



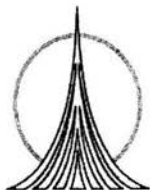
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

**"IMPACTO AMBIENTAL DE PLATAFORMAS
PETROLERAS DE PERFORACIÓN"**

TRABAJO DE SEMINARIO DE TITULACIÓN
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
I N G E N I E R O Q U I M I C O
P R E S E N T A :
G A B R I E L A L Ó P E Z J I M É N E Z

ASESOR: I.Q. ENRIQUE TOLIVIA MELENDEZ



MEXICO, D.F.

NOVIEMBRE 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ZARAGOZA

JEFATURA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUIMICA

OFICIO: FESZ/JCIQ/0102/03

ASUNTO: Asignación de Jurado

ALUMNA: LÓPEZ JIMÉNEZ GABRIELA
P r e s e n t e.

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha
propuesto a los siguientes sinodales:

Presidente:	I.Q. Eduardo Vázquez Zamora
Vocal:	I.Q. Enrique Tolivia Meléndez
Secretario:	I.Q. Raúl Ramón Mora Hernández
Suplente:	I.Q. Luz Elena Flores Bustamante
Suplente:	I.Q.I. Concepción G. Noroña Venegas

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D. F., 27 de Octubre de 2003

EL JEFE DE LA CARRERA



M. en C. ANDRÉS AQUINO GANCHOLA
SECRETARIA TECNICA

A Dios por haberme dejarme vivir plenamente, por darme una familia y por ser mi guía y sobre todo porque siempre has estado cuando más te he necesitado.

A mis padres Francisca Jiménez López y Vicente López Torres, por toda la confianza y el apoyo brindado en cada una de las etapas de mi vida, por todos los valores que me enseñaron y sobre todo por haberme dado la vida y la oportunidad de estudiar. Gracias por su preocupación y dedicación, los amo mucho.

A mis Hermanas Georgina, Karina, Jaqueline, Fabiola, Paulina y mi hermano Saúl por ser fuente de inspiración para seguir adelante y porque siempre han luchado para cumplir sus anhelos.

A mis Abuelos Marina López Onofre + y David Jiménez +, por todos los lindos recuerdos de mi infancia y por ser unas personas maravillosas y excelentes seres humanos.

A mis tías María Luisa Jiménez + y Rocío Jiménez, gracias por la oportunidad de haber convivido con ellas y por ser muy lindas personas.

A mis Profesores del Colegio y de la Universidad por haberme formado y enseñado que el éxito es el fruto del esfuerzo, por su paciencia y por haber compartido sus conocimientos conmigo. Gracias al Ing. Enrique Tolivia por haber aceptado ser mi asesor.

A mis Compañeros de la Universidad, Albar, Heriberto, Rafael, Hugo Joel, Martín, Luis, Daniel, Teo, Imelda, Isaraín, Javier, Mateo y Miguel, por ser muy buenos compañeros, por todos los momentos de alegría, trabajo y amistad.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme ser parte de ella, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de estudiar en la máxima casa de estudios.

A ti José Alfredo Gonzáles, por ser mi mejor amigo y compañero en la universidad, por ser una persona excelente, por tu apoyo incondicional y confianza, por estar a mi lado siempre que te necesito, por haberme enseñado que la vida es maravillosa y por tu amor que ha llenado mi vida.

A ti que permites hacer realidad mis anhelos, porque nunca te has rendido y siempre buscas ser mejor persona, por disfrutar la vida y por aprovechar la oportunidad de estudiar, por tu esfuerzo y por haber alcanzado una de las metas de tu vida, por creer en ti y seguir fijándote siempre nuevas metas.

Gracias
Gabriela López Jiménez

INDICE

	PAG.
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1 PLATAFORMAS MARINAS	2
1.1. Tipos estructuras para la explotación de hidrocarburos	3
1.1.1. Plataformas Fijas	
1.1.2. Plataformas Semisumergibles	
1.1.3. Plataformas Autoelevables	
1.1.4. Plataformas con Piernas Tensionadas	
1.1.5. Plataformas Tipo Torre Atirantada	
1.1.6. Plataformas Flexibles	
1.1.7. Barcos de Producción	
1.1.8. Sistemas de producción submarinos	
1.2. Clasificación de Plataformas	7
1.2.1. Plataformas de Perforación	
1.2.2. Plataformas de Producción	
1.2.3. Plataformas de Inyección	
1.2.4. Plataformas de Enlace	
1.2.5. Plataformas Habitacionales	
1.2.6. Plataformas de Comprensión de Gas	
1.2.7. Plataformas de Rebombeo	
1.2.8. Plataformas de Telecomunicaciones	
1.2.9. Plataformas Recuperadoras	
1.3. Subestructura y Pilotes	11
1.3.1. Fabricación	
1.3.2. Transporte	
1.3.3. Lanzamiento	
1.3.4. Instalación	
1.4. Superestructura	12
1.5. Perforación	13
CAPITULO II EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	
2.1. Introducción	15
2.2. Criterios Para Elaborar una Evaluación de Impacto Ambiental	15
2.3. Caracterización del Ambiente	16
2.4. Caracterización de los Impactos Ambientales	18
2.5. Identificación y Selección de Impactos Ambientales	21
2.6. Metodologías y Técnicas de Identificación de los Impactos Ambientales	24
2.6.1. Listas de chequeo o Listas de referencia	25
2.6.2. Matriz de Leopold	26

CAPITULO III IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN	
3.1. Estimación Cualitativa de los Cambios Generados en el Sistema Ambiental	28
3.2. Identificación de Impactos Ambientales	29
3.2.1. Emisión de Gases y Partículas	
3.2.2. Emisión Calorífica	
3.2.3. Emisión de Ruido	
3.2.4. Descarga de Aguas Negras y Aceitosas	
3.2.5. Descarga de Desechos Sólidos	
3.2.6. Derrame de Combustibles y Lubricantes durante el Abastecimiento.	
3.2.7. Derrame de Recortes de Perforación	
3.2.8. Derrame de Hidrocarburos	
3.2.9. Derrame de Productos usados durante el mantenimiento	
3.2.10. Tendido de Ductos	
3.2.11. Cimentación de Plataformas.	
3.2.12. Anclado de Embarcaciones	
3.2.13. Descarga de Agua de prueba hidrostática	
3.2.14. Ingresos por Ventas	
3.2.15. Generación de Empleo	
3.2.16. Alteraciones del Sedimento y biota bentónica	
3.2.17. Afectación al Sector pesquero local	
3.3. Calificación e Interacciones de los Impactos	34
3.4. Descripción de los Impactos Significativos	37
3.4.1. Instalación de estructuras y ductos	
3.4.2. Operación y Mantenimiento	
CAPITULO IV MARCO JURÍDICO Y NORMATIVO APLICABLE A LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN PLATAFORMAS PETROLERAS DE PERFORACIÓN.	
4.1. Reglamentos y Normatividad de Protección Ambiental	40
4.2. Reglamentación Nacional	41
4.2.1. LGEEPA	42
4.3. Reglamentación Internacional	43
4.4. Convenios Internacionales	44
4.5. Reglamentación interna de Petróleos Mexicanos para la Protección del Ambiente durante las Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos Marinos	44
4.6. Lineamientos técnicos y normativos aplicables a cada etapa del proyecto	46
CAPITULO V MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	
5.1. Descripción de las medidas de mitigación.	49
5.1.1. Atmósfera	

5.1.2. Medio Acuático	
5.1.3. Sedimento Marino	
5.1.4. Biota	
5.1.5. Medio Socioeconómico	

CONCLUSIONES	56
---------------------	-----------

GLOSARIO	59
-----------------	-----------

BIBLIOGRAFIA	61
---------------------	-----------

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial ocurren gran cantidad de problemas ambientales anualmente debido a la gran cantidad de actividades antropogénicas y a una mala disposición y tratamiento de sus desechos. Como consecuencia a los excesos de sobreexplotación irracional de los recursos, se han desencadenado grandes accidentes que han afectado al medio ambiente y al hombre mismo.

Estas catástrofes han contribuido a un cambio en la actitud de empresas, gobiernos y población en general ante una problemática ambiental. El deterioro ambiental es uno de los problemas más alarmantes, que deben ser resueltos con una acción inmediata. México no es la excepción dentro de las estadísticas mundiales en contaminación ambiental. Por lo que el objetivo de este trabajo es la identificación y caracterización de los impactos ambientales en las actividades de instalación, operación y mantenimiento y abandono del sitio de una plataforma petrolera de perforación, así como las medidas de mitigación de estos impactos.

La industria petrolera debido a sus procesos de explotación, exploración y producción, así como el uso de grandes cantidades de equipo y sustancias tóxicas, son una de las actividades que más afectan al ambiente. Una de las principales fuentes de contaminación es la perforación de pozos petroleros, donde se ve afectados suelo y subsuelo, biota, medio socioeconómico, atmósfera y medio acuático.

El impacto ambiental de las plataformas petroleras dependerá de la operación que se este realizando y el ecosistema donde se este realice, debido a que cada ambiente responde de manera diferente a los distintos factores que impactan al ambiente.

La identificación de Impactos Ambientales en plataformas petroleras forman una parte esencial para el desarrollo sustentable, sin duda las plataformas petroleras en México son el esqueleto principal para la explotación de un bien energético como lo es el petróleo, este bien es muy importante para la generación de energía, para la industria petroquímica básica y secundaria y como materia prima para la generación de grandes compuestos útiles al hombre. En general la economía y el desarrollo de México han estado basados en la explotación de petróleo principalmente en el Golfo de México.

La finalidad de predecir e identificar los impactos ambientales generados en una plataforma de perforación es asegurar que se lleve un equilibrio entre el medio ambiente y la actividad petrolera de manera que se integre al medio ambiente y afecte lo menos posible para la preservación de especies y elevar la calidad ambiental. Además de la identificación de impactos se proponen medidas de prevención y mitigación para minimizar los impactos ocasionados de acuerdo a la normatividad vigente.

CAPITULO I

PLATAFORMAS MARINAS

En México, la explotación de yacimientos de hidrocarburos costa afuera, inició en 1958 con la instalación de plataformas fijas de acero frente a la barra de Santa Ana Tabasco, en esta plataforma se utilizaron por vez primera estructuras tubulares para las columnas de soporte; su instalación se efectuó mediante una barcaza de 75 Ton. de capacidad, el tirante de agua de esta primer plataforma fue de apenas 6 m. En 1975 se llevó a cabo la perforación del primer pozo exploratorio denominado Chac-1, las actividades de explotación, así como los estudios geofísicos y la perforación de pozos han permitido confirmar la existencia de muchos yacimientos petroleros en México

El diseño de la plataforma se constituyo por una superestructura y subestructura tubular diseño que aún se emplea en diseños recientes. En los últimos años la tecnología de desplante de plataforma en aguas cada vez mas profundas ha progresado en forma importante, siendo comunes las plataformas con tirantes de agua de 150 a 300 metros.

Actualmente el número de plataformas marinas instaladas asciende a más de 210, 187 de ellas instaladas en la Sonda de Campeche en donde conforman complejos petroleros (Fig. 1).

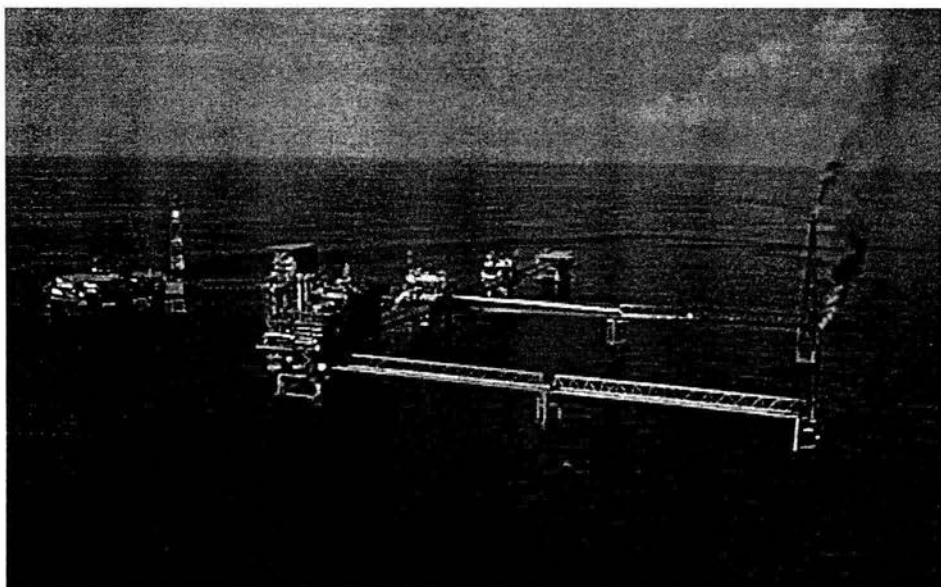


FIG 1. Complejo Petrolero.

1.1. TIPOS DE ESTRUCTURAS PARA LA EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS

Los sistemas estructurales utilizados para la explotación del petróleo pueden clasificarse en:

- Plataformas fijas.
- Plataformas sumergibles.
- Plataformas autoelevables.
- Plataformas con piernas tensionadas (TLP).
- Plataformas tipo torre atirantada.
- Plataformas flexibles.
- Barcos de producción, almacenamiento y descarga (FPSO).
- Sistemas de producción submarinos.

1.1.1. PLATAFORMAS FIJAS

Estos sistemas se caracterizan por encontrarse asentados sobre el suelo marino, y consisten en estructuras metálicas y o de concreto, que se extienden desde el lecho marino hasta la superficie. Estas estructuras son estables en relación con al fondo marino.

En los últimos años, las plataformas fijas han representado la solución estructural más común para conjuntos de producción y perforación. Sin embargo, la experiencia en trabajos de perforación en profundidades marinas de más de 300 m, indica que las plataformas semifijas o flotantes pudieran ser una mejor alternativa.

Los principales sistemas fijos hasta ahora desarrollados en el ámbito son los siguientes:

- Plataforma convencional de acero o tipo Jacket.
- Plataforma de concreto por gravedad.

1.1.2. PLATAFORMAS SEMISUMERGIBLES

Estas plataformas realizan actividades relacionadas con la exploración y perforación de pozos, así como para el apoyo de operaciones de mantenimiento de instalaciones existentes (Fig. 2). A pesar de la gran variedad de diseños de semisumergibles, pueden ser clasificadas en 2 grupos principales: 1) con columnas conectadas a zapatas o pontones separadas, y 2) con pontones gemelos. Estas columnas soportan a una sola cubierta la cual aloja el equipo e instalaciones necesarios para realizar su función. Estas

plataformas cuentan con sistemas de propulsión propios ubicados en los pontones, en otras palabras son autopropulsables.

Los miembros principales (pontones) se encuentran sumergidos, lo cual permite incrementar el periodo fundamental en sustentación de la estructura, evitando la resonancia con el oleaje. También reduce las cargas laterales generadas por dicho oleaje. Esta reducción en l carga, se debe a que los miembros principales del casco se localizan a una elevación en la que la energía del oleaje es menor.

Una semisumergible posicionada dinámicamente puede operar en aguas profundas de hasta 500 m, pero el yacimiento tendría que ser muy productivo para justificar los gastos de combustible.

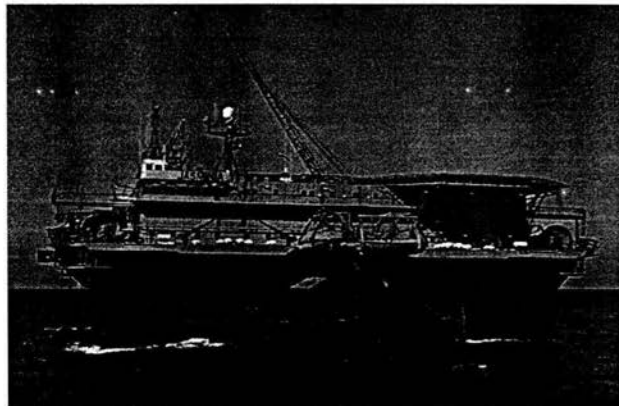


FIG. 2 Plataforma Semisumergible

1.1.3. PLATAFORMAS AUTOELEVABLES

Este tipo de plataforma especial es usada para perforación y reparación de pozos ya que tiene la capacidad de poder moverse por autopropulsión o por medio de remolcadores, de una localización a otra, una vez que la perforación de un pozo logra su objetivo. Así la perforación es su función principal ya sea de pozos exploratorios o de desarrollo.

Una vez que se encuentran en la posición deseada, las piernas son bajadas hasta alcanzar el fondo marino. Cuando las columnas o piernas se encuentran asentadas en el lecho marino, la cubierta es elevada más allá del nivel del agua hasta tener una plataforma de perforación estable.

Cuenta con una cubierta que tiene la capacidad de posicionarse a la elevación que se requiera, la cual soporta sobre si todo el equipo necesario para lograr su objetivo, así como un módulo habitacional y un helipuerto. Esta cubierta se encuentra soportada

comúnmente por tres columnas de sección triangular o circular que tienen en su extremo inferior un sistema de "zapatas aisladas" o "losa de cimentación" para apoyarse en el lecho marino.

Otra de sus características importantes es la torre de perforación ubicada en un cantiliver móvil, lo cual permite el acercamiento de la misma a los pozos de las plataformas fijas.

1.1.4. PLATAFORMAS CON PIERNAS TENSIONADAS (TLP)

La TLP (Tensión Leg Platform) o plataforma de piernas tensionadas es un sistema semejante a la semisumergible, solo que esta se encuentra anclada al fondo por medio de elementos verticales, los cuales se mantienen en tensión debido al exceso de flotación en la plataforma.

Los elementos verticales o tensores se anclan al fondo marino por medio de una estructura fabricada a partir de acero estructural y cementada mediante pilotes. Una parte esencial de la TLP son las juntas flexibles. Estas juntas llamadas Flex-Joints, fabricadas con acero y material elastomérico, permiten a la estructura desplazarse horizontalmente sin provocar flexión en los tensores.

1.1.5. PLATAFORMAS TIPO TORRE ATIRANTADA (Guyed Tower)

Las estructuras están constituidas por armaduras de piernas rectas (y no con pendientes como las plataformas tipo Jacket) y un sistema de cables o tirantes en la parte superior de la torre que se ancla en el fondo marino. Son una alternativa a las plataformas tipo jacket convencionales que pueden resistir las fuerzas del oleaje con mucho menos peso estructural.

Los cables disminuyen el período fundamental de la estructura, lo que reduce su respuesta dinámica con el oleaje. La estructura de acero de la torre atirantada, presenta problemas semejantes a las plataformas de acero convencionales aunque de menor magnitud. Estos son principalmente fatiga en juntas y problemas de transporte y lanzamiento. Los tensores también son susceptibles al daño por fatiga, por lo que periódicamente se deben inspeccionar.

1.1.6. PLATAFORMAS FLEXIBLES

Este sistema tiene la característica de resistir las fuerzas de oleaje utilizando menor peso estructural que un sistema rígido. La cubierta se apoya en una torre armada con miembros tubulares. La flotación se logra mediante tanques sumergidos localizados en la parte superior de la torre. Esta flotación es contrarrestada con lastre que se localiza en la parte inferior de la torre.

La variación de las cargas verticales se absorbe a través de un conjunto de pilotes centrales. Las cargas horizontales y de torsión en la base, se transmiten al suelo por medio de pilotes perimetrales.

1.1.7. BARCOS DE PRODUCCIÓN

Este sistema es un elemento más de la familia de sistemas flotantes y difiere del resto en una importante característica, tiene la capacidad de almacenar y exportar crudo además de producirlo, todo en una sola unidad. Los barcos de producción, almacenamiento y descarga no tienen la capacidad para efectuar operaciones de perforación ni de reparación de pozos (Fig. 3).

Debido a su gran área de contacto con la superficie del agua se obtienen una elevada capacidad de carga cubierta. Para mantenerlos en posición se usan sistemas de anclaje del tipo SALS (Sistema de anclaje y almacenamiento por medio de monoboya), SALM (sistema de anclaje por medio de monoboya), CALM (Sistema de anclaje por medio de monoboya en catenaria), TURRET (Sistema de anclaje por medio de torreta), etc.



FIG. 3 Barco de producción

1.1.8. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN SUBMARINOS

Estos sistemas consisten básicamente de un grupo de pozos terminados en el fondo del mar que están conectados por tuberías a un múltiple colector que a su vez está sobre una plantilla; la producción se envía a través de un arreglo de tubería ascendente, a

alguna plataforma de procesamiento en la superficie. Los sistemas de producción submarina se emplean en los siguientes casos:

- En la explotación de yacimientos alejados de campos donde existe infraestructura.
- Para el aprovechamiento de la producción temprana con el apoyo de otros sistemas (como pueden ser los flotantes).
- En sistemas de inyección de agua y gas.

La fase operacional más importante en el desarrollo de sistemas submarinos es el mantenimiento, asistido, ya sea por buzos, por vehículos submarinos o por ambos. El uso de éstos, dependerá del tirante de agua que se vaya a trabajar y del tipo de trabajo que se vaya a realizar.

1.2. CLASIFICACIÓN DE PLATAFORMAS

De acuerdo a su función, las plataformas fijas (tipo Jacket) las podemos clasificar en:

1.2.1. Plataformas de Perforación

La plataforma de perforación aloja el equipo mediante el cual se perfora el pozo y tiene además como función el colocar la tubería que permitirá explotarlo e instalar el cabezal donde se emplazará la futura plataforma de producción. La cubierta consta de dos niveles, uno de producción localizado a 16 m.

Sobre el nivel del mar y otro de perforación a 22m, esta cubierta esta soportada por 8 columnas o patas (octápodo) y se construye con travesaños armados de placas, que unidas a la columna, forman marcos rígidos para disponer de mayor espacio, facilitando la instalación del equipo y el movimiento de tuberías, simplificando su fabricación y colocación. Aquí se localiza el equipo de perforación, los tanques de lodos, la maquinaria y el paquete habitacional.

Este tipo de plataforma dispone de 12 conductores de 30" de diámetro, hincados a 60 metros aproximadamente por debajo del lecho marino, así como de equipo organizado en varios paquetes de perforación que permiten de una forma rápida y sistemática la instalación de la plataforma (Fig. 4).

Una vez instalados los paquetes de perforación, un grupo de técnicos efectúa la interconexión mecánica, eléctrica, tuberías, instrumentación, pintura y armado de la torre de perforación. El periodo que se requiere para terminar la interconexión es de 30

a 40 días. El peso estimado de una plataforma de este tipo de 3,000 toneladas, que incluye; subestructura, superestructura y pilotes.

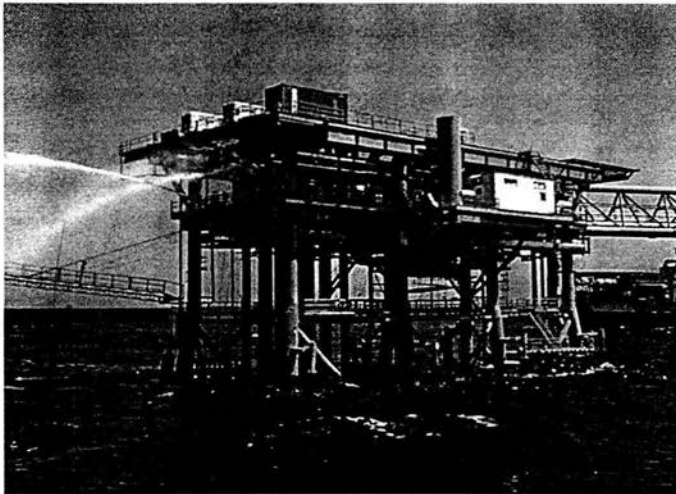


FIG. 4 Plataforma de Perforación

1.2.2. Plataformas de Producción

Su función consiste en separar el gas del crudo y bombear este último a tierra, esta compuesta por:

Subestructura de 8 columnas, fabricada en 3 o 4 niveles, según la profundidad a la que se instale, esto varía entre 40 y 60 metros.

Superestructura en dos niveles, soportada también por 8 columnas directamente acopladas a la subestructura (a los pilotes). Las cubiertas se constituyen con viguetas de acero tipo T, apoyadas sobre marcos rígidos hechos de placa y unidos estructuralmente a las columnas.

El peso estimado total de la plataforma es de 3,600 toneladas, incluye la subestructura, la superestructura, los pilotes. El trípode del quemador y los puentes.

La plataforma de producción tiene acceso por puentes de enlace tanto a la plataforma de perforación como a la plataforma de enlace.

1.2.3. Plataforma de Inyección

La misión de estas plataformas es la de perforar pozos para inyectar agua presurizada a los estratos productores de crudo cuya producción ha sido mermada y así incrementar el rendimiento de otros pozos.

Estas plataformas tienen cubiertas y capacidades de perforación prácticamente idénticas a las de las plataformas de perforación.

1.2.4. Plataformas de Enlace

Para manejar la producción de las diferentes plataformas, es necesario instalar algunas de "enlace", en las cuales se localizan cabezales de recepción y envío de crudo y gas. A dichas plataformas llegan las líneas que recolectan el crudo y gas de las plataformas de perforación y lo distribuyen a las plataformas de perforación y lo distribuyen a las plataformas de producción para su procesamiento; también unen las líneas que recolectan crudo con los oleoductos que lo transportan a tierra (Fig. 5). A bordo de estas plataformas se cuenta con instalaciones para lanzar y recibir los "raspatabos" o "diablos".

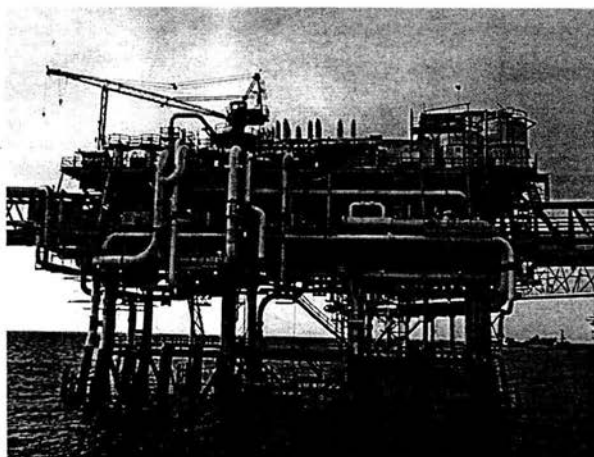


FIG. 5 Plataforma de enlace

1.2.5. Plataforma Habitacional

Esta diseñada para proporcionar la asistencia habitacional que requieren los trabajadores de los diferentes complejos existentes en el área (Fig. 6).

Estas plataformas se pueden diseñar para albergar desde 40 a 167 personas y están instaladas dentro de los complejos productores.

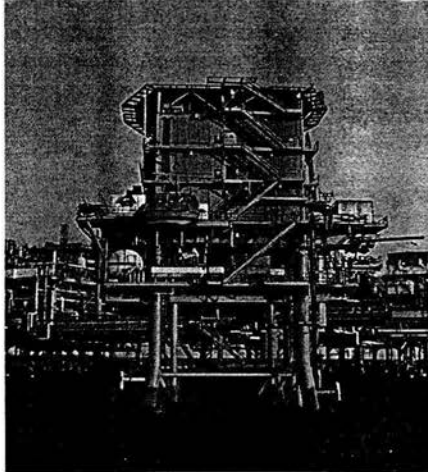


FIG. 6 Plataforma Habitacional

1.2.6. Plataforma de Compresión de Gas

Su función es la de comprimir el gas proveniente de las plataformas productoras y enviarlo a las terminales en tierra a través de los gasoductos submarinos.

Para comprimir el gas natural se cuenta en cada plataforma con 4 módulos de compresión. Siendo la capacidad total de compresión de 360 millones de pies cúbicos de gas a la día por cada plataforma.

1.2.7. Plataformas de Rebombéo

Esta estructura soporta turbo bombas para impulsar el crudo a través de los oleoductos submarinos y hacerlo llegar a las terminales de destino. Constan de 2 cubiertas en elevaciones de 18 y 27 m, soportadas por 8 columnas.

1.2.8. Plataformas de Telecomunicaciones

Estas plataformas tienen como objetivo el soportar la torre de comunicaciones, el módulo de telecomunicaciones, módulo de radares, y en algunos casos, módulo habitacional y helipuerto

1.2.9. Plataformas Recuperadoras

Estas estructuras también llamadas protectoras de pozos tienen como función la de proteger a un pozo que se ha explorado con fines exploratorios. En caso de resultar productivo dicho pozo, se procede a la instalación de esta plataforma así como la tubería ascendente y la línea submarina para el envío de los hidrocarburos y en algunas ocasiones, se adiciona n más pozos. Cuando el pozo no es productivo, este se tapona y se deja abandonado.

1.3. SUBESTRUCTURA Y PILOTES

1.3.1. Fabricación

La subestructura de una plataforma marina consiste en una unidad piramidal totalmente tubular apoyada en el lecho marino, y sus elementos principales son generalmente marcos trapezoidales. Los cuatro marcos son soldados con todos sus elementos recostados sobre el piso, para posteriormente izarse mediante grúas y unirlos con otros elementos estructurales e integrar la base de la plataforma. La subestructura formada por los marcos permite tener ocho puntos de apoyo sobre el lecho marino por lo que se le denomina "octápodo", además cuenta con refuerzos longitudinales y transversales a diferentes alturas conocidos como "arriostamientos".

Una vez armad la subestructura se obturan los extremos de los soportes para asegurar su flotabilidad y se continua con la colocación de los servicios auxiliares de la misma subestructura, al mismo tiempo se prueba la calidad de las soldaduras mediante inspección radiográfica y ultrasónica. Se lleva a cabo la fabricación de pilotes su longitud varia en función del peso total de la plataforma y la resistencia.

1.3.2. Transporte

Finalizada la fabricación de la subestructura y los pilotes, de acuerdo con el programa de instalación y condiciones climáticas es "cargada" la subestructura en un chalán de lanzamiento para su transporte. La subestructura se fabrica sobre dos vigas de deslizamiento existentes o preconstruidas en el patio de construcción, estas constan de una cimentación recubierta con una placa metálica sobre los que va apoyada la estructura. Para cargar la subestructura al chalán se requiere de dos malacates.

Terminada la maniobra de carga se asegura la estructura mediante elementos tubulares que se sueldan directamente al chalán y se inicia el transporte con el auxilio de un remolcador especializado en este tipo de operaciones.

1.3.3. Lanzamiento

La maniobra se inicia con la llegada del chalán al lugar de la botadura, como primer paso el chalán es anclado a una distancia de 450 metros del barco grúa, a continuación se cortan las amarras que fijan la subestructura al chalán y se engancha el cable del malacate del barco grúa a las orejas de izaje de la subestructura, para así tirar de ella desde el barco grúa. La subestructura así lanzada al mar se sumerge por breves instantes y flota hasta el nivel superficial. A continuación el barco grúa la recupera y la coloca en posición, flotándola hasta el punto de localización definitivo, una vez ubicado este se abren las válvulas de inundación de cada parta para que se apoye en lecho submarino y proceder con el hincado de los pilotes.

1.3.4. Instalación

Para la colocación o instalación de la subestructura se sigue un diagrama de ruta crítica a fin de lograr la optimización de tiempos y movimientos y planos con la siguiente información:

- Conocimiento del peso y centro de gravedad de la estructura
- Mecánica de suelos de la localización
- Tirante de agua y estratigrafía del terreno
- Curvas de penetración contra resistencia del suelo para seleccionar el martinete adecuado para el hincado de pilotes.
- Características del oleaje; vientos y mareas para la posición del barco grúa.

En las plataformas de perforación se pilotean además los conductores que son tubos de acero A-36 de 76 cm. de diámetro exterior y 2.5 cm. de espesor, estos conductores sostienen prácticamente a los pozos de perforación.

1.4. SUPERESTRUCTURA

Se le llama superestructura a la parte superior de la plataforma marina, formada por 8 columnas y las cubiertas principales, se ensamblan directamente al extremo de las columnas de la subestructura y su construcción requiere maniobras perfectamente coordinadas entre grúas de gran capacidad así como los mismos controles de exactitud y calidad tomados en cuenta en la fabricación de la subestructura. Dentro de esta superestructura se construyen los accesos a los diferentes pisos que habrá en la plataforma, aunque esto varía de a cuerdo a la función de cada plataforma. Una plataforma típica de perforación contiene:

- a) Piso de atracamiento, que es la parte superior de la subestructura.
- b) El piso de producción.

c) El piso de perforación.

El piso denominado de "Producción", corresponde al nivel de la superestructura, mismo que aloja los árboles de navidad de los pozos terminados, las tuberías de conducción del flujo de los hidrocarburos y cuenta con servicios auxiliares para las operaciones de perforación y el sistema contra incendios. El piso de perforación consta de todos los elementos para ejecutar esta operación, tales como la torre, el malacate, la mesa rotatoria, los equipos de bombeo, etc.

Tanto el helipuerto como los paquetes habitacionales se instalan sobre este mismo piso, formando al igual que el de producción, por vigas estructurales con módulos sobrepuestos de rejilla antiderrapante.

Una vez que la subestructura es piloteada y queda cimentada en el mar, la superestructura que ha sido transportada a la zona por un chalán plano es izada por el barco grúa para montarla sobre los pilotes que han sido previamente nivelados. Colocadas la superestructura se sueldan las juntas pilote-columna y se nivela la cubierta con una tolerancia no mayor a los 10 mm, finalmente se colocan las escaleras retráctiles para el acceso y las defensas de los atracaderos.

1.5. PERFORACIÓN

Ubicadas y probadas las partes importantes del equipo de perforación, se procede al inicio de la perforación de la obra, en la cual en forma permanente se tiene instalado un sistema para la detección de hidrocarburos, ácido sulfhídrico y dióxido de carbono, así como un quemador, para que en caso necesarios estos fluidos sean quemados en su totalidad.

Durante las diferentes etapas de la perforación del pozo, se utilizan fluidos de perforación base agua o base aceite cuyas funciones son; mantener la estabilidad del agujero que se perfora, evitar el flujo de fluidos de la formación al pozo, lubricar y enfriar la barrena y sarta de perforación, mantener en suspensión y acarrear los recortes de formación a la superficie. Se perfora con diferentes tamaños de barrena y se inicia utilizando un lodo base agua, conforme se avanza la profundidad se va incrementando la densidad al lodo hasta alcanzar la profundidad deseada.

Se debe perforar vigilando continuamente condiciones de lodo de perforación en la entrada y salida del pozo para detectar la presencia de hidrocarburos, se acondiciona el lodo a una densidad tal que se evite algún posible flujo de hidrocarburos del yacimiento del pozo. Una vez alcanzada la profundidad previamente establecida, se acondiciona el agujero perforado, se toman registros geofísicos, se introduce y cementa la tubería de

revestimiento. Se verifica la efectividad de la cementación y se instalan conexiones de control.

Los recortes de la formación que son eliminados del lodo de perforación se almacenan en contenedores de aproximadamente 5 m³ de capacidad, los cuales serán transportados por barco.

CAPITULO II

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

2.1. INTRODUCCIÓN

Las actividades del hombre provocan cambios o alteraciones al ambiente o en alguno de sus componentes ya sean por la contaminación generada por las áreas urbanas, las actividades industriales, uso de vehículos y disposición de desechos sólidos, o por el desequilibrio ecológico causado por la construcción y operación de industrias y cualquier obra de carácter público o privado.

A estos cambios o alteraciones del ambiente se les denomina **impactos ambientales**, y según la Ley General para la Protección y el Equilibrio Ecológico, se define como impacto ambiental a la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Cabe señalar que la alteración o impacto ambiental puede ser positivo o negativo, grande o pequeño y pueden presentarse a corto, mediano o largo plazos. Por lo tanto, el conocimiento de la naturaleza de dichos impactos es de gran importancia.

Para la determinación de los impactos ambientales se realizan estudios de impacto ambiental en los que el objetivo principal es evaluar las consecuencias de una acción para valorar la calidad del ambiente que habría con o sin dicha acción. Estas evaluaciones de impacto ambiental deben llevarse a cabo en la fase previa al proyecto o actividad, antes de que este se realice con el objeto de:

- a) Efectuar una mejor planificación y formulación de propuestas desde el punto de vista ambiental, y
- b) Considerar adecuadamente los factores ambientales por parte de las autoridades responsables cuando se apruebe una propuesta o determine una alternativa.

En este sentido, se aplica el concepto de **Evaluación del Impacto Ambiental** a un estudio encaminado a identificar, interpretar y prevenir las consecuencias o los efectos que acciones o proyectos pueden causar a la salud y el bienestar del hombre y al ambiente o sea en los ecosistemas en que el hombre vive y de los que depende.

2.2. CRITERIOS PARA ELABORAR UNA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

Un estudio o evaluación de impacto ambiental se realiza cuando es propuesto un proyecto o una acción importante que puede afectar significativamente la calidad del ambiente:

- Cuando la acción por sí sola puede ser pequeña, pero combinada con muchas otras acciones subsecuentes grandes o pequeñas pueden constituir una acción importante. Las EIA deben ser realizadas para determinar todos los impactos acumulativos de una acción propuesta.
- Cuando los efectos benéficos y adversos son considerados ambientalmente significativos. Aun cuando los efectos totales sean benéficos, puede requerirse una EIA, sin embargo, se prefiere en general preparar EIA de aquellas acciones que tienen efectos adversos.
- Cuando son previsibles efectos significativos en el lapso de tiempo de desarrollo del proyecto se deben considerar los efectos a largo y corto plazos de un proyecto, ya que efectos benéficos pueden producirse en el corto plazo, pero a largo plazo los efectos adversos pueden desarrollarse.
- Cuando el impacto ambiental de una acción propuesta sea probablemente muy controvertido. Una acción relativamente pequeña que pueda dar el precedente para futuras acciones importantes podría requerir una EIA. En cuanto al sitio de localización, tales como sitios históricos, parques o áreas de reserva, ríos seniles o limpios, sitios arqueológicos, etc.,

Ocasiona que el proyecto en cuestión sea considerado como generador de impactos ambientales significativos independientemente de su tamaño.

Usando estos criterios, la autoridad competente puede determinar cuando una acción es importante y ambientalmente significativa.

En general no hay pautas concretas que permitan establecer las acciones o proyectos de gran magnitud y significación que puedan alterar la calidad del ambiente y que requieran de una EIA ya que el impacto global depende generalmente de varios factores. Sin embargo los más significativos son tres:

- Impactos físicos
- Extensión de la zona de influencia de la acción o el proyecto, y
- Utilización de los recursos naturales.

2.3. CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE

Para la caracterización y descripción del ambiente, la primera etapa es la recopilación de información. Los datos que se obtengan deben representar fielmente las

características que definen el área de estudio y responder a los objetivos establecidos para la evaluación del impacto ambiental.

La recopilación de información del ambiente da lugar a la elaboración de un inventario de factores ambientales y al mismo tiempo deben darse los criterios de selección de los elementos a analizar y la delimitación del nivel de detalle. La gran cantidad de datos que se manejan en las evaluaciones de impacto ambiental hace imperativo que se creen sistemas de clasificación en categorías para su análisis.

La forma más usual de categorizar el ambiente es dividiéndolo en sus componentes naturales por un lado, y por el otro en sus componentes socioeconómicos.

El sistema para el análisis del ambiente se divide entonces en cuatro categorías. Las dos primeras son los factores fisicoquímicos y ecológicos y las otras dos consideran a los factores socioeconómicos y culturales y estéticos.

Desde el punto de vista de las evaluaciones de impacto ambiental se definen como **factor ambiental** al componente, elemento o rasgo característico del ambiente que es o puede ser afectado por la puesta en marcha del proyecto en cualquiera de sus etapas.

Los factores fisicoquímicos describen al ambiente en sus rasgos climáticos, geológicos, edafológicos, hidrológicos, entre otros, que serán afectados por la generación de la contaminación del agua, aire, suelo y ruido o la alteración o transformación de los mismos. Los cambios o efectos en esta categoría usualmente manifiestan impactos secundarios en los otros factores del ambiente.

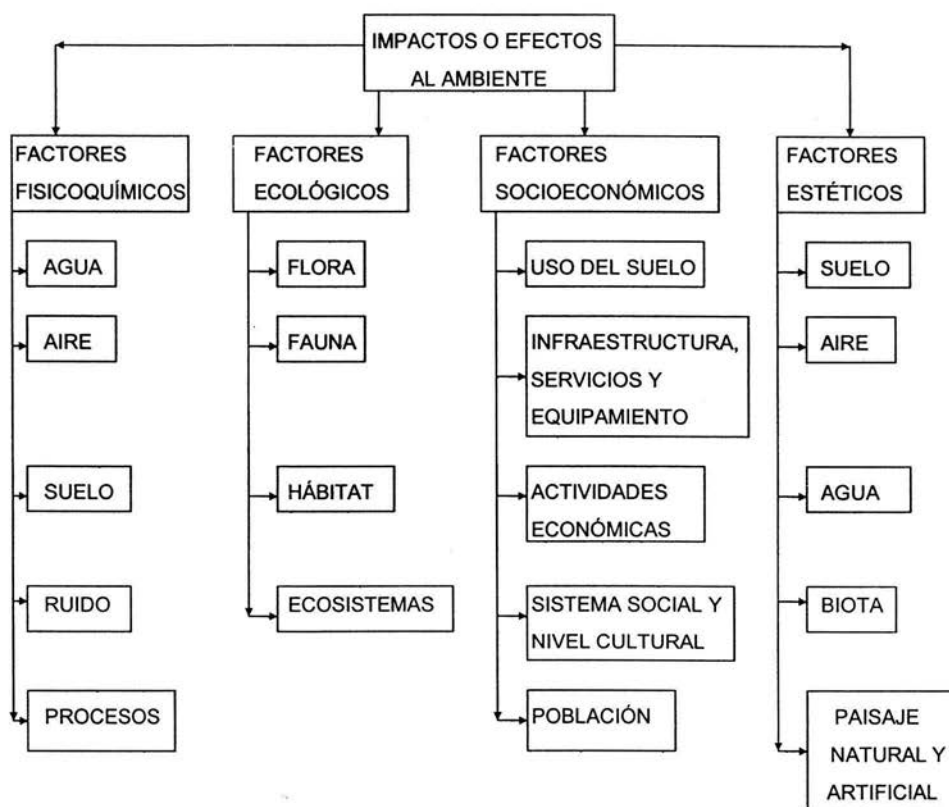
Los factores ecológicos describen a la flora y fauna del ambiente y los impactos que reciben. En esta categoría se considera a cada especie y hábitat en cuanto a su población, territorio, interacciones entre especies y comunidades, interacciones con sus hábitats y los ciclos de vida.

Los factores socioeconómicos describen a la población que existe en el área de influencia del proyecto en sus aspectos demográficos, calidad de vida, salud, bienestar, cultural y actividades económicas y los efectos sobre estos elementos por los impactos de los otros factores ambientales del proyecto

Finalmente los factores estéticos describen los valores paisajísticos en el ámbito rural y urbano que reciben los impactos causados por la modificación del uso del suelo y otros fenómenos como la destrucción de áreas boscosas, la emisión de humos, la descarga de aguas contaminadas, la apertura de bancos de materiales, entre otros.

Este sistema de categorías permite un mejor manejo de las evaluaciones de impacto ambiental ya que es posible identificar y calificar la manera en que cada proyecto puede afectar a cada uno de los factores del ambiente.

En ese sentido, se puede profundizar o detallar la información de cualquiera de los factores ambientales si se requiere y las autoridades encargadas de la toma de decisiones pueden interpretar claramente los distintos aspectos e impactos de un proyecto.



2.4. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Los impactos ambientales deben ser analizados con respecto a varias características que los describen de una manera objetiva, en la siguiente tabla se muestra esta caracterización:

CARACTERIZACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO
Carácter Genérico del Impacto	Hace referencia a su condición positiva o negativa respecto al estado previo a la acción	<ul style="list-style-type: none"> • Positivo: Si el proyecto trae beneficios al ambiente se denomina benéfico • Negativo: Si los impactos perjudican al ambiente se denomina benéfico.
Tipo de Acción del Impacto	Describe el modo de producirse el efecto de la acción	<ul style="list-style-type: none"> • Directos: Acciones que generan efectos de manera inmediata o a largo plazo sin mediación de ningún otro impacto. • Indirecto: Efectos resultantes del impacto directo y que pueden manifestarse tardíamente. • Acumulativos: Se suman a través del tiempo y pueden conjuntarse con otros impactos. • No acumulativos: No se asocian con otros impactos.
Características Espaciales del Impacto (localización)	Informa sobre la dilución de su intensidad en el mosaico espacial o acerca del área de afectación:	<ul style="list-style-type: none"> • Próximo a la fuente (Efecto puntual o localizado): Se presenta en el lugar donde ocurre la acción del proyecto. • Alejado de la fuente (Efecto extensivo o Regional): Transciende a la localidad donde ocurre la acción y se proyecta en una región adicional. • Local: Abarca el sitio del proyecto y zonas aledañas.
Durabilidad y Frecuencia del Impacto	Describe el tiempo que dura el efecto y su frecuencia así como el período de tiempo en el que puede presentarse y extenderse	<ul style="list-style-type: none"> • Temporal: Queda en el ambiente por un tiempo aun después de concluir la acción. (corto plazo, mediano plazo, largo plazo) • Permanente: Permanece en el ambiente después de concluir la acción del proyecto. • Momentáneo: Se presenta de manera inmediata cuando se ejecuta una acción del proyecto y desaparece con ella.
Reversibilidad del Impacto	Informa sobre la posibilidad, dificultad o imposibilidad de retornar a la situación o condiciones anteriores a la acción, por mecanismos naturales	<ul style="list-style-type: none"> • Reversible: Las condiciones que existían antes de efectuar la actividad que causó el impacto se restablecen aunque la actividad se suspende. • Irreversible: Las condiciones iniciales del proyecto no se restablecen aunque la actividad que ocasiono el impacto sea suspendida o eliminada.

Recuperación del Impacto	Describe la posibilidad de recuperar o reemplazar la pérdida ocasionada mediante la intervención del hombre	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperable. Se les puede aplicar una medida de control o de atenuación. • Irrecuperable: no existen medidas de atenuación o control.
Magnitud	Describe la extensión o grado de severidad de cada impacto potencial y también se relaciona con la reversibilidad del efecto	<ul style="list-style-type: none"> • Significativo: Si los impactos tienen efecto importante sobre el ambiente. • Moderado: Si los efectos son medianamente importantes. • No significativo: Si los impactos al ambiente no son importantes.
Importancia	Indica el valor relativo que se le puede asignar a un factor ambiental en su estado actual.	<ul style="list-style-type: none"> • Irrelevantes: hay un efecto pero, dados los intereses de la localidad, no es digno de tomarse en cuenta. • Importantes. El efecto es de interés para conciliar los deseos de la población, aunque sea de magnitud menor.
Riesgo del Impacto	Mide la probabilidad de ocurrencia de un efecto grave	<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificables: se expresan en escalas de proporcionalidad • Cualitativos. Se expresan con criterios objetivos de valoración

Mitigación del Impacto. Informa sobre las soluciones factibles y disponibles para los efectos detectados, particular interés tiene la diferenciación entre efecto (cualquier afectación del ambiente) e impacto (alteración significativa del ambiente).y bajo este aspecto los impactos pueden definirse como:

- **Impacto compatible.** Se refiere a un efecto insignificante o de recuperación inmediata tras el cese de la actividad. En este caso no se necesitan medidas de mitigación o prácticas protectoras.
- **Impacto Moderado.** La recuperación de las condiciones naturales requieren poco tiempo por lo que no es necesario prácticas protectoras, sin embargo, es importante evitar con alguna medida de mitigación mínima efectos mayores.
- **Impacto Severo.** La magnitud o importancia del impacto exige, para la recuperación de las condiciones del medio ambiente, el desarrollo y adecuación de medidas de mitigación o prácticas protectoras. Esta recuperación, aún con las medidas, requiere de mayor tiempo.
- **Impacto Crítico.** La magnitud o importancia del impacto es superior al umbral aceptable. En este caso se genera un efecto o pérdida permanente sobre la calidad de las condiciones ambientales originales, sin posibilidad de recuperación, incluso con la adopción de prácticas correctoras o medidas de mitigación que de todos modos deben ser aplicadas.

2.5. IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En los estudios de impacto ambiental, la etapa de identificación y selección de los impactos ambientales generados por un proyecto o acción, es la más importante. Es en esta etapa en donde se reconocen y destacan los factores o elementos del ambiente susceptibles de ser alterados o modificados así como donde se identifican las actividades del proyecto o acción que pueden provocar las alteraciones más significativas, estableciendo así la **relación causa-efecto**.

Una vez definidas las relaciones causa-efecto, la segunda etapa consiste en seleccionar las más relevantes en cuanto a la caracterización de los efectos con el objeto de predecir, ya sea cualitativa y/o cuantitativamente, y determinar el impacto total generado sobre el ambiente por el proyecto o acción y sus diferentes alternativas.

Estas dos etapas son en esencia la evaluación de los impactos ambientales propiamente dicha y para llevarse a cabo se utilizan diversas técnicas o metodologías:

a) **Identificación de los elementos y actividades del proyecto o acción susceptibles de producir impactos:** En todas las fases de desarrollo del proyecto: preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, abandono y recuperación del área, las actividades a contemplarse se pueden agrupar en:

- Acciones que modifican el uso del suelo y agua.
- Emisiones y generación de agentes contaminantes.
- Sobreexplotación de los recursos.
- Efecto de sinergia y magnificación.

Estas acciones deben quedar determinadas cuantitativamente en cuanto a:

- Magnitud (superficie y volúmenes ocupados, cantidad de residuos, etc.).
- Flujo (caudal vertido, cantidades de personal por día, etc.).
- Localización.

Para desarrollar esta parte del estudio se utilizan las siguientes técnicas o métodos:

- Cuestionarios generales o específicos para diversos tipos de proyectos.
- Consulta a paneles de expertos, que deben estar formados por expertos en el proyecto, por expertos en el entorno y por representantes de los grupos afectados.
- Escenarios comparados, es decir una comparación empírica de situaciones donde el proyecto a evaluar ha sido realizado.
- Matrices generales de relación causa-efecto, tal como la de Leopold u otras derivadas de ésta, en donde las entradas por columnas tipifican un amplio conjunto de acciones susceptibles de producir impactos.

b) **Identificación de los elementos o factores del ambiente susceptibles de recibir impactos.** La identificación de factores ambientales se facilita utilizando las mismas

técnicas antes mencionadas: cuestionarios, consulta a paneles o grupos interdisciplinarios, escenarios comparados, matrices generales causa-efecto y a los que hay que añadir otros listados incluidos en modelos o metodologías generales de evaluación, de los cuales uno de los más representativos es el conocido como Battelle-Columbus. Estos instrumentos, desarrollados para países y contextos particulares no deberán sustituir a una seria reflexión sobre el proyecto a evaluar.

c) Identificación de impactos o relaciones causa-efecto. Esta fase consiste en predecir la naturaleza de las interacciones proyecto-entorno, es decir, las relaciones entre las acciones del proyecto (causa primaria de impacto) y los factores del medio (sobre los que se produce el efecto). Estas relaciones no son simples sino que frecuentemente hay una cadena de efectos que comienzan en la acción y terminan en la salud y bienestar del hombre.

Existen numerosos procedimientos o técnicas que facilitan esta tarea, desde los que permiten la simple identificación de las relaciones causa-efecto hasta los que admiten una valoración cualitativa de dichas interrelaciones. Algunos de estos son:

- Escenarios comparados o estudios de las situaciones donde se ha realizado una experiencia similar a la que es objeto de estudio.
- Matrices de relación causa-efecto, en donde las entradas son las acciones del proyecto, por un lado, y los elementos o factores ambientales por el otro.
- Matrices sucesivas o escalonadas para la identificación de efectos de segundo o tercer grado, la primera matriz esta constituida por las acciones del proyecto y por los factores ambientales que reciben impactos primarios. En la segunda matriz se disponen los efectos primarios como causa en una entrada y los factores ambientales que recibirán efectos secundarios en la otra entrada y así sucesivamente hasta identificar los efectos finales.
- Matrices cruzadas o de acción recíproca que utilizan también la técnica de entradas y salidas, se trata de matrices cuadradas en las cuales los factores ambientales aparecen dispuestos en filas como efectos primarios y en columnas como efectos secundarios, representando la iteración en los cruces.
- Gráficas o redes de interacción causa-efecto representando las cadenas de relación sucesivas causa-efecto. Estas gráficas o redes pueden expresarse en forma de bloques de tipo entrada-salida, que se van formando de manera escalonada.
- Modelos conceptuales y simbólicos que son representaciones del sistema ya sea mediante la definición de elementos del ambiente por bloques como mediante funciones lógico-matemáticas cuyas variables son los elementos del sistema y cuyas interacciones están descritas por la propia función.

d) Predicción de la magnitud de los impactos sobre cada factor ambiental. Esta es una tarea a desarrollar por especialistas en cada uno de los factores ambientales. La medición de los cambios desencadenados por una acción sobre el agua, aire, suelo, paisaje, ecosistemas, sociedad, etc. requieren un conocimiento profundo de los mismos,

y por tanto, debe ser elaborada esta medición por los expertos en el tema. Para llevar a cabo este proceso se requieren conocimientos y herramientas o técnicas experimentales y de simulación como por ejemplo:

- modelos de difusión y dispersión atmosférica.
- modelos de difusión y dispersión de efluentes líquidos, capacidad de autodepuración del agua, etc.
- modelos para prevenir alteraciones en los ecosistemas: modelos de simulación; esquemas de flujo energético; interacción entre especies y comunidades; indicadores de tolerancia, sensibilidad, contaminación; escenarios comparados; utilización de índices de diversidad, evolución, entre otros.
- modelos de calidad de vida que incluyen los indicadores económicos, sociales y físicos que la determinan para establecer los impactos en el medio social; las técnicas de participación pública y de investigación social son indispensables
- efectos sobre la salud, que generalmente se valoran en función de la normatividad existente respecto a niveles admisibles de calidad del aire, agua, suelo y ruido.

La magnitud de los impactos sobre cada factor puede estar expresada de diferentes maneras, según la naturaleza de cada uno de ellos:

- Cuantitativa: se expresa en escalas de proporcionalidad.
- Cualitativa: existen criterios de valoración de escalas de intervalo y de orden de aproximación subjetiva: escala de orden o de intervalo a partir de preferencias sociales.

El impacto sobre un factor puede proceder de una sola acción del proyecto o de un conjunto de ellas. Para algunos factores será posible sumar directamente el impacto de diversas acciones, principalmente si se producen al mismo tiempo y en el mismo espacio, por ejemplo, cantidad de un mismo contaminante procedente de dos fuentes diferentes; para otros factores esta adición simple no es posible por producirse fenómenos de sinergismo que multiplican los efectos. Este tipo de consideraciones deben tomarse en cuenta para la predicción de impactos parciales.

El estudio de la relación causa-efecto debe plantearse de forma muy abierta ya que, aunque se ha dado por posible que en un principio pueden identificarse simplemente los factores ambientales sobre los que puede incidir un proyecto y, por otro lado, las causas o parámetros del proyecto que pueden afectar sobre ellos, esto no es tan simple en proyectos complejos o sobre los que se tienen poca información, tanto del proyecto como del ambiente, por lo que, además de requerir la utilización de modelos para

definir cuantitativamente la relación causa-efecto, se requiere establecer cualitativamente la causa, que intuitivamente no se había detectado.

Los métodos o técnicas para la identificación de factores ambientales, actividades del proyecto y para la definición de las relaciones causa-efecto más utilizados son:

a) **Listas de revisión causa-efecto** o listas de chequeo de parámetros del proyecto con posible incidencia ambiental y de factores ambientales representativos de la alteración en el medio. Entre estas se pueden citar:

- Leopold
- Battelle-Collumbus
- Listas incluidas en procedimientos o métodos aplicados en otros países o por organismos internacionales (Banco Mundial, OMS, entre otros).

El empleo de estas listas debe hacerse con muchas precauciones ya que fueron generadas en contextos específicos o para aplicación en proyectos determinados, por lo que deben emplearse como elementos orientadores para detectar algunos efectos directos, pero nunca son completas, ni sirven para localizar efectos indirectos, ni para identificar interrelaciones entre efectos.

b) **Cuestionarios Generales o Específicos:** Se presentan en forma de preguntas cuyas respuestas obliga a hacer consideraciones sobre aspectos ambientales, lo que permite la detección de aspectos conflictivos o bien en forma de cuadros, en los cuales pueden indicarse las fuentes de información al respecto y elementos de juicio que deben desarrollarse para responder a la cuestión planteada.

c) **Técnicas como escenarios comparados, encuestas, seminarios interdisciplinarios, reuniones de expertos, etc.**

d) **Matrices de Revisión Causa-efecto** para identificación: matrices de definición causa-efecto y matrices cruzadas con elementos iguales en filas y columnas para definir interrelaciones.

e) **Matrices escalonadas** o redes o cadenas de efectos

f) **Modelos Conceptuales.**

g) **Modelos de Simulación.**

2.6. METODOLOGÍAS Y TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Entre las metodologías y técnicas de identificación de Impactos se encuentran:

- Listas de chequeo o Listas de referencia

- Listas de control y matriz de Moore
- Metodología del Banco Mundial
- Método Delphi
- Técnica de Matrices Cruzadas
- Método de Sorensen (matrices escalonadas)
- Método del Cnyrpab
- Técnicas de esquemas causa-efecto, redes de interacciones y modelos conceptuales
- Matriz de Leopold.
- Matriz de interacción causa-efecto
- Metodología Battelle-Columbus.
- Sistemas Cartográficos
- *Método de Superposición Cartográfica*
- Método de McHarg.
- Método Tricart.
- Sistema de. Planificación Ecológica de M. Falque.

2.6.1. LISTAS DE CHEQUEO O LISTAS DE REFERENCIA

Es un método de identificación, aún más simple que el de las matrices causa-efecto y como tal debe utilizarse, especialmente para evaluaciones preliminares. Los impactos del proyecto en cuestión se comparan con los impactos relacionados en la lista de chequeo y con sus actividades conexas.

La mayor ventaja de este método es la posibilidad que ofrece de cubrir o identificar casi todas las áreas de impacto. Hay que recordar una vez más que es también un método de identificación cualitativo y desde luego sirve sólo para un análisis previo. Sirven sobre todo de "recordatorio" de temas a considerar. Estas listas (lo mismo que la matriz de Leopold u otra matriz) van acompañadas de un informe que describe detalladamente las posibles variaciones de cada uno de los factores ambientales considerados y este

informe es realmente el estudio de evaluación más que la matriz o lista de identificación propiamente dicha.

Puede ser bastante útil tener elaboradas unas listas de chequeo para determinados tipos de proyectos, que incluyan también los criterios a seguir en la valoración y unas directrices para enjuiciar los resultados.

La Lista típica incluye los siguientes campos:

1. Suelo: recursos minerales, materiales de construcción, geología, etc.
2. Agua: superficial, costas, mares, calidad
3. Flora: árboles, arbustos, pastos, cultivos, especies endémicas
4. Fauna: aves, reptiles, peces
5. Uso del suelo: espacio abierto, humedales. Forestales, etc.
6. Recreación: caza, pesca, nado, campamentos, etc.

Existen varios tipos de listas de chequeo:

- Listas de control simples, consistentes en una lista simple de parámetros ambientales.
- Listas de control descriptivas, que incluyen guías para la medición de parámetros.
- Listas de control de escalas, que incluyen información para la escala (subjetiva) de los parámetros. Con información importante como la duración del impacto, si es reversible o irreversible.
- Listas de control de cuestionarios, que contienen una serie de preguntas relacionadas, que guían al usuario a través del proceso. Las respuestas se presentan como opción múltiple, facilitando el proceso.

2.6.2. MATRIZ DE LEOPOLD.

La matriz de Leopold, fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental. Realmente, es un sistema de información, es decir, es un método de identificación, y se preparó para el Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos, como elemento de guía de los informes y las evaluaciones de impacto ambiental.

La base del sistema es una matriz en que las entradas según columnas son acciones del hombre que pueden alterar el ambiente y las entradas según filas son características del medio (factores ambientales) que pueden ser alteradas. Con estas entradas en filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes.

De la misma forma que no se aplicarán a cada proyecto todas las acciones listadas, también puede ocurrir que, en determinados proyectos, las interacciones resultantes no estén listadas como base única para una identificación de efectos, con lo que pueden olvidarse algunos efectos peculiares del proyecto en cuestión. Normalmente, el número de interacciones observadas en los distintos proyectos analizados es de 25 a 50.

Un primer paso para la utilización de la matriz de Leopold consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual se consideran primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión. Posteriormente, y para cada acción, se consideran todos los factores ambientales (filas) que pueden quedar afectados significativamente, trazando una diagonal en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y fila (factor) considerados.

Una vez hecho esto para todas las acciones, se tendrán marcadas las cuadrículas que representan interacciones (o efectos) a tener en cuenta.

Una vez que se han marcado todas las cuadrículas que representan impactos posibles, se procede a una evaluación individual de los más importantes.

La matriz reducida final presenta una serie de valores que indican el grado de impacto que una acción puede tener sobre un factor del medio. A pesar de hacer una ponderación o definición de la importancia de dicho factor, los valores de las distintas cuadrículas de la matriz pueden ser comparados pero no pueden sumarse o acumularse. Sin embargo, en algunos casos ciertos autores manifiestan que si se puede realizar operaciones de adición o multiplicación con los valores de cada cuadrícula y además si admiten comparación las cuadrículas correspondientes de las matrices preparadas para distintas alternativas de un mismo proyecto.

La evaluación de los parámetros " magnitud " e " importancia " debe hacerse, en lo posible, sobre la base de datos, cuyo sistema de procesamiento o interpretación para llegar a definir los valores magnitud e importancia, debe ir acompañando a la matriz, con la cual ésta se convierte en un mero resumen de textos o estudios de impacto ambiental adjunto.

La matriz de Leopold tiene aspectos positivos entre los que cabe destacar que son pocos los medios necesarios para aplicarla y su utilidad en la identificación de efectos, pues contempla en forma bastante completa los factores físicos, biológicos y socioeconómicos involucrados.

En cada caso esta matriz requiere un ajuste al correspondiente proyecto y es preciso plantear bien los efectos de cada acción, sobre todo enfocando debidamente el objetivo de estudio.

El sistema es bastante subjetivo por cuanto no existen criterios de valoración. No obstante si el equipo evaluador es multidisciplinario puede operarse con criterios suficientemente objetivos.

CAPITULO III

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN

La principal actividad que se desarrolla en una plataforma perforación, es la extracción de hidrocarburos que conlleva la explotación, producción, transportación, distribución y comercialización de hidrocarburos. Las actividades que contemplan el proyecto en sus distintas etapas son: Instalación, Operación, Mantenimiento y Abandono del sitio.

Considerando la zona donde se realizara el proyecto, los elementos del ambiente que pueden verse afectados por alguna de las acciones del proyecto son:

Elementos Ambientales

- Atmósfera.
- Medio acuático.
- Sedimento Marino.
- Biota.
- Medio Socioeconómico.

El desarrollo de este proyecto se llevará a cabo en tres etapas que son:

- Instalación (esta etapa incluye la perforación de pozos).
- Operación y Mantenimiento.
- Abandono del Sitio.

3.1. ESTIMACION CUALITATIVA DE LOS CAMBIOS GENERADOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL.

La estimación de los cambios generados en el sistema ambiental se realizará de manera cualitativa considerando los siguientes criterios:

- Volumen o cantidad de material (emisiones a la atmósfera, líquidos o sólidos) que se pondrá en contacto con los elementos del ambiente.
- Duración del evento que genera el impacto (fuente de cambio).
- Las diferentes especies (biota) presentes y su abundancia en la zona.
- En el aspecto socioeconómico, afectación a uno o más estados del país.
- Medidas de mitigación naturales y operativas para cada actividad.

Se analizará cada etapa de ejecución del proyecto por separado, y en cada una de ellas todos los Elementos Ambientales y el efecto que cada Fuente de Cambio tendrá sobre los mismos. El cambio o impacto de cada actividad sobre cada elemento ambiental se calificará con respecto a su:

- Sentido o Naturaleza.
- Magnitud.
- Duración.
- Aplicación.
- Grado de Afectación.

Cada uno de estos aspectos tiene diferentes niveles, los cuales tienen una codificación, y cuya definición nos habla de diferentes afectaciones en sentido positivo o negativo, en el tiempo y en el espacio.

3.2. IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

En la identificación de los impactos, para el caso de este estudio, se utilizan Listas de Control en las cuales se muestra la relación de los factores ambientales que deben ser estudiados y que contemplan los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos y las actividades consideradas.

También se realizó una matriz de interacción proyecto-ambiente (Matriz Modificada de Leopold) de esta manera también se pueden identificar y evaluar las interacciones resultantes.

TABLA DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS		ELEMENTOS DEL AMBIENTE				
		Atmósfera	Medio acuático	Sedimento Marino	Biota	Medio Socioeconómico
Etapa	Fuentes de cambio					
INSTALACIÓN (CONSTRUCCIÓN Y PERFORACIÓN DE POZOS)	Emisión de gases de combustión	X			X	
	Emisión calorífica	X			X	
	Emisión de ruido				X	
	Descarga de aguas negras y aceitosas		X		X	
	Descarga de desechos sólidos		X			
	Derrame de combustibles y lubricantes		X		X	
	Derrame de recortes y lodos de perforación		X	X	X	
	Tendido de ductos			X	X	
	Cimentación de plataforma			X	X	
	Anclado de embarcaciones			X	X	
	Descarga de agua de prueba hidrostática		X		X	
Generación de empleo					X	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Emisión de gases de combustión	X			X	
	Emisión calorífica	X			X	
	Descarga de aguas negras y aceitosas		X		X	
	Descarga de desechos sólidos		X		X	
	Derrame de aceites lubricantes		X		X	
	Derrame de Hidrocarburos		X		X	
	Derrame de sustancias tóxicas de mant.		X		X	
	Generación de empleo					X
	Ingresos por venta de Hidrocarburos					X
ABANDONO DEL SITIO	Emisión de gases de combustión	X			X	
	Emisión de ruido				X	
	Descarga de aguas negras		X		X	
	Descarga de residuos sólidos		X		X	
	Derrame de combustibles y lubricantes		X		X	
	Derrame de hidrocarburos		X		X	
	Anclado de embarcaciones			X	X	
	Generación de empleo					X
	Ingresos por venta de Hidrocarburos					X

3.2.1. Emisión de gases y partículas.

La calidad del aire del ambiente local se verá afectada por la generación de monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas e hidrocarburos no quemados producto de los procesos de combustión interna de los barcos remolcadores y las grúas de pedestal, quemador y bombas contra incendio, que se emplearán para los trabajos de traslado e instalación de la plataforma de perforación, así como por la operación de los equipos de combustión interna con los que cuenta cada plataforma, durante las etapas de perforación, operación, mantenimiento y abandono del sitio.

Las emisiones por la operación del quemador se presentan cuando se realiza la medición de un pozo y cuando no se pueda integrar la producción con el resto y requiera quemarse, también puede presentarse durante la perforación de pozos cuando e requiera quemar fluidos de control o hidrocarburos obtenidos durante la estimulación de los pozos.

3.2.2. Emisión calorífica

Por funcionamiento del quemador, maquinaria y equipo (el quemador sólo estará presente en la etapa de Perforación, Operación y Mantenimiento).

3.2.3. Emisión de ruido

Por funcionamiento de maquinaria y equipo. La emisión de ruido por equipo y maquinaria será generada por el funcionamiento de la misma, alguna de esta maquinaria operará en forma continua mientras que otra lo hará de manera intermitente.

En los casos mencionados anteriormente, es importante hacer notar que los efectos sobre la biota marina serían No Significativos, ya que ésta se localiza al interior del medio acuático circundante.

3.2.4. Descarga de aguas negras y aceitosas.

Las aguas negras se generarán por actividades propias del ser humano (regaderas, sanitarios, lavandería, cocina, agua pluvial), y las aguas aceitosas son generadas principalmente durante el aseo de las cubiertas de las plataformas, maquinaria, motores, equipo y en el mantenimiento de equipos. La descarga al mar de estas corrientes se realiza previo tratamiento.

3.2.5. Descarga de desechos sólidos.

Los residuos sólidos pueden ser clasificados en peligrosos y no peligrosos basándose en el listado, características y límites permisibles señalados en la Norma NOM-052-ECOL-1993. Todos los residuos sólidos generados, a excepción de los alimenticios, serán almacenados temporalmente en recipientes para su envío a tierra y posterior tratamiento, por tanto la descarga de estos desechos al mar únicamente se presentaría de forma accidental.

La presencia de residuos sólidos peligrosos en el mar puede alterar la turbidez del agua por la introducción de particulados que permanezcan en suspensión. Los residuos no peligrosos no alterarían la calidad del agua ni el comportamiento de las especies presentes por alguna acción física o química, ya que no serían integrados a la bióta pero tendrían un efecto desde el punto de vista estético y contrario a la política ambiental de PEP.

3.2.6. Derrame de combustibles y lubricantes durante el abastecimiento.

Las embarcaciones, generadores de energía eléctrica y alguna maquinaria utilizarán combustible y lubricantes para su operación, el suministro de los mismos se realizará mediante barcos abastecedores desde los cuales se cargará tanto tambores con los fluidos como directamente a tanques de almacenamiento en embarcaciones y plataformas, operaciones en las cuales se podrían presentar derrames accidentales.

3.2.7. Derrame de recortes de perforación

Los lodos de perforación, usados durante la perforación de los pozos, se utilizan principalmente para mantener la estabilidad del agujero que se perfora y acarrear los recortes de formación a la superficie. Los fluidos se almacenan en las plataformas para su reuso, los recortes también se almacenan temporalmente para su envío a tierra y posteriormente a tratamiento (este incidente solo se presentaría durante la perforación de pozos).

3.2.8. Derrame de hidrocarburos.

Puede presentarse derrame de hidrocarburos en los casos remotos y extremos de: Pozos fuera de control, ruptura de la tubería por sobrepresión, accidentes de anclado o por fallas de los soportes de los cruzamientos (sacos de arena cemento) y por derrame accidental en el vaciado de pozos durante la etapa de abandono del sitio.

3.2.9. Derrame de productos usados durante el mantenimiento.

Durante el mantenimiento de las estructuras y la parte superficial de los ductos de transporte se manejan sustancias y compuestos como: recubrimientos, solventes, grasas, aceites lubricantes y pinturas, que pudieran derramarse accidentalmente.

3.2.10. Tendido de ductos.

Para evitar que cualquier fenómeno en el fondo del mar llegue a afectar a los ductos, se procede a excavar una zanja con un dispositivo denominado "arado", el cual corta la zanja y la limpia, saca el lodo debajo de la tubería, entierra ésta e inmediatamente acumula el lodo sobre la misma para cubrirla, este procedimiento se realiza a todo lo largo de la trayectoria del ducto. Debido al movimiento que se realiza sobre el lecho marino removiendo sedimentos, se puede afectar de forma temporal la turbidez en el

lugar en que se trabaja en ese momento, modificando las condiciones de luminosidad en forma instantánea.

3.2.11. Cimentación de plataformas.

La cimentación de las plataformas se realiza mediante martillos que golpean la parte superior de los pilotes hasta el enterramiento deseado, provocando por el golpeteo que el sedimento marino de los alrededores se remueva ligeramente.

3.2.12. Anclado de embarcaciones.

Las embarcaciones requeridas en la Instalación y Abandono del Sitio para el transporte de materiales, personal e insumos, requerirán en algunos casos anclarse para fijar su posición para maniobrar, cargar y descargar. No así en la etapa de Operación y Mantenimiento en la que por seguridad las operaciones de este tipo se llevan a cabo controlando las embarcaciones con sus medios de propulsión.

3.2.13. Descarga de agua de prueba hidrostática.

Se utiliza agua de mar para realizar esta prueba en los ductos de transporte; así como en los equipos y tubería superficial, misma que se regresa al mar una vez concluida la prueba hidrostática. Dado que las condiciones del agua de mar no se modifican se considera un cambio Poco Significativo, debido a partículas desprendidas del interior de las tuberías.

3.2.14. Ingresos por ventas.

Cuando se realice la comercialización de los hidrocarburos extraídos de los campos se generarán ingresos captados por la venta de los mismos.

3.2.15. Generación de empleo.

Durante la Instalación, Perforación y Abandono del Sitio se producirá una demanda baja de mano de obra en forma temporal, la cual será cubierta con personal especializado llevado por las compañías contratistas.

3.2.16. Alteraciones del sedimento y biota bentónica.

Se dará la afectación al sedimento y biota bentónica existe en sitio de fijación de las plataformas y por la acción de perforación, lo cual será poco significativo, ya que no representa un área considerable, que sea rica en organismos bentónicos (arrecifes coralinos). Al momento de terminar la perforación y retirar las plataformas se elimina la tensión ejercida sobre el sedimento marino, recuperándose debido a la dinámica existente.

3.2.17. Afectación al sector pesquero local.

En la zona donde se llevará a cabo la obra se realizan actividades relacionadas a la pesca y la exploración y extracción de hidrocarburo, durante la perforación de cada pozo existirá un área restringida para las actividades de navegación y pesca, considerando el área equivalente a la superficie de cada plataforma, que al compararse con la superficie total del área de la obra no es significativa.

Por otro lado, es posible que durante el desarrollo del proyecto se presenten eventos no controlados como explosión, incendio, nubes tóxicas y derrames de hidrocarburos asociados a bolsas de gas y descontrol del pozo, que ocasionarían mayores daños al ambiente, sobre todo el derrame de producto, sin embargo, esto es poco probable. Para evitar esto las plataformas cuentan y ejecutan sus procedimientos operativos, realizan los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos y dispositivos involucrados, proporcionan capacitación al personal y cuentan con los elementos de seguridad suficientes, para disminuir la probabilidad de ocurrencia de estos eventos.

3.3. CALIFICACIÓN E INTERACCIONES DE LOS IMPACTOS

Una vez definidos los factores ambientales y las fuentes de cambio en las listas de control, se procede a determinar las interacciones entre las actividades y los factores ambientales, para cada una de las etapas del proyecto. El propósito es mostrar las actividades del proyecto que causan un impacto significativo sobre los diferentes factores ambientales.

Esta determinación de interacciones se realiza mediante la generación de una matriz llamada de interacciones, donde se coloca en las columnas los elementos ambientales presentes y en los renglones las fuentes de cambio agrupadas en las diferentes etapas del proyecto. También se realizó una matriz de interacción proyecto-ambiente (Matriz Modificada de Leopold) de esta manera también se pueden identificar y evaluar las interacciones resultantes

TABLA DE CLASIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Símbolo	Tipo de Impacto	Descripción
+	Benéfico	Genera un efecto positivo al ambiente
-	Adverso	Deteriorará el medio impactado, afectando alguna de sus características.
Ms	Muy significativo	Provoca mayor repercusión.
S	Significativo	Provoca impacto medio o regular.
Ps	Poco significativo	Provoca impacto pequeño despreciable.
Ns	No Significativo	No tiene repercusión.
T	Temporal	Se presenta en un lapso de 5 a 20 años.
P	Permanente	El efecto dura más de 20 años.
U	Único	Se presenta una vez cada 20 años.
I	Intermitente	Ocurre varias veces entre 1 mes y 5 años.
M	Momentáneo	Se presenta en un tiempo menor a 5 años.
C	Continuo	No tiene tiempo de recuperación.
Irr	Irreversible	No retorna a su estado original el sistema.
R	Reversible	Puede retomar a su estado original.
Pu	Puntual	Circunscrito en límites del proyecto.
Reg	Regional	Rebasa límites del proyecto.
Nal	Nacional	Afecta más o dos estados
Pot	Potenciable	Al traslaparse con otro evento su efecto es mayor al aditivo
Ad	Aditivo	Al traslaparse con otro evento los efectos se suman en intensidad
Inev	Inevitable	No es posible evitar el impacto
NoMit	No Mitigable	No es posible realizar actividades que disminuyan o eliminen los impactos.
Mit	Mitigable	Cuando al realizarse acciones preventivas o correctivas se reduce el efecto.
N.C.		No conocido o no cuantificable

Cada impacto identificado en el análisis se valora colocando la clasificación correspondiente de acuerdo a las definiciones arriba indicadas. Se describen únicamente los factores ambientales que sean significativos. Para valorar la consideración de los factores ambientales se analizan tres cuestiones:

1. ¿El factor ambiental se verá afectado, positiva o negativamente, por la ejecución del proyecto?
2. ¿Ejercerá el factor ambiental una influencia sobre la programación de la instalación o sobre la operación subsiguiente?
3. ¿Es el factor de interés o de controversia pública particular en la comunidad local?

MATRIZ DE CALIFICACIÓN DE IMPACTOS		ELEMENTOS DEL AMBIENTE				
		Atmósfera	Medio acuático	Sedimento Marino	Biota	Medio Socioeconómico
Etapas	Fuentes de cambio					
INSTALACIÓN (CONSTRUCCIÓN Y PERFORACIÓN DE POZOS)	Emisión de gases de combustión	- Ps M Mit			- Ps M Mit	
	Emisión calorífica	- Ns M Mit			- Ns M Mit	
	Emisión de ruido				- Ns M Mit	
	Descarga de aguas negras y aceitosas		- Ps M Mit		- Ps M Mit	
	Descarga de desechos sólidos		- Ps M Mit		- Ps M Mit	
	Derrame de combustibles y lubricantes		- Ps M Mit		- Ps M Mit	
	Derrame de recortes y lodos de perforación		- S M Mit	- Ps M Mit	- S M Mit	
	Tendido de ductos			- Ps M Mit	- Ps M Mit	
	Cimentación de plataforma			- Ns M Mit	- Ns M Mit	
	Anclado de embarcaciones			- Ns M Mit	- Ns M Mit	
	Descarga de agua de prueba hidrostática		- Ns M Mit		- Ns M Mit	
	Generación de empleo					+ S T Nal o reg
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Emisión de gases de combustión	- Ns T Mit			-Ns T Mit	
	Emisión calorífica	- Ns I Mit			-Ns T Mit	
	Descarga de aguas negras y aceitosas		-Ns T Mit		-Ns T Mit	
	Descarga de desechos sólidos		-Ns T Mit		-Ns T Mit	
	Derrame de aceites lubricantes		-Ns T Mit		-Ns T Mit	
	Derrame de Hidrocarburos		- S T Mit		- S T Mit	
	Derrame de sustancias tóxicas de mantenimiento		- Ps T Mit		- Ps T Mit	
	Generación de empleo					+ Ps T Reg
	Ingresos por venta de Hidrocarburos					+ S T Nal o reg

ABANDONO DEL SITIO	Emisión de gases de combustión	- Ns M Mit			- Ns M Mit	
	Emisión de ruido				- Ns M Mit	
	Descarga de aguas negras		- Ns M Mit		- Ns M Mit	
	Descarga de residuos sólidos		- Ps T Mit		- Ps T Mit	
	Derrame de combustibles y lubricantes		- Ns M Mit		- Ns M Mit	
	Derrame de hidrocarburos		- Ns M Mit		- Ns M Mit	
	Anclado de embarcaciones			- Ns M Mit	- Ns M Mit	
	Generación de empleo					
	Ingresos por venta de Hidrocarburos					- Ps P Nal o Reg

3.4. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

Se describen a continuación las perturbaciones que pudieran causar las diferentes Acciones del Proyecto sobre los Elementos del Ambiente presentes, dicha descripción se realizará para cada una de las etapas de ejecución del proyecto.

Para esta descripción se toman los resultados obtenidos de las Matrices de Interacción y Clasificación de Impactos, como la matriz de Leopold en las cuales se determinaron las interacciones entre las Acciones del Proyecto y los Elementos del Ambiente, así como la clasificación que a cada interacción le corresponde.

3.4.1. INSTALACION DE ESTRUCTURAS Y DUCTOS.

3.4.1.1. Impacto al Medio Acuático.

Este medio puede ser impactado debido a que se realizarán en las plataformas trabajos de perforación de los pozos y será necesario el manejo de lodos y recortes de perforación, estos serán colectados para su reuso y envío a tierra, respectivamente. El derrame de estas sustancias al mar se presentará solo de manera accidental, su presencia en el agua de mar alteraría la turbidez y DBO en el punto de descarga.

Considerando la cantidad y calidad de los lodos y recortes de perforación que pueden caer al mar y al tiempo que dura esta actividad, el impacto al medio acuático se considera Adverso Significativo Momentáneo Puntual y Mitigable.

3.4.1.2. Impacto a la Biota.

Durante la etapa de Instalación (construcción y perforación) un evento que podría provocar alteración sobre la biota presente es la descarga accidental al mar de recortes y lodos de perforación que puede alterar las características del agua en cuanto a

turbidez y demanda de oxígeno en los alrededores de las plataformas, lo que puede provocar el desplazamiento de la fauna nectónica (peces), cambiando temporalmente de área hasta que se restablezcan las condiciones originales.

Considerando la cantidad y calidad de los lodos y recortes de perforación que pueden caer al mar y al tiempo que dura esta actividad, el impacto al medio acuático se considera Adverso Significativo Momentáneo Puntual y Mitigable.

3.4.1.3. Impacto al Medio Socioeconómico.

La instalación de las estructuras y ductos requerirán de la contratación de mano de obra por la compañía encargada de estas actividades; adicionalmente y en forma indirecta se tendrá participación en el desarrollo de actividades comerciales por el requerimiento de insumos.

El impacto sobre este aspecto se considera Benéfico Significativo Temporal y Regional, influencia que perdurará el tiempo que tarden las obras de instalación.

3.4.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

En la etapa de operación y mantenimiento, se presentarán afectaciones en menor magnitud y cantidad a los elementos ambientales que en la etapa de instalación, debido a que al termino de la etapa de perforación retirados los equipos que conforman el paquete de perforación como son los moto generadores de energía, la torre de perforación, el modulo habitacional, las bombas de agua contra incendio y todo el equipo relacionado con esta actividad, convirtiendo a estas plataformas en instalaciones no tripuladas, con personal a bordo que supervisará la correcta operación de las mismas durante el día con visitas programadas.

Los posibles impactos a los elementos ambientales serían los siguientes:

3.4.2.1. Impacto al Medio Acuático.

El medio acuático podría verse impactado por posibles derrames de hidrocarburos debido a fugas en los empaques de bridas o sellos de los equipos y accesorios o por fallas de los soportes de los cruzamientos (sacos de arena cemento), lo cual puede ocurrir principalmente por la presencia de corrientes marinas extraordinarias.

Los golpes accidentales en las tuberías y ductos durante la etapa de mantenimiento también generarán riesgos potenciales de incendio poniendo en riesgo a las instalaciones, al personal y al ambiente, dependiendo de la cantidad de contaminante derramado y de la rapidez con que se realicen las acciones pertinentes para mitigar este tipo de accidentes.

Se debe tener ingenieros especializados y personal capacitado para efectuar la recolección de hidrocarburos en el mar, cuenta con manuales y procedimientos que

definen las acciones a seguir para mitigar la posible contaminación. Además, en cada plataforma se contará con sistemas automatizados que podrían detectar y alertar al personal de una posible fuga, e interrumpir el flujo de los pozos en caso de emergencia.

Por tal motivo, el evento de derrame de hidrocarburos se puede clasificar en Impacto al Medio Acuático como Adverso, Significativo, Temporal y Mitigable.

3.4.2.2. Impacto a la Biota.

Durante las actividades de operación de los ductos existe el riesgo de presentarse un incidente ocasionado por la fuga de hidrocarburos, lo que podría ocasionar el derrame de hidrocarburos afectando directamente a las comunidades planctónicas y nectónicas, repercutiendo en forma más directa sobre las poblaciones bentónicas. Debido a la duración de la operación y a la posible magnitud del evento, este puede ser considerado como un impacto Adverso, Significativo, Temporal y Mitigable.

La presencia de la subestructura en el lecho marino, podría ser aprovechado por los organismos sésiles como un sitio de asentamiento para su colonización y desarrollo de los mismos, a partir de los cuales se presentarán los consumidores primarios y secundarios completando una trama trófica con alta estabilidad ecológica que favorecerá el incremento de la diversidad de especies.

3.4.2.3. Impacto al Medio Socioeconómico.

Se obtendrán ingresos por la venta de los hidrocarburos separados, esto es, el crudo y el gas asociado, originalmente se extraerán los hidrocarburos de cada una de las plataformas en forma de mezcla.

CAPITULO IV

MARCO JURÍDICO Y NORMATIVO APLICABLE A LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN PLATAFORMAS PETROLERAS DE PERFORACIÓN.

En 1988 se publicó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de Evaluación en Materia de Impacto Ambiental.

El impacto ambiental es definido por la LGEEPA como "...la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza". Además señala que el desequilibrio ecológico es "...la alteración de La relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos".

Por su parte el concepto, el concepto de Evaluación del Impacto ambiental es definido por la misma ley en su artículo 28 como "...el procedimiento a través del cual la Secretaría (SEMARNAT), establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger al Ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

4.1. REGLAMENTOS Y NORMATIVIDAD DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

La regulación ambiental ha tenido dos tendencias a nivel internacional. Por un lado la misma industria es la que en ocasiones autorregula, en virtud de que es ella la que cuenta con los elementos técnicos y desarrollo científico para conocer la clase y forma de sus efectos y autolimitarse en algunas acciones. Existe dos sistemas: el de autorregulación y el de control externo. En México la regulación de la actividad petrolera es de tipo mixta, es decir ha tenido normas tanto autorregulables como las que ha impuesto en los últimos años el sector público. Del periodo de autorregulación han surgido varios programas: cumplimiento de prototipos y estándares industriales (internacional).

La industria Petrolera se alimenta de tres tipos de regulaciones que tienen diversas fuentes de emisión: la nacional. La internacional y convenios internacionales aplicables a las operaciones de explotación de campos petroleros, en particular a las de perforación, terminación y reparación de pozos.

En México el primer estrato o nivel de regulación en materia ambiental se encuentra en las normas ambientales y de manejo de recursos naturales. Por ser materia federal su aplicación corresponde a la Federación y a las Secretarías de Estado. El segundo estrato de regulación son las normas industriales debido a la adquisición de equipo y tecnología extranjera. El tercer estrato lo tenemos en la firma y obligación de cumplimiento de los tratados internacionales.

La información recopilada aplicable a las actividades de explotación de hidrocarburos se resume en las siguientes publicaciones.

- LGEEPA (Constitución de los Estados Unidos Mexicanos).
- Código de Reglamentaciones Federal de la Agencia de Protección Ambiental de los estados Unidos Americanos (EPA).
- Reglamentación aplicable en Canadá.
- Reglamentación aplicable en el Reino Unido.
- Convenios internacionales.
- Reglamentación interna de Petróleos Mexicanos para la protección del medio ambiente durante las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos marinos.

4.2. REGLAMENTACIÓN NACIONAL

En México los organismos encargados de las normas de regulación en materia ecológica son administradas y ejecutadas por la SEMARNAT.

4.2.1. LGEEPA

El gobierno Federal ha instituido la LGEEPA, la cual se refiere a la prevención y control de la contaminación de las aguas con materiales nocivos a los seres biológicos entre los que se encuentran los derrames de hidrocarburos.

La creciente explotación del petróleo localizado en las cuencas marinas, además del incremento del tráfico de buques de petróleo, petroquímicos y de carga en general que transportan sustancias nocivas en el medio marino constituye un riesgo importante de contaminación por lo que el Gobierno Federal adiciono en la Ley del Equilibrio Ecológico el Plan Nacional de Contingencias para combatir y controlar derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas en el mar.

No existe normatividad específica aplicable a plataformas marinas de perforación, pero si hay un reglamento que resulto de la adopción del convenio sobre la Prevención de la Contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias. En resumen el reglamento prohíbe el vertimiento de los siguientes desechos.

- Compuestos orgánicos halógenos.
- Petróleo crudo.
- Combustoleo.
- Diesel.
- Aceites lubricantes.
- Fluidos hidráulicos.
- Mezclas que contengan hidrocarburos.

- Mercurio y compuestos de mercurio.
- Cadmio y compuestos de cadmio.
- Plásticos y demás materiales persistentes.
- Desechos y otras materias de alto nivel aditivo.

Esta prohibición no se aplicará a sustancias que se transformen rápidamente en el mar, tierra, lagunas, etc., en sustancias inocuas mediante procesos fisicoquímicos o biológicos siempre que:

- a) no den mal sabor a la carne de los organismos comestibles que estén en contacto o
- b) no pongan en peligro la salud del hombre o de los animales.

Se requiere de un permiso especial expedido por la Secretaría de Marina o la secretaría que corresponda para el vertimiento de los siguientes desechos o materias:

- Arsénico
- Plomo
- Cobre y compuestos de cobre
- Zinc
- Compuestos orgánicos de silicio
- Cianuros
- Fluoruros
- Pesticidas y sus subproductos

Al conceder permiso para el vertimiento de grandes cantidades de ácidos y álcalis se debe tener en cuenta la posible presencia de las sustancias nombradas en la lista anterior, además de las siguientes:

- Berilio
- Cromo
- Níquel y sus compuestos
- Vanadio

Así mismo están sujetos a este permiso los contenedores, chatarra y otros desechos voluminosos que puedan hundirse hasta el fondo del mar y obstaculizar seriamente la pesca, navegación, los desechos radiactivos no incluidos en la primera lista. Sin embargo esta ley no establece límites cuantitativos de los contaminantes para ser vertidos en el mar.

4.3. REGLAMENTACIÓN INTERNACIONAL

La industria se ha tenido que adaptar a las normas internacionales y a la obligación de cumplimiento de los Convenios Internacionales en esta materia.

Reglamentación Aplicable a los Estados Unidos de Norteamérica.

Estados Unidos cuenta con una legislación bien establecida en materia de prevención y control de la contaminación. La ley federal exige la limpieza del sitio contaminado con petróleo a través del Acta de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA). Otras leyes rigen durante la remediación del sitio como el acta global de respuesta, compensación y respuesta, el organismo encargado de que estas leyes se cumplan es la agencia de Protección Ambiental (EPA).

Las limitaciones de descarga que manejan la agencia de Protección al Ambiente son las siguientes:

- Fluidos de perforación, Terminación y Reparación de Pozos.
Se prohíbe la descarga de:
 - Fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos que contengan una toxicidad menor o igual a 30,000 ppm en base a la fase de sólidos suspendidos.
 - Fluidos base aceite (emulsión inversa) o que contengan aceite diesel.
 - Fluidos que contengan aceite usado para la lubricación de maquinaria.
- Recortes.
Se prohíbe la descarga de recortes generados con los fluidos de perforación.
- Aceite Diesel, Grasas e Hidrocarburos.
Se prohíbe la descarga de aceite diesel e hidrocarburos
- Drenaje de plataforma
 - La concentración límite de grasa y aceite en la descarga del drenaje de agua producida debe ser de 72 mg/l para cualquier día.
 - Las concentraciones límites de Mercurio y Cadmio, presentes en la barita empleada para densificar el fluido no deberán exceder de 1 y 3 mg/Kg. respectivamente.

4.4. CONVENIOS INTERNACIONALES

Durante la segunda mitad del siglo XX, las normas del derecho ambiental internacional han aumentado considerablemente, multiplicándose los foros, convecciones y tratados globales, así como regiones cuyas disposiciones tienen como fin la protección del ambiente. Como resultado de esta evolución ha surgido un sistema complejo de convenios y tratados en la materia ambiental que en ocasiones se contraponen o se complementan.

Los convenios internacionales versan especialmente sobre la contaminación marina por hidrocarburos, lo que es explicable al suponer el transporte y manipulación en el mar de los productos del petróleo, una de las amenazas que existen sobre los océanos. El enorme volumen de los líquidos implicados en estas operaciones, como consecuencia de la sustancial dependencia del mundo industrial de las energías generadas por estas materias primas su alta capacidad contaminante.

Se intenta por estas vías solucionar las cuestiones relativas a la contaminación por vertidos desde las costas o por explotación de las plataformas marinas.

4.5. REGLAMENTACIÓN INTERNA DE PETROLEOS MEXICANOS PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE DURANTE LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS MARINOS.

La legislación Nacional Interna incluye varios reglamentos de los cuales se extrajo los más relevantes. Los límites de descarga presentados incluyen fluidos de perforación, terminación y reparación, recortes de perforación; afluentes durante la inducción y estimulación de pozos; aceite lubricante de máquinas y equipo; drenaje de plataforma y agua de lastre; purga de calderas y agua de enfriamiento; agua, arena y materiales químicos empleados durante las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos.

Reglamentación interna para la protección del ambiente aplicable a plataformas

Ritmo de descarga de Fluidos.

Los lodos de perforación base agua, recortes de perforación y agua de lavado que no contengan aceite libre y cumplan con los límites de toxicidad se pueden descargar mediante el siguiente control y limitaciones

Profundidad de Fondo Marino	Ritmo de descarga
0 - 2 m	No se puede descargar
2 - 5 m	40 m / hr
5 - 20 m	80 m / hr
20 - 40 m	120 m / hr
40 m	160 m/ hr

Limite de descarga de fluidos.

- Se deben realizar pruebas de toxicidad empleando la fase de partículas suspendidas.
- La muestra deberá de obtenerse del fluido de lodo después de la temblorina.

- Se deben descargar fluidos no tóxicos y sin hidrocarburos, diesel o aceite lubricante.
- La descarga al mar de fluidos de perforación base aceite y emulsión inversa esta prohibida.
- Se prohíbe la descarga de fluidos de perforación contaminados con hidrocarburos o cualquier otro lubricante que haya sido usado para otros propósitos ajenos a la lubricación en el pozo de perforación.

Recortes de formación.

- La descarga de recortes al mar que han sido producidos con fluidos tóxicos o con hidrocarburos son inaceptables. No se especifica frecuencia de monitoreo ni tipo de muestra o método, por lo tanto no existe registro de datos

Aceite lubricante de maquinaria y equipo.

Si el efluente contiene aceite lubricante nuevo o usado no se permite su descarga.

Aguas Aceitosas.

El drenaje de plataforma con hidrocarburos libres (agua aceitosa) su límite de descarga es de 72 mg/lit como máximo diario, Con una frecuencia de monitoreo de una vez al día, con el método de destilación de retorta.

Aguas duras.

Aguas provenientes de purga de caldera, unidades desaladoras y agua de enfriamiento se permite descargar sin hidrocarburos, realizando un monitoreo una vez al día y un monitoreo visual.

Materiales químicos (aditivos, cemento y barita)

- Antes de realizar una descarga de materiales químicos al mar se debe establecer la toxicidad de este.
- El contenido de cadmio y mercurio en la barita empleada para densificar el fluido de perforación no deberá exceder 3 mg/kg respectivamente.

Estimulación e Inducción de pozos.

Los efluentes comunes durante la estimulación e inducción de pozos son:

- Con hidrocarburos libres, no se permite descargar hidrocarburos, pero se debe monitorear una vez por operación y tomar una muestra visual.
- Con solución ácida, su límite de descarga es con un potencial de hidrogeno neutro, se monitorea una vez por operación y se toma una muestra simple.
- Con agua y arena, su límite de descarga es de 72 mg/g máx. diario, se monitorea una vez por prueba con el método de destilación en retorta.

4.6. LINEAMIENTOS TÉCNICOS Y NORMATIVOS APLICABLES A CADA ETAPA DEL PROYECTO

ACTIVIDAD	IMPACTO	DOCUMENTOS TÉCNICOS
1. Traslado, posicionamiento e instalación de plataformas.	Generación de monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas e hidrocarburos no quemados, producto de los procesos de combustión de barcos remolcadores y grúas.	<ul style="list-style-type: none"> • NOM-043-ECOL-1993. • NOM-085-ECOL-1994. • NOM-086-ECOL-1994.
	Derrames accidentales de pequeña escala de grasas, hidrocarburos, aceites, lubricantes, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de procedimientos operativos para el manejo de residuos peligrosos en PEMEX exploración y producción. • Aplicación del convenio internacional para prevenir la contaminación marina provocada por los buques (Marpol 73/78). • Aplicación del reglamento para prevenir y controlar la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias. • Aplicación de norma PEMEX 1983 norma 6pta-III. para el combate y control de la contaminación por derrames accidentales de hidrocarburos. • Plan local de contingencias para el combate de derrames y otras sustancias nocivas en el mar. • Procedimientos a seguir por los barcos de apoyo en caso de derrames de hidrocarburos. • Seguridad industrial programa permanente de trabajo.
	Emissiones a la atmósfera procedentes de la maquinaria y equipo de combustión interna.	<ul style="list-style-type: none"> • NOM-043-ECOL-1993. • NOM-085-ECOL-1994. • NOM-086-ECOL-1994.
	Incremento en los niveles sonoros por el empleo de maquinaria y equipo.	<ul style="list-style-type: none"> • NOM-011-STPS-1993.
	Generación de aguas residuales domesticas e industriales.	<ul style="list-style-type: none"> • NOM-001-ECOL-1996.

(Continuación)

ACTIVIDAD	IMPACTO	DOCUMENTOS TÉCNICOS
2. Perforación y terminación incluyendo mantenimiento.	Generación de residuos industriales de perforación (recortes y cribados).	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de procedimientos operativos para el manejo de residuos peligrosos en PEMEX exploración y producción. • NOM-052-ECOL-1993. • NOM-053-ECOL-1993. • NOM-054-ECOL-1993. • NOM-055-ECOL-1993. • NOM-056-ECOL-1993. • NOM-057-ECOL-1993. • NOM-058-ECOL-1993. • NOM-003-SCT2-1994. • NOM-003-SCT2-1994. • NOM-004-SCT2-1994. • NOM-010-SCT2-1994. • NOM-011-SCT2-1994. • NOM-012-SCT2-1994. • NOM-019-SCT2-1994. • NOM-EM-020-SCT2-1995. • NOM-023-SCT4-1995. • NOM-023-SCT2-1994. • NOM-027-SCT4-1995. • NOM-028-SCT2-1994. • NOM-028-SCT4-1996. • NOM-033-SCT4-1996.
	Generación de residuos peligrosos y no peligrosos producto del mantenimiento de la maquinaria y equipo (aceite gastado, estopa y trapos impregnados, filtros, resto de electrodos, empaques de asbesto). Generación de residuos peligrosos. (Por impregnación del material extraído al concluir la prueba).	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de procedimientos operativos para el manejo de residuos peligrosos en PEMEX exploración y producción. • Plan de gestión de desechos/manejo modular de contenedores en plataforma. • Procedimiento para el manejo e residuos sólidos en plataformas marinas.
	Taponamiento del pozo. Cementación del pozo. Generación de residuos de obra (arena, cemento, relleno de poliuretano, recubrimiento anticorrosivo, pedacería metálica).	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de procedimientos operativos para el manejo de residuos peligrosos en PEMEX exploración y producción. • Plan de gestión de desechos/manejo modular de contenedores en plataforma.
	Generación de residuos sólidos domésticos.	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de gestión de desechos/manejo modular de contenedores en plataforma. • Marpol. • Procedimiento para el manejo e residuos sólidos en plataformas marinas.

	<p>Derrames accidentales de hidrocarburo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación del convenio internacional para prevenir la contaminación marina provocada por los buques (Marpol 73/78). • Aplicación del reglamento para prevenir y controlar la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias. • Aplicación de norma PEMEX 1983 norma 6pta-III. Para el combate y control de la contaminación por derrames accidentales de hidrocarburos. • Plan local de contingencias para el combate de derrames y otras sustancias nocivas en el mar. • Procedimientos a seguir por los barcos de apoyo en caso de derrames de hidrocarburos.
	<p>Detección de gas superficial, formación de nubes inflamables y explosivas por la presencia de gas combustible.</p> <p>Formación de nubes tóxicas por la presencia de gas amargo (ácido sulfhídrico y mercaptanos).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad industrial programa permanente de trabajo. • Instructivo para realizar monitoreo temporal de gases tóxicos e inflamables. • Prevención y combate de incendio. • Instructivo de seguridad para el almacenamiento y manejo de líquidos inflamables. • Instructivo de seguridad para el almacenamiento de líquidos inflamables en recipientes fijos. • Instructivo de seguridad para el manejo de ácido sulfhídrico (H₂S).
<p>3. Abandono del sitio.</p>	<p>Generación de monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas e hidrocarburos no quemados, producto de los procesos de combustión de barcos remolcadores y grúas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • NOM-043-ECOL-1993. • NOM-085-ECOL-1994. • NOM-086-ECOL-1994.

CAPITULO V

MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

En las primeras etapas del desarrollo de un proyecto en desarrollo, se deben detectar los impactos adversos, cuando los impactos detectados violen normas, criterios o políticas de protección y conservación del ambiente en vigor, deben establecerse medidas de mitigación antes de que se apruebe la ejecución del mismo.

Debido a que existe actualmente un interés del público con respecto a los asuntos ambientales en la salud, seguridad humana, pérdida de especies, hábitats, recursos naturales, áreas estéticas y de recreación. Surgen un número de ideas concernientes a la percepción pública de los valores ambientales y su influencia en el proceso de la evaluación de impacto ambiental, en este proceso se implementaron medidas para la reducción de estos efectos como lo son: la prevención y mitigación de estos impactos.

5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Se entiende como medida de mitigación a la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de un proyecto (diseño, construcción, operación y terminación).

Las medidas de mitigación buscan medidas para:

- Evitar el impacto total al desarrollar el proyecto.
- Minimizar los impactos.
- Rectificar el impacto a través de reparar, rehabilitar o restaurar el ambiente afectado.
- Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo.
- Compensar el impacto producido.
- Controlar fuentes emisoras de contaminantes.

Actualmente se utilizan medidas de Ingeniería y medidas de manejo, estas acciones son las más conocidas y tradicionales, se basan en el concepto de que se pueden tomar medidas para reducir los efectos adversos por el desarrollo de un proyecto de forma que se cumplan las normas, criterios y/o políticas ambientales en vigor.

Las medidas de ingeniería han sido la solución más común para la mitigación de los impactos adversos. Entre estas medidas se incluyen el tratamiento de desechos o el uso de equipo y/o material alternativos con objeto de mejorar el efluente que se descarga al ambiente.

Las medidas de manejo involucran el conocimiento de las condiciones de operación del proceso con el fin de ajustarlas a las medidas ambientales, los objetivos de estas medidas son el monitorear las condiciones ambientales y el mantener un nivel de impacto dentro de los rangos aceptables y/o tolerables.

En el capítulo III se describieron los impactos ambientales por las actividades ejecutadas durante la instalación, perforación, mantenimiento y abandono del sitio. Se consideraron diferentes factores ambientales susceptibles de ser impactados:

- Características físicoquímicos: atmósfera, medio acuático y sedimento marino.
- Características biológicas biota en la zona del proyecto: biota en la zona del proyecto.
- Características socioeconómicas: economía, generación de empleos y servicios en el área de influencia.

Se consideró como impacto ambiental, a toda modificación generada al medio ambiente natural, producto de las interacciones humanas y/o naturales, cuyos efectos dependen del grado de complejidad y de la permanencia de las modificaciones que se expresen en el espacio y en el tiempo.

Las medidas de prevención estarán encaminadas a impedir que un impacto se presente afectando algún factor determinado; éstas pueden ser las actividades programadas de mantenimiento, los planes y programas de emergencia, etc. En tanto, las medidas de mitigación son aquellas que se recomiendan cuando no hay posibilidad de eliminar el efecto adverso en el ambiente, recomendando acciones que tiendan a disminuir el efecto en el ambiente.

A continuación se describen las medidas de mitigación para los diferentes elementos ambientales involucrados que son:

- Atmósfera.
- Medio Acuático.
- Sedimento Marino.
- Biota.
- Medio Socioeconómico.

5.1.1. ATMÓSFERA.

Las emisiones contaminantes hacia la atmósfera son las mismas en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, y son: gases de combustión y calor. Para mitigar el efecto de dichas emisiones sobre el ambiente, se recomienda realizar las siguientes acciones:

Gases de Combustión: Emitidos por todo el equipo de combustión interna que se localizará en los barcos y en las plataformas; así como por el funcionamiento de los quemadores. Estas emisiones deberán ser minimizadas por las siguientes acciones:

- Verificación continua del estado de los tubos de escape y dispositivos de control de emisiones en los equipos que se encuentren en las plataformas, así como la colocación de venteos y chimeneas en equipo que lo requieran, localizando su descarga en lugares elevados, a favor de la dirección de los vientos para facilitar su dispersión natural.
- Asegurar la buena calidad del combustible usado y el eficiente funcionamiento de los motores.
- Implementación de Políticas Ambientales y Capacitación del personal para el aprovechamiento, ahorro de energía, disminución del consumo de combustible.
- Mantenimiento preventivo a los equipos.
- Optimizar la transportación de equipo, materiales y de personal.
- En la generación de emisiones a la atmósfera, éstas deberán cumplir con los límites establecidos en las normas ecológica NOM -085-ECOL-1994 en vigor

Calor: La principal fuente de emisión será el quemador que será utilizado únicamente durante la etapa de Perforación, Operación y Mantenimiento. Este equipo será usado en caso de emergencia y durante el mantenimiento de los equipos, lo cual implica que el calor emitido sea reducido. En base a esto se recomienda:

- Asegurar que la adquisición del quemador cumpla con los requerimientos de diseño, donde se establece que el equipo considerará la combustión completa de los hidrocarburos líquidos.
- Con respecto a los equipos y maquinaria, se deberá revisar que cuenten con cubiertas protectoras que aislen el medio ambiente del calor generado.
- Cumplir con las recomendaciones para operación y mantenimiento hechas por el fabricante.

Las medidas de mitigación mencionadas se aplicarán en las etapas de Instalación (construcción y perforación), Operación, Mantenimiento y Abandono del Sitio.

5.1.2. MEDIO ACUÁTICO.

Este medio puede ser afectado por el vertimiento de líquidos como aguas negras y aguas aceitosas; la afectación se presentaría si estas aguas residuales vertidas no cumplen con los requerimientos exigidos por la normatividad en materia de protección ambiental. Cada uno de estos tipos de corrientes se tratará por separado.

Aguas negras

Se captarán mediante un sistema de drenajes sanitarios, y se procesarán en una planta de tratamiento de aguas negras con un sistema purificador el cual generará agua tratada libre de sólidos para posteriormente verterla al mar, en el caso de las

plataformas marinas se dará cumplimiento a la Norma NOM-001-ECOL-1996 y para embarcaciones se cumplirá la ley de aguas nacionales y el convenio para prevenir la contaminación marina provocada por los buques (MARPOL 73/78).

Aguas aceitosas

Provenientes de maquinaria, motores, equipo, agua pluvial y del aseo de las cubiertas, se dispondrá de un separador para su tratamiento

El agua tratada puede reutilizarse o almacenarse para después enviarlo a su destino final, mientras el agua libre de sólidos y aceite es vertida al mar, cumpliendo con los requerimientos de la Norma NOM-001-ECOL-1996 y de la ley de aguas nacionales y el convenio para prevenir la contaminación marina provocada por los buques (MARPOL 73/78).

Se deberá implementar un paquete de perforación para captar y almacenar estas aguas aceitosas durante la perforación.

Para evitar que las aguas residuales descargadas al mar, rebasen los límites permitidos se recomiendan las siguientes medidas:

- Realizar monitoreo periódico de las descargas de aguas residuales de los equipos de tratamiento,
- Realizar el mantenimiento preventivo.
- evitar al máximo la descarga directa al mar de las corrientes sin tratar, por medio de la captación en tambores para su tratamiento posterior en tierra y avisar inmediatamente a los responsables para resolver el problema.

Derrame de combustibles y lubricantes

Para evitar derrames se recomienda lo siguiente:

- Realizar una revisión periódica del estado físico de las mangueras y de las conexiones para la carga de combustibles, y en caso de ser necesario sustituirlos por componentes nuevos.
- Reparar de inmediato los equipos y/o accesorios dañados.
- Verificar que todos los movimientos de carga y descarga de combustibles, se realicen dentro de los límites de presión establecidos.

Derrame de hidrocarburos

Para evitar el derrame de hidrocarburos se recomienda:

- Mantener los valores establecidos de los parámetros de operación durante la extracción y transporte de los hidrocarburos, por medio del monitoreo constante de los mismos en la instrumentación localizada en equipos y tuberías.
- Revisar periódicamente la calibración y funcionamiento de instrumentos automáticos.
- Revisar los mecanismos de accionamiento de las válvulas de corte de las líneas principales.
- Revisar los espesores de tubería y el tiempo remanente de vida útil, en base a las revisiones periódicas realizadas.
- Equipo y personal capacitado para la recolección de hidrocarburos en el mar; así como con manuales y procedimientos para casos de emergencia, que incluyen desde los que aplican para dar aviso del incidente a las autoridades correspondientes hasta los procedimientos de recuperación de hidrocarburos.

Residuos sólidos

Realizar la separación y clasificación de los mismos para su colocación en recipientes o contenedores correctamente identificados y con tapa, a los cuales se les deberá destinar un lugar en las plataformas para su almacenamiento temporal y posteriormente ser enviados a tierra para su disposición final.

Estos residuos deberán ser clasificados en peligrosos y no peligrosos de acuerdo al listado, características y límites permisibles señalados en la Norma NOM-052-ECOL-1993. Los residuos peligrosos deberán ser recolectados en contenedores especiales y posteriormente enviados a tierra, donde deberán ser sometidos a tratamientos fisicoquímicos para su disposición final.

Los residuos sólidos no peligrosos, deberán ser transportados hasta un puerto donde se descargan para ser entregados a un concesionario.

Lodos de perforación

En caso de que se presente un derrame accidental de los mismos es recomendable seguir los procedimientos de emergencias

Para realizar el manejo adecuado de todos los residuos, tanto líquidos como sólidos, peligrosos y no peligrosos, se deberá capacitar a todo el personal involucrado sobre las medidas y acciones a realizar para la recolección, tratamiento, almacenamiento y disposición de dichos residuos.

5.1.3. SEDIMENTO MARINO.

El sedimento marino podría verse afectado por el enterrado de los ductos, instalación de estructuras, el dragado y anclamiento de las embarcaciones para el transporte.

Las medidas preventivas para mitigar los posibles impactos en el sedimento marino por el desarrollo de las actividades arriba mencionadas son:

- Optimizar adecuadamente las dimensiones de las zanjas al mínimo, sin que se llegue a afectar la estabilidad o seguridad de los ductos.
- Establecer previamente todos los puntos de fijación para el anclaje de las embarcaciones.
- Limitar el movimiento de las embarcaciones a lo indispensable.

5.1.4. BIOTA.

Las medidas de mitigación indicadas anteriormente están enfocadas a disminuir adicionalmente los impactos a la biota por las afectaciones derivadas por la emisión de gases de combustión y calor a la atmósfera, por la descarga de aguas residuales, el derrame accidental de combustibles, lubricantes, recortes de perforación, lodos de perforación e hidrocarburos al medio acuático, y por la instalación de los ductos y estructuras sobre el sedimento marino.

- Prohibir la pesca de cualquier especie marina al personal que se encuentre a bordo en las plataformas.
- Evitar dañar áreas adyacentes diferentes a las zonas determinadas en el diseño, al realizar actividades de fijación de las plataformas en el fondo marino.
- Evitar que cualquier residuo diferente al desecho de comida y al agua residual, sea arrojado al mar.

Emisión de ruido

- Adicionar dispositivos adecuados, como son silenciadores, mofles, aislantes, etc., a la maquinaria y equipos con generación de ruido en gran intensidad, en caso de que no cuenten con estos.
- Aislar los principales equipos de generación de ruido, como los moto generadores de energía, de las áreas aledañas por medio de paredes amortiguadoras de ruido, con el material adecuado para evitar su propagación.
- Monitorear y registrar los niveles de ruido de los equipos y maquinaria.

Adicionalmente a los posibles impactos negativos que se pudiera presentar, se tendrán impactos favorables debido al acceso a un aporte alimenticio, producto del vertimiento de los desechos de comida previamente triturada, lo que atrae algunos consumidores secundarios que enriquecen la fauna, aunado al conocido efecto de arrecife artificial que por la introducción de un sustrato sólido permite la fijación de nuevos colonizadores en la estructura de la plataforma, situaciones ambas que propician el incremento de la diversidad en el área inicialmente que en conjunto tiene efectos regionales.

5.1.5. MEDIO SOCIOECONÓMICO.

Todos los impactos que podrían presentarse son Benéficos; a excepción de la etapa de Abandono del Sitio, donde uno de los impactos es Adverso, generado por el cierre de operaciones en las plataformas de perforación. Debido al cierre de las instalaciones costa fuera productivas, provocando que se deje de percibir ingresos por la venta de los hidrocarburos. Este efecto será en forma permanente, una vez que sean cerrados los pozos productores. Como una medida de mitigación sobre este efecto se consideran las exploraciones que se realizan en otros campos cercanos a las instalaciones del proyecto, para seguir manteniendo la producción de hidrocarburos y la actividad económica de la región.

No se consideran medidas de mitigación para los Impactos Benéficos detectados, ya que al presentarse efectos benéficos en la zona de afectación, de ninguna manera se buscará evitarlos. Estos beneficios, principalmente se presentarán indirectamente en sus diversas fases y en forma moderada en la economía regional y su importancia nacional.

CONCLUSIONES

Las actividades que se contemplaron para la identificación de los impactos ambientales para una Plataforma Petrolera de Perforación fueron sus distintas etapas: Instalación (construcción y perforación), Operación y Mantenimiento, Abandono del sitio. Dentro de estas actividades existen algunas que generan desequilibrios y provocar daños al ambiente.

Las actividades consideradas como críticas en una plataforma de perforación son la emisión de gases de combustión, la descarga eventual de residuos sólidos al mar, el vertimiento de residuos líquidos al mar y el derrame ocasional de recortes, lodos de perforación e hidrocarburos.

La **atmósfera** sería afectada de manera No Significativa por la emisión de gases de combustión generados en las actividades del proyecto. Tomando en cuenta las características favorables de dispersión atmosférica del área y aplicando las medidas de prevención y mitigación sugeridas se podrá disminuir este impacto.

Los impactos identificados sobre el **medio acuático** que principalmente se deben al vertimiento de las aguas residuales, tienen una afectación Poco Significativa y No Significativa. Con la aplicación de las medidas de mitigación sugeridas se podrá mantener un control sobre la calidad de las aguas vertidas.

Las afectaciones al **sedimento marino** resultan poco significativas y presentes en la etapa de instalación debido al tendido de los ductos. Con la aplicación de la medida de mitigación específica para este caso, se reducirá el área alterada temporalmente.

Las afectaciones sobre la **biota** en su mayoría son no significativas y al aplicar las medidas de mitigación recomendadas para disminuir los efectos sobre la atmósfera, el medio acuático, el sedimento marino y las particulares para este elemento ambiental, se mitigarán los impactos identificados sobre las especies presentes en la zona.

Los impactos **socioeconómicos** presentan un balance positivo, generados por los requerimientos de mano de obra directa e indirecta, la captación moderada de impuestos locales, estatales y federales y el ingreso de divisas por la venta de los hidrocarburos.

De acuerdo a la Matriz de Identificación y de Evaluación de Impactos Ambientales de Leopold se obtuvieron 130 interacciones de las cuales 41 (31,54 %) representan los impactos benéficos, mientras que el 68,46 % (89) corresponden a los impactos adversos identificados para las presentes obras, ver Tabla 1 Resumen de Impactos Identificados; de este 68,46 % de impactos adversos el 49,22 % (64 interacciones) se les puede aplicar medidas preventivas para mitigar o disminuir los impactos ambientales al proyecto.

Tabla 1 Resumen de los Impactos Identificados.

<i>Etapas del proyecto</i>	<i>Impactos</i>					
	Benéficos		Adversos		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Etapa de Preparación e Instalación	15	11,55	53	40,77	68	52,32
Operación y Mantenimiento	21	16,15	20	15,39	41	31,54
Abandono del Sitio	5	3,84	16	12,30	21	16,14
Total	41	31,54	89	68,46	130	100

La etapa que presenta un mayor número de impactos adversos es la Preparación e Instalación de Módulo, Gasoducto y la Perforación de Pozos con un 52,32 %, seguido por la etapa de Operación y Mantenimiento con un 31,54 % y por último la etapa Abandono del Sitio con un 16,14 %

Los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales bajo condiciones normales de operación, muestra que la mayoría de los impactos son de carácter adverso poco significativo (temporales, puntuales y con medidas de mitigación), dados a la calidad del aire, ruido ambiental, calidad del agua, calidad de los sedimentos y bentos.

El impacto adverso más importante es el ocasionado por un derrame accidental de hidrocarburos, sin embargo la significancia del impacto sobre los factores ambientales estará en función del tipo de hidrocarburo y magnitud del derrame, de las trayectorias posibles del hidrocarburo, de la ubicación de cada pozo con respecto a las zonas frágiles, de las condiciones ambientales que prevalezcan y del tiempo de respuesta para mitigar y controlar el evento.

En lo que se refiere a los posibles impactos adversos al medio marino ocasionado por derrames de hidrocarburos, éste se trata de un evento poco probable, en el caso de algún accidente de este tipo se presente, se efectuarán acciones mitigables gracias a las medidas aplicadas para atender este tipo de siniestros.

Un proyecto como es la instalación de plataformas petroleras de perforación siempre contribuyen a la expansión y fortalecimiento económico del país. Durante sus etapas del proyecto se generará empleo, la demanda de bienes y servicios aumentará, lo cual

permitirá elevar la calidad y estilo de vida de los pobladores locales y de otras partes del país.

Para asegurar que no exista un desequilibrio ecológico muy fuerte, es recomendable apegarse, a los códigos, normas, tecnología actual y estándares nacionales e internacionales en cada una de las etapas de un proyecto.

Un proyecto es ambientalmente factible siempre y cuando se apliquen medidas de prevención y mitigación adecuadas para evitar impactar lo menos posible al ambiente, también es recomendable que se aplique la normatividad vigente de acuerdo con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y sus reglamentos, las Normas Oficiales Mexicanas, Convenios Internacionales y otros requerimientos.

GLOSARIO

AGUAS NEGRAS O RESIDUALES: Son las contaminadas por la dispersión de desechos humanos, procedentes de los usos domésticos, comerciales o industriales. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto ecológico de los últimos años por la contaminación de los ecosistemas.

AMBIENTE: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.

BENTOS: (Organismos que viven asociados al fondo marino). Dentro de la fauna bentónica existen varias clases de especies que se dividen en: Polychaeta, crustácea, molusca, nemertina, equinodermata y peces principalmente. Principales especies de crustáceos (bentónicos), propios de la Sonda de Campeche: jaiba, camarón, cangrejo y cucaracha

BIOTA: Conjunto de los seres vivos de un país o de una localidad cualquiera integrada por las plantas y los animales. Conjunto de individuos o especies de un área o lugar determinado.

CONTAMINACIÓN: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

CONTAMINANTE: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

CONTROL DE LAS EMISIONES (*emission control*): Procedimiento técnico o administrativo que se aplica para la reducción o eliminación de las emisiones contaminantes de una fuente.

DESARROLLO SUSTENTABLE: El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

ESTA TESIS NO SE
DE LA BIBLIOTECA

EQUILIBRIO ECOLÓGICO: La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL: estudio para identificar, predecir e interpretar, así como para prevenir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones, planes, programas, o proyectos pueden causar sobre la salud, el bienestar de las comunidades o el equilibrio ecológico.

IMPACTO AMBIENTAL: Son las actividades del hombre provocan cambios o alteraciones al ambiente o en alguno de sus componentes ya sean por la contaminación generada por las áreas urbanas, las actividades industriales, uso de vehículos y disposición de desechos sólidos, o por el desequilibrio ecológico causado por la construcción y operación de industrias y cualquier obra de carácter público o privado.

MEDIDAS de MITIGACIÓN: Conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar el desarrollo de un proyecto para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales y la protección del ambiente. Surgen del Estudio de Impacto Ambiental y se incorpora su seguimiento en el Plan de Gestión Ambiental. Las medidas de mitigación pueden ser de implementación previa, simultánea o posterior a la ejecución del proyecto o acción.

NECTON: (Organismos que tienen la posibilidad de desplazarse por si mismos en el medio acuático). Dentro de la fauna nectónica existe una gran variedad de especies de peces debido al ecosistema tropical donde se encuentra el área de desarrollo del proyecto, las principales especies son: bagre , sargo, cohinita, jusgo, mojarrón, conjinuda, jurriel, cazón, sardina, roco amarillo, corvina.

PLANCTON: Nombre que se da a las materias orgánicas marinas que flotan sobre la superficie del mar y que derivan con las corrientes. El plancton es de gran importancia ya que constituye una de las fuentes de nutrición principales de toda la vida animal marítima. Los organismos planctónicos son principalmente animales y plantas microscópicas aunque comprenden también algas y animales mayores como la medusa o aguamar. Conjunto de organismos microscópicos (animales, vegetales y bacterias) que viven en suspensión y a la deriva en aguas naturales. El plancton se divide en fitoplancton (especies vegetales) y zooplancton (especies animales).

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.

RESIDUOS PELIGROSOS: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- Blanca Elena Jiménez Cisneros. La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnologías. Edith. Limusa, Noriega Editores. Año 2001. Páginas 853-877.
- Sans Fonfria, Ramón. Ingeniería Ambiental: Contaminación y tratamientos. México, D.F., Edit. Alfaomega, 1999.
- Elaboración de Normas Técnicas de ordenamiento ecológico para la industria del Petróleo y derivados.
- IMP. Tecnologías de la perforación de pozos.
- UNAM. El fascinante mundo del petróleo.
- Moratino Estanvill, José Luis. Plataformas Marinas, México 1989.
- Estevan Bolea, María Teresa. Las evaluaciones de impacto ambiental. México 1980.
- IMP. Informe técnico sobre la perforación y accidente del pozo Ixtoc-1: Impacto ambiental y conclusiones preliminares. 1979.
- Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006. Semarnat. (Méx.) 170 pp.
- Kreske, D.L. (1996) Environmental Impact Statements, A Practical Guide for Agencies, Citizens and Consultants, John Wiley and Sons, USA.
- Green, P. E. (1978) Mathematical tools for applied multivariate analysis. Academic Press. New York (USA).
- Green, P.E. (1979) Sampling design statistical methods for environmental biologist. John Wiley & Sons (USA).
- Facultad de Ingeniería, UNAM, Impacto ambiental, Diciembre 2002.
- API Recommended Practice 51. Onshore Oil and Gas Production Practices for Protection of the Environment. Third edition, February 2001.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Publicada en el D.O.F. de fecha 28 de enero de 1988).

- PEMEX. Instalación de estructuras (plataformas autoelevables y aligeradas y ductos) para la extracción de petróleo.
- Marco jurídico ambiental de México.
- PEMEX. Impacto Ambiental de las actividades petroleras en la Sonda de Campeche.
- <http://www.smy.pep.pemex.com>
- <http://www.semarnat.com.mx>
- <http://www.ine.gob.mx>
- <http://www.epa.gov/>