante de emisiones es la combustión y venteo del gas asociado, particularmente en aquellos sitios donde no existe la infraestructura y mercado para estos. Sin embargo, cuando es viable, el gas es procesado y distribuido como un producto importante. De esta manera, a través del desarrollo e integración de mercados para todos los productos, la necesidad de quemar estos gases se reduce considerablemente. Las quemas pueden también ocurrir ocasionalmente como una medida de seguridad, durante el inicio, mantenimiento o incremento en el proceso normal de operación.

Las quemas, ventilación y combustión son las fuentes primarias de emisiones de dióxido de carbono de las operaciones de explotación, pero existen otros gases que deben ser considerados, por ejemplo, las emisiones de metano provienen principalmente de los procesos de ventilación y, en menor grado, de derrames, quemas y combustión de otros energéticos.

### **II.IV.III IMPACTOS SOBRE EL AGUA**

Las corrientes de desechos líquidos más importantes provenientes de la exploración y explotación de hidrocarburos son las siguientes:

- Agua congénita.
- Fluidos de perforación, recortes y químicos del tratamiento de pozos.
- Aguas de proceso, lavado y drenaje.
- Alcantarillados, aguas sanitarias y domésticas.
- Derrames y fugas.
- Aguas de enfriamiento.

Al igual que en el caso de la atmósfera, la magnitud del impacto que se generará depende de la etapa en que se encuentre el proyecto. Durante las etapas de prospección sísmica, por ejemplo, los volúmenes de aguas residuales son mínimos y relacionados principalmente a los campamentos, plataformas y barcasas. En la perforación exploratoria el principal efluente líquido son los fluidos y recortes de perforación, en las operaciones de producción, una vez que el desarrollo ha sido concluido, la principal fuente es el agua congénita.

La toxicidad de los químicos que se usan en la perforación ha sido ampliamente discutida por los especialistas, concluyéndose que tienen efectos limitados sobre el ambiente, ya que los componentes principales son arcillas y bentonita, las cuales son químicamente inertes, otros componentes que pueden estar presentes no son biodisponibles y algunos otros son de ligera toxicidad una vez que son diluidos.

Los efectos de los metales pesados asociados a las perforaciones (Ba, Cd, Zn, Pb) se consideran mínimas, ya que estos se encuentran en forma de minerales y por lo tanto tienen una biodisponibilidad muy limitada. Los fluidos de perforación a base de aceite y los recortes oleosos, por otro lado, tienen un efecto mayor por su toxicidad y potencial de oxi-reducción. El contenido de petróleo en las descargas es, quizá, el componente principal a evaluar.

Las descargas de aguas congénitas en el océano provocan alteraciones en los organismos bentónicos a una distancia de hasta 25 metros de la misma y afectan a la diversidad de especies hasta una distancia de 100 m; los lodos con base de aceite y los recortes oleosos afectan a los organismos bentónicos hasta 800 metros debido a sus elevadas concentraciones de hidrocarburos. Los efectos físicos de los lodos y los recortes se han considerado temporales.

---

Para estos recortes y lodos, el criterio de riesgo sobre las estructuras de las comunidades ha sido sugerido sobre una base de concentración de petróleo 1000 ppm, aunque algunas especies muestran efectos desde las 150 ppm. Se trabaja en el desarrollo de lodos sintéticos para sustituir a los lodos a base de aceite.

Los altos niveles de sales y el pH básico de ciertos fluidos y recortes de perforación poseen un impacto potencial sobre los cuerpos de agua salubre.

El agua congénita es el volumen líquido de mayor tamaño en las operaciones de explotación, algunos de sus constituyentes típicos son sales inorgánicas, metales pesados, sólidos, químicos de producción, benceno, hidrocarburos aromáticos y, ocasionalmente, material radiactivo natural.

El impacto ambiental de la disposición de las aguas congénitas a otros cuerpos de agua diferentes al océano, dependen de su cantidad, sus componentes, el ambiente receptor y las características para su dispersión. La magnitud del impacto solo puede ser establecida mediante una evaluación de impacto ambiental. Las descargas a cuerpos de agua cerrados o de pequeño tamaño deben hacerse solo bajo consideraciones especiales.

Los volúmenes de aguas congénitas varían considerablemente con el tipo de producción (petróleo o gas) y a través de la vida útil del campo. Frecuentemente, al inicio de las operaciones el agua asociada tiene volúmenes pequeños y estos se van incrementando hasta representar un 80 por ciento o más de la extracción.

Otras corrientes de aguas residuales como las fugas y descargas de aguas de drenaje pueden causar contaminación de aguas subterráneas y superficiales. Los impactos serán más importantes en las áreas donde estas aguas sean utilizadas para consumo humano o en áreas de pesca o ecológicamente importantes.

Los efectos secundarios sobre los patrones locales de drenaje natural y la hidrología superficial, se generan por las prácticas inapropiadas de construcción en el desarrollo de caminos, perforaciones y sitios de proceso.

#### **II.IV.IV IMPACTOS SOBRE EL SUELO**

Los impactos potenciales sobre el suelo provienen de tres fuentes básicas:

- Alteraciones físicas como resultado de la construcción.
- Contaminación resultante de los derrames y fugas o por la disposición de desechos sólidos.
- Impactos indirectos de la apertura de caminos y cambios sociales.

Los impactos potenciales pueden originarse en un diseño y construcción inadecuados, incluyendo entre ellos la erosión del suelo debido a su estructura, pendiente o lluvia. Los suelos mantienen su integridad si se dejan sin ser perturbados y con vegetación, sin embargo, cuando se retira la vegetación y los mismos se exponen, se pueden iniciar procesos erosivos. Las modificaciones a las condiciones del suelo pueden derivarse en una extensión de los impactos secundarios tales como cambios en la hidrología superficial y patrones de escurrimiento, incrementándose la sedimentación y los daños al hábitat, reduciéndose también la capacidad del hábitat para sostener las poblaciones silvestres.

Adicionalmente a la erosión y modificaciones a la hidrología, la remoción de la vegetación causa problemas ecológicos secundarios, particularmente cuando la mayoría de los nutrientes se encuentran en la vegetación (como es el caso de los bosques tropicales) o cuando los escasos árboles existentes son vitales para la fauna silvestre (p. ej. las sabanas), o bien en áreas donde la recuperación natural es muy lenta (ecosistemas desérticos). El aclareo por las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos puede estimular a los pobladores locales a remover vegetación en las inmediaciones del desarrollo para ampliar las fronteras agrícolas y pecuarias.

Debido a su simplicidad, el entierro o relleno de tajos con desechos sólidos derivados de la perforación y la explotación, fue de las principales y más populares formas de disposición pasadas. Históricamente, los tajos han sido utilizados para enterrar desechos inertes, materiales no reciclables y sólidos de la perforación; para la evaporación y almacenamiento del agua congénita; para el tratamiento/preparación de fluidos, como contenedor de emergencias para fluidos y la disposición de residuos estabilizados. No obstante, los riesgos asociados con las rutas de migración de contaminantes dañan suelos, recursos hídricos disponibles (superficiales y subterráneos), si no son contenidos.

En el caso de los lodos y recortes de perforación la consideración más importante es el potencial de los residuos de tener altos contenidos de sal. Las regiones áridas son más propensas a los efectos adversos que los climas húmedos, debido a lo alcalinos y altos contenidos de arcilla de aquellos, comparados con la acidez, alto contenido de materia orgánica y arena de estos.

Durante la perforación de un pozo típico de 3000 m de profundidad se utilizan varios cientos de toneladas de lodos y se genera un volumen de recortes hasta 3 veces mayor.

El uso de áreas para la disposición de estos residuos es viable si se les da el adecuado tratamiento y evaluación y se siguen los procedimientos correctos; los puntos importantes a considerar son la topografía e hidrología del sitio, la composición física y química de los residuos y la mezcla resultante de residuos y suelos.

La contaminación del suelo puede provenir también de derrames y fugas de químicos y petróleo, generando impactos potenciales sobre la flora y la fauna silvestres. Las técnicas simples de prevención como la segregación y contención de los sistemas de escurrimientos por áreas de proceso, con sumideros y trampas para el petróleo, y la minimización de derrames y contenedores de goteos, deben ser incorporados desde el diseño de las instalaciones junto con los procedimientos de mantenimiento.

---



---

Estas técnicas servirán para eliminar totalmente los derrames y fugas de pequeñas cantidades, disminuyendo drásticamente los impactos; para el caso de derrames de mayores magnitudes debe llevarse a cabo una evaluación de la posible emergencia.

#### **II.IV.V IMPACTO SOBRE LOS ECOSISTEMAS**

Muchos de los escenarios antes descritos pueden ocurrir sobre varios de los componentes ambientales al mismo tiempo, y de diversas áreas operativas.

Las comunidades de plantas y animales pueden ser directamente afectados por cambios en sus ambientes a través de las variaciones en la calidad del agua, aire y suelo/sedimentos, o a través de fuentes como el ruido, luces extrañas y cambios en la cobertura vegetal. Estos cambios pueden directamente afectar a la ecología, por ejemplo hábitat, suministro de nutrientes y alimentos, áreas de crianza, rutas migratorias, vulnerabilidad a depredadores o cambios en los patrones de pastoreo de los herbívoros, los cuales a su vez tendrán efectos secundarios sobre los depredadores.

Los impactos ecológicos pueden también ser originados por otras actividades antropogénicas como incendios, incremento en la cacería y la pesca de sustento o furtivas. Adicionalmente a los cambios en el hábitat animal es importante considerar como los cambios en el ambiente biológico pueden afectar a los pobladores locales y nativos.

La perturbación del suelo y la remoción de la vegetación y sus efectos secundarios como la erosión y la sedimentación pueden causar impactos sobre la integridad ecológica, provocando impactos dirigidos hacia el balance de nutrientes y la actividad microbiana del suelo. Si no son controlados adecuadamente, los efectos potenciales a largo plazo son la pérdida de hábitat con efectos sobre la flora y la fauna, y pueden inducirse cambios en la composición del ecosistema y los ciclos de producción primaria.

Ejemplos de los Impactos Manifestados en los Estudios de Impacto Ambiental presentados ante la SEMARNAT

A continuación se presentan a manera de resumen los impactos ambientales que han sido reportados por PEMEX en las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA's) presentadas, los estudios revisados cubren diferentes proyectos desde exploración por medios gravimétricos y sísmicos, como proyectos de explotación en ambientes marinos y terrestres.

Es importante hacer notar que los estudios, principalmente en los últimos años, abarcan actividades que, en términos de lo planteado en este documento, corresponden a diferentes etapas de desarrollo de un proyecto de exploración y/o explotación de hidrocarburos.

Asimismo, se hace énfasis en que, en un alto porcentaje, sobre todo en los estudios presentados en los últimos años, se refieren más a aspectos de seguridad e higiene laboral que a aspectos ambientales, sobre todo en lo que se refiere a evaluación de riesgos.

Como referencia a la descripción siguiente se tienen los números que indican el número de impacto y descripción; de la misma manera, en función de que existen actividades que se pueden considerar comunes en diferentes etapas o fases de los proyectos, las descripciones de las modificaciones ambientales se realizan en conjunto, ya que, en la mayoría de las ocasiones la diferencia entre una etapa y otra es la superficie y/o intensidad con que se llevará a cabo la acción.

Cabe resaltar que, metodológicamente y de forma casi consensuada a nivel internacional, y para fines de evaluación ambiental, los proyectos se dividen en etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Abandono; en este trabajo, y para ajustarse a los lineamientos técnicos establecidos por la CNH, se ha tratado de ajustar a las etapas de Visualización/Perfil, Conceptualización/Prefactibilidad y Definición/Factibilidad.

### **NÚMERO DE IMPACTO 1**

Obra(s) o acción(es) que provoca(n) el impacto: Vuelos de reconocimiento, aerofotogramétricos, de investigación magnética y gravimétrica.

Fase(s) o etapa(s) en que se genera el impacto: Exploración inicial, exploración indirecta de prospección.

Las emisiones por la combustión de los motores y el ruido generan modificaciones a la calidad del aire. El impacto es de corto plazo y transitorio.

El ruido generado por los motores de los vehículos aéreos provoca alteraciones en la conducta de los animales existentes en el área, lo que a su vez puede derivar, dependiendo de la sensibilidad de las especies presentes, en abandono de nidos y crías, migración del área y muerte por stress. La duración del impacto es variable, dependiendo de las especies presentes y la época del año en que se realicen los vuelos.

### **NÚMERO DE IMPACTO 2**

Obra(s) o acción(es) que provoca(n) el impacto: Barcos de investigación.

Fase(s) o etapa(s) en que se genera el impacto: Exploración indirecta de prospección.

Las emisiones de los equipos de investigación pueden alterar la calidad del aire. El impacto es transitorio y de muy poca magnitud debido a las condiciones de circulación de vientos en las áreas marinas.

La circulación de los barcos de investigación genera perturbaciones en las especies marinas, principalmente en zonas de poca profundidad, o esteros y zonas arrecifales. Asimismo, las ondas magnéticas y gravimétricas que se producen en este tipo de exploración pueden causar efectos negativos en la fauna marina. El impacto es temporal y de corto plazo, aunque puede variar dependiendo de la sensibilidad de las especies y la época del año en que se efectúe la actividad.

---

La circulación de los barcos de investigación puede afectar a la circulación de equipos marinos pesqueros o turísticos, entorpeciendo su circulación o bien impidiendo el paso de los mismos al área en exploración.

### **NÚMERO DE IMPACTO 3**

Obra(s) o acción(es) que provoca(n) el impacto: Instalación de equipos.

Fase(s) o etapa(s) en que se genera el impacto: Exploración indirecta y directa de prospección y exploración confirmatoria.

La instalación de los equipos de perforación y prospección sísmica pueden requerir cortes y nivelaciones de terreno, lo cual generará modificaciones en la conformación del terreno. Impacto permanente pero de baja magnitud, ya que el área, sobre todo en el caso de la perforación, ya fue impactada previamente por la construcción de las peras.

En las actividades de exploración indirecta, la instalación de los equipos, principalmente los sísmológicos provocarán alteraciones puntuales de las condiciones de los suelos en donde se instalen los equipos. Impacto de corto plazo y muy baja magnitud.

La adecuación del área para la instalación de equipos implica la remoción de la vegetación existente en el punto, el impacto es puntual, de corto plazo y baja magnitud.

Las maniobras de instalación de equipos y la presencia humana, provocan el ahuyentamiento momentáneo de la fauna silvestre que se pueda encontrar en el sitio. Impacto puntual, de muy baja magnitud.

El arrastre de los equipos desde los barcos provoca molestias a la fauna marina pelágica y bentónica, y puede causar daños físicos a fauna bentónica como los corales. Impacto de corto plazo y baja magnitud, salvo en el caso de daños físicos a corales.

### **NÚMERO DE IMPACTO 4**

Obra(s) o acción(es) que provoca(n) el impacto: Perforación.

Fase(s) o etapa(s) en que se genera el impacto: Investigación sísmica.

Los equipos que se utilizan para la perforación de los pozos de detonación generan emisiones a la atmósfera por el uso de combustibles como por las partículas que generan al perforar el material edáfico y geológico del sitio.

Las perforaciones pueden intemperizar el material geológico subyacente lo cual tiene potencial de generar alteraciones químicas en los suelos e infiltraciones de las sustancias que pueden generarse en la superficie rocosa expuesta. El impacto puede ser de carácter temporal y su importancia depende de la profundidad del nivel freático y distancia al acuífero.

Si las perforaciones alcanzan y/o rebasan el nivel freático pueden provocar contaminación de los acuíferos por la posibilidad de ingreso al mismo de las sustancias potencialmente generables al intemperizar las rocas. El impacto puede considerarse puntual y de baja magnitud, dependiendo de los usos que puede tener el agua subterránea.

La presencia humana, el ruido de la maquinaria y el tránsito de vehículos ocasionan que la fauna silvestre se desplace a otras áreas. El impacto es momentáneo, pero su importancia depende la sensibilidad de las especies y la época del año en que se realice la actividad.

La operación de la maquinaria, la turbiedad que puede generarse durante la perforación de los pozos de detonación y el ruido que se genera provocan modificaciones en la conducta de los organismos pelágicos y afectar directamente a algunos organismos bentónicos.

La presencia de embarcaciones de investigación, así como la actividad en general, limita el uso tradicional de área para la pesca o el turismo. Impacto momentáneo y de baja magnitud.

#### **NÚMERO DE IMPACTO 5**

Obra(s) o acción(es) que provoca(n) el impacto: Explosiones.

Fase(s) o etapa(s) en que se genera el impacto: Investigación sísmica.

Las voladuras necesarias para este tipo de investigación generan por un lado, gases y, por otras partículas que modifican la calidad del aire. Este impacto es puntual, momentáneo y de baja intensidad.

Las explosiones pueden provocar fisuramientos del material geológico, lo que aumenta la superficie intemperizada de roca e incrementando, por lo tanto, las posibilidades de modificaciones en la geoquímica del sustrato rocoso.

El ruido, producto de las explosiones, provoca que la fauna terrestre se aleje temporalmente del área. De existir especies bajo estatus o especies anidando o en época de reproducción el impacto podría considerarse de importancia.

Las vibraciones y el ruido producto de las detonaciones generan que la fauna marina se aleje temporalmente del área, de presentarse esta actividad en áreas arrecifales o en sus inmediaciones este impacto tiene una relevancia significativa.

De existir estructuras de tipo arqueológico o colonial de relevancia para el patrimonio de la región, estas se pueden afectar debido a las vibraciones producto de las detonaciones.

---

### **NÚMERO DE IMPACTO 6**

Obra(s) o acción(es) que provoca(n) el impacto: Construcción de plataforma marina y contrapozo.

Fase(s) o etapa(s) en que se genera el impacto: Exploración directa de prospección, exploración confirmatoria, construcción para explotación marina.

La operación de los equipos de transporte, de soldadura y la pintura que se aplica, emiten gases a la atmosfera que generan modificaciones a la calidad del aire.

El impacto es puntual y de baja magnitud debido a la circulación de los vientos en las zonas marítimas y la no existencia de barreras.

Una disposición inadecuada de los residuos generados durante estas actividades puede provocar contaminación de los suelos, de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

El anclaje de las plataformas y la perforación de los contrapozos generan movimientos de materiales del fondo marino que aumentan la turbidez del agua y generan impactos sobre la fauna pelágica y bentónica. El impacto es momentáneo y de corto plazo.

La presencia permanente de las estructuras de la plataforma genera la creación de un nuevo hábitat, sobre todo para especies fijas como algunos moluscos, corales, etc. Lo que implica por sí mismo una transformación del hábitat.

Las plataformas son un elemento extraño al paisaje marino, por lo que su presencia se considera un impacto negativo a la estética del área de manera permanente.

El uso acostumbrado del área en la que se instalen las plataformas, ya sea para la pesca o con fines recreativos, se verá impedido por la actividad, lo que se considera un impacto negativo en este parámetro.

### **NÚMERO DE IMPACTO 7**

Obra(s) o acción(es) que provoca(n) el impacto: Arrastre de líneas.

Fase(s) o etapa(s) en que se genera el impacto: Prospección sísmica en áreas marítimas.

El arrastre de los cables que se utilizan para llevar las señales desde los puntos de detonación a los equipos de registro, puede causar un impacto sobre la flora y fauna bentónicas, pues pueden ser removidas por dicho arrastre. En caso de que esta actividad afecte áreas arrecifales o a organismos sensibles la magnitud del impacto podrá considerarse de significancia.

## **NÚMERO DE IMPACTO 8**

Obra(s) o acción(es) que provoca(n) el impacto: Desarrollo de pozos de explotación, extracción de petróleo y/o gas.

Fase(s) o etapa(s) en que se genera el impacto: Operación de campos en explotación.

Operación de maquinaria y equipo, movimientos de materiales, consumo de energía, operación del quemadores, generan emisiones de gases, partículas y ruido que alteran la calidad del aire de los sitios del proyecto; el impacto es permanente y de magnitud importante dependiendo del área que se ocupe.

En la operación en áreas marinas el impacto es de menor importancia dada las características intrínsecas de las mismas.

Los residuos sólidos generados, así como los posibles derrames de aceites y lubricantes de los vehículos y maquinaria pueden contaminar el suelo si no se disponen y manejan dentro del área industrial, donde el suelo ya fue alterado.

El consumo de agua o el vertimiento a cuerpos de agua superficiales de las aguas congénitas, por un lado puede disminuir la disponibilidad del recurso y, por otro, contaminar los ríos y arroyos de la zona.

La extracción del agua congénita provocará la disminución del recurso hídrico subterráneo si esta no es reinyectada al acuífero.

Las emisiones de la quema y venteo de gas genera partículas y CO<sub>2</sub> que rebasan la cantidad que la flora regional puede absorber, lo que provoca alteraciones estomáticas en la flora local. Asimismo, la posible disminución del agua subterránea generará alteraciones en las poblaciones vegetales que requieren de ella para su subsistencia.

La constante actividad humana ahuyentará de manera definitiva a las especies silvestres y propiciará presiones sobre sus poblaciones por disminución del hábitat y cacería furtiva. La flora y fauna marina pueden ser alteradas por pequeños derrames de lodos lubricantes, ya que estos pueden contener sustancias tóxicas a las mismas.

El hábitat puede ser alterado por la posible disminución del agua subterránea, la ausencia de especies animales polinizadoras y/o transportadoras de semillas, así como por la interrupción de corredores biológicos y rutas migratorias.

El uso del suelo en las inmediaciones del área operativas será paulatinamente transformado para dar servicios y otras actividades que los trabajadores demandan y por la apertura de nuevas fuentes de ingresos para los pobladores locales.

## **II.V IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA PERFORACIÓN Y LOS RECORTES DE PERFORACIÓN IMPREGNADOS POR LOS FLUIDOS DE CONTROL BASE ACEITE**

Luego de la prospección sísmica, y una vez que se inicia la perforación, se empieza a generar desechos contaminantes, siendo los más importantes los cortes y lodos de perforación.

---

Durante la perforación básicamente se tritura la roca, a profundidades que pueden llegar hasta unos 6 Kilómetros, produciendo un tipo de desechos llamados cortes de perforación.

Los cortes de perforación están compuestos de una mezcla heterogénea de rocas, cuya composición depende de la estratología local, que puede incluir metales pesados, sustancias radioactivas u otros elementos contaminantes. Pueden contener en mayor o menor grado hidrocarburos, pues son agentes contaminantes. Entre mayor es la profundidad a la que se perfora, se generan mayor cantidad de desechos, los mismos que contienen niveles más altos de toxicidad.

En la perforación se utiliza los lodos de perforación, que pueden ser a base de aceite o agua. Contienen una gran cantidad de aditivos químicos, que se bombea al pozo productor para actuar como lubricante y refrigerante a la broca o como herramienta, para levantar la roca cortada por la broca, evitar la corrosión, el derrumbe de las paredes del pozo, controlar que los líquidos en las diferentes formaciones del subsuelo (aguas de formación y crudo) y el gas, fluyan sin control hacia la superficie. Contienen además biocidas para controlar la presencia de agentes biológicos presentes en las distintas formaciones geológicas (Reyes y Ajamil, 2005).

Los lodos solubles en agua tienen como componente principal la barita y el carbonato de calcio, a los que se añade compuestos inorgánicos como la bentonita y otras arcillas que aumentan la viscosidad. Estos lodos incluyen varios metales pesados tóxicos, sales inorgánicas, detergentes, polímeros orgánicos, inhibidores de la corrosión y biocidas. A pesar de su nombre, estos lodos contienen cantidades significativas de hidrocarburos (100-7000 ppm), los mismos que son usados para reducir la fricción y como lubricantes.

Los lodos en base a hidrocarburos contienen petróleo mineral, con cantidades variables de hidrocarburos aromáticos, limo para aumentar el pH y controlar la corrosión, químicos en base a lignita para controlar la pérdida de fluidos, emulsificantes y detergentes, entre los que se incluyen ácidos grasos, aminos, ácido sulfónico y alcoholes como emulsificantes secundarios; bentonita; cloruro de calcio es usado como emulsificantes para aumentar la viscosidad de los lodos. Se han hecho experimentos que muestran que los lodos de perforación en base a petróleo pueden estar presentes en el medio después de 180 días de la descarga, con un grado de biodescomposición de menos del 5% (Bakke y Laake, 1991).

Los lodos de perforación base aceite inhiben el crecimiento y desarrollo reproductivo de algunas especies acuáticas, reduce el establecimiento de ciertas comunidades biológicas cuyos hábitos son alterados. Se observa cambios en las respuestas inmunológicas en peces y otras especies. Hay un incremento en la sensibilidad de algunos crustáceos marinos (como camarones y langostas), especialmente en las fases tempranas del desarrollo embrionario (Patin, 1999).

Se ha observado además cambios en la tasa de establecimiento de larvas de plancton de invertebrados bentónicos en el substrato sólido. Los lodos de perforación generan condiciones anaeróbicas en el fondo de los sedimentos, lo que altera la composición de las comunidades microbianas (Blackman et al, 1986)

En zonas aledañas a plataformas de perforación, se ha registrado elevados contenidos de hidrocarburos policíclicos aromáticos en los tejidos de peces, lo que incide en enfermedades hepáticas en las comunidades humanas que dependen de estos peces para su alimentación.

Todos estos desechos son colocados en piscinas abiertas en el medio ambiente sin ningún tratamiento. En estas piscinas se colocan también los desechos que se generan cuando se reacondicionan los pozos petroleros, se limpia el crudo u otras sustancias que se adhieren a la tubería. Estas piscinas abiertas son un importante foco de contaminación, pues los desechos migran a las capas subterráneas del suelo y las piscinas se desbordan cuando la lluvia es abundante, contaminando las fuentes de agua superficiales.

Wills (2000) reporto que un aditivo común de los lodos de perforación, ferrocromo lignosulfato tiene efectos en la sobrevivencia y repuestas fisiológicas de huevos de peces. Otro aditivo usado, CMC (CarboxiMetilCelulosa) puede producir la muerte de peces a concentraciones altas (1.000-2.000mg/ l) y cambios fisiológicos a concentraciones de 12-50 mg/l.

Otros aditivos usados como antiespumantes, anticorrosivos, etc. presentan distinto grado de impactos en la vida acuática, los mismos que van desde cambios fisiológicos menores hasta mortalidad (Wills, 2000).

Algunas empresas están usando geotextiles para que estos desechos no migren a través del suelo y contamine las aguas subterráneas. Sin embargo, en zonas tropicales, donde hay altos niveles de pluviosidad, estos pozos rebasan contaminando las aéreas adyacentes.

En otros casos, se moviliza grandes cantidades de tierra y se mezcla con los desechos de la perforación. Para esto se requiere ocupar importantes extensiones de suelos.

Las piscinas abiertas tienen un área de alrededor de 75 x 70 m. En ecosistemas con precipitaciones anuales de 3.300 mm, como son los amazónicos, los desechos de las piscinas pueden fácilmente desbordarse, contaminando las zonas aledañas, incluyendo chacras indígenas, fincas de campesinos, cuerpos de agua, ecosistemas naturales. Estas piscinas están abiertas hasta la actualidad.

La opción recomendada por la misma industria para zonas de gran fragilidad es sacar los desechos del lugar para un lugar de tratamiento, sin embargo el EIA utiliza los argumentos a su antojo, y afirma que sacar los desechos significaría aumentar el tráfico vehicular.



En el mar, los cortes de perforación se colocan directamente en el lecho marino. Estos entierran a la fauna bentónica, afectando todo el ecosistema, por el importante papel que juega el bentos en la cadena trófica marina.

En el Mar del Norte hay 1,5 millones de toneladas de lodos contaminados depositados en el fondo del mar, de las cuales por lo menos 166.000 toneladas contienen petróleo, formando pilas individuales de hasta 30 metros de altura. Se ha establecido que hay desiertos biológicos hasta a unos 500 metros alrededor de las plataformas. A distancias mayores, se producen cambios en la composición de las comunidades marinas, favoreciendo a las especies oportunistas tolerantes a la contaminación (Granier, 1997).

En los tipos de perforación llevadas a cabo como: las llamadas perforaciones verticales, se perforan los pozos de manera individual, y para cada pozo se afecta como promedio una hectárea de ecosistemas naturales o zonas agrícolas.

Cuando se perforan varios pozos desde una sola plataforma. En este caso se afecta un área menor, pero se genera mayor cantidad de desechos. A este tipo de operación se la conoce como perforación direccional.

Otra fuente de contaminación generada durante la perforación es el ruido constante procedente de las torres de perforación y el movimiento constante de vehículos (que en algunos casos pueden ser helicópteros). Este ruido hace que los animales escapen o cambien su comportamiento alimenticio y reproductivo.

#### **II.V.I METALES PESADOS PRESENTES EN LOS CORTES DE PERFORACIÓN**

*Cadmio.* Es un micronutriente esencial para los humanos, animales y plantas. Sus propiedades tóxicas son similares a las del zinc. Es persistente en el ambiente y si es absorbido por el organismo humano puede persistir por décadas antes de ser excretado. En humanos, la exposición prolongada se relaciona con la disfunción renal. También puede llevar a enfermedades pulmonares, se la ha relacionado con el cáncer de pulmón y puede provocar osteoporosis en humanos y animales. El ingreso medio diario, para humanos se estima en 0,15 µg proveniente del aire y 1 µg del agua. Fumar unos 20 cigarrillos puede provocar la inhalación de unos 2 a 4 µg. Es un metal absorbido rápidamente por las plantas.

*Plomo.* El plomo es tóxico para la mayoría de organismos vivos por sus efectos sobre el sistema nervioso. Se acumula en el organismo hasta que alcanza niveles tóxicos y produce sus efectos.

*Mercurio.* El mercurio es un metal pesado, neurotóxico y peligroso, que se bioacumula en la cadena alimenticia. El mercurio es un metal no esencial y altamente tóxico. Los mecanismos de eliminación biológica son escasos. El mercurio es el único metal que se haya comprobado pueda biomagnificarse, es decir acumularse progresivamente en la cadena alimentaria. El mercurio inorgánico puede ser metilado por microorganismos nativos del suelo, el agua dulces o los sedimentos marinos. La forma más común de mercurio orgánico es el mercurio de metilo (MeHg), que es soluble, voluble y de rápido ingreso en la cadena alimentaria acuática (Goyer, 1996).

*Arsénico.* La toxicidad de los compuestos del arsénico varía considerablemente. Los compuestos inorgánicos son generalmente más tóxicos que los compuestos orgánicos. Ciertos derivados del arsénico son además carcinogénicos. Las intoxicaciones en el ambiente de trabajo juegan un papel particularmente importante. La exposición a altos niveles de arsénico puede causar la muerte.

*Cobre.* Es un elemento esencial para la vida humana, pero en dosis elevadas puede provocar anemia, irritación del estómago e intestino y daño renal y hepático. Los pacientes con la enfermedad de Wilson, pueden tener mayores riesgos en caso de sobreexposición al cobre. El cobre puede encontrarse en el agua potable, procedente de las cañerías de ese metal o de aditivos empleados para evitar la proliferación de algas.

*Cromo.* Frecuentemente se acumula en ambientes acuáticos, por lo que existe cierto riesgo de ingerir pescado contaminado. Los bajos niveles de exposición pueden provocar irritación de la piel y úlceras, mientras que la exposición prolongada puede causar daños hepáticos y renales, al tejido nervioso y al sistema circulatorio.

Se puede presentar además Cobalto, Hierro, Selenio, Manganeseo, Molibdeno, Antimonio, Bario, Plata, Talio, Titanio, Estaño, Zinc, Cromo, Vanadio. (Schinitman 2005)

## **II.VI IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR PLATAFORMAS MARINAS**

La presencia de las plataformas produce un impacto físico de importancia, pues puede alterar el comportamiento de la vida silvestre, sobre todo cuando esta infraestructura es instalada en el sitio de apareamiento, desove, alimentación y rutas de migración de algunas especies.

Otra fuente de alteración es el ruido y la luz que se genera en las plataformas, ambos aspectos pueden alterar el comportamiento e interferir con las rutas migratorias de mamíferos, peces y aves. El calor producido en las plataformas sobrecalienta el ambiente, produciendo impactos negativos sobre todo en aquellas especies que tienen un nicho ecológico muy demandante.

La perforación de un pozo petrolero puede durar algunos meses y llegan a trabajar hasta unas 200 personas que viven en campamentos aledaños al pozo (cuando el pozo es perforado en una zona de frontera). Esto significa más deforestación para la construcción de la plataforma, de helipuertos para dotar de infraestructura a las operaciones, la instalación del campamento. La plataforma y otra infraestructura son extraídas de la zona. Los trabajadores petroleros cazan y pescan en la zona.

En resumen se puede decir que durante la perforación se producen los siguientes impactos: deforestación, pérdida de la biodiversidad, erosión del suelo, interrupción de flujos de agua, uso de recursos naturales (flora y fauna) y generación de desechos domésticos por parte de los trabajadores petroleros, generación de residuos contaminantes provenientes de los cortes y lodos de perforación, ruido y vibraciones, lo que puede producir impacto en el comportamiento en la fauna, desplazamiento de fauna e interrupción permanente de corredores, interrupción de vías de drenaje naturales, y contaminación por el ruido generado.

---

---

## II.VII PREVENCIÓN Y MITIGACION DE IMPACTOS

Ahora que ya sabemos la definición de residuos, como se manejan y cuál es su clasificación describiremos de manera general algunos de los procesos que existen para disminuir los impactos que los recortes de perforación causan.

Uno de los métodos más empleados en la industria petrolera para disponer de los cortes generados en la perforación, es inyectar dichos residuos por el anular de un pozo abandonado con la intención de usar este como relleno, en este caso la empresa se evitará costos de manejos de sólidos puesto que las exigencias o regulaciones que se establecen en este caso son más sencillas que las establecidas en caso de dejarlos en superficie o darles otro funcionamiento.

Otros métodos que se pueden resaltar en este caso y que se describen a continuación para tener un panorama general son:

*Encapsulamiento o Tamales:* Los cortes de perforación con silicato de sodio, cemento, cenizas de carbón y principalmente con cal viva, son materiales que se solidifican en reacción con agua, de modo que se forman cápsulas, que luego se empaican y amarran en telas de material sintético. Así se hacen los conocidos tamales, que luego se entierran.

*Bioremediación:* Consiste en utilizar microorganismos como hongos y bacterias, para degradar las cadenas de hidrocarburos (complejos compuestos de hidrógeno, carbono y otros elementos químicos), en compuestos simples como el gas carbónico (CO<sub>2</sub>), agua y compuestos orgánicos simples.

*Desorción térmica indirecta:* Este consiste en aplicar, durante aproximadamente 0,5 segundos, temperaturas superiores al punto de vapor del contaminante (1.500°F) a los cortes y residuos que tienen hidrocarburos, en quemadores especiales. Generando vapor, que se libera a la atmósfera o se condensa después, para fabricar nuevos fluidos o para generar calor. La tierra quemada e inservible se deposita posteriormente en botaderos.

*Confinamiento:* Esta práctica tiene la finalidad de reducir el volumen de residuos a manejar. Se realiza a través del entierro de los residuos en celdas adecuadas.

*Micro-celdas:* In situ se aplica esta técnica, en los campamentos temporales de sitios remotos, con la finalidad de reducir el volumen de los residuos orgánicos.

El diseño de las micro celdas considera un sistema de venteo de gases y un sistema de drenaje para la recolección de los lixiviados.

*Fosas para Disposición de cortes de Perforación:* La fosa utilizada para la disposición final de los residuos sólidos de perforación se ubica en la misma locación donde se realiza la perforación, su diseño considera la impermeabilización del suelo, techado y sistemas de drenaje para la recolección del agua pluvial. Su capacidad de diseño está de acuerdo al número de pozos y la profundidad a perforar. Todo líquido remanente en la fosa será

transferido al sistema de tratamiento de aguas residuales industriales de la locación. Una vez terminada las actividades de perforación en la locación, la fosa será cubierta con suelo natural y será restaurada mediante técnicas de revegetación.

*Rellenos Sanitarios:* los residuos inorgánicos de los tipos no peligrosos domésticos y peligrosos, para los cuales no se identificaron posibilidades de recuperación o reciclaje, son dispuestos en rellenos sanitarios autorizados y que cumplen los requisitos técnicos, que exigen las entidades encargadas.

Como hemos leído, el impacto generado por esta industria debe ser tomada con mayor seriedad ya que sus secuelas provocan grandes problemas al ecosistema. Y los procesos mencionados son de gran ayuda para prevenir, minimizar el peligro que se puede generar por los residuos derivados de la acción de perforar.

La contaminación causada por la inadecuada disposición de residuos peligrosos, hizo que México pusiera más atención al manejo, esta incluye procesos de minimización, reciclaje, recolección, almacenamiento, tratamiento y transporte.

---

# CAPÍTULO III

## MANEJO, CLASIFICACIÓN, DISPOSICIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS EN PLATAFORMAS PETROLERAS

### III.I OBJETIVO

Conocer los antecedentes y problemática que existen acerca de los residuos en México y en el mundo, así como la clasificación y caracterización de los residuos peligrosos generados en plataformas petroleras con especial énfasis en los recortes de perforación impregnados con fluidos de control base aceite y medidas de seguridad en materia de control de residuos.

### III.II QUÉ ES UN RESIDUO PELIGROSO Y CÓMO SE CARACTERIZA

La definición de residuo peligroso de la legislación estadounidense dentro de la RCRA (*Resource Conservation and Recovery Act*) de 1976 es una muy buena primera aproximación. Dicha ley considera como residuo peligroso a un desecho "si causa o contribuye de forma significativa a un incremento de la mortalidad o de enfermedades serias irreversibles o reversibles incapacitantes o representa un peligro sustancial, cierto o potencial, para la salud humana o el medio ambiente cuando se trata, almacena, transporta, depone o gestiona incorrectamente" (Rodríguez, 1999).

En México la fracción XXXII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) los define como "Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características: corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente;" Lo que se conoce como el código CRETIB y que se define de la siguiente manera (Jiménez, 2001):

#### III.II.I PROPIEDADES DE CORROSIVIDAD

*Corrosividad.* La corrosividad es la capacidad de un compuesto de disolver a otro. Se indica por el pH y se identifica como una característica dentro de los residuos peligrosos ya que residuos con un alto o bajo pH pueden reaccionar peligrosamente con otros residuos o causar que contaminantes tóxicos migren de ciertos residuos. La corrosión del acero es un indicador principal de residuos peligrosos en ese lugar.

En estado líquido o en solución acuosa el residuo presenta un pH sobre la escala menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5. En estado líquido o en solución acuosa y a una temperatura de 55°C el residuo es capaz de corroer acero al carbón a una velocidad de 6.35 mm o más por año.

### III.II.II PROPIEDADES DE REACTIVIDAD

*Reactividad.* La reactividad se considera una característica para los residuos peligrosos, porque residuos inestables pueden representar un problema explosivo en alguna etapa dentro del ciclo de manejo de residuos, por ejemplo.

- Bajo condiciones normales a 25°C y 1 atm. El residuo se combina o polimeriza violentamente sin detonación.
- Bajo condiciones normales a 25°C y 1 atm. El residuo reacciona violentamente formando gases, vapores o humos cuando se pone en contacto con agua en una relación (residuo-agua) de 5 a 1, 5 a 3 o 5 a 5.
- Bajo condiciones normales a 25°C y 1 atm. El residuo se pone en contacto con soluciones pH ácido o básico en una relación (residuos-solución) de 5 a 1, 5 a 3 o 5 a 5, reacciona violentamente formando gases, vapores o humos.
- El residuo posee en su constitución química cianuro o sulfuros que cuando se exponen a condiciones de pH entre 2.0 y 12.5 pueden generar gases, vapores o humos tóxicos y es capaz de producir radicales libres.

### III.II.III PROPIEDADES DE EXPLOSIVIDAD

*Explosividad.* Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobenceno, es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y a 1.03 kg/cm<sup>2</sup> de presión.

### III.II.IV PROPIEDADES DE TOXICIDAD

*Toxicidad.* La prueba de toxicidad es diseñada para identificar residuos que son factibles de escurrir concentraciones de constituciones tóxicas particulares en el agua del subsuelo, como resultado de un manejo inadecuado. Si las concentraciones de los constituyentes tóxicos exceden los límites de regulación (dados generalmente en tablas), el residuo es considerado peligroso.

### III.II.V PROPIEDADES DE INFLAMABILIDAD

*Inflamabilidad.* Se refiere a la facilidad con la que se enciende o arde un material y se utiliza para definir un residuo como peligroso si puede causar un incendio mientras es transportado, almacenado o desechado. Ejemplos pueden ser residuos de petróleo y solventes usados, que:

- En solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen.
- Es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60°C.
- No es líquido pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneo (a 25°C y a 1.03 kg/cm<sup>2</sup>).
- Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.

### III.II.VI CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.

Se considera como un residuo peligroso, cuando el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos patógenos, o cuando contiene toxinas producidas por microorganismos que causa efectos nocivos a seres vivos.

Desechos peligrosos pueden entrar el cuerpo mediante la inhalación, la ingestión o el contacto dérmico. El daño depende de la naturaleza física y química del residuo y de sus niveles de concentración, la cantidad y tiempo de exposición. Los efectos adversos en humanos tienen un rango muy variable que puede ir desde simple irritación, mareos, dolores de cabeza y náusea hasta desórdenes a largo plazo, cáncer o la muerte. Los químicos más peligrosos para los humanos son los pesticidas (DDT, BHC), petroquímicos (benceno) y metales pesados (plomo y cadmio) (Liu, 2000).

Cabe señalar que, según sus efectos debe distinguirse como simples residuos y residuos peligrosos. (Conforme al artículo 3° fracción XXXI de la LGEEPA, se considera residuo: *Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.* Asimismo, conforme a la fracción XXXII del citado artículo, se consideran residuos peligrosos: *Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, que representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.*

### III.III. RESIDUOS PELIGROSOS EN MÉXICO Y EN EL MUNDO

El descubrimiento, desarrollo y aplicación de nuevos químicos es uno de los factores que ha contribuido de manera importante al desarrollo de las sociedades modernas.

A nivel mundial se han identificado alrededor de 12 millones de sustancias químicas (Yarto *et al.* 2003), de las cuales, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO), en 2007 cerca de 70 mil se encontraban en el mercado. Estas sustancias permiten controlar plagas, curar enfermedades, preservar alimentos, generar energía e intervenir en multitud de actividades productivas para la generación de bienes. Sin embargo, estas sustancias pueden traer consigo también riesgos para la salud humana y el medio ambiente, muchos debido a su manejo inadecuado. Pueden alterar la productividad de los suelos, deteriorar la calidad de las fuentes de abastecimiento de agua y afectar la reproducción y el desarrollo de especies acuáticas y terrestres. Su manejo inadecuado afecta a la población por la ocurrencia de explosiones, derrames e incendios.

La gran diversidad de sustancias químicas que existe en la actualidad, si bien es cierto que ha servido para mejorar significativamente el nivel de vida de la población, también ha ejercido una presión importante sobre el medio ambiente y la salud humana. Una vez finalizada la vida útil de muchos de los productos que se fabrican a partir de estas sustancias o que las contienen, se convierten en desechos que ponen en riesgo la salud de

las personas o pueden causar daños al medio ambiente. Entre estos desechos se encuentran los residuos peligrosos, definidos como aquellos que poseen alguna de las características CRETIB (corrosividad, C; reactividad, R; explosividad, E; toxicidad, T; inflamabilidad, I; o ser biológico-infecciosos, B) que les confieren peligrosidad, así como los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados, según lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). La norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos para México.

Aún cuando no se cuenta con inventarios precisos al respecto; se calcula que en el mundo se generan anualmente alrededor de 350 a 400 millones de toneladas de residuos peligrosos. Una gran parte de ellos proviene de industrias que contribuyen en forma importante con la economía de las sociedades industriales. Entre ellas están las industrias metalúrgicas del hierro y del acero o de metales no ferrosos y la industria química. Se suman otras fuentes, como las actividades agrícolas-generadoras de residuos de plaguicidas, las extractivas (por ejemplo mineras y petroleras) y las de servicios (como los talleres automotrices que desechan aceites gastados).

Los primeros estudios para estimar el volumen de residuos peligrosos generados en México fueron elaborados en 1994 por el Instituto Nacional de Ecología (INE). A partir de entonces, las cifras han sido diversas, y se han basado fundamentalmente en la información reportada por las empresas que generan o tratan este tipo de residuos.

Los residuos peligrosos en México son generados a partir de una amplia gama de actividades industriales, de la agricultura, así como de las actividades domésticas. En el país se generan alrededor de 5 a 6 millones de toneladas, de residuos peligrosos por año. Una de las fuentes más importantes que genera residuos peligrosos es la industria con el 77 %, seguidos del sector minero y petrolero con 11 %, de estos, los residuos biológico infecciosos representan solo el 1.9 %, del total de residuos peligrosos generados.

La aproximación más reciente sobre el volumen de generación de residuos peligrosos para el país se obtiene a partir de los registros que hacen las empresas incorporadas al Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos (PGRP) a la Semarnat.

Según la información contenida en dicho registro, para el periodo 2004-2011, las 68 733 empresas registradas generaron 1.92 millones de toneladas. Esta cifra, sin embargo, no debe considerarse como el volumen total de residuos peligrosos generados en el país en ese periodo, debido a que el Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos no incluye a la totalidad de las empresas que producen estos residuos en el territorio. Las diferencias entre esta última estimación de generación de residuos peligroso con las reportadas en años anteriores, se deben principalmente al número de empresas y delegaciones que se usaron para calcular el volumen generado. La depuración de empresas del padrón y la revisión de los reportes de generación de las delegaciones, permitieron eliminar las duplicidades en las empresas, así como a los errores que se tenían de la generación de los residuos peligrosos por parte de los generadores. Esto también se logro gracias a la



modificación de la NOM-052-SEMARNAT-1993 (actualmente NOM-052-SEMARNAT-2005) que establece las características de los residuos para ser considerados como peligrosos, la cual provocó la eliminación de los jales mineros y los recortes de perforación de la industria petrolera, que constituían una importante fracción del total de residuos peligrosos generados reportados en estimaciones anteriores. Por lo que el reporte sobre estos residuos sólo cubre el periodo 1998-2007; a partir de ese último año PEMEX dejó de reportar los valores para ese rubro.

Sin embargo, se sabe por la Dirección General de Energía y Actividades Extractivas (DGEAE) con base en información reportada por Petróleos Mexicanos, que en el 2011 PEMEX generó un total de 88.400 toneladas de residuos peligrosos de los cuales pertenece el:

### Residuos peligrosos en la industria petrolera

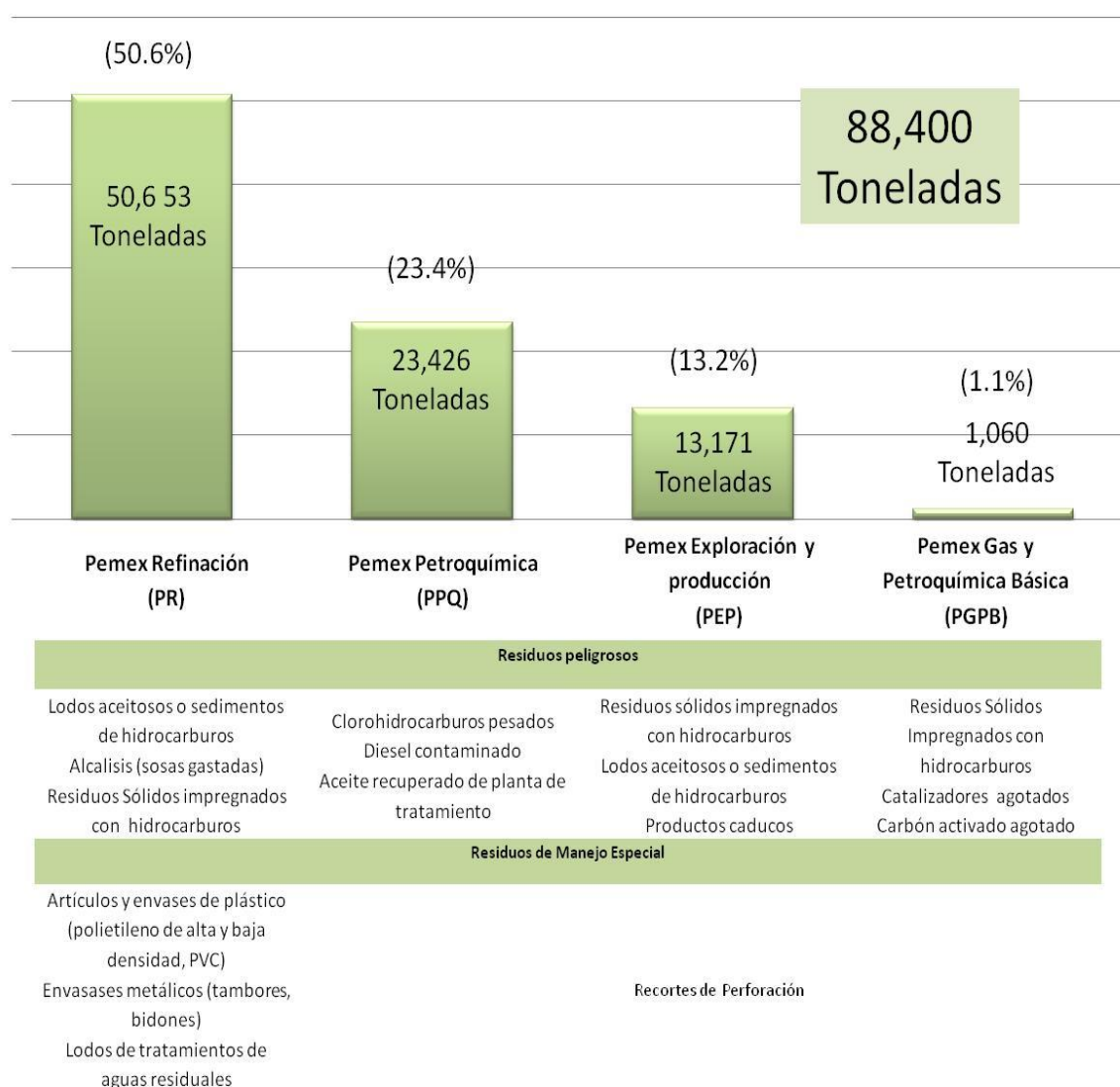


Figura 3.1 Residuos peligrosos en la industria petrolera

Fuente: Elaborado por la DGEAE con base en información proporcionada por Petróleos Mexicano noviembre 2012

### **III.III.I RESIDUOS PELIGROSOS DE LA INDUSTRIA PETROLERA**

PEMEX Exploración y Producción genera residuos líquidos (lodos de perforación) y sólidos (recortes de perforación) denominados residuos peligrosos. Si bien los fluidos son esenciales para perforar con éxito un pozo petrolero, también pueden convertirse en uno de los aspectos más complicados de una operación de perforación. Esto debido a que los recortes que se extraen del pozo se desechan, al igual que todo fluido de perforación que quede impregnado en ellos. Si bien el daño provocado al medio ambiente en el lugar del pozo es relativamente pequeño y se limita a los alrededores de la operación de perforación, el impacto ambiental en las zonas próximas a la plataforma puede ser muy grande.

El nivel de daño que los fluidos de perforación producen en el medio ambiente depende del tipo de lodo que se use y de las condiciones medioambientales predominantes. Mar adentro, el lodo a base de agua es por lo general el que menos daño ocasiona si se le compara con el lodo a base de aceite.

A nivel mundial se estima que la producción de residuos de esta categoría rebasa las 350 millones de toneladas al año. En el pasado, la mala gestión o la ausencia de ella, ha dado lugar a un elevado número de casos de contaminación grave del suelo y de las aguas superficiales y subterráneas. En los últimos veinte años se han desarrollado planes específicos sobre este tipo de residuos en los países industrializados, con una identificación más rigurosa de las fuentes.

La situación del problema actual exige el enfoque del mismo desde una doble perspectiva: por una parte, se trata de controlar el impacto de estos residuos sobre el medio, mediante una adecuada gestión de los mismos, pero además ha de abordarse la tarea ingente de restaurar los daños producidos en los lugares en los que se van descubriendo los efectos negativos de prácticas pasadas. La estrategia más plausible son las medidas de tipo preventivo, encaminadas a reducir la generación de residuos desde su origen. (Rodríguez, 1999).

Se han generado disposiciones regulatorias (leyes, reglamentos y normas), que establecen pautas de conducta a evitar y medidas a seguir para lograr un manejo seguro a fin de prevenir riesgos, a la vez que fijan límites de exposición o alternativas de tratamiento y disposición final para reducir su volumen y peligrosidad.

Existen varias alternativas para el manejo de los residuos peligrosos, por lo que es importante conocer qué clase de residuos se consideran peligrosos y cuál es su clasificación, para buscar nuevas técnicas o mejorar las que se tienen.

### **III.IV MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSO**

Los residuos peligrosos pueden manejarse y/o disponerse de manera segura de distintas formas:

- por el reciclaje y reuso previo a su tratamiento y disposición final,
- por medio del tratamiento que reduce su peligrosidad,
- por su incineración bajo condiciones controladas,
- por su confinamiento en sitios adecuados para ello,

Para llevar a cabo estos procesos, los residuos deben transportarse previamente de manera segura desde sus sitios de origen hasta las instalaciones donde serán manejados o dispuestos para su confinamiento. Dentro del manejo integral de algunos residuos peligrosos está su movimiento entre países. La importación, exportación o tránsito de estos residuos se presenta básicamente cuando se busca su tratamiento, reciclaje o reuso, siempre y cuando se cuente con la aceptación o el consentimiento del país que los recibe.

En el caso del movimiento de residuos peligrosos entre México y Estados Unidos, se lleva a cabo básicamente por tres vías: la industria nacional que exporta sus residuos peligrosos, las empresas mexicanas dedicadas al reciclaje que importan los desechos para sus procesos industriales, y el retorno de residuos peligrosos que se presenta cuando se importan de manera temporal productos, equipos, maquinaria o cualquier otro insumo que será remanufacturado, reciclado, reprocesado y que genera residuos peligrosos que deberán retornarse al país de origen.

El tratamiento y disposición de un desecho luego de su generación debe satisfacer las normas ambientales, pero no es necesariamente la mejor manera de manipularlo. Una alternativa más efectiva es minimizar el desecho en el origen utilizando las 4 Rs, las cuales reducen o eliminan la cantidad de residuos de desechos finales que requieren ser eliminados.

#### *REDUCIR*

La reducción en la fuente, generalmente, es el enfoque más efectivo en la reducción de desechos.

#### *REUTILIZAR*

Una compañía puede lograr ahorros significativos instalando sistemas de circuito cerrado, de tal manera que se puedan volver a utilizar los solventes y otros materiales en procesos de planta.

#### *RECICLAR*

Resulta importante recordar que, a pesar de que el reciclado ayuda a conservar recursos y reduce desechos, existen costos económicos y ambientales asociados con los procesos de recolección y reciclado. Es por ello que sólo se debe considerar el reciclado para el caso de desechos que no pueden ser reducidos ni vueltos a utilizar.

#### *RECUPERAR*

Se pueden recuperar materiales o energía de desechos que no pueden reducirse, reutilizarse ni reciclarse..

### III.V LA PROBLEMÁTICA DEL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

Es necesario conocer de manera general la problemática del manejo de residuos en la Industria en México y en particular, en la industria petrolera de nuestro país con la finalidad de tener un panorama del problema que se genera debido a su mala disposición.

Actualmente, uno de los problemas que enfrenta nuestro país es el manejo integral de los residuos que generan los diversos procesos industriales. Tales residuos en su conjunto pueden considerarse contaminantes, en cuanto alteran la composición del medio ambiente en que se depositan (Pérez 2000). Por lo tanto, lo que más preocupa a la política ambiental actual es el manejo de los residuos peligrosos, que se han convertido en un gran problema ambiental ya que afectan gravemente nuestro entorno y por lo tanto a la sociedad que reside en el.

México, al igual que otros países del mundo, enfrenta grandes retos en cuanto al manejo de residuos peligrosos, y solo una parte recibe un manejo adecuado. (SEMARNAT. 2003). Debido a esta problemática México se ha visto en la necesidad de crear una política ambiental en materia de residuos peligrosos. Uno de los principales puntos de esta política es orientar al país en cuanto a las diferentes técnicas existentes de manejo de residuos peligrosos. Es de suma importancia conocer qué se entiende por manejo. El artículo noveno del Reglamento de la LGEEPA, lo define como el *“El conjunto de operaciones que incluyen:*

- Almacenamiento: Se retiene temporalmente el residuo en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección, o se dispone de ellos.
- Recolección: Los residuos se transfieren al equipo destinado a conducirlos a las instalaciones de almacenamiento, tratamiento o reuso, o a sitios para su disposición final.
- Reuso: Proceso de utilización de los residuos peligrosos que ya han sido tratados y que se aplicarán a un nuevo proceso de transformación o de cualquier otro.
- Tratamiento: Los residuos son transformados para cambiar sus características.
- Reciclaje: Método de tratamiento que consiste en la transformación de los residuos con fines productivos.
- Incineración: Método de tratamiento que consiste en la oxidación de los residuos, vía combustión controlada.

*Disposición Final:* Se depositan permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuados para evitar daños al ambiente sumamente. En México se propone la reducción de los residuos peligrosos a través del Programa para Minimización y Manejo Integral de Residuos Industriales Peligrosos, este Programa a pesar de ya haber concluido, aún sigue teniendo gran importancia dentro de la Política Ambiental Actual. Estaba encargado de estimular a la industria a adoptar medidas organizativas y operativas que permitieran disminuir, hasta niveles económica y técnicamente factibles, la cantidad y peligrosidad de los subproductos generados que precisaban un tratamiento o eliminación final, a través

---

de la disminución de los residuos desde su origen o bien reciclando o recuperando los subproductos. (SEMARNAT. 1996-2000). De igual modo, otra estrategia ecológica ha sido la promoción de la prevención de generación de residuos peligrosos. Esta táctica es considerada una buena opción para las nuevas industrias o en el rediseño de procesos. Si se trata de una industria nueva, se promueve el empleo de tecnologías limpias (tecnologías que posibilitan una producción sin generación de residuos), lo cual facilitaría la futura certificación por el sistema ISO 1400. Este punto es de suma relevancia, ya que en un futuro el cumplimiento de dicha norma se considerará indispensable para los productos manufacturados por industrias potencialmente contaminantes.

Otra estrategia de la política ambiental es promover la creación de Centros Integrales para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos Industriales (CIMARI), los cuales puedan ofrecer una gama diversa de servicios ambientales como recolección, almacenamiento, reuso, reciclado, tratamiento, incineración e incluso de confinamiento.

Es de gran importancia conocer cuáles son las prioridades a considerar dentro del control de residuos peligrosos. Sin lugar a dudas, evitar su generación mediante la aplicación de las tecnologías limpias que posibilitan la corrección del problema en su origen.

También se encuentran los programas de minimización o de reducción de la generación de residuos. Esta reducción se logra, a través de la utilización de materias primas e insumos más puros y adecuados que generan menos desechos mediante la instalación de sistemas de control de producción que reduzcan los desperdicios innecesarios.

No obstante, las dos opciones antes mencionadas implican una gran inversión por parte de la empresa por lo que se vuelven alternativas poco rentables. Y su aplicación implica una fuerte inversión económica por parte de la empresa, lo que hace que esta estrategia sea poco rentable a corto plazo y que los empresarios muestran poco interés en implementarlas. Además en la lista encontramos el reuso, reciclado y regeneración, debido a que permite aprovechar una parte del desecho y, en muchos casos, es posible la reutilización interna de residuos después de pasar por un proceso de purificación

El tratamiento constituye otra técnica de manejo de residuos peligrosos que tiene como propósito destruir o reducir el volumen o peligrosidad de un residuo para el que no es viable aplicar ninguna de las otras técnicas.

Finalmente, la última alternativa o solución es el confinamiento o disposición final, considerados como la solución más simple y, frecuentemente, más económica. A través del confinamiento controlado se puede disponer de las cenizas de los incineradores, materiales de otros sistemas de tratamiento, así como algunos residuos que no tienen ninguna posibilidad de reciclaje o que no pueden ser manejados de otra manera.

Por todo lo anteriormente mencionado, se puede deducir que un residuo peligroso no necesariamente es un riesgo, siempre y cuando se maneje de forma segura y adecuada.

El buen manejo se logrará mientras se respeten las disposiciones regulatorias en la materia que establecen las pautas de conducta a evitar y medidas a seguir para lograr dicho manejo, y que a la vez fijan los límites de exposición o alternativas de tratamiento y disposición final para reducir su volumen y peligrosidad.

La problemática de la actividad de exploración, perforación, refinación y transformación

---

del petróleo provoca contaminación terrestre y marina debido a los residuos generados y a su manejo inadecuado. Los residuos generados en cualquier de sus etapas provoca pérdida de la diversidad biológica, de ecosistemas que sirven de sostén al equilibrio ecológico, alteración del estado físico y químico de los suelos y aire, así como la degradación de la calidad del agua. En caso de derrames grandes de hidrocarburos la contaminación puede ser crónica o, aguda.

Cuando se tienen residuos generados de la perforación estos deben ser manejados con especial cuidado debido a que están impregnados con una gran variedad de elementos químicos que puede causar daños irremediables al ecosistema. En operaciones regulares en las actividades de extracción podemos ver que se generan:

- Emisiones al aire
- Fluidos de perforación y petróleo en intervención a pozos
- Recortes y residuos de lodos de perforación
- Aguas residuales de servicio e industriales
- Residuos industriales y de manejo especial
- Residuos domésticos

A los cuales podemos asociar riesgos como: derrames de aceite, fugas de gas y explosiones. Es por esto último que se requiere conocer el manejo adecuado de los residuos que se generan durante las actividades. De ahí la importancia de su adecuada clasificación, manejo y disposición para evitar o disminuir los posibles riesgos que se corren durante su manejo.

### **III.V.I CLASIFICACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS EN PLATAFORMAS MARINAS**

Dentro de las principales actividades de la industria petrolera se encuentran la perforación y el mantenimiento de pozos marinos. En estas actividades se generan diferentes tipos de residuos, los cuales deben ser manejados correctamente para evitar afectaciones o deterioro al ambiente, así como un riesgo a la salud.

Con el objeto de conocer los criterios, aprovechar las experiencias, y conjuntar resultados de las investigaciones, éste capítulo establece los requisitos para identificar, clasificar, recolectar, compactar, triturar, trasvasar, registrar movimientos, transportar y definir los requisitos documentales de las condiciones de envío a destino final de los residuos de manejo especial y peligrosos, que se deben cumplir en las plataformas marinas de perforación y mantenimiento de pozos y en la prestación de servicios del manejo de residuos en las mismas.

Así mismo podremos ver las especificaciones de equipos y materiales utilizados en el manejo de residuos.

### **III.V.II RESIDUOS PELIGROSOS PROVENIENTES DE ACEITES USADOS UTILIZADOS EN PLATAFORMAS**

El proveedor o contratista que desarrolle actividades dentro de plataformas marinas que generen aceites usados es responsable de manejarlos conforme al marco normativo ambiental vigente y las disposiciones establecidas en el punto 12.2 de la norma NRF-040-PEMEX-2013.

Los aceites usados estos no pueden ser arrojados al mar, ni deben ser mezclados con otros productos líquidos o sólidos que modifique su composición o características fisicoquímicas, como son los solventes, anticongelante, líquido de frenos, agua u otro residuo peligroso, que pueda generar un residuo de las mismas características u ocasione daños al ambiente o a la salud. Por otro lado si hubiese un derrame de aceites usados, se debe notificar a la SEMAR, PROFEPA y a PEMEX en forma inmediata, utilizando el anexo B mostrado en la norma NRF-040-PEMEX-2013

Los líquidos descargados en la mesa rotaria deberán ser conducidos a las charolas colectoras para su envío a presas de tratamiento. Y los líquidos derramados en el cuarto de máquinas, unidad de alta presión, bomba de accionar preventores y bomba de lodos, deben ser retenidos mediante bordes de contención para colectarse en depósitos destinados para ello, Para los residuos aceitosos derivados de la perforación, se debe contar con copas recolectoras para prevenir derrames en las actividades de purga, desfogue o muestreo de hidrocarburos.

Por otro lado, todos los materiales requieren contenedores utilizados para la recolección, transferencia, trasvase y transporte de residuos peligrosos, deben cumplir con las especificaciones de la Figura 3.2 . Siendo diseñado con una capacidad de 25 barriles y una carga máxima permisible de 10 toneladas métricas con un alto de 1451,0 mm (65 in) un ancho de 1854,2 mm (73 in) y un largo de 2484,4 mm (96 in).

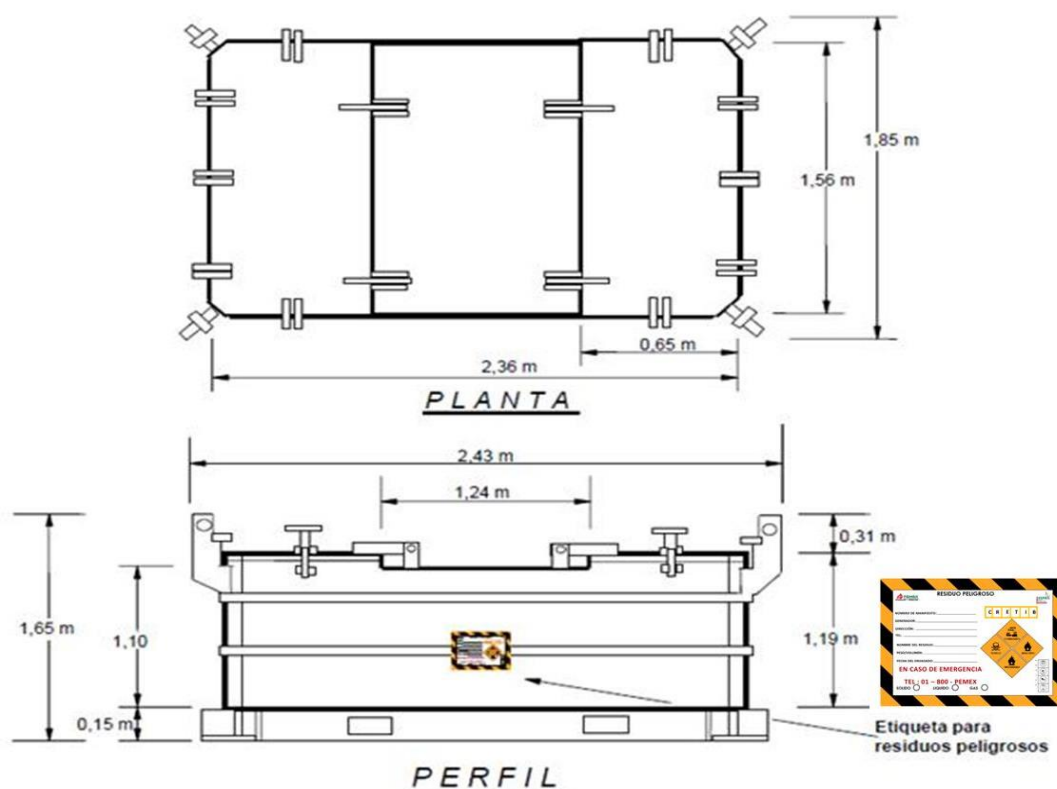


Figura 3.2 Representación de contenedor para residuos peligrosos

Fuente: NRF-040-PEMEX-2013

Todos estos contenedores deberán tener pruebas de fabricación con su informe favorable del laboratorio de ensayo reconocido, acreditado y aprobado por la SCT a PEMEX antes de ser usados en plataformas o de ser entregadas debiendo cumplir con lo especificado en la norma NOM-024-SCT2/2010

PEMEX podrá pedir la aplicación de pruebas establecidas en la NOM-024-SCT2/2010 a muestras aleatorias de contenedores. Por ejemplo: Prueba de caída libre de 1 metro de altura, Seleccionar al azar un contenedor, Verificar las condiciones actuales de la soldadura y uniones de paredes en todo el cajón, bastidor de cuchillas, patas de apoyo y anillos de refuerzo, Levantar con el montacargas el contenedor de prueba a una altura de 1 metro, Dejar caer el contenedor desde la altura de 1 metro. Entre otras.

Todos los depósitos utilizados para recolectar residuos peligrosos en plataformas marinas deben ser de color negro con tapa y con un rótulo que indique "residuos peligrosos", así como una etiqueta que identifique los peligros y riesgos del residuo a la salud de los trabajadores, de acuerdo al punto 12.2 de la Norma NRF-040-PEMEX-2013.

Los contenedores utilizados para transportar residuos peligrosos deben, además, exhibir una etiqueta que señale los riesgos de los mismos al ser transportados, como lo indica la NOM-003-SCT/2008.

Estas etiquetas tendrán que ser de alta resistencia al medio marino (humedad, salinidad), de tal manera que no sufran decoloración o deformación en su uso normal, para evitar que se deteriore la información contenida en las mismas. Por lo tanto el material de las etiquetas debe tener una vida útil de cuando menos 3 meses (sumergidas en agua marina).

Los símbolos de riesgo indicados en el transporte deben, señalarse de acuerdo a lo que establece el número 6 del Anexo No. 1 de la NOM-003-SCT-2008. Por ninguna razón la colocación de las etiquetas debe de obstruir las marcas del envase y embalaje. Además deben de estar cercanas a estas marcas; se recomienda 150 mm (6 in) de distancia con respecto a las marcas. Asimismo las etiquetas deben de colocarse en las 2 caras laterales visibles del envase, bolsa, embalaje o contenedor.

Adicionalmente para el etiquetado de los residuos biológico-infecciosos debe incluir un rotulado con la siguiente leyenda: "PELIGRO, RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS", con la etiqueta descrita en el punto 8.4.1 de la NOM-003-SCT-2008, que corresponde a la CLASE 6 TOXICOS AGUDOS (Venenos) Y AGENTES INFECCIOSOS, DIVISIÓN 6.2 SUBSTANCIAS INFECCIOSAS. La mitad inferior de la etiqueta podrá llevar las leyendas: "SUBSTANCIA INFECCIOSA" y "EN CASO DE DAÑO, DERRAME O FUGA, AVÍSESE INMEDIATAMENTE A LAS AUTORIDADES SANITARIAS". El símbolo utilizado tiene tres medias lunas sobre un círculo y leyendas en negro, fondo blanco, y un número "6" en el ángulo inferior, como se muestra en la Figura.3.3





Figura 3.3 Etiqueta para residuos peligrosos biológico-infecciosos

Fuente: NRF-040-PEMEX-2013

### III.V.III CARACTERÍSTICAS Y LLENADO DE CONTENEDORES EN INSTALACIONES MARINAS Y LACUSTRES

Debe coordinarse con la máxima autoridades de la instalación. Para definir el área donde estarán ubicados los contenedores. El área asignada a los contenedores deberá estar correctamente señalizada, principalmente con señales de emergencia, uso de equipo de protección personal necesario y ubicación de extintores.

Para el llenado de los depósitos en instalaciones marinas y lacustres, deben usarse contenedores metálicos de por lo menos, 67,5 mm (3/8 de pulgada) de espesor, que reúnan las siguientes características:

- Ser de una capacidad no mayor de cuatro metros cúbicos, y cumplir con las especificaciones técnicas de los equipos de izaje de cargas de las instalaciones donde se utilizarán.
- Tener, por lo menos, cuatro puntos reforzados para estrobar, un patín estructural reforzado con lámina de por lo menos 25,4 mm (1 pulgada).
- Tener refuerzos en su periferia de perfil tubular reforzado, y bases para carga por medio de montacargas.
- Contar con dos puertas en la parte superior para conectar el sistema de vaciado del equipo de control de sólidos.
- Contar con identificación intransferible.
- Tener recubrimiento anticorrosivo primario y acabado en color verde PEMEX 623 (código PMS 329 C o 625 C).
- Contar con la leyenda “Recorte de Perforación, Residuo de Manejo Especial” de manera visible.

Los contenedores que se utilicen en el manejo de recortes deben ser llenados a un máximo de 80% de su capacidad; permanecer cerrados para prevenir derrames durante su manejo; y diseñado para soportar caídas o golpes sin que se presenten daños en la estructura. Tampoco se permite el trasvase de recortes entre contenedores durante operaciones normales.

Antes de iniciar su utilización para la recolección y transporte de recortes, deberá determinarse el buen estado de las soldaduras de los puntos de esfuerzo y la hermeticidad de los contenedores, deben realizárseles por lo menos cada año pruebas no destructivas de acuerdo con las normas siguientes:

- NMX-B-124-1987 Industria Siderúrgica – Práctica recomendada para la inspección con partículas magnéticas.
- NMX-B-133-01-1988 Método de Inspección con líquidos penetrantes.
- NMX-B-133-2-1976 Método de Inspección con líquidos penetrantes (prueba de fugas).

El personal que realice el izaje y carga de los contenedores de los recortes, debe cumplir con los procedimientos y recomendaciones aprobados por PEP, realizando los análisis de seguridad en el trabajo para cada operación y cumpliendo con el sistema de permisos para trabajos con riesgos.

El personal también deberá cumplir los lineamientos establecidos en el Capítulo. III, Art. 2; y Capítulo XV, Art. 7 del Reglamento de Seguridad e Higiene de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, referentes al manejo de cargas, incluyendo de manera enunciativa más no limitativa:

- Comprobar el cerrado hermético de los contenedores.
- Usar el equipo de protección personal adecuado y necesario según la operación.
- Asegurarse de usar eslingas, grilletes y ganchos adecuados y en buen estado para la operación.
- Evitar terminantemente el uso de eslingas de cadena.
- Usar líneas guía (vientos) para dirigir las cargas.
- Asegurar los contenedores en al menos cuatro puntos.
- Evitar maniobras de carga y descarga en horario nocturno.
- Izar solamente un contenedor por maniobra, aún cuando la capacidad de la grúa sea mayor.

Se deberá contar con la logística necesaria para que siempre haya contenedores disponibles según la etapa de uso, en la instalación correspondiente o en la instalación que PEP designe, o conforme se establezca en el contrato correspondiente. Cuando se reciben los recortes, se debe verificar que la “Declaración de seguimiento de manejo de recortes” (Anexo “C” de la Norma NRF-261-PEMEX-2010) venga formulada por PEP en el apartado de generador y llenar, por su parte, el apartado que le corresponda conforme a la actividad que va a realizar

### III.V.IV CLASIFICACIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN PLATAFORMAS MARINAS

Los residuos catalogados como peligrosos son identificados, clasificados y sub clasificados con base en la Tabla 3.1 con el objeto de facilitar su tratamiento y disposición final, como lo establece el marco legal vigente en la materia: LGPGIR, RLPGIR, NOM- 052-SEMARNAT-2005 y de acuerdo con el Plan de Manejo de los Residuos Peligrosos, registrado ante la SEMARNAT.

Actividad	Tipo de residuo peligroso	Criterio de peligrosidad	Normatividad aplicable	Clave
<b>Operaciones de limpieza ácida o alcalina</b>	Residuos de compuestos ácidos o alcalinos o contaminados con estos: estopas, trapos, guantes, uniformes, cartones, materiales de embalaje, envases (bidón, lata).	Corrosivo y tóxico	Listado 5 NOM-052-SEMARNAT-2005	RP 7/20
<b>Limpieza y mantenimiento a equipos electromecánicos, de perforación, de producción y estructuras</b>	Residuos de pinturas, solventes, adelgazantes, barnices, esmaltes, anticorrosivos.	Tóxico crónico (tolueno, xileno, benceno y plomo)	Listado 4 NOM-052-SEMARNAT-2005 NOM-133-SEMARNAT-2000	T220 (tolueno), T146 (plomo)
	Arena sílica contaminada con residuos de pinturas, solventes, adelgazantes, barnices, esmaltes anticorrosivos, primer, primario y acabados		Artículo 35 Fracción III Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Por mezcla con residuos peligrosos	
	Estopas, trapos, guantes, aserrín uniformes, cartones, solventes, contaminados con residuos de pinturas, adelgazantes, esmaltes anticorrosivos, barnices, primer, primario y acabados	Tóxico crónico (tolueno, xileno, benceno y plomo)	Todas las anteriores y además el listado 5 NOM-052-SEMARNAT-2005	T220 (tolueno), T146 (plomo) y además RP 7/32

**Tabla 3.1 Residuos peligrosos generados plataformas marinas**

Fuente: NRF-040-PEMEX-2013

Actividad	Tipo de residuo peligroso	Criterio de peligrosidad	Normatividad aplicable	Clave
<b>Limpieza y mantenimiento a equipos electromecánicos, de perforación, de producción y estructuras</b>	Envases (bidón, lata), material de embalaje, contaminado con aceite lubricante usado, grasa gastada, diésel, fluidos hidráulicos	Metales tóxicos (Pb, Va, Ni, Cr, As, Cd); tóxico e Inflamable.	Artículo 55 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	T220 (tolueno), T146 (plomo) y además RP 7/32
	Chatarra contaminada con aceite, lubricantes gastados, pinturas, solventes, adelgazantes, esmaltes anticorrosivos, barnices, petróleo crudo	Tóxico		
	Envases (bidón, lata) y material de embalaje, contaminado con residuos de pinturas, solventes, adelgazantes, barnices, primer, primario, acabados esmaltes y anticorrosivos	Tóxico crónico (tolueno, xileno, benceno y plomo)	Artículo 31 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	
	Aceite lubricante usado, grasa gastada, diesel, fluidos hidráulicos.			
	Estopas, trapos, guantes, diésel, uniformes, contaminados con aceite lubricante usado, grasa gastada, fluidos hidráulicos, cartones.			
<b>Almacenamiento de crudo</b>	Estopas, trapos, guantes, uniformes, cartones contaminados con lodos aceitosos	Tóxico crónico (Pb, benceno, benzo(a)pireno)	Por mezcla con residuos peligrosos	

**Tabla 3.1 Residuos peligrosos generados plataformas marinas (continuación)**

Fuente: NRF-040-PEMEX-2013

Actividad	Tipo de residuo peligroso	Criterio de peligrosidad	Normatividad aplicable	Clave
Preparación en cuarto de material químico	Reactivos químicos caducos	Tóxico	Artículo 35 Fracción II, inciso a del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	
Exploración y transporte de petróleo crudo	Estopas, trapos, guantes, uniformes, cartones, contaminados con petróleo crudo	Inflamable	NOM-052-SEMARNAT-2005 y Artículo 35 Fracción III Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Por mezcla con residuos peligrosos	
	Envases (bidón, lata); material de embalaje, contaminado con petróleo crudo		Artículo 55 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	
Servicios médicos	Residuos no anatómicos de unidades de pacientes	Biológico-Infecioso	NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	
Comunicaciones	Baterías alcalinas gastadas	Tóxico	Listado 5 NOM-052-SEMARNAT-2005	RP 7/30
Comunicaciones	Objetos punzocortantes usados	Tóxico	Listado 5 NOM-052-SEMARNAT-2005	RP 7/30
	Residuos infecciosos misceláneos: materiales de curación			

**Tabla 3.1 Residuos peligrosos generados plataformas marinas (continuación)**

Fuente: NRF-040-PEMEX-2013

Actividad	Tipo de residuo peligroso	Criterio de peligrosidad	Normatividad aplicable	Clave
<b>Mantenimiento a sistema de iluminación</b>	Baterías níquel-cadmio	Tóxico (níquel y cadmio)	Listado Artículo 31 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	
	Baterías plomo-ácido	Tóxico (plomo)	Listado 4 Tóxicos crónicos	T146 (plomo)
	Lámparas y focos de vapor de mercurio gastadas	Tóxico crónico (mercurio)	Listado Artículo 31 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	

**Tabla 3.1 Residuos peligrosos generados plataformas marinas (continuación)**

Fuente: NRF-040-PEMEX-2013

En caso de que un residuo se clasifique como peligroso, este se maneja de acuerdo a lo establece la normatividad. Si el residuo cuenta con constancia de no peligrosidad emitida por la autoridad. Este residuo deberá ser clasificado como de manejo especial.

Todos los residuos generados tendrán que ser recolectados en áreas siempre limpias y en depósitos de color negro con características específicas (nombradas más adelante), no debiendo sobrepasar el 80% de la capacidad de este, debidamente identificado y etiquetado, por lo que se debe consultar el procedimiento establecido en el punto 5 de la NOM-054-SEMARNAT-1993. para no mezclar residuos incompatibles entre sí.

Cuando exista el avituallamiento pirotécnico como: luces de bengala, señalización, u otros utensilios colocados en los botes de salvamento que hayan caducado, se deben considerar como residuos peligrosos, explosivos de la Clase 1 y se deben manejar según lo especificado en la NOM-009-SCT2/2009.

Posterior a la recolección, los residuos deben ser dispuestos en contenedores ubicados en el área de transferencia para luego ser enviados a tierra, previo llenado del documento de embarque de acuerdo con la NOM-043-SCT-2003. Hay que registrar los volúmenes de residuos peligrosos generados en una bitácora, cumpliendo con los requisitos establecidos en el Artículo 71, fracción I del Reglamento de la LGPGIR.

Los generadores de residuos peligrosos deben contar con su registro como generador de residuos peligrosos por la SEMARNAT, donde se establezca su categoría de generación (gran generador, pequeño generador o microgenerador).

### III.V.V TRANSPORTE DE RESIDUOS GENERADOS EN PLATAFORMAS

El “generador” debe dar seguimiento desde la plataforma marina generadora hasta la entrega en su destino. Así mismo, debe llevar el control documental de su manejo mediante la correspondiente bitácora y el manifiesto de registro de actividades de manejo de residuos peligrosos, de acuerdo con el punto 12.3 de la norma NRF-040-PEMEX-2013. Como siempre existe la transferencia de residuos peligrosos de la plataforma marina al barco, un responsable debe tomar decisiones en caso de accidentes o contingencias.

El responsable técnico del contratista o prestador de los servicios recolección debe programar con anticipación el traslado de los residuos y debe proporcionar el apoyo logístico de las embarcaciones en tiempo y forma.

El transporte de los residuos peligrosos, se debe realizar únicamente en contenedores para residuos peligrosos vía marítima y terrestre, quedando prohibido transportarlos por vía aérea. Cuando se transportan los residuos se tendrá que buscar que no reaccionen entre ellos de acuerdo con la NOM-010-SCT2-2009.

Para el transporte marítimo de los residuos peligrosos se debe cumplir con el punto 4.1 hoja de emergencia para el transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos o el punto 4.2 Guía de respuesta en caso de emergencia y la información requerida en el punto 4.5 de la NOM-005-SCT/2008, así como con lo que se estipula en la NOM-027-SCT4-1995 y las condiciones de seguridad y protección ambiental establecidas por la SCT, SEMAR y SEMARNAT (Formato SEMARNAT-07-033-I, artículo 50, de la LGPGIR Autorización para el transporte de residuos peligrosos y Artículo 86 del RLPGIR).

Durante el transporte marítimo, se deben estibar los residuos peligrosos sobre cubierta cuando exista formación de mezclas gaseosas explosivas, de desprendimiento de vapores tóxicos y para evitar riesgos a la seguridad del buque y su tripulación.

Los contenedores utilizados para la disposición de residuos peligrosos en el área asignada para la transferencia deberá siempre contar con un contenedor vacío a cambio, con excepción para los contenedores de aceites lubricantes. El aceite usado, no debe permanecer en el área de transferencia de la plataforma marina por más de seis meses o el tiempo establecido por PEMEX en las bases de licitación. La permanencia de los residuos peligrosos en el área de transferencia de la plataforma en condiciones climáticas normales es de un máximo de 14 días. En caso contrario se debe notificar a PEMEX las anomalías del incumplimiento de logística de recolección.

Para su transporte el aceite usado se debe envasar en depósitos de color negro con capacidad de 1000 litros o más, etiquetados de acuerdo con la NOM-003-SCT/2008, con una tapa de sellado hermético que permita su transporte al destino final de acuerdo al plan de manejo correspondiente. Se deberán llenar los documentos de embarque y manifiesto de entrega, transporte y recepción, generado en las plataformas marinas.

Los residuos peligrosos que se remitan a tierra deben ser manejados y trasladados a tratamiento y/o destino final conforme lo establezcan las autoridades ambientales y la normatividad vigente. En el caso de residuos biológicos infecciosos se deben enviar a tierra para su incineración.

El manejo terrestre del muelle a los centros de transferencia, se debe realizar cumpliendo las NOM-003-SCT/2008, NOM-004-SCT/2000, NOM-007-SCT2/2010, NOM-009-SCT2/2009 y NOM-010-SCT2/2009. También se deberá entregar la documentación requerida y que contenga el manifiesto de desembarque/embarque de residuos (ver el punto 12.3 NRF-040-PEMEX-2013), el manifiesto de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos con sello de recepción del área de tratamiento o destino final. Por último, se debe indicar el sitio de disposición final y proporcionar la autorización respectiva.

El responsable técnico del contratista o prestador de servicios se debe quedar con copia firmada del manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos y del manifiesto de desembarque/embarque de residuos.

En condiciones climáticas normales, la permanencia de los residuos en el área de transferencia de la plataforma debe ser 14 días como máximo. En caso contrario, se debe notificar a PEMEX las anomalías del incumplimiento de logística de recolección.

Durante la transferencia de residuos peligrosos de la plataforma marina al barco, un responsable debe estar, con la capacidad y autoridad para tomar decisiones en caso de accidentes o contingencias.

Los contenedores deben localizarse en el área de transferencia establecida por el contratista y PEMEX, adecuándose el número de supersacos y dimensiones de los mismos.

El H<sub>2</sub>O de lluvia que se haya puesto en contacto con residuos peligrosos debe ser enviado a la planta de tratamiento de aguas negras para saneamiento antes de verterse al mar.

Cuando haya viento, los recipientes que contienen residuos de manejo especial y peligrosos almacenados en la instalación, deben ser asegurados mediante ganchos o cinchos; las bocas de carga de los supersacos, mediante bandas de amarre para evitar su dispersión.

Por último el proveedor del servicio del manejo de residuos peligrosos, debe elaborar y entregar a PEMEX una copia del Programa de Prevención de Accidentes (PPA) (Plan de Contingencia y/o Plan de Respuesta a Emergencias) conforme a lo que establezca la SEMARNAT, con los siguientes escenarios no limitativos:

- Fenómenos naturales (turbonadas, huracanes, tormentas, entre otros).
- Incendio o explosión.
- Derrames



### III.V.VI MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RECORTES DE PERFORACIÓN IMPREGNADOS CON FLUIDOS DE CONTROL BASE ACEITE DURANTE LA PERFORACIÓN Y MANTENIMIENTO DE POZOS

#### GENERALIDADES

Para el manejo integral de recortes se debe solicitar a PEP un Programa de Manejo, el cual debe cumplir con los esquemas señalados en las Figuras 3.4 Y 3.5 atendiendo a los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de los residuos, como lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Dicho programa debe cumplirse durante la prestación del servicio y mantenerse actualizado conforme se modifiquen las metas y políticas de manejo o tecnologías utilizadas.

En la Figura 3.4 se muestra el esquema general de la generación de recortes en el sistema de circulación de fluidos en el equipo de perforación. Los fluidos que son enviados a la superficie junto con los recortes de perforación extraídos. Son seleccionados y separados del fluido. El recorte grueso, arenas, arcillas que se separaron del fluido son dispuestos para su manejo. Por otro lado, el fluido ya separado es tratado para volver a obtener sus propiedades físicas y químicas y así ser reutilizado o puesto a disposición para su manejo.

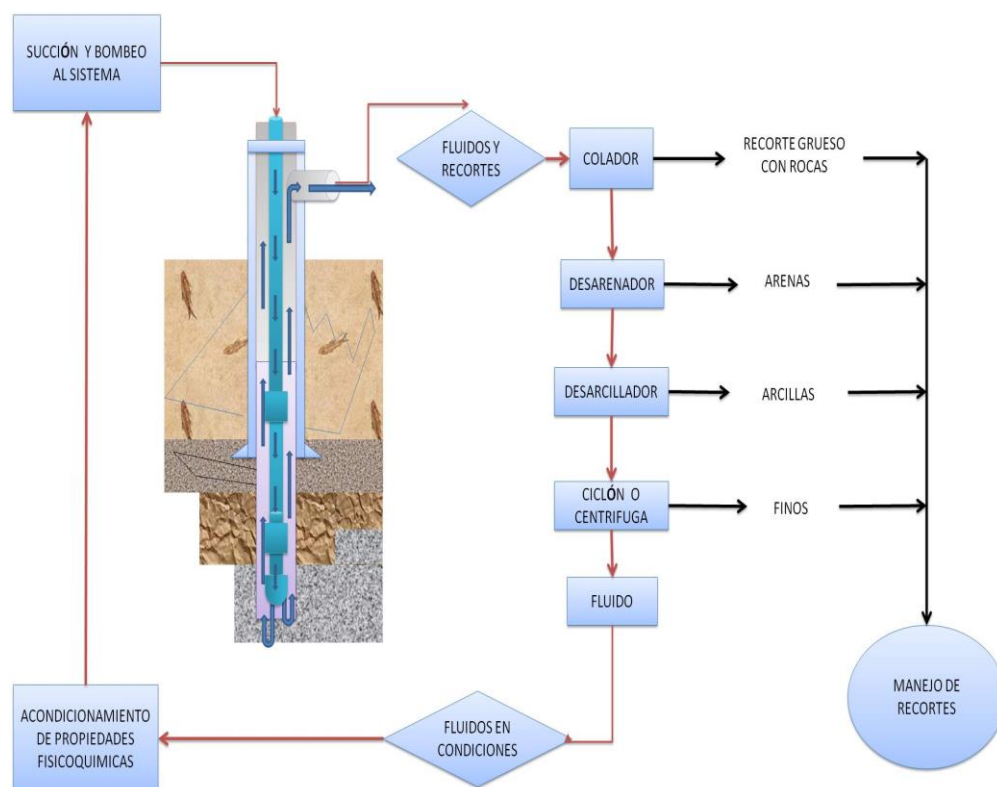
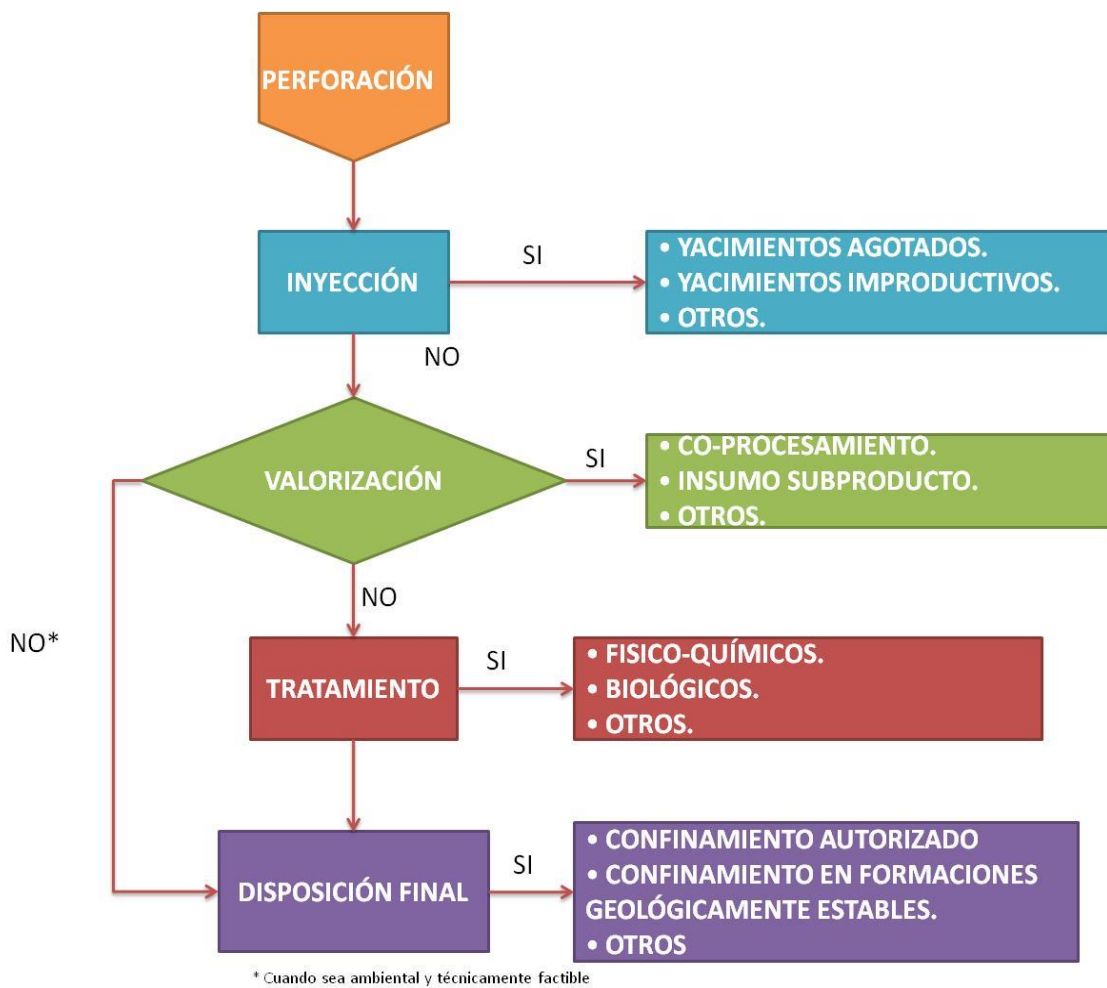


Figura 3.4 Esquema general de la generación de recortes en el sistema de circulación de fluidos en el equipo de perforación

En la Figura 3.5 se muestra el manejo del recorte ya que es separado del fluido. En la primera etapa se evalúa para una posible inyección en yacimiento agotado o improductivo, si este no es candidato para ser inyectado pasa a la etapa dos donde será valorizado, para un co-procesamiento, un insumo u otro proceso. Si es puesto a disposición final solo podrá ser si es ambiental y técnicamente factible. En la etapa tres al no ser apto para los procesos anteriores será tratado con procesos físico-químico, biológico u otro, de no ser así será puesto a disposición final para un confinamiento autorizado.



**Figura 3.5 Esquema para el manejo de recortes**

Fuente: NRF-261-PEMEX-2010

Por otro lado, cualquiera que realice actividades de manejo de recortes debe contar con personal con capacidad técnica y experiencia comprobables para ingresar y laborar en las instalaciones de PEMEX-Exploración y producción, de acuerdo a lo que establece el Anexo "S" del punto 11.1 de la Norma NRF-261-PEMEX-2010.

---

Si son trabajadores de compañías se debe tener en instalaciones de la Subdirección de la Unidad de Perforación y Mantenimiento de Pozos, la documentación que acredite el curso RIG-PASS® o lo que establezca PEMEX-Exploración y producción en las bases de licitación correspondiente. Así como la documentación vigente necesaria, requerida por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, para trabajar en plataformas y barcasas.

El prestador de servicios o contratista deberá designar un responsable del manejo de recortes, mismo que debe reunir los conocimientos técnicos y normativos en materia de protección ambiental, seguridad industrial y salud en el trabajo relacionados al manejo de residuos, cumplir con lo indicado en el punto 8.1.2 de la Norma NRF-261-PEMEX-2010 y ser profesionista titulado en ramas o ciencias afines al servicio que preste, contando con una experiencia de por lo menos un.

Los procedimientos de manejo integral de recortes deberán estar en concordancia con las disposiciones de la Norma NRF-261-PEMEX-2010 y con la normatividad ambiental vigente. Dichos procedimientos deben tener el visto bueno del representante de PEMEX-Exploración y producción. Se deberán establecer los roles y responsabilidades de cada persona involucrada en el manejo de recortes, que involucra de manera enunciativa más no limitativa:

- Recolección.
- Transporte.
- Inyección.
- Valorización.
- Tratamiento.
- Disposición final.

Los recortes, serán tratados de manera independiente de los fluidos de control degradados y de otros residuos generados en la instalación, prohibiendo la mezcla con cualquier otro tipo de residuo, con excepción de lo que establece el punto 8.1.11 de la Norma NRF-261-PEMEX-2010. Tampoco podrán ser mezclados los recortes con otros productos o residuos con propósitos de dilución.

En cualquiera de las etapas de manejo de recortes se debe prevenir derrames de recortes, mantener ordenada y limpia las áreas de trabajo en las instalaciones. No serán acumulados desechos ni recipientes que no sean requeridos. Y no podrá permitirse el almacenamiento temporal ni en sitios diferentes a los centros de valorización, inyección, tratamiento o disposición final. Tampoco podrán verter o disponer recortes sin autorización de la autoridad competente.

En caso de derrames o vertimientos accidentales durante el manejo de los recortes, el responsable debe avisar de inmediato al supervisor del contrato relacionado con el manejo de recortes y a la autoridad competente, e implementar las medidas de urgente aplicación conforme al Plan de Contingencias y si procede, la remediación del sitio afectado de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT-SS-2003 o la normatividad aplicable según

sea el caso. Al final de la remediación debe entregar a PEMEX Exploración y Producción la documentación que respalde la liberación del sitio y deslinde responsabilidades según corresponda.

Los sedimentos de partículas finas y ultra finas resultantes del proceso de acondicionamiento de los fluidos de control base aceite deben ser manejados de la misma manera que los recortes, por lo que podrán ser transportados en el mismo contenedor que contenga recortes, siempre y cuando en su totalidad no se rebase el 20% en volumen de impregnación de aceite.

En caso de incumplimiento a lo establecido en la Norma NRF-261-PEMEX-2010, se debe informar a la máxima autoridad de la instalación o al supervisor del contrato. Esta debe ordenar lo conducente para que se corrija la desviación o solicitar la suspensión de cualquiera de las actividades relacionadas con el manejo de los recortes según sea el caso.

PEP, a través del supervisor del contrato de manejo de recortes o a quien este defina, realizará, por lo menos, una visita de inspección al mes de forma aleatoria a las instalaciones dónde se realice el manejo integral de los recortes (incluidas las instalaciones portuarias o de descarga), para comprobar el cumplimiento de lo que se establece en la presente Norma de Referencia, documentando cada visita.

Todas las plantas, instalaciones de inyección, de PEP o de compañías prestadoras de servicios o contratista, utilizadas en el manejo de recortes deben reunir los requisitos que establezca la normatividad vigente en materia de Salud, Seguridad y Protección Ambiental. También debe contar en ellas con las autorizaciones o permisos vigentes según se requieran, los cuales deben estar disponibles cuando lo soliciten las autoridades correspondientes.

En caso de accidentes, ambientales, personales o industriales, del prestador de servicios ó contratista es responsable y deberá cumplir conforme la aplicación de las primas de seguro, según corresponda.

### **III.V.VII CONTROL Y SEPARACIÓN DE RECORTES O FLUIDO DE CONTROL**

Para el control y separación de recortes o fluido de control es obligatorio contar, con equipos de control de sólidos para realizar la separación de los recortes del fluido de control.

El área de control y separación de sólidos debe estar claramente identificada, además de tener un letrero que indique los principales riesgos de los componentes que conforman el equipo de control de sólidos y los riesgos a la salud. También deben estar los procedimientos para operar el equipo de control de sólidos, los cuales deben contar con el visto bueno de PEP y estar a su disposición cuando así lo requiera.

Después de haber pasado por el equipo de control de sólidos, Los recortes, deben contener una impregnación máxima del 20% en volumen de aceite. El porcentaje (en

---

volumen) de impregnación en los recortes debe ser determinado en el sitio de separación, mediante un análisis de retorta conforme a la ISO-10414-2, y debe efectuarse periódicamente para verificar su cumplimiento previo a su traslado a los sitios de inyección, valorización, tratamiento o disposición final.

Para el mantenimiento y operación de los equipos de control de sólidos, la máxima autoridad de la instalación, el responsable del manejo de recortes y el encargado del equipo de control de sólidos, deben cumplir con el Sistema de Permisos Para Trabajos de Riesgo (SPPTR). Además, el equipo debe ser operado por personal capacitado en su uso y con experiencia comprobable.

### **III.V.VIII TRANSPORTE MARÍTIMO Y LACUSTRE**

Para el transporte marítimo o lacustre de los recortes debe contarse con el plan de contingencias aprobado por PEP al inicio y durante el contrato correspondiente, mismo que debe aplicarse cuando sea necesario. Se debe cumplir con lo establecido en el capítulo XV del Reglamento de Seguridad e Higiene de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, y contar con las autorizaciones y permisos vigentes según corresponda, requeridos por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Secretaría de Marina o la autoridad competente según el caso. Si se llegase a ocasionar daños a terceros al realizar el transporte marítimo o lacustre, el responsable efectuará los pagos e indemnizaciones procedentes.

### **III.V.IX DESCARGA PORTUARIA**

Para las labores descarga de contenedores en la terminal marítima o muelle designado por PEP, debe observarse lo establecido en los puntos 8.3.2.6 y 8.3.2.8 de la Norma NRF-261-PEMEX-2010.

También, debe cumplirse lo establecido en el capítulo XVI del Reglamento de Seguridad e Higiene de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

Para la descarga de contenedores llenos, debe formularse el apartado correspondiente de la “Declaración de seguimiento de manejo de recortes” (Anexo “C” de la NRF-261-PEMEX-2010 de Referencia) y realizar las consideraciones necesarias delimitadas por la Jefatura de Muelle. Con objeto de evitar derrames en las instalaciones portuarias, los contenedores de recortes no deben estar más de 24 horas en dichas instalaciones.

También deberá evitarse el trasvase de recortes en instalaciones portuarias. En caso de que sea absolutamente necesario realizar el trasvase debe contemplarse lo establecido en la normatividad ambiental y en los puntos 8.3.1.3 y 8.3.1.3.5 de la Norma NRF-261-PEMEX-2010.

Para el transporte de recortes de la instalación portuaria a la instalación destino, deben observarse los requisitos establecidos en el punto 8.4.1 de la Norma NRF-261-PEMEX-2010.

### III.V.X REGISTRO Y CONTROL DE BITÁCORAS

Con respecto al registro y control de bitácoras, el responsable debe proporcionar a la máxima autoridad de la instalación, la información necesaria para que se llene la Bitácora, el Registro y Control de Envío de Recortes (Anexo B1 de la Norma NRF-261-PEMEX-2010), según corresponda la actividad que realice.

Para el control de la recepción, en la instalación correspondiente, el responsable de su ejecución debe contar con la Bitácora de Recepción de Recortes (Anexo B2 de la Norma NRF-261-PEMEX-2010), la cual debe llenar según el instructivo correspondiente.

Para el control de las descargas y envíos de recortes en las instalaciones portuarias, el responsable debe proporcionar a PEP la información necesaria para que este llene la Bitácora de Descarga y Envío de Recortes en Instalaciones Portuarias (Anexo B3 de la Norma NRF-261-PEMEX-2010).

En cualquiera de las etapas de manejo, se deben llenar y firmar el formato de “Declaración de seguimiento de manejo de recortes” (Anexo “C” de la Norma NRF-261-PEMEX-2010), de acuerdo al instructivo respectivo, y aquellos documentos requeridos por la autoridad competente. Una vez que la declaración esté terminada, se debe enviar el original al supervisor del contrato de PEP y la copia (foja autocopiable) a la Unidad Operativa correspondiente, para consérvalas por cinco años.

Al inicio y durante el contrato respectivo, se debe solicitar de PEP la autorización de las Bitácoras de Recepción de Recortes y de Descarga y Envío de Recortes, con el objeto de que se registre y dar seguimiento mensual al manejo de los recortes. Las bitácoras deben tener fojas autocopiables, para que una vez llenadas se le proporcione copia al supervisor del contrato de PEP.

También se tendrá que contar con un sistema informático de control para la administración de la información generada durante la ejecución del contrato. Dicho sistema debe contemplar de manera enunciativa más no limitativa los siguientes conceptos, y el software utilizado debe ser compatible con los que utiliza PEP.

- Nombre de residuo, la instalación generadora (Unidad Operativa, Equipo de Perforación o Mantenimiento de pozos y Pozo) y la Fecha de generación
- Medio de transporte
- Nombre de la compañía transportista
- Medio de contención para el transporte (contenedor o góndola)
- Volúmenes manejados en toneladas (inyectados, valorizados, tratados y/o disposición final)
- Número de “Declaración de seguimiento de manejo de recortes”
- Fecha de la “Declaración de seguimiento de manejo de recortes”
- Estrategia de manejo utilizada (inyección, valorización, tratamiento y/o disposición final)

- Nombre del prestador de servicios o contratista responsable de cada estrategia utilizada
- Nombre de la instalación destino de los recortes
- Nombre del supervisor del contrato por parte del prestador de servicios o contratista
- Nombre del supervisor o representante del contrato por parte de PEP

Toda la información generada en el sistema mencionado en el punto anterior, debe presentarse al supervisor de PEMEX Exploración y Producción, los primeros cinco días hábiles de cada mes, y debe estar disponible para consulta en el propio sistema cuando así lo solicite PEMEX Exploración y Producción.

### **III.V.XI INYECCIÓN DE RECORTES EN FORMACIONES RECEPTORAS**

Cuando tenemos el proceso de inyección este debe efectuarse con base en normatividad oficial vigente en la materia.

La selección del pozo inyector (agotado o improductivo) debe tener estudios que soporten de la factibilidad de inyección, incluyendo análisis geológicos y de acuerdo a las condiciones técnicas establecidas por PEP.

El sistema de inyección de recortes que se utilice debe contar con equipos que permitan medir la hermeticidad de los pozos mediante el registro diario de la presión y el flujo de inyección, para cumplir con los parámetros que deberá tener la mezcla de inyección.

Esta mezcla será de una densidad de 1,00 a 1,40 g/cm<sup>3</sup> o mayor viscosidad Marsh de 60 - 100 segundos con un contenido de sólidos de 10 - 25 % de volumen, tamaño de partícula: menor o igual 300 micrones. No debe utilizarse sustancias diferentes a los productos empleados en la estabilización del fluido inyectable y ser elaborada únicamente con aguas tratadas, congénitas o agua de mar.

Toda inyección que se realice contará con un plan de contingencias, y deberá aplicarlo cuando se requiera. También se realizará mensualmente un reporte del estado del pozo, comparando con el plan de operación y corrigiendo las desviaciones de conformidad con las condiciones técnicas del pozo. Este reporte debe ser entregado al supervisor del contrato de PEP.

En la descarga de contenedores a la instalación de inyección deben tomarse en cuenta las consideraciones mencionadas en los puntos 8.3.2.8 y 8.3.2.9 de la Norma NRF-261-PEMEX-2010

Los servicios auxiliares e infraestructura para la instalación y operación de los sistemas de inyección deben cumplir con las especificaciones técnicas y medidas de seguridad establecidas por PEP.

Por otro lado, cuando se generan residuos de la operación del sistema de inyección estarán a cargo del prestador de servicios o contratista conforme lo establezca PEMEX Exploración y Producción en el contrato.

### **III.V.XII VALORIZACIÓN**

Antes del inicio del proyecto se debe presentar un plan de operación, en concordancia con la Norma NRF-261-PEMEX-2010 y la normatividad vigente, que incluya la forma de aprovechamiento de los recortes en el proceso al que van dirigidos.

La valorización de los recortes debe efectuarse conforme a las disposiciones establecidas en la normatividad aplicable y las mejores prácticas operativas; así como contar con las autorizaciones y permisos vigentes.

Cuando se realiza la valorización se deberá entregar de manera documental a PEP el soporte del uso final de dichos recortes y respaldar en la propuesta técnico-económica que tiene la capacidad instalada para utilizar o aprovechar los recortes durante el período de vigencia del contrato respectivo.

### **III.V.XIII TRATAMIENTO**

Para la tecnología utilizada en este proceso se deberá cumplir con los límites permisibles en materia de descargas al agua o al suelo y emisiones al aire, generación de ruido, según la normatividad ambiental vigente y los principios en materia de salud, seguridad y protección ambiental que establezca PEP. Si fuera de nuevo uso o no utilizada con anterioridad en PEP, debe cumplir con lo que se establece en el “Manual de Guías Técnicas para la Aplicación de Tecnologías Limpias y Seguras en PEP (GUIATELIS)”, clave GG-AM-TC-0003-2009. Este documento debe solicitarse a PEP durante el proceso licitatorio para su aplicación.

Durante la licitación el prestador de servicios o contratista debe presentar a PEP el Plan de Contingencias para su validación. Estos deben estar previamente aprobados por la autoridad correspondiente.

Respecto a las instalaciones donde se realice el tratamiento de recortes deberán cumplir con las regulaciones de ámbito federal, estatal o municipal requeridas para su ubicación, construcción y operación. Deberá contar con un dispositivo o sistema que impida el contacto de los recortes con el suelo natural.

Los encargados del tratamiento de recortes deben permitir visitas de trabajo a sus instalaciones por parte del personal de PEP o los que este designe, con objeto de supervisar las actividades de manejo de recortes.

Cuando todas las sustancias sean separadas de los recortes, deben ser debidamente envasadas y entregarse a PEMEX Exploración y Producción para su reutilización o lo que se establezca en el contrato respectivo.



---

#### **III.V.XIV DISPOSICIÓN FINAL**

Toda tecnología utilizada para la disposición final de recortes debe cumplir con la normatividad ambiental vigente y los principios de salud, seguridad y protección ambiental de PEP.

Por otro lado la instalación destinada para la disposición final de recortes debe contar con las autorizaciones ambientales correspondientes. El prestador de servicios o contratista debe presentar a PEP el Plan de Contingencias, previamente aprobado por la autoridad correspondiente.

Cuando se exportan los residuos peligrosos, el transporte deberá cumplir con la normatividad del país de destino y el prestador de servicios o contratista presentará a PEP una memoria técnica del uso de los recortes en el país de destino. También se tendrá que presentar la evidencia documental del uso de los recortes en el país de destino, lo cual debe ser congruente con lo presentado en su propuesta técnico- económica.

Cuando se regresen los contenedores del extranjero, estos deberán estar 100% libres de recortes, líquidos o algún otro residuo.

#### **III.V.XV MEDIDAS DE SEGURIDAD EN MATERIA DE CONTROL DE RESIDUOS**

Ahora que se tiene un panorama general del manejo, disposición, tratamiento de los residuos peligrosos, se puede hablar de la planificación de las actividades realizadas para la seguridad y protección de las instalaciones, del personal y del medio ambiente.

Las medidas de seguridad adoptadas deben acatar los reglamentos derivados de los estatutos siguientes.

- Ley Federal del Trabajo
- Reglamento de Seguridad e Higiene de Petróleos Mexicanos
- Reglamento de Trabajos Petroleros.
- Normas de Seguridad de Petróleos Mexicanos
- *National Fire Code*, NFPA
- Organización Marítima Internacional, OMI
- Reglamento general para el combate de emergencias mayores de Petróleos Mexicanos.

Asimismo, para hacer frente a derrames accidentales deben de aplicarse las medidas de protección al ambiente elaboradas por PEMEX, denominado "Plan Interno de Contingencias para Controlar Derrames de Hidrocarburos en el Mar", mismo que es parte del "Plan Nacional de Contingencias para Controlar Derrames y Otras Substancias Nocivas en el Mar".

En las actividades costa afuera, los buques utilizados para el traslado de materiales y residuos deben observar las disposiciones del Instructivo General de Seguridad en las Unidades de la Flota Petrolera del Mar. Este instructivo enmarca reglamentos y regulaciones para buques tanques, barcasas, chalanes, remolcadores, dragas y terminales marítimas.

Por otro lado, las medidas de seguridad en materia de control de residuos deben estar dirigidas a evitar afectaciones al entorno (suelo, cuerpos acuáticos superficiales y subterráneos y aire)

Durante las actividades de perforación, en actividades costa afuera una medida para evitar que el fluido derramado sobre la mesa de trabajo alcance el suelo o el agua marina es la implementación de la charola colectora, que es un aditamento que se coloca inmediatamente abajo del piso de perforación, permitiendo con ello la captación de los fluidos vertidos y su conducción a través de la línea de flote hacia la presa de asentamiento para lodos.

En la recolección y almacenamiento de residuos en recipientes deberá observarse que sean los indicados y no presenten fugas. Estos deben de manejarse de acuerdo a los reglamentos correspondientes; deben contar con señalamientos visibles, indicando el contenido del residuo almacenado.

El área de almacenamiento debe de tener acceso rápido para los procedimientos de emergencia.

Los residuos peligrosos en las instalaciones de almacenamiento no deben:

- Generar condiciones extremas de calor o presión.
- Producir, sin control, vapores tóxicos, gases y polvos en cantidad suficiente que amenacen la salud humana o que posean otros riesgos de peligro.

Por otra parte, deben acatarse las disposiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos.

En acciones de tratamiento y disposición final deben acatarse las regulaciones aplicables. Así, la ubicación de un sitio para tratamiento por dispersión en suelo debe tener las siguientes características:

- Que esté retirado de zonas habitacionales.
- No estar sujeto a inundaciones estacionales.
- No deben estar ubicados cerca de zonas forestales y de campos de agriculturas principales, tierras pantanosas y hábitats críticos de la fauna silvestre.
- La topografía debe tener una ligera inclinación, para evitar la acumulación de agua. Si la pendiente es de 4% (máximo 9%), el sitio debe estar distante de los cursos acuáticos y aplicar poca cantidad del residuo.

---

En cuanto a confinamiento controlado, para no causar efectos adversos al medio ambiente, deben de realizarse bajo los siguientes criterios:

- Cuidadosa selección del sitio,
- Construcción, operación y criterios según lineamientos,
- Recubrimiento apropiado,
- Cuidados después del recubrimiento,
- Monitoreo de agua subterránea y lixiviados, y
- Registro de datos.

Por lo general, las exigencias que un confinamiento debe cumplir están contenidas en las regulaciones de las normas NOM-055 a 058-ECOU93 y, en su defecto, se sujeta a los criterios de ingeniería y estado de la tecnología, y abarca los siguientes aspectos:

1) Requisitos del sitio. Es un factor determinante para la seguridad del depósito y la protección del manto acuífero.

2) Medidas de organización y construcción. Establecen que un depósito debe de contar con:

- Impermeabilización de la base
- Impermeabilización superficial (después del llenado)
- Control de la impermeabilización
- Minimización, recolección y tratamiento de lixiviados
- Medidas para recolección y manejo de gases

3) Coordinación en el control de entrada al depósito

4) Operación del depósito

Para la operación del depósito deben de establecerse las siguientes medidas:

- Evitar dispersiones de polvos
- Evitar emanaciones de malos olores
- Descripción cartográfica del área de almacenamiento
- Acomodamiento de residuos en forma clasificada
- Evitar posibles hundimientos
- Instalación de pozos de monitoreo para aguas subterráneas

Teniendo en cuenta estas medidas, se podrá reducir cualquier tipo de accidente que se pudiera provocar al medio ambiente y de esta manera mitigar el impacto ambiental causado por las actividades de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos.

---

# **CAPÍTULO IV NORMATIVIDAD, LEGISLACIÓN Y REGLAMENTACIÓN**

## **IV.I OBJETIVO**

Conocer sobre la normatividad vigente en México y en PEMEX, al igual que las instancias encargadas de regular el manejo de residuos peligrosos.

## **IV.II ANTECEDENTES**

Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, además de permitir a la autoridad el establecer límites máximos permisibles de contaminantes a diferentes medios, y condiciones para su verificación, desempeñan un papel fundamental en la generación de una atmosfera de certidumbre jurídica y una no menos importante función de promover el cambio tecnológico.

A partir del decenio pasado empezó a cobrar importancia el desarrollo de un sistema normativo cuyo objetivo era el control de la contaminación. Este esfuerzo significó un avance muy importante, tanto en el aspecto de crear condiciones específicas de emisión de contaminantes hacia los diferentes medios como en términos de dotar a la autoridad ambiental de un mecanismo de regulación simultánea para un gran número de agentes productivos.

En cuanto al manejo de residuos peligrosos, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) cubren la definición e identificación de los mismos así como la localización y diseño de confinamientos.

En general, se puede decir que la elaboración de un número considerable de normas aplicables a la industria ha constituido, sin duda, uno de los avances más importantes de la política regulatoria ambiental del país. Se han enfrentado los problemas específicos prioritarios impulsando la adaptación a las circunstancias mexicanas de la mejor tecnología de control postproductivo disponible. Asimismo, la difusión de las normas entre los agentes normados y la vigilancia de su cumplimiento han tenido un impacto significativo en la conducta de muchas empresas industriales.

Los riesgos al medio ambiente y a la salud causados por los residuos peligrosos son un foco de atención, no solo en México, sino a nivel mundial, que ha propiciado que se generen disposiciones regulatorias (normas, leyes y reglamentos), que establecen pautas de conducta a evitar y medidas a seguir para lograr dicho manejo seguro a fin de prevenir riesgos, a la vez que fijan límites de exposición o alternativas de tratamiento y disposición

---

final para reducir su volumen y peligrosidad La contaminación de cuerpos peligrosos de agua (principalmente las aguas subterráneas) causada por la disposición inadecuada de residuos peligrosos, hizo que México, dieran una alta prioridad a su manejo.

Como hemos visto anteriormente el manejo de los residuos peligrosos incluye los procesos de minimización, reciclaje, recolección, almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición. Actualmente, los países industrializados tienden a promover la minimización y reciclaje de los residuos peligrosos como la opción desde el punto de vista ambiental.

No basta que la acción del hombre produzca modificaciones ambientales para que se vea sujeta a lo estipulado por la ley, sino que requerirá además, que exista la posibilidad de que con dicha acción se produzcan desequilibrios ecológicos, o bien, que se puedan rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las normas técnicas ambientales.

Al respecto es importante destacar que las obras y actividades que produzcan desequilibrio ecológico requieren de autorización previa en razón de la evaluación de impacto ambiental realizada por la autoridad competente, con capacidad jurídica para emitir dicha autorización, con la cual se niega o permite la posibilidad jurídica de la realización de las mencionadas actividades.

### **IV.III. NORMATIVIDAD APLICABLE A LAS ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS**

#### **IV.III.I. NORMATIVIDAD OFICIAL**

A nivel nacional existen diferentes instrumentos normativos que son aplicables a las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos. En primera instancia se tiene la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la cual, contiene diversas disposiciones, en primera instancia, el artículo 5° fracción XIV, el cual indica que es competencia de la Federación la regulación de las actividades relacionadas con la exploración y explotación de las sustancias y recursos del subsuelo que correspondan a la Nación. Reservando en el artículo 11, fracción III, inciso b a la actividad petrolera como de competencia exclusiva de ese nivel de gobierno.

Las regulaciones en materia de impacto ambiental contenidas en el artículo 28 de la ley, a la industria de la exploración y extracción de hidrocarburos le aplican las fracciones I, II VII y X, por la construcción de caminos, gasoductos, oleoductos, actividad petrolera, los cambios de usos del suelo de terrenos forestales, y las obras que se pueden realizar en humedales, esteros, manglares, lagunas costeras y esteros conectados al mar.

Asimismo, en el reglamento de impacto ambiental se consideran las siguientes regulaciones en su artículo 5:

Fracción A) hidráulicas, incisos:

- III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;
- VI. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales;
- VII. Depósito o relleno con materiales para ganar terreno al mar o a otros cuerpos de aguas nacionales;
- XIV. Apertura de bocas de intercomunicación lagunar marítimas.

Fracción B) vías generales de comunicación:

Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de:

La instalación de hilos, cables o fibra óptica para la transmisión de señales electrónicas sobre la franja que corresponde al derecho de vía, siempre que se aproveche la infraestructura existente, y

Las obras de mantenimiento y rehabilitación cuando se realicen en la franja del derecho de vía correspondiente.

Fracción C) oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos:

Construcción de oleoductos, gasoductos, carboductos o poliductos para la conducción o distribución de hidrocarburos o materiales o sustancias consideradas peligrosas conforme a la regulación correspondiente, excepto los que se realicen en derechos de vía existentes en zonas agrícolas, ganaderas o eriales.

Fracción D) industria petrolera:

I. Actividades de perforación de pozos para la exploración y producción petrolera, excepto:

Las que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o de eriales, siempre que éstas se localicen fuera de áreas naturales protegidas, y

Las actividades de limpieza de sitios contaminados que se lleven a cabo con equipos móviles encargados de la correcta disposición de los residuos peligrosos y que no impliquen la construcción de obra civil o hidráulica adicional a la existente;

- 
- II. Construcción e instalación de plataformas de producción petrolera en zona marina;
  - III. Construcción de refinerías petroleras, excepto la limpieza de sitios contaminados que se realice con equipos móviles encargados de la correcta disposición de los residuos peligrosos y que no implique la construcción de obra civil o hidráulica adicional a la existente;
  - IV. Construcción de centros de almacenamiento o distribución de hidrocarburos que prevean actividades altamente riesgosas;
  - V. Prospecciones sismológicas marinas distintas a las que utilizan pistones neumáticos, y
  - VI. Prospecciones sismológicas terrestres excepto las que utilicen vibrosismos.

Fracción O) cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas:

- I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;
- II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y
- III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvo-pastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

En un sentido estrictamente jurídico, las autorizaciones de impacto ambiental que otorga la SEMARNAT, llamados erróneamente también 'resolutivos', establecen una normatividad específica para los proyectos autorizados, basados en la LGEEPA y su reglamento en la materia, condicionantes para la realización de los mismos; sin embargo, estas condicionantes no pueden ser consideradas normatividad que se aplique a otros proyectos de manera obligatoria si no se incluyen en la autorización respectiva.

Asimismo, se cuenta con seis normas oficiales mexicanas que regulan, parcialmente, las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, éstas son:

---

NOM-115-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación y mantenimiento de pozos petroleros para exploración y producción de zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de áreas naturales protegidas o terrenos forestales.

NOM-116-SEMARNAT-2005. Que establece las especificaciones de protección ambiental para prospecciones sismológicas terrestres que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.

NOM-117-SEMARNAT-2006. Que establece las especificaciones de protección ambiental durante la instalación, mantenimiento mayor y abandono de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto que se realicen en derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.

NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

NOM-143-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos.

NOM-149-SEMARNAT-2006. Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en las zonas marinas mexicanas.

Estas normas, si bien fueron emitidas para regular de manera específica la actividad de exploración y explotación de hidrocarburos, las normas 115, 116 y 117 solamente cubren parcialmente las necesidades normativas, ya que, en primera instancia, regulan actividades que están exentas de la obtención de autorizaciones en materia de impacto ambiental, por desarrollarse en áreas donde se supone el ambiente ya está alterado y, por otro lado, establecen especificaciones de índole general, que están ya incorporadas en la LGEEPA, por lo que no aportan elementos reales para la protección ambiental.

La norma 138 es de carácter correctivo, enfocada a la remediación de los suelos, aplica además de a las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, a cualquier otra que haya podido contaminar suelos con hidrocarburos o derivados del petróleo y se aplica una vez que un sitio ha sido contaminado por hidrocarburos, indica los valores de hidrocarburos que deben alcanzarse y los métodos de análisis.

La norma 143, al igual que las mencionadas con anterioridad, no aporta especificaciones importantes y diferentes a las contenidas de manera genérica en los instrumentos legales de jerarquía superior a las normas, esto es, se concreta a dar reglas como el agua debe ser adecuadamente dispuesta o el agua debe ser analizada previo a su disposición, su valor estriba en que establece los límites de contaminantes aceptables para la disposición de estas aguas y los métodos analíticos aplicables.



---

La norma 149, si bien es similar en cuanto a sus especificaciones a las comentadas con anterioridad, aporta un elemento importante que es el detalle sobre la información del medio ambiente que requiere en su anexo A, el cual rebasa en mucho los requisitos de información establecidos en los instructivos para elaborar manifiestos de impacto ambiental o informes preventivos. Asimismo, hace una referencia exhaustiva a la normatividad ambiental que puede ser aplicable a este tipo de actividades.

Entre las normas generales que le aplican a los proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos se tienen:

NOM-001-SEMARNAT-2006. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-043-SEMARNAT-1993. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

NOM-055-SEMARNAT-2003. Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto de los radiactivos.

NOM-056-SEMARNAT-1993. Requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

NOM-057-SEMARNAT-1993. Requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.

NOM-058-SEMARNAT-1993. Requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

NOM-083-SEMARNAT-2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

NOM-145-SEMARNAT-2003. Confinamiento de residuos en cavidades construidas por disolución en domos salinos geológicamente estables.

Existen otros ordenamientos jurídicos aplicables a las actividades en revisión la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, la cual aplica de manera genérica a los residuos peligrosos y no peligroso generados por las actividades de exploración y explotación, salvo en el caso de los planes de manejo, en los cuales se prevé específicamente el desarrollo de uno para los lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles.

---

En el reglamento de esta ley no se hace referencia específica a residuos de la industria petrolera, solo genéricamente se establece que los residuos contaminados con hidrocarburos, en caso de ser depositados en domos salinos deberá hacerse vía húmeda.

Con respecto a Ley de Aguas Nacionales no se encuentran menciones específicas a la actividad, por lo que se aplica en lo general, principalmente en las disposiciones sobre contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

Las leyes General de Vida Silvestre y General de Desarrollo Forestal Sustentable, también se aplican en lo general y, esta última principalmente en lo que respecta a la obtención de las autorizaciones para el cambio de uso del suelo de terrenos forestales, cuando las actividades se realizan en áreas que contienen este tipo de vegetación.

#### **IV.III.II NORMATIVIDAD INTERNA DE PEMEX**

La normatividad interna de la paraestatal es muy extensa, ya que cuentan con un sistema de administración ambiental y de seguridad e higiene, lo que hace que, en muchas ocasiones se mezclen los conceptos, haciendo complicado el análisis de esta. A continuación, y debido a que existen diferentes versiones de las mismas y con claves de identificación diferentes, se presenta un listado de las normas y procedimientos emitidos establecidos:

- Procedimiento administrativo para la evaluación de pérdidas, control y recuperación de daños originados por emergencias y siniestros.
- Lineamiento para la elaboración de estudios de seguridad industrial, salud ocupacional y protección ambiental.
- Manual de procedimientos operativos para el manejo de residuos peligrosos en PEMEX exploración y producción.
- Procedimiento de medición, cálculo y registro de indicadores de protección ambiental.
- Procedimiento para la gestión ambiental de emisiones a la atmósfera
- Procedimiento para la gestión ambiental de aprovechamiento de aguas nacionales y descargas de aguas residuales.
- Procedimiento para el cálculo de índices de consumo de energía de las áreas operativas de PEMEX Exploración y Producción.
- Procedimiento para la revisión de los aspectos técnicos de seguridad y protección ambiental en nuevos proyectos.
- Procedimiento para llevar a cabo las funciones y acciones de relaciones públicas y con las comunidades en materia de seguridad industrial y protección ambiental.
- Procedimiento para el manejo de residuos sólidos en plataformas marinas.
- Procedimiento para la gestión ambiental del aprovechamiento de aguas nacionales y descargas de aguas residuales.
- Procedimiento de ecología de aplicación en plataformas de perforación y unidades flotantes.

- Procedimiento para operar la planta de tratamiento de agua San y San Andrés II.
- Procedimiento para derrame de hidrocarburos (fugas).
- Procedimiento para equipo recuperador de hidrocarburos.
- Procedimiento para restauración de áreas contaminadas por derrame de hidrocarburos.
- Procedimiento operativo. Aviso de derrames de hidrocarburos en instalaciones petroleras de región norte.
- Procedimiento para el manejo de materiales peligrosos en instalaciones terrestres.
- Procedimiento para la restauración de áreas contaminadas con hidrocarburos.
- Procedimiento para la revisión de los aspectos de la seguridad y la protección ambiental de los nuevos proyectos.
- Procedimiento para realizar los estudios de impacto ambiental en los proyectos de la región marina noreste.
- Procedimiento para la medición, cálculo y registro de indicadores de seguridad industrial.
- Procedimiento para la gestión ambiental de emisiones a la atmósfera.
- Manual de procedimientos operativos para el manejo de residuos peligrosos en PEMEX

### **Exploración y Producción.**

- Guía para el flujo de información. Manejo de residuos peligrosos.
- Procedimiento para el manejo de la información en caso de derrames accidentales de aguas residuales.
- Manual de procedimientos para el manejo de residuos sólidos.
- Procedimiento para el manejo de emisiones a la atmósfera en el centro de proceso y transporte de gas ATASTA (CPTGA).
- Procedimiento de inspección en uniones bridadas para minimizar emisiones de hidrocarburos a la atmósfera.
- Procedimiento para el seguimiento y control de emisiones accidentales a la atmósfera.
- Procedimiento de mantenimiento anual a analizador de emisiones marca Rosemount modelo 4103C (NGA 2000 MLT 4)
- Procedimiento para el manejo de desechos líquidos de laboratorio.
- Procedimiento general para la toma de muestras de agua de proceso y residuales.
- Procedimiento general para la determinación de turbidez en agua.
- Procedimiento general para la determinación de cloro residual.
- Procedimiento general para la determinación de cloruros.
- Procedimiento general para la determinación de dureza total en agua.
- Procedimiento general para la determinación de dureza al calcio en agua.
- Procedimiento general para la determinación de fosfatos en agua.
- Procedimiento general para la determinación de temperatura en aguas de proceso y residuales.

- Procedimiento general para la determinación de sulfuros en aguas residuales.
- Procedimiento general para la determinación de grasas y aceites en aguas residuales.
- Procedimiento general para la determinación de sílice baja en agua.
- Procedimiento general para la determinación de sílice alta en agua.
- Procedimiento para manejo de residuos peligrosos en el área de laboratorio químico.
- Procedimiento para la determinación de potasio en aguas.
- Procedimiento para la determinación de color en aguas.
- Procedimiento para la determinación de sólidos totales disueltos en agua.
- Procedimiento para la determinación de olor en agua NMX-AA-083-1982.
- Procedimiento para la determinación de carbonatos, bicarbonatos e hidróxido en agua.
- Procedimiento para la determinación sulfatos en agua.
- Procedimiento para la determinación de fierro en aguas.
- Procedimiento para la determinación de sodio en aguas.
- Operación de la planta tratadora de aguas negras.
- Operación de la planta de tratamiento de aguas aceitosas.
- Procedimiento para contención de derrames.

Como podemos darnos cuenta PEMEX cuenta con un sinnúmero de procedimientos, guías y manuales para auto regularse y así minimizar, controlar, y tener un manejo adecuado de sus residuos, y de esta manera poder tener un menor impacto en el ambiente.

Ahora haciendo un análisis con Estados Unidos de Norteamérica quien es pionero mundial en la protección ambiental, y que han desarrollado una gran cantidad de instrumentos legales enfocados a la protección ambiental, debido a su estructura legislativa, basada en el derecho sajón, los instrumentos normativos se generan de manera diferente a nuestro país, por lo que las normas las emiten organismos privados reconocidos por el gobierno y cuyas disposiciones pueden tener carácter obligatorio o de referencia, según la autoridad que aplica la norma, para el caso de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos se cuenta con estándares del Instituto Americano del Petróleo(API) y la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM); por otro lado, y debido también a

las diferencias organizacionales derivadas del sistema legal, para el caso de las regulaciones ambientales, son las mismas dependencias que controlan la actividad las que en primera instancia deben asegurar que se cumpla con las regulaciones, para el caso son el Departamento de Energía y el Departamento del Interior a través del Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement (BOEMRE). Cabe hacer mención que, la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés), no emite normas, sino regulaciones que tienen un nivel jurídico similar a los reglamentos en el sistema legislativo mexicano. A continuación se hace un resumen de las principales regulaciones existentes.

---

### IV.III.III LEY NACIONAL DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

La Ley Nacional de Protección Ambiental (NEPA por sus siglas en inglés) de 1969, es la base de la formulación de políticas ambiental en los Estados Unidos. El proceso NEPA pretende ayudar a los funcionarios públicos a tomar decisiones basadas en la comprensión de las consecuencias medioambientales y para proteger, restaurar y mejorar el medio ambiente. La NEPA establece dos mecanismos principales para este fin:

El Consejo de Calidad Ambiental (CEQ), que se estableció para asesorar a los organismos sobre el proceso de toma de decisiones ambientales y para supervisar y coordinar el desarrollo de la política federal de medio ambiente.

Las dependencias y organismos deben incluir un proceso de revisión ambiental en la planificación de las acciones propuestas.

El CEQ ha emitido reglamentos en ejecución desde 1978. Los reglamentos incluyen procedimientos para ser utilizados por las agencias federales para el proceso de revisión ambiental. Estos reglamentos se proporcionan para el uso del proceso NEPA para identificar y evaluar alternativas razonables a acciones propuestas que eviten o minimicen los efectos adversos de estas acciones en la calidad del entorno humano. Se utiliza para identificar el alcance y la importancia los aspectos ambientales relacionados con una acción federal propuesta, a través de la coordinación de los organismos federales, estatales y locales; el público en general; y cualquier persona interesada u organización antes a la elaboración de una declaración de impacto. El proceso también identifica y elimina estudios detallados de aspectos que no son significativos o que han sido cubiertos por una revisión ambiental previa.

La NEPA requiere a todas las agencias Federales utilizar un enfoque sistemático e interdisciplinario para proteger el medio ambiente humano. Este enfoque asegura el uso integrado de ciencias naturales y sociales en cualquier planificación y la toma de decisiones que pueda tener un impacto sobre el medio ambiente.

La NEPA requiere también la preparación de una declaración detallada de impacto ambiental (EIS o Manifestación de Impacto Ambiental en nuestro sistema) de cualquier acción federal que puede tener un impacto significativo sobre el medio ambiente, debido a la conformación del sistema legislativo, no se puede otorgar una concesión para exploración y/o explotación de hidrocarburos si la Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement (BOEMRE) no ha realizado, en coordinación con la empresa que lo requiere el EIS y obtenido la declaración o autorización respectiva por parte de la NEPA. El EIS debe ocuparse de los efectos ambientales adversos que no pueden evitar o mitigar, alternativas a la acción propuesta, la relación entre recursos a corto plazo y productividad a largo plazo y los efectos irreversibles e inevitables sobre los recursos. Las evaluaciones ambientales (EA) se preparan para determinar si se pueden producir impactos significativos. Si un EA considera que se pueden producir impactos significativos,

la NEPA requiere una preparación de una declaración de impacto ambiental (EIS). La forma abreviada de revisión establecida en la NEPA es la revisión de exclusión categórica (CER). El propósito de una CER es comprobar si es necesaria una EA o una EIS antes de tomar una decisión sobre la actividad para su aprobación.

#### **IV.III.IV LEY DE AIRE LIMPIO**

La Ley de Aire Limpio (CAA por sus siglas en inglés), delinea la jurisdicción en materia de calidad del aire entre la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA) y el BOEMRE. Para las operaciones en el Golfo de México, al oeste de 87,5° de longitud oeste están sujetos a las normas de calidad de aire del BOERME; las operaciones al este de 87,5° de longitud oeste están sujetos a las normas de calidad del aire de la *United State Environmental Protection Agency* (USEPA).

En virtud de la CAA, el Secretario del Interior debe consultar con el administrador de la USEPA "para asegurar la coordinación de reglamentos de control de la contaminación de aire para las emisiones en las áreas marinas y las emisiones en áreas terrestres adyacentes". El BOEMRE está obligado por los establecidos en el 30 CFR 250.302, 250.303 y 250.304 para cumplir con la CAA. Los contaminantes regulados incluyen el monóxido de carbono, partículas, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles (como un precursor del ozono). En las zonas donde pueden presentarse de sulfuro de hidrógeno, las operaciones son reguladas por el 30 CFR 250.417. Los reglamentos de BOEMRE permiten la recopilación de información acerca de las posibles fuentes de contaminación con el fin de determinar si las emisiones proyectadas de contaminantes del aire desde una instalación podrían dar como resultado las concentraciones de contaminantes de aire en tierra por encima de los niveles máximos previstas en el reglamento. Estos reglamentos también establecen controles apropiados de las emisiones que se consideren necesarios para evitar accidentes y deterioro de la calidad del aire.

#### **IV.III.V LEY FEDERAL PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA (FWCPA) Y LEY DE AGUA LIMPIA (CWA)**

El FWPCA establece las actividades de control de la contaminación del agua para restaurar y mantener la integridad química, física y biológica de las aguas de la nación. La CWA, de 1977, modifica a la FWPCA. El título III de la CWA requiere a la USEPA establecer normas nacionales con limitaciones de efluentes para las fuentes de vertimiento de aguas residuales puntuales existentes, que reflejen la aplicación de la tecnología y mejor práctica de control actualmente disponible. Estas normas se aplican a las existentes para las actividades exploratorias en buques semi sumergible, y plataformas de exploración utilizadas en las actividades. La CWA también requiere a la USEPA establecer regulaciones para limitar los efluentes por categorías y clases de fuentes puntuales que requieren la aplicación de la "mejor tecnología de control disponible y económicamente alcanzable."

La sección 311 de la CWA, prohíbe el vertido de petróleo o de sustancias peligrosas en las aguas navegables de los Estados Unidos que pueden afectar los recursos naturales, excepto bajo circunstancias limitadas y establece la responsabilidad de la sanción civil y

---

procedimientos de aplicación que será administrado por el servicio de Guardacostas de los Estados Unidos (USCG). La CWA título IV establece requisitos para obtener permisos federales y licencias para llevar a cabo una actividad (incluyendo la construcción u operación de instalaciones para la exploración y explotación de hidrocarburos) que puede dar lugar a cualquier vertimiento en las aguas navegables. La Sección 402 de la CWA da a la USEPA la autoridad para emitir permisos del Sistema Nacional para Eliminación de Descargas Contaminantes (NPDES) para el vertido de contaminantes. Los permisos NPDES se aplican a todas las fuentes de vertimiento de aguas residuales de los buques exploratorios y plataformas de producción que operan en la Plataforma Continental Exterior.

#### **IV.III.VI LEY DE ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN (ESA)**

La ESA de 1973 establece políticas para proteger y conservar especies amenazadas y en peligro de extinción y los ecosistemas de que dependen. La ESA es administrada por el Departamento de Estado a través del Servicio de Pesca y Vida Silvestre (FWS) y el Servicio Nacional de Pesca Marina (NMFS). La sección 7 de la ESA obliga a todos los organismos federales a consultar con el FWS y/o el NMFS para asegurarse de que cualquier acto de la Agencia no es probable:

Poner en peligro la existencia continua de cualquier especie en peligro de extinción o amenazada,

Destruir o modificar negativamente hábitats críticos de una especie en peligro de extinción o amenazada.

La ESA requiere a las agencias federales consultar formalmente cuando hay razones para creer que una especie que está listada (o propuesta para incluirse en los listados) puede verse afectada por una acción propuesta. Las consultas formales sobre especies en peligro de extinción o amenazadas proporcionan un examen del umbral de riesgo y una opinión biológica sobre la probabilidad de que la actividad propuesta pueda o no poner en peligro la continuidad de la existencia de los recursos y el efecto de la actividad propuesta sobre las especies en peligro de extinción. La opinión biológica puede incluir recomendaciones para la modificación de la actividad propuesta.

El FWS o NMFS notifican a la Agencia Federal por escrito cuando la información disponible es insuficiente para concluir si la actividad propuesta no es probable que ponga en peligro la especie o su hábitat. En tales casos, la Agencia Federal debe obtener información adicional y, si es recomendado por el FWS o el NMFS, debe realizar estudios biológicos adecuados o estudios para determinar cómo la actividad propuesta puede afectar a las especies en peligro de extinción o su hábitat crítico. Después de que se reciba dicha información adicional, el FWS o el NMFS concluyen el proceso de consulta mediante la emisión de una opinión formal.

#### **IV.III.VII LEY DE CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS RECURSOS (RCRA)**

La RCRA proporciona un marco para la eliminación segura y el manejo de desechos sólidos y peligrosos. La mayoría de los desechos de campo de petróleo han sido eximidos de la cobertura bajo las regulaciones de residuos peligrosos de la RCRA. Cualquiera de los desechos peligrosos generados que no estén exentos deben ser transportados para su eliminación o tratamiento en un centro de residuos peligrosos.

#### **IV.III.VIII LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)**

Esta Leyes reglamentaria a las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, referidas a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente, en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y su objetivo es establecer las bases para definir los principios de la política ecológica general y la regulación de los instrumentos para su aplicación, como:

El ordenamiento ecológico, la prevención, restauración y mejoramiento del ambiente.

La protección de las áreas naturales, la flora y la fauna.

El aprovechamiento racional de los elementos naturales.

La prevención y el control de la contaminación del aire y del suelo.

La concurrencia del gobierno federal con las entidades federativas, municipios, diversas dependencias y la participación de la sociedad.

Es de la competencia de la SEMARNAT entre otras atribuciones:

- Formular y conducir la política general de ecología.
- Aplicar esta ley, sus reglamentos y normas técnicas ecológicas que se expidan, y vigilar su observancia.
- Formular, proponer, desarrollar y vigilar el cumplimiento de programas, criterios ecológicos, normas técnicas ecológicas, etc. Que aseguren la preservación, restauración y control del equilibrio ecológico, y propicien el manejo integral de los recursos naturales.
- Evaluar el impacto ambiental en las actividades que así lo requieran.
- Proponer a la federación las disposiciones que regulen las actividades relacionadas con materiales y residuos peligrosos.
- Determinar la aplicación de tecnologías que reduzcan las emisiones contaminantes.



---

#### **IV.III.IX LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

Rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Es competencia de la Secretaría:

- Determinar y publicar los listados de residuos peligrosos. Expedir las normas técnicas ecológicas y procedimientos para el manejo de los residuos peligrosos.
- Controlar el manejo de los residuos generados durante los procesos y operaciones de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, y de servicios.
- Evaluar el impacto ambiental, fomentar, autorizar, controlar y vigilar la construcción y operación de las instalaciones de tratamiento, reciclamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos.
- Promover y fomentar la participación del sector educativo, social y productivo en el desarrollo de actividades y procedimientos que coadyuven a la reducción de la generación de residuos, su adecuado manejo, reuso, regeneración, o disposición final.

Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del reglamento y de las normas técnicas aplicables, los generadores de los residuos, así como las personas físicas o morales, públicas o privadas que manejen, importen o exporten dichos residuos, para lo cual, los generadores están obligados a determinar si éstos son o no peligrosos.

El generador de residuos peligrosos deberá:

- Inscribirse en el registro que establezca la Secretaría.
- Llevar una bitácora mensual sobre la generación, almacenamiento, y disposición final de éstos.
- Dar a los residuos el manejo, envasado, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final adecuada de acuerdo a lo que el propio reglamento establece.
- Identificar adecuadamente sus residuos, manejar separadamente los incompatibles y enviar mensualmente a la Secretaría el informe sobre sus movimientos que se hubieren efectuado durante dicho periodo.

#### **IV.III.X LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL**

El presente instrumento legal, obliga a todas aquellas personas físicas o morales y al sector público que pretenda realizar actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones señaladas en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la federación, para proteger el equilibrio ecológico y el ambiente, a solicitar previamente la autorización de la Secretaría.

Dicha autorización derivará de la presentación de la información sobre las características de las actividades a desarrollar durante las fases de adecuación construcción, operación y desalojo del proyecto, bajo las guías que la propia dependencia ha implementado. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en la modalidad General, Intermedia o Específica que dependa del impacto o magnitud de las obras.

#### **IV.III.XI INSTITUTO AMERICANO DEL PETRÓLEO (API).**

La API ha desarrollado estándares internos para la protección ambiental. En virtud de que no fue posible tener acceso a ellos se transcriben a continuación los principios que rigen a todos los miembros de esta organización, lo que da una idea del nivel de compromiso existente:

Los miembros de la API dedican esfuerzos continuos para mejorar la compatibilidad de sus operaciones con el medio ambiente mientras desarrollan recursos energéticos económicos y proporcionan productos y servicios de alta calidad para los consumidores.

Sus miembros reconocen su responsabilidad de trabajar con el público, el gobierno y otros para desarrollar y utilizar los recursos naturales en forma ecológicamente racional al tiempo que protege la salud y la seguridad de nuestros empleados y el público.

Para cumplir estas responsabilidades, los miembros de la API se comprometen a gestionar sus negocios con conocimientos científicos sólidos, dar prioridad a los riesgos y a implementar prácticas de administración rentable, conforme a los principios siguientes:

Reconocer y responder a las preocupaciones de la comunidad acerca de nuestras materias primas, productos y operaciones.

Para operar nuestras plantas e instalaciones y manejar nuestras materias y productos de una manera que proteja el medio ambiente, la seguridad y la salud de nuestros empleados y el público.

Para hacer de las consideraciones ambientales, la salud y la seguridad una prioridad en nuestra planificación y desarrollo de nuevos productos y procesos.

Para asesorar con prontitud a los funcionarios pertinentes, empleados, clientes y el público de la información importante sobre seguridad relacionada con la industria, la salud y los riesgos ambientales y recomendar las medidas de protección.

Para aconsejar a los clientes, transportistas y otros en la uso seguro, el transporte y la eliminación de nuestras materias primas, productos y materiales de desecho.

Para desarrollar y producir económicamente recursos naturales y conservar esos recursos mediante el uso eficiente de la energía.

Para ampliar conocimientos llevando a cabo o apoyando a la investigación sobre la seguridad, la salud y la eficacia ambiental de nuestras materias primas, productos, procesos y materiales de desecho.

Comprometerse a reducir la generación global de emisiones y residuos. Y trabajar con otros para resolver problemas creados por la manipulación y eliminación de sustancias peligrosas de nuestras operaciones.

Para participar con el gobierno y otros en la creación de las leyes, reglamentos y normas adecuadas para proteger a la comunidad, el lugar de trabajo y el medio ambiente.

Para promover estos principios y prácticas compartiendo experiencias y ofreciendo asistencia a otras personas que produzcan, manejen, utilicen, transporten o dispongan materias primas y desechos similares o productos de petróleo.

#### **IV.III.XII NORMATIVIDAD ASTM.**

La American Society for Testing and Materials (ASTM) ha desarrollado una serie de métodos de prueba para la industria de la exploración y extracción de hidrocarburos, enfocados principalmente a la atención de derrames y problemas de contaminación más que a la prevención de impactos ambientales.

Se detectaron 54 estándares que cubren diferentes aspectos de la atención de derrames de hidrocarburos, tanto en áreas terrestres, como en áreas marinas. Resaltan, por su utilidad para el desarrollo de estudios ambientales en general en cuanto a la descripción de los elementos ambientales, los enfocados a los estudios de sitio.

Ninguno de estos estándares ha sido considerado por la operadora de exploración y explotación de hidrocarburos dentro de su Subsistema de Administración Ambiental.

Canadá de manera similar a los Estados Unidos, (Environmental Protection Act) no establece medidas o normas específicas para las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, solamente las sujeta a la obtención de las autorizaciones ambientales a través de la presentación de estudios de impacto ambiental o evaluaciones ambientales de los proyectos.

Debido a su origen en el derecho anglo sajón, la normatividad más específica está establecida por los Offshore Petroleum Board de Newfoundland, Labrador y el de Nueva Escocia, estos organismos requieren además de la presentación ante las autoridades de los estudios antes mencionados, la elaboración de un Plan de Protección Ambiental.

El plan de protección del medio ambiente deberá establecer los procedimientos, prácticas, recursos y monitoreo necesarios para manejar los riesgos y proteger el medio ambiente de la actividad o trabajo propuesto y deberá incluir:

- (a) un resumen de y las referencias al sistema de gestión que demuestren cómo se aplicará para el trabajo o actividad propuesta o se cumplirán la actividad y cómo se cumplirán las obligaciones establecidas en el presente reglamento con respecto a la protección del medio ambiente;
- (b) un resumen de los estudios realizados para identificar los peligros ambientales y para evaluar los riesgos ambientales relacionados con el trabajo o actividad propuesta;
- (c) una descripción de los peligros que fueron identificados y los resultados de la evaluación de riesgo;
- (d) un resumen de las medidas para evitar, prevenir, reducir y manejar los riesgos ambientales;
- (e) una lista de todas las estructuras, instalaciones, equipos y sistemas críticos para la protección del medio ambiente y un resumen del sistema para la inspección, pruebas y mantenimiento en el lugar;
- (f) una descripción de la estructura organizativa y la estructura de mando en la instalación, que explique claramente su relación entre sí y la información de contacto y la posición de la persona responsable del plan de protección del medio ambiente y la persona responsable de la aplicación;
- (g) los procedimientos para la selección, evaluación y utilización de sustancias químicas incluyendo productos químicos de proceso y los ingredientes de los fluidos de perforación;
- (h) una descripción del equipo y los procedimientos para el tratamiento, la manipulación y la eliminación de material de desecho;
- (i) una descripción de todas las corrientes de descargas y los límites para cualquier vertido en el medio ambiente natural, incluyendo cualquier material de desecho;
- (j) una descripción del sistema para vigilar el cumplimiento de los límites de descarga señaladas en el párrafo (h), incluyendo el programa de muestreo y de análisis para determinar si son vertidos dentro de los límites especificados; y
- (k) una descripción de las disposiciones de cumplimiento del plan de vigilancia y para medir el rendimiento en relación con sus objetivos.

Las guías para la elaboración de Programas Geofísicos, Geológicos, Ambientales y Geotécnicos, establecen una serie de medidas de mitigación para la protección del ambiente marino, principalmente para la protección de mamíferos y tortugas marinas, divididas en las siguientes secciones:

- Planificación de estudios sísmicos
- Zona de seguridad y arranque
- Cierre de vuelos
- Cambios de línea y cierres de mantenimiento

#### **IV.III.XIII OPERACIONES EN BAJA VISIBILIDAD**

Es importante resaltar que, la variante fundamental en cuanto a la carencia de normas o estándares emitidos por la autoridad, es el nivel de compromiso y estudios que se requieren para obtener las autorizaciones, ya que es imprescindible contar con un sistema

---

de administración, ambiental y de calidad, basado en estándares internacionales como las normas ISO, además de estudios ambientales y de sitio basados en investigaciones desarrolladas a largo plazo y con un nivel de información muy importante.

En Noruega existen dos ordenamientos, el primero es la Ley de Actividades Petroleras (*Petroleum Activities Act*) y el Reglamento de Actividades Petroleras (*Petroleum Activities Regulation*). El primer instrumento incorpora solamente provisiones generales en cuanto a la evaluación del impacto en diferentes ámbitos incluido el ambiental. El segundo instrumento, reglamentario del primero, se amplía indicando que la evaluación del impacto ambiental debe incorporarse en un plan para el desarrollo y operación de los yacimientos, esta evaluación debe. Describir el entorno que puede verse afectado significativamente, examinar y formular un juicio equilibrado con respecto a los efectos ambientales del desarrollo, incluyendo:

- Descripción de las emisiones al mar, el aire y el suelo.
- Descripción de los posibles recursos activos y los monumentos del patrimonio cultural que pueden verse afectados como resultado del desarrollo.
- Considerar las consecuencias de las soluciones técnicas elegidas.
- Clarificar cómo los criterios ambientales y el impacto sobre el medio ambiente han sido tomados en cuenta en la elección de las soluciones técnicas.
- Descripción de las medidas de mitigación planificadas y posibles a fin de prevenir, reducir y si es posible compensar los efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Al igual que en los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, la profundidad de los estudios requeridos es muy superior a lo solicitado en México, lo que permite que las conclusiones de los mismos y las resoluciones de la autoridad sean más asertivas en cuanto a las necesidades de protección al ambiente y mitigación de impactos ambientales.

Argentina y Colombia, si bien no son de los países productores de hidrocarburos importantes a nivel mundial o regional, se toman como una referencia por tener un sistema legal basado en el derecho romano, igual que el sistema jurídico mexicano.

Las obligaciones ambientales de los exploradores y productores de hidrocarburos, son similares a las ya comentadas, en cuanto a la obligatoriedad de obtener autorización de impacto ambiental de manera previa al inicio de cualquier actividad, sin embargo incorporan un concepto no manejado por la legislación mexicana, que es la elaboración de un Plan de Manejo Ambiental que garantice que la actividad de realizará siguiendo lo establecido en los manifiestos presentados y autorizaciones obtenidas.

Otra diferencia que existe con el sistema aplicado en México es que, los manuales o instructivos para el desarrollo de los manifiestos y/o programas de manejo ambiental, son más detallados y exigentes en cuanto al nivel de información requerido que los que se aplican por SEMARNAT.

#### **IV. IV DISPOSICIONES SOBRE EL CONTROL DE RESIDUOS**

Las disposiciones sobre el control de residuos peligrosos se establecen en la LGEEPA se amplían en el Reglamento de Residuos Peligrosos. La LGEEPA. en sus Artículos 150 a 153 regula los residuos peligrosos en los siguientes aspectos: clasificación y determinación de residuos peligrosos, responsabilidad del manejo y disposición final, prevención y reducción en la generación de residuos peligrosos, jurisdicción, regímenes de permisos, así como la exportación e importación de residuos peligrosos. Asimismo, las disposiciones sobre sanciones en la Ley de Ecología establecen la base para las penalizaciones por incumplimiento del Reglamento de Residuos Peligrosos.

Los residuos peligrosos son de competencia exclusivamente federal. La dependencia administrativa federal con facultades control y regulación sobre residuos peligrosos es la SEMARNAT.

Sin embargo, la SEMARNAT puede coordinarse con las autoridades ambientales estatales para el control de residuos peligrosos de baja peligrosidad.

##### **IV.IV.I CRITERIOS PARA LA CATEGORIZACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS**

Definición.

La LGEEPA define en el Artículo 3, los términos residuo peligroso como todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológicas infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Esta definición general es la base de las siglas CRETIB, la cual significa corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológicamente infeccioso, definidas con mayor detalle en la NOM-052-ECOL-1993. Esta NOM establece además las normas químicas y físicas para determinar si un residuo tiene una característica CRETIB. Una segunda NOM, la NOM-053-ECOL-1993, crea normas para las pruebas de extracción empleadas para determinar si un residuo es peligroso. Finalmente la norma NOM-087-ECOL-1995 establece las normas adicionales para la separación, confinamiento, envasado, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos biológicos infecciosos originados en hospitales.

La lista de residuos peligrosos. Además del sistema CRETIB, la SEMARNAT, en coordinación con otras dependencias, ha adoptado también cuatro listas de residuos peligrosos en los anexos 2,3,4 Y 5,1 de la NOM•052-ECOL-93. Esta lista clasifica cerca de 144 residuos peligrosos según se trate de (1) la industria y 105 procesos; (2) fuentes no fijas; (3) materias primas empleadas en la producción de pinturas, y (4) características de lixiviado tóxicas para el ambiente.

---

Los residuos incompatibles. En los Artículos 3, 14, 19 Y 31 del Reglamento de Residuos Peligrosos se define el término residuo incompatible como aquel que al entrar en contacto o ser mezclado con otro reacciona produciendo calor o presión, fuego o evaporación, o partículas, gases o vapores peligrosos, pudiendo ser esta reacción violenta. Las normas químicas y físicas para determinar si un residuo es incompatible se establecen de acuerdo con las normas técnicas incluidas en la NOM•054•ECOL-1993

#### **IV.IV.II REQUISITOS DE TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN**

La LGEEPA en su artículo establece que el generador de los residuos peligrosos es el responsable de su manejo y disposición final. El derecho ambiental mexicano establece una diferencia entre la generación y el manejo de residuos peligrosos, lo cual implica responsabilidades diferentes, principalmente en cuanto al sistema de permisos y manifiestos establecidos en el Artículo 151 BIS de la Ley de Ecología y en el Reglamento de

Residuos Peligrosos. Asimismo, la SEMARNAT expedirá las NOM relativas al etiquetado y envasado de residuos peligrosos.

Los generadores de residuos peligrosos. El Artículo 3 del Reglamento de Residuos Peligrosos señala que los generadores de residuos peligrosos son las personas físicas o morales que, como resultado de sus actividades, produzcan residuos peligrosos. Los generadores deben obtener un permiso de la SEMARNAT para producir residuos peligrosos. Además, son responsables de determinar si sus residuos son peligrosos o no y deben cumplir con las NOM sobre clasificación y extracción, básicamente las NOM 052-ECOL-93, la NOM-053-ECOLw93, la NOMw054-ECOL-93 y la NOM-87-ECOL-1995. Los generadores deben obtener autorización de la SEMARNAT para producir residuos peligrosos. Así mismo, en los Artículos 8 y 14 del Reglamento de Residuos Peligrosos se estipula que los generadores deben apuntarse en el registro correspondiente de la SEMARNAT; llevar registros mensuales de los residuos peligrosos generados y entregar a esa Secretaría informes semestrales sobre los movimientos de los residuos peligrosos. Además, los generadores tienen que contar con transportistas que porten documentos de entrega, recibo y disposición que debe firmar el receptor final y regresado al generador en 30 días naturales. El Reglamento de Residuos Peligrosos exige a los generadores dar aviso a la SEMARNAT en caso de no recibir en el lapso señalado los comprobantes firmados por el receptor final.

El generador es el responsable final de garantizar que el transporte y disposición final de sus residuos peligrosos cumplan con el Reglamento de Residuos Peligrosos y las NOM aplicables, y de que todas las personas que participen en el manejo de los mismos se registren debidamente ante la SEMARNAT.

El manejo de residuos peligrosos. El Artículo 151 de la Ley de Ecología señala que la responsabilidad del manejo y disposición de residuos peligrosos corresponde a quien los

---

genera. El Artículo 9 del Reglamento de Residuos Peligrosos estipula que el manejo de los mismos incluye todas las operaciones relacionadas con el almacenamiento, recolección,

transporte, confinamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos. Se requiere un permiso especial de la SEMARNAT para manejar residuos peligrosos con base en la evaluación de impacto ambiental (EIA) de la SEMARNAT.

El tratamiento. En el Artículo 3 del Reglamento de Residuos Peligrosos define el término tratamiento como la acción de transformar los residuos, por medio de lo cual se cambian sus características. El tratamiento de residuos peligrosos pertenece a la categoría de "manejo de residuos peligrosos", y toda actividad de tratamiento debe estar autorizada por la SEMARNAT.

#### **IV.IV.III LEYES Y REGLAMENTOS MEXICANOS**

En los casos en que es necesario, deben tratarse previamente los residuos antes de su disposición final. Sin embargo, los requisitos de tratamiento previo se establecen por lo regular en los permisos de manejo individuales.

Además, la NOM•052-ECOL-1993 establece los niveles máximos permisibles de concentraciones de químicos residuales que pueden eliminarse. El eliminador final de residuos tiene la responsabilidad en última instancia de garantizar que todos los residuos eliminados cumplan con las normas estipuladas en la NOM-057-ECOL•1993. La lista de los límites máximos permitidos para los desechos tóxicos se establece en el anexo S de la NOM-052-ECOL-1993. Por su parte, los hospitales y demás establecimientos que presten atención médica deberán acatar lo dispuesto en relación al tratamiento de residuos peligrosos biológico infecciosos en la NOM•087-ECOL-95.

*El almacenamiento.* El almacenamiento de residuos peligrosos se define como la acción de retener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección, o se dispone de ellos. Se define disposición final (que se analiza más adelante) de manera independiente al almacenamiento. En virtud de que éste último pertenece a la categoría de manejo de residuos peligrosos, deben obtenerse los permisos respectivos de manejo antes de operar una instalación de almacenamiento temporal.

*Los contenedores.* En términos generales, los contenedores para el almacenamiento temporal deben estar debidamente etiquetados y cumplir con las condiciones establecidas en las normas técnicas. Los contenedores, según lo estipulado en el Artículo 14 del Reglamento de Residuos Peligrosos, deben estar diseñados para evitar pérdidas y vertimientos durante la descarga, carga y transporte, prevenir que los operadores se vean expuestos a los residuos peligrosos y estar debidamente etiquetados. Si bien no se han establecido NOM que regulen los contenedores de almacenamiento de residuos peligrosos en general, se han promulgado NOM relacionarlas con los contenedores de transporte. En específico, la NOM-087-ECOL-1995 regula el envasado de residuos peligrosos biológico infecciosos.



*Las instalaciones de almacenamiento.* El almacenamiento temporal de residuos peligrosos en áreas tanto cerradas como abiertas, debe cumplir con las condiciones mínimas establecidas en las NOM y en los Artículos 15 a 21 del Reglamento de Residuos Peligrosos que establecen un sistema de manifiestos para registrar la entrada y la salida de residuos peligrosos de las áreas de almacenamiento. En específico, la NOM-087-ECOL-1995 regula el almacenamiento de residuos peligrosos biológico-infecciosos.

*La disposición.* La disposición de residuos peligroso se define en el Artículo 3 del Reglamento de Residuos Peligrosos como es la acción de depositar en forma permanente en sitios adecuados y condiciones apropiadas a fin de evitar daños al ambiente.

Como la disposición pertenece a la categoría de manejo, debe obtenerse el permiso respectivo antes de operar una unidad de disposición final. Las personas físicas o morales dedicados a la disposición final de residuos peligrosos son responsables del tratamiento previo a los mismos que sea necesario.

La disposición final puede ser de tres tipos: (1) confinamiento controlado; (2) confinamiento en formaciones geológicas estables; y (3) receptores de agroquímicos. El confinamiento controlado, o tiradero no natural, se define como la obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos que garantice su aislamiento definitivo. El confinamiento en formaciones geológicas estables es la obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos en estructuras naturales impermeables que garanticen su aislamiento definitivo. En específico, la NOM-081-ECOL-1995 regula la disposición final de residuos peligrosos biológico-infecciosos.

Diseño de instalación de confinamiento controlado. La NOM-057-ECOL-1993 regula el diseño y construcción de instalaciones para el confinamiento controlado, sus sistemas de recolección de lixiviados, capacidad de recolección, sistemas de ventilación y cubiertas. Las instalaciones de confinamiento deben operarse de acuerdo con los requisitos de mantenimiento de bitácora y de manifiestos, así como de los procedimientos de manejo de residuos de conformidad con la NOM-058-ECOL-1993. No podrán removerse los residuos dispuestos en una instalación de disposición final a menos que sea en forma temporal por razones de emergencia. Los receptores de agroquímicos no se definen específicamente. Sin embargo, el Reglamento de Residuos Peligrosos señala que éstos podrán emplearse sólo para el confinamiento de residuos agroquímicos o sus empaques.

#### **IV.IV.IV REDUCCIÓN DE DESECHOS**

La reducción de residuos bajo el derecho ambiental mexicano se presenta como reciclaje o como reuso. De acuerdo con el Artículo 152 de la Ley de Ecología, la SEMARNAT promoverá la prevención y reducción en la generación de residuos peligrosos, así como su reuso y reciclaje. Ambas actividades pertenecen a la categoría de manejo de residuos peligrosos y requieren de permisos. La reducción de residuos está contemplada por el Plan Nacional de Desarrollo y los programas establecidos por cada secretaría para instrumentarlo.

En los aspectos de ubicación, la selección del sitio de una instalación de disposición final debe cumplir con las normas técnicas y ecológicas respectivas, así como con las políticas y disposiciones generales sobre contaminación del suelo y uso de terrenos establecidos en el Artículo 105 de la LGEEPA Y en el Artículo 32 del Reglamento de Residuos Peligrosos. Se han expedido las normas técnicas bajo la NOMaCRP-055-ECOL-1993 la cual establece las condiciones técnicas específicas respecto a la hidrogeología (de superficie y del subsuelo), ecología, clima, ubicación cerca de centros de población, sismología, topografía y el acceso a instalaciones de disposición final.

#### **IV.IV.V RESPONSABILIDAD Y APLICACIÓN**

De acuerdo con los términos generales de la LGEEPA y el Reglamento de Residuos Peligrosos, toda infracción a las leyes sobre residuos peligrosos está sujeta a sanciones.

Las sanciones administrativas por infracciones a las disposiciones sobre residuos peligrosos incluyen las siguientes:

Multas de 20 a 20,000 veces el salario mínimo diario general en el Distrito Federal;  
Clausura temporal o definitiva, total o parcial por infracciones a las leyes sobre residuos peligrosos;  
Arresto administrativo de hasta 36 horas.

Además, a discreción de la SEMARNAT, todos los permisos, licencias y autorizaciones de operación están sujetos a revocación por infracciones graves o reincidencia. El no cumplir con los requisitos administrativos para subsanar las infracciones dará lugar a multas adicionales por cada día que continúen dichas violaciones. En caso de cometer una infracción dos veces en el mismo año, podrá imponerse una multa del doble de la originalmente impuesta. Por otra parte, las sanciones civiles y penales a que hubiera lugar bajo la ley mexicana son independientes de las penalizaciones administrativas señaladas en el Artículo 60 del Reglamento de Residuos Peligrosos.

De este capítulo podemos resumir que dichos reglamentos tanto nacionales como internacionales prohíben el vertimiento de los siguientes desechos:

- Petróleo crudo combustibles diesel
- Fluidos hidráulicos aceites lubricantes
- Compuestos orgánicos, halógenos mezclas de hidrocarburos
- Cadmio y compuestos de cadmio (Metal blanco que se usa como revestimiento que protege al acero de la corrosión).
- Plásticos y demás materiales persistentes
- Así como desechos radioactivos
- Si estos desechos no afectan a organismos comestibles y no ponen en peligro a los humanos y animales, no estarán prohibidos.

Los siguientes desechos necesitaran un permiso especial de las secretarías a cargo para un posible vertimiento:

- Cianuros fluoruros arsénico
- Plomo, zinc
- Cobre y sus compuestos
- Compuestos orgánicos de silicio.
- Por lo que se prohibirá la descarga de fluidos de base aceite (Emulsión Inversa) o que contengan diesel y los fluidos que contengan aceite usado en la lubricación y reparación de maquinas.
- Elementos que generan toxicidad durante la perforación de pozos petroleros.

La toxicidad de los desechos generados durante las operaciones de perforación como: fluidos de perforación, recortes de la formación impregnados de lodo de perforación, aguas aceitosas, aceites y grasas lubricantes, mezcla de ácido y fluido de control, mezcla de cemento, lodo y materiales triturados, salmueras y polvos (bentonita, barita, cemento, etc.). Dependerá de los volúmenes, concentraciones, frecuencias y tiempo de degradación, así como el análisis CRETIB (corrosivo, radioactivo, explosivo, tóxico, inflamable o biológico-infeccioso).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En México, el incontrolado e irracional aprovechamiento de sus recursos naturales y la falta de conocimientos y desinterés en materia de manejo, clasificación y disposición de residuos peligrosos, seguirá provocando un problema cada vez mayor al ecosistema, desequilibrio ecológico, si este no es atendido con mayor atención por parte de las instancias educadoras y reguladoras.

Actualmente, los residuos peligrosos representan un problema grave para México, ya que no se cuenta con la infraestructura suficiente para dar un manejo adecuado a los millones de toneladas de residuos que se generan anualmente en el país, por lo que se recomienda estimular la creación de más Centros Integrales para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos Industriales (CIMARI), fomentando la aplicación de las llamadas tecnologías limpias que posibilitan la corrección del problema desde su origen.

Al no tener un dato exacto y fidedigno respecto a los residuos peligrosos generados por las industrias, en especial por los generados en la actividad de perforación, difícilmente se podrán implementar procedimientos que ayuden de manera contundente a reducir y controlar la contaminación creada por estos. Por lo que es de suma importancia que las autoridades y empresas contribuyan a tener un registro real del volumen de residuos generados.

La afectación que podría causarse al medio ambiente por la industria petrolera al no implementar planes de manejo adecuados puede ser considerable e irreversible. Los daños ambientales en la mayoría de los casos, se deben principalmente a la falta de conocimiento e investigación por parte de las entidades involucradas, claro está, en la disposición y manejo inadecuado de los residuos peligrosos.

Sabemos que las necesidades de perforar pozos en ambientes más hostiles han obligado el empleo de lodos base aceite haciéndolos cada vez más contaminantes, pero la selección de fluidos de control en la perforación tiene una marcada influencia en los volúmenes y tipos de recortes generados, por lo que su adecuada elección es fundamental para reducir los costos del manejo y disposición final.

Teniendo en cuenta las medidas y procedimientos del manejo, clasificación y disposición de los residuos, siguiendo de manera adecuada, se podrán reducir y prevenir cualquier tipo de afectación, deterioro o accidente en el medio ambiente, así como un riesgo a la salud, precisamente causado por las actividades de la exploración y explotación de hidrocarburos. De aquí la importancia de este trabajo pues es la base para que se desarrolle un "manual de procedimientos" para el manejo clasificación y disposición de recortes de perforación impregnados con fluidos de control base aceite durante la perforación en plataformas petroleras.

El impacto generado por esta industria debe ser tomada con mayor seriedad ya que sus secuelas provocan grandes problemas al ecosistema, por lo que los procesos mencionados pueden ser de gran ayuda para prevenir, y mitigar el peligro que se puede generar por los residuos derivados de la acción de perforar.

La planeación, diseño y control operacional adecuados en cada fase, permite mitigar los impactos. Es muy importante el entendimiento de los procedimientos de manejo y de las repercusiones ambientales de cada etapa de la exploración y la explotación, pues al ser evaluadas sistemáticamente antes de iniciar un proyecto, se pueden tomar las medidas necesarias para prevenir posibles riesgos.

PEMEX cuenta con muchos procedimientos, guías y manuales para auto regularse y así minimizar y controlar el manejo de sus residuos, pero la normatividad interna de la paraestatal es muy extensa y su sistema de administración ambiental y de seguridad e higiene en ocasiones mezcla los conceptos, haciendo complicado el análisis de la misma, por lo que es recomendable realizar un análisis exhaustivo para unificar criterios y hacer procedimientos y normas particulares.

Por todo lo anteriormente mencionado, podemos ver que un residuo peligroso no necesariamente es un riesgo, siempre y cuando se maneje clasifique y se disponga de forma segura y adecuada. Pero sin lugar a dudas, se debe cumplir y respetar las disposiciones regulatorias en la materia que establecen las pautas de conducta; al igual que la normatividad vigente y los principios de salud, seguridad y protección ambiental de PEMEX Exploración y Producción.

---

**REFERENCIAS**

1. **Andrade Manuel.** “Legislación Sobre Contaminación Ambiental” Editorial Interamericana 1994.
2. **Avril Osorio, Humberto Celis Aguilar Álvarez.** La Industria Petrolera Ante la Regulación Jurídico-Ecológica en México. La Industria Petrolera en el Ámbito Internacional y Medio Ambiente, 211-248, 1992.
3. **Barojas Weber Luis. Garfias Y Ayala Francisco Javier.** “Residuos Peligrosos en México”. SEMARNAT. Primera Edición. México. 1997. Pág. 3
4. **Bakke, T. y Laake, M.** Test on degradation of a new drill mud type under natural conditions. En: Final report. Nork. Ints. For Vannforskning. Oslo-Norway. 1991.
5. **Blackman, R.A.A; Fileman, T.W; Law, R.J.** Toxicity of alternative base-oil and drill-muds on the settlement and development of biota in an improved trunk test. International Council for the Exploration of the Sea. ICES C.M. 1986.
6. **Castillo Castelán Mario Alberto, Iturralde Padilla Rafael, Mendoza Manzo Keila Patricia, Santiago Fernández Jesús Juan, Vázquez Zetina Juan Manuel.** “Impacto de los fluidos de perforación”, tesis de licenciatura, Abril 2011.
7. **Calao Ruiz Jorge Emilio** “Caracterización Ambiental de la Industria Petrolera: Tecnologías disponibles para la prevención y Mitigación de Impactos Ambientales” Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Diciembre 2007.
8. **“CENSAT AGUA VIVA”,** Impacto ambiental de la industria petrolera: La perforación. 2002.
9. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Editorial Porrúa 2013.
10. **Cortez Zavala Jesús Cuauhtémoc** “Reaprovechamiento del Fluido y Destino de los Recortes de Perforación para Protección del medio Ambiente” UNAM. Octubre 2000.
11. **Cristina Cortinas de Nava y Sylvia Vega Gleason.** “los Residuos Peligrosos en México y en el Mundo” SEDESOL. Series Monográficas No.3.
12. **Diario Oficial de la Federación** “Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos” 25·Noviembre-1988.
13. **Elizabeth Bravo** “Los Impactos de la Explotación Petrolera en Ecosistemas Tropicales y la Biodiversidad” Acción Ecológica, Mayo 2007.
14. **Granier, L.K.** Public reporting of chemicals used in the offshore exploration and production of oil and gas in the UK. WWF-UK. 1997.
15. **Goyer, R.A.** Toxic Effects of metals. In Casarett & Doull’s Toxicology. The Basic Science of Poisons. Fifth Edition, Klaassen, C.D. [Ed]. McGraw-Gill Health Profesion Division. 1996.

- 
16. **Instituto Nacional de Ecología** “Anteproyecto de norma Oficial Mexicana para Establecer las Directrices del Manejo de Residuos de la Extracción del Petróleo y Gas.” Libros INE.
  17. **Jean-Bernard Leroy** “Los Desechos y su Tratamiento” Primera Edición en Español Fondo de Cultura Económica. 1987.
  18. **Jiménez, Blanca E.** La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada. Limusa. México, 2001.
  19. Ley General del Medio Ambiente SEMARNAT.
  20. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Decimocuarta Edición. Ediciones Delma 1999.
  21. **Liu, David y Liptak, Béla.** Hazardous Waste and Solid Waste. Lewis Publishers. U.S.A., 2000.
  22. **Marisa Jacott, José Manuel Arias Hugo Ireta Guzmán, Azucena franco.** Impactos de la Actividad Petrolera y en la Salud Humana y el Ambiente. pp. 3-10, primavera 2011.
  23. **MARPOL** International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques) 1973, (Convention), 1978 (Protocolo 1978), 1997 (Protocolo Annex VI); 1983 (Anexos I and II) emitido por la OMI.
  24. **Mora Ríos Alfonso.** “Alternativas para Reducir el Impacto Ambiental Causado por los Fluidos de Perforación” Tesis de Licenciatura, UNAM 1998.
  25. **Navarro, A.** “Environmentally Safe Drilling Practices”. Cap. 8. Pág. 65-76. 1995.
  26. **NRF-261-PEMEX-2010** Manejo integral de recortes de perforación impregnados con fluidos de control base aceite, generados durante la perforación y mantenimiento de pozos petroleros.
  27. **NRF-040-PEMEX-2005** Manejo de Residuos en Plataformas Marinas de Perforación y Mantenimiento de Pozos.
  28. **Patin, S.** Factors of the offshore oil and gas industry’s impact on the marine environment and fishing. En. Environmental Impact of the offshore Oil and Gas Industry. EcoMonitor Publishing. NY. 1999.
  29. **Pedro Israel Ramírez Luis** “Estudio Integral para el Almacenamiento de Recortes de Perforación de PEMEX Exploración y Producción en Cavernas de Domo Salinos” UNAM 1999.
  30. **Pérez Efraín.** Derecho Ambiental. Mc Graw Hill. México. 2000. p.151.
  31. **Rau, J.G. y D.C. Wooten,** Environmental impact analysis handbook, EUA, McGraw Hill 1980.
  32. **Reyes, F y Ajamil, C.** Petróleo, Amazonía y Capital Natural. Fondo Editorial C.C.E Quinto. 2005.

33. **Roberto Hernández del Olmo** “identificación de los Elementos que Determinen la Factibilidad de Proyectos de Hidrocarburos Desde el Punto de Vista Ambiental” CNH 2010.
34. **Rodríguez J. J. e Irabien A.** Los Residuos Peligrosos: caracterización, tratamiento y gestión. Editorial Síntesis, S.A. España, 1999.
35. **Rosalía Ibarra Sarlat.** La explotación Petrolera Mexicana, Capitulo II, pp 39-60, 2003.
36. **SEMARNAT.** Programa para la minimización y majo integral de residuos industriales peligrosos en México 1996-2000.
37. **Schinitman, N.** Metales Pesados, Ambiente y Salud. Ecoportal.net. 2005.
38. **Schlumberger.** “Programa de Entrenamiento Básico para Supervisores” Los Cinco Sistemas Básicos del Equipo de Perforación, pp 2-18.
39. **SOLAS.** International Convention for the Safety of Life at Sea “Convenio Internacional para la seguridad de la vida humana en el mar”, 1974, protocolos, anexos y enmiendas (Edición consolidada) 2009.
40. **Yarto, M Gavilán, A Barrera,** “El convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes y sus implicaciones para México”. Gac. Ecol.IN; 69:7-28. 2003.
41. **Wills, J.** Environmental Effects of Drilling Wasted Discharges En: A Survey of Offshore Oilfield Drilling Wastes and Disposal Techniques to Reduce the Ecological Impact of Sea Dumping. Sakhalin Environment Watch. 2000.

#### Mesografía:

<http://cantabricpetroleum.wordpress.com>

[www.ciceana.org.mx](http://www.ciceana.org.mx)

<http://inecc.gob.mx/>

[http://repositorio.inecc.gob.mx/ae/ae\\_004454.pdf](http://repositorio.inecc.gob.mx/ae/ae_004454.pdf)

[http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1090/1/mx/impacto\\_ambiental.html](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1090/1/mx/impacto_ambiental.html)

<http://www.semarnat.gob.mx/dgmic/rpaar/rp/definición/definición.shtml>. 24/2/2003

[http://www.semarnat.gob.mx/programas/documentos/presentacion/mexico\\_limpio.ppt](http://www.semarnat.gob.mx/programas/documentos/presentacion/mexico_limpio.ppt). 27/02/03

<http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/sustentabilidad-ambiental/residuos-solidos-y-peligrosos.html>

[http://www.inredh.org/archivos/documentos\\_ambiental/impactos\\_explotacion\\_petrolera\\_esp.pdf](http://www.inredh.org/archivos/documentos_ambiental/impactos_explotacion_petrolera_esp.pdf)

<http://www.semarnat.gob.mx/transparencia/transparenciafocalizada/impactoambiental/Paginas/impactoambiental.aspx>