

011745
Zey

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION ESTUDIOS DE POSGRADO

T E S I S

GENERACION DE CONTAMINANTES EN UNA PLATAFORMA MARINA DE PERFORACION, ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL.

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN INGENIERIA PETROLERA PRESENTA:

EDUARDO ANTONIO PEREZ AVILA.

CD. UNIVERSITARIA MARZO DE 1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

GENERACION DE CONTAMINANTES EN UNA PLATAFORMA MARINA DE
PERFORACION, ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICION
FINAL.

I N D I C E

	PAGINA
LISTA DE FIGURAS	1
LISTA DE TABLAS	2
RESUMEN	3
INTRODUCCION	5
Antecedentes, objetivos y alcances.	
1. ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN UNA PLATAFORMA	7
1.1. Perforación	9
1.2. Terminación y Reparación	17
1.3. Taponamiento y abandono	19
1.4. Almacenamiento	19
1.5. Carga y descarga de materiales	20
1.6. Comedor y servicios domésticos	20
2. CLASIFICACION DE LOS CONTAMINANTES GENERADOS	22
2.1. Sólidos	22
2.2. Líquidos	23
2.3. Gaseosos	25
3. TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO Y MANEJO DE LOS CONTAMINANTES EN PLATAFORMA	29
3.1. CONTAMINANTES SOLIDOS	29
3.1.1. Encapsulación de hidrocarburos	29
3.1.2. Inyección de recortes	34
3.1.3. Cero descarga	38
3.1.4. Lavado de recortes	41
3.1.5. Transporte de recorte impregnado de fluido a tierra	44
3.1.6. Basura	45
3.1.7. Chatarra	47
3.2. CONTAMINANTES LIQUIDOS	47
3.2.1. Tratamiento biológico	47
3.2.2. Sistemas Físico-químicos	51
3.2.3. Sistema electrocatalítico	51

3.2.4.	Fluidos de perforación base aceite.....	53
3.2.5.	Fluidos de perforación base sintética.....	53
3.2.6.	Aceites lubricantes gastados.....	55
3.2.7.	Hidrocarburos.....	55
3.2.8.	Absorbentes de hidrocarburos.....	55
3.3.	CONTAMINANTES GASEOSOS.....	57
4.	CONSIDERACIONES ECONOMICAS EN LA ADECUACION DE TECNOLOGIAS PARA EL MANEJO, USO Y DISPOSICION DE LOS CONTAMINANTES GENERADOS EN PLATAFORMA.....	60
5.	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO Y DISPO- SICION FINAL DE CONTAMINANTES GENERADOS EN UNA PLATAFORMA MARINA.....	69
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
	APENDICE A : REGLAMENTO.....	78
	APENDICE B : DETERMINACION DEL GRADO DE TOXICIDAD.....	88
	REFERENCIAS.....	94

LISTA DE FIGURAS

NOMBRE	PAGINA
1.1. PLATAFORMA FIJA CON EQUIPO DE PERFORACIÓN.....	8
1.2. UBICACIÓN DE PAQUETES SOBRE EL PISO DE TRABAJO...	10
3.1.1. ENCAPSULACIÓN DE HIDROCARBUROS.....	30
3.1.2. SISTEMA DE INYECCIÓN DE RECORTES.....	35
3.1.3. CERO DESCARGA.....	40
3.1.4. PROCESO DE LAVADO DE RECORTES.....	42
3.1.6. DIAGRAMA DE FLUJO DE MANEJO DE BASURA.....	48
3.2.3. SISTEMA ELECTROCATALÍTICO.....	52
3.2.6. DISPOSICIÓN DE ACEITES LUBRICANTES GASTADOS.....	56
3.3. QUEMADORES.....	59
4.1. GRAFICA COMPARATIVA DE COSTOS DE LOS DIFERENTES PROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RECORTES IM- PREGNADOS CON LODO BASE ACEITE.....	66
4.2. ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LA ENCAPSU- LACION DE HIDROCARBUROS Y EL LAVADO DE RECORTES..	67
5.1. DIAGRAMA DE FLUJO SOBRE EL CONTROL Y MANEJO DE LOS RECORTES IMPREGNADOS DE FLUIDO EN PLA- TAFORMAS MARINAS.....	70

LISTA DE TABLAS

NOMBRE	PAGINA
2.1. CONTAMINANTES GENERADOS, CLASIFICACIÓN Y ORIGEN.....	28

R E S U M E N.

La generación de contaminantes en una plataforma marina de perforación ha sido una de las preocupaciones fundamentales de Petróleos Mexicanos (PEMEX) debido al posible impacto ecológico que pudieran ocasionar éstos. Petróleos Mexicanos ha llevado y lleva a cabo diversos estudios y programas para prevenir, disminuir o eliminar oportunamente, mediante acciones preventivas y correctivas cualquier situación de contaminación ambiental.

Con objeto de colaborar en el continuo esfuerzo de la empresa antes mencionada, me he dedicado a la realización del presente estudio. Este estudio cubre áreas específicas de la generación, tratamiento y disposición de los contaminantes propias de la ingeniería petrolera.

En el capítulo uno se describen en forma detallada las principales operaciones que se llevan a cabo en una plataforma marina de perforación y que generan contaminantes.

En el capítulo dos se trata la clasificación de los contaminantes generados en las plataformas, los cuales pueden clasificarse de acuerdo a su estado físico en: sólidos, líquidos y gaseosos.

En los capítulos tres y cuatro se llevan a cabo análisis técnicos y económicos respectivamente, de las posibles alternativas de solución para los diferentes tipos de contaminantes.

Finalmente, en el capítulo 5 se presenta una propuesta de alternativas de tratamiento y disposición final de los contaminantes generados, en plataformas marinas, en función de las características, necesidades y requerimientos de PEMEX.

La finalidad es poder identificar los diferentes contaminantes que se generan en una plataforma, así como determinar cual es la tecnología más apropiada para controlar cada uno de los mismos.

I N T R O D U C C I O N

Petróleos Mexicanos (PEMEX) es actualmente la empresa más importante de México, por ser la principal generadora de divisas y quien mayores impuestos aporta al gobierno federal. Esta empresa se mantiene en este nivel gracias a sus actividades de perforación de pozos de desarrollo así como exploratorios. Sus ingresos provienen principalmente de la producción diaria de hidrocarburos líquidos y gaseosos.

Desafortunadamente las operaciones de perforación generan una diversidad de contaminantes dentro de los cuales podemos mencionar: los desechos líquidos como aguas residuales, lodos de perforación, aceites lubricantes gastados e hidrocarburos; desechos sólidos, como recortes de perforación, basura y chatarra entre otros.

Dependiendo de la cantidad y composición de estos contaminantes pueden generar modificaciones en la estructura y función de los ecosistemas acuáticos, principalmente en la salinidad, acidez y en la toxicidad.

La inquietud por el daño general al medio ambiente y particularmente por ejemplo a las fuentes de suministro de agua; el daño a los microorganismos marinos, tanto como los daños a la productividad de la tierra, ha estimulado el amplio estudio sobre esta materia.

Una de las preocupaciones de PEMEX es la preservación del medio ambiente, que sus operaciones no afecten la ecología, es por eso que ha llevado y lleva a cabo diversos estudios y programas en conjunto con la

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), antes SEDUE, y la Gerencia de Coordinación y Control de Protección Ambiental, con el objetivo fundamental de prevenir, mitigar o eliminar oportunamente, mediante acciones preventivas y correctivas cualquier situación de contaminación ambiental en el sistema operativo, que pudiera generar alguna repercusión al medio ambiente aledaño.

Dentro de estos programas está la instalación de equipo mínimo con que debe contar cada plataforma. En forma general, son: cárcamos o depósitos para recepción de hidrocarburos y aguas aceitosas, incineradores de basura doméstica no biodegradable, trituradores de residuos biodegradables, compactador de desechos no incinerables, planta tratadora de aguas residuales, planta desaladora para producción de agua potable y de uso industrial, y quemadores elevados para la combustión de gases residuales.

Tomando en cuenta la diversidad de instalaciones con que cuenta PEMEX y el extenso número de operaciones que lleva a cabo en las mismas, donde se generan toda clase de contaminantes, resultaría poco más que imposible tratar de describirlas todas, por lo que únicamente se hablará de la generación de contaminantes en una plataforma marina convencional de perforación, sus alternativas de tratamiento y disposición final. Considerando que en este tipo de instalaciones puede resultar crítico el tratamiento de los contaminantes generados debido al espacio disponible que es muy restringido.

Los objetivos son: identificar los diferentes tipos de contaminantes generados en una plataforma, así como describir las posibles alternativas de tratamiento, uso y disposición final de los mismos. Destacando la importancia de que el personal que labora en la institución debe conocer y aplicar con precisión el espíritu de las mismas para evitar de la forma más segura, rápida y económica algún posible daño ecológico.

C A P I T U L O 1

ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN UNA PLATAFORMA MARINA DE PERFORACION.

Dentro de las instalaciones marinas de perforación con que cuenta Petróleos Mexicanos para cumplir con las necesidades de Exploración, Desarrollo y Explotación de hidrocarburos en nuestro país están las plataformas fijas de perforación.

Las plataformas fijas de perforación¹ están diseñadas con dimensiones adecuadas para instalar equipos fijos convencionales para la perforación y terminación de pozos, así como efectuar intervenciones con equipos de mantenimiento de pozos. Figura 1.1.

Dentro de estos tipos se encuentran específicamente las estructuras sujetas por ocho patas (octápodos), por su construcción están preparadas para recibir doce conductores de 30 pulgadas de diámetro; aunque no en todos los casos sean perforados en su totalidad.

La superestructura tiene dos pisos:

1. De producción
2. De trabajo

También existe un área de embarcadero. Estos pisos se encuentran a diferentes alturas con relación al nivel del mar.

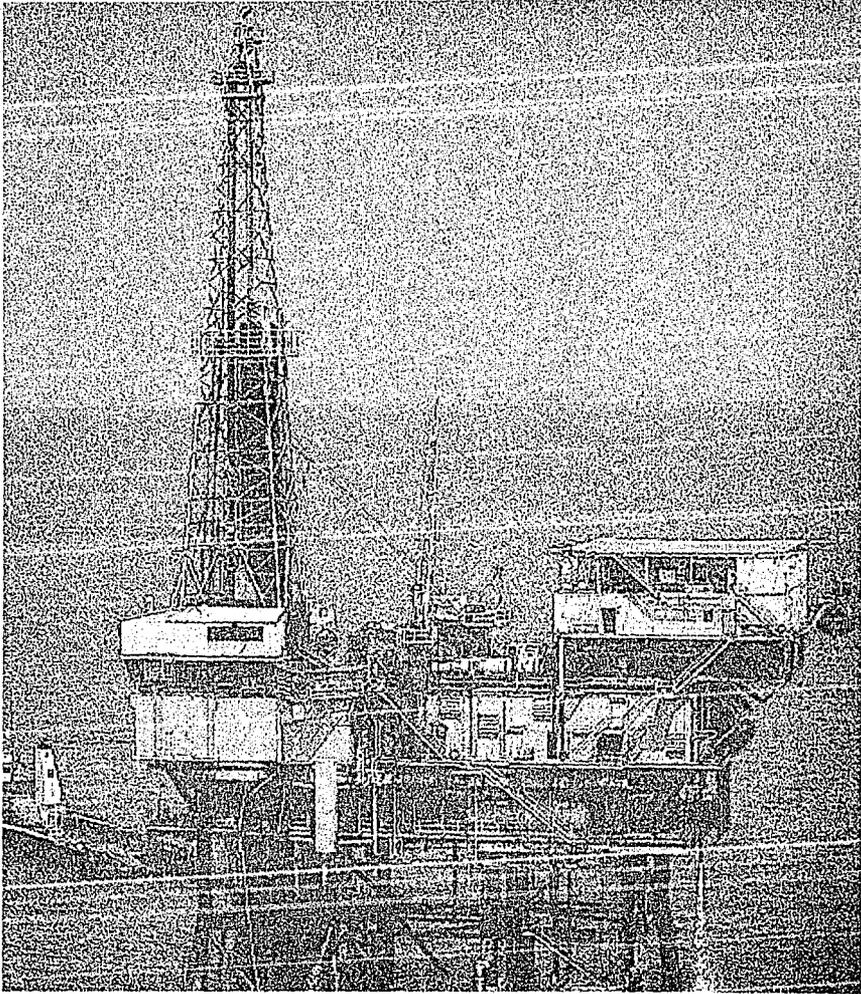


FIGURA 1.1. PLATAFORMA FIJA CON EQUIPO DE PERFORACION

Tomando como referencia los equipos de perforación electrónicos operando en la Sonda de Campeche. Estos se componen de siete paquetes que se encuentran en el piso de trabajo²: paquete de máquinas, paquete de almacenamiento, paquete de bombas, paquete de líquidos, paquete de lodos, paquete habitacional y paquete de perforación. Figura 1.2.

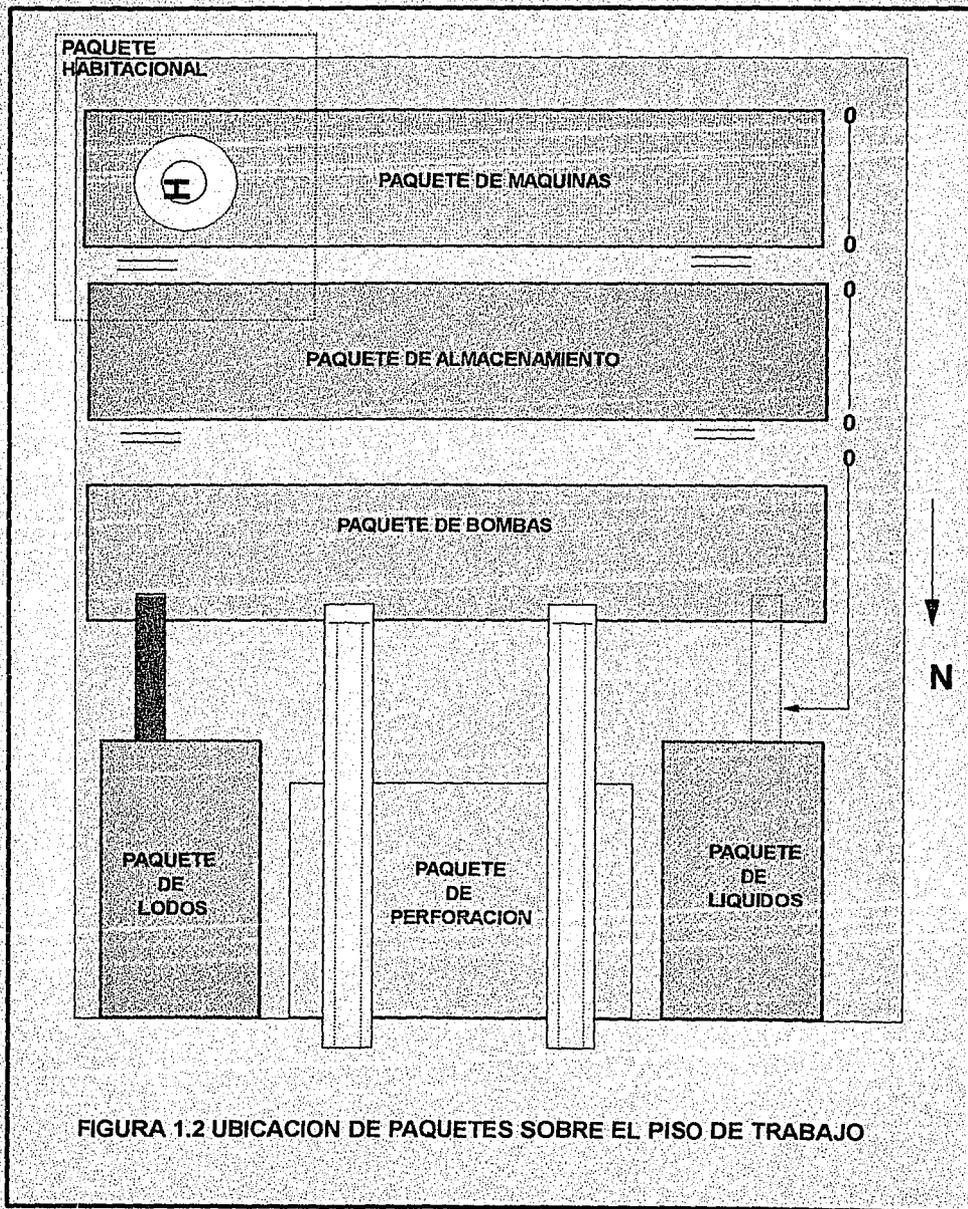
Durante las actividades que se llevan a cabo en una plataforma marina de perforación se generan contaminantes muchos de los cuales son arrojados al mar, ya sea por características del equipo, falta de accesorios o concientización del personal.

El grado del daño que pudieran causar estos contaminantes esta en función del volumen, características y tipo del contaminante; por eso para definir en forma apropiada su magnitud de impacto es necesario tener una idea clara de las operaciones que se llevan a cabo en la plataforma.

1.1. PERFORACION.

Esta etapa es la de mayor duración y es donde se llevan a cabo la mayoría de las actividades en una plataforma.

La perforación³ de un pozo consiste en establecer un conducto del yacimiento a la superficie que permita retirar con carácter comercial los fluidos del yacimiento. Esto se logra mediante la penetración de las formaciones por etapas, utilizando diversas herramientas, equipos y materiales; llevandose a cabo actividades que generan contaminantes entre las más relevantes :



GENERACION DE RECORTES⁴.

Se generan recortes al ir taladrando la roca, los cuales son llevados a la superficie por el fluido de perforación denominado "lodo". Una vez en la superficie pasan a través del equipo de eliminación de sólidos con que se cuenta, donde son separados del fluido. Sin embargo, el recorte queda impregnado de lodo, lo cual varía con el tamaño, geometría, porosidad y tiempo de exposición del recorte. Después de ser separados los recortes, son arrojados al mar.

La cantidad de recortes generados, entre otras condiciones, está en función del diámetro del agujero, el intervalo perforado y el ritmo de penetración.

Se debe tener especial atención cuando se perforan las primeras etapas debido a la cantidad de recortes y al tipo de fluido (baja densidad, 90 a 95% de diesel) así como a las que se perforan con emulsión inversa ya que se incrementa el nivel de la contaminación y el daño a las aguas marinas es considerable.

Según estadísticas⁴ el ritmo de perforación para la etapa de emulsión inversa (E.I.) es de 300 m/día al inicio, y posteriormente de 50 m/día.

VIAJES.

Se conoce como viaje al hecho de sacar o meter tubería. Este proceso se realiza para cambio de barrena, acondicionamiento o cambio del fluido de perforación, empleo de alguna herramienta especial, toma de registros, espera de materiales, etc. Estos viajes pueden ser largos (sacar la tubería hasta la superficie) o cortos (dejar la tubería a una determinada profundidad), en los cuales, el fluido es arrastrado hacia afuera del pozo por la parte exterior e

interior del tubo observandose derrame de fluidos al piso de perforación que posteriormente van a dar al mar.

El volumen total de lodo desechado esta en función de la longitud de la sarta extraída a la superficie. En estudios realizados en el área marina de Cd. del Carmen⁴ se determinó que por cada desconexión se vierte entre 30 y 60 litros al mar. Ahora, si consideramos viajes de 3500 a 5000 m de profundidad, el volumen que se arroja al mar puede ser hasta de 10 000 litros en un viaje redondo.

CONEXIONES.

Conforme se va ganando profundidad es necesario adicionar tubos para continuar la perforación.

Para hacer la conexión primero se levanta la flecha hasta una posición adecuada para sentar la sarta en las cuñas, posteriormente se desconecta la flecha y el fluido que contiene en su interior es derramado al piso de perforación y luego al mar, luego se engrasa la rosca del tubo para sellar la unión (esta grasa también se vierte al mar) se conecta el nuevo tubo, la flecha y se continua con la perforación.

Se considera en la sonda de Campeche que aproximadamente el 60% del volumen de la grasa agregada se derrama y 20 litros de fluido por flecha, cada vez que se conectan tubos de perforación.

CAMBIO DE TIPO DE FLUIDO DE PERFORACION.

La perforación de un pozo petrolero se lleva a cabo por etapas, ya que resulta imposible perforarlo en una sola debido a los cambios litológicos de las formaciones que se atraviesan, la estabilidad del agujero, zonas de presiones anormales, etc. Por estas mismas razones es necesario el

cambio del tipo de fluido de perforación para cada etapa, y que cumpla con los requisitos para una perforación segura.

Para este trabajo muchas veces se prepara el lodo en la misma plataforma y otras es traído en buque tanques ya sea por falta de capacidad en las presas o el tipo de fluido a utilizar; pero tanto parte de los fluidos en las presas como en el buque tanque son arrojados al mar accidentalmente.

Los volúmenes vertidos al mar varían según las condiciones de drenado de las presas, sistema de bombeo de lodos del barco lodero, capacidad de las presas, entre otros. Estos volúmenes deben de tomarse en cuenta sobre todo si el fluido es base aceite por ser altamente contaminante.

ACONDICIONAMIENTO Y TRATAMIENTO DE FLUIDOS.

El fluido de perforación se degrada y pierde sus propiedades a través del tiempo de uso, (esto es válido también para la etapa de terminación y reparación de pozos) debido a que se le incorporan materiales y fluidos ajenos a su formulación inicial por lo que es necesario acondicionarlo.

Esta operación consiste en el agregado de fluidos, materiales y aditivos para que recupere el fluido de perforación sus propiedades deseables y pueda cumplir con sus funciones de manera apropiada.

Para llevar a cabo el acondicionamiento de los fluidos, y debido a que las presas de almacenamiento se encuentran llenas de lodo contaminado, es necesario deshacerse de un volumen igual al que se generará con la adición de materiales y aditivos para su tratamiento. Por lo que parte del fluido contaminado así como materiales y aditivos químicos durante su manejo son arrojados al mar.

Los volúmenes vertidos al mar dependen del volumen contaminado. El cual a su vez esta en función del tipo y frecuencia del contaminante, siendo mayor cuando el agente contaminante es cemento y gases como CO_2 y H_2S , los cuales son capaces de romper el sistema y separar las fases propiciando asentamiento de sólidos indeseables.

INTRODUCCION Y CEMENTACION DE TUBERIAS DE REVESTIMIENTO.

La tubería de revestimiento³ (T.R.) es una parte esencial de la perforación y terminación de un pozo petrolero. Consiste de tramos de tubería de acero ya sea roscados o soldados uno a otro para formar un tubo continuo hasta la profundidad deseada. Las hay desde la conductora, superficial, hasta la productora, cada una cumpliendo con una función específica.

En términos generales dichas tuberías sirven para proporcionar un ancla para el equipo de preventores, proteger las arenas de agua dulce, aislar zonas no deseables y mantener el control de la estabilidad del pozo.

El ademado de un pozo consiste en la introducción de la tubería de revestimiento a una profundidad previamente establecida, posteriormente se inyecta una lechada de cemento para su adherencia con la formación, logrando de esta forma aislar el agujero.

Se debe tener especial cuidado en estas operaciones y realizar los cálculos de volumen de forma adecuada para evitar arrojar el cemento excedente al mar. Además procurar que la cementación sea efectiva para evitar recementaciones o cementaciones forzadas que pudieran traer consigo posibles nuevos vertimientos a las aguas marinas.

También, para continuar con la perforación de la siguiente etapa, es necesario moler el cemento que haya

quedado en el fondo del pozo así como los accesorios de la tubería de revestimiento. La mezcla resultante lodo-cemento-accesorios es arrojada al mar por estar completamente contaminada.

Los volúmenes arrojados al mar depende de la cantidad de lechada de cemento remanente en el interior de la tubería de revestimiento así como del diámetro del agujero.

LIMPIEZA DEL PISO DE PERFORACION.

El piso de perforación así como el equipo se limpian frecuentemente con la finalidad de mantenerlos libres de residuos de lodo, grasas, lubricantes, etc. y para proporcionar un área de trabajo segura para el personal.

Para los trabajos de limpieza generalmente se usa chorros de agua o diesel (dependiendo del tipo de fluido de perforación con que se este trabajando) para remover los desechos, los cuales son arrojados al mar produciendo posibles contaminaciones.

PRUEBAS DE TUBERIAS DE REVESTIMIENTO, CABEZALES Y PREVENTORES.

Después de haber cementado la tubería de revestimiento, se realizan pruebas para verificar la efectividad lograda de la cementación, así como de las conexiones y ensambles del sistema de cabezales y preventores.

Durante estos trabajos, se observan en ocasiones fugas de fluidos en las uniones del sistema de control superficial, en la cual dichos fluidos son vertidos al mar. Los volúmenes arrojados por fugas al realizar las pruebas

están en función de la eficiencia del equipo y de las condiciones de operación.

MANTENIMIENTO A MAQUINAS.

Aún cuando los residuos de aceites, combustibles y grasas que se derraman al mar son relativamente pocos al darles mantenimiento a las máquinas, malacates, bombas y otros equipos auxiliares propios en una plataforma, estos materiales son contaminantes, los cuales dañan la flora y fauna marina.

FUGAS EN CONEXIONES SUPERFICIALES.

Durante las operaciones de perforación (aplicable a las operaciones de terminación y reparación) se observan fugas de fluidos principalmente en las conexiones superficiales a causa del desgaste prematuro, mala calidad de los accesorios (empaques) o falta de mantenimiento adecuado y oportuno de bombas de lodo, mangueras, tuberías, estranguladores, etc.. El volumen generado no es posible cuantificarlo.

TAPONES DE CEMENTO.

Esta actividad se efectua por varias razones: accidente mecánico, pescado, pérdidas de circulación, entre otras.

De cualquier forma, para continuar con las operaciones se muele el tapón ya sea para desviar el pozo o rebajarlo para continuar perforando, el lodo sale contaminado y es vertido al mar. El volumen total depende de la longitud del tapón y del diámetro del agujero.

TOMA DE REGISTROS.

Para llevar a cabo esta operación es necesario que el fluido de perforación se encuentre en óptimas condiciones para que la sonda con que se va a registrar opere en forma adecuada, por lo que es necesario en muchas ocasiones darle tratamiento al fluido.

1.2. TERMINACION Y REPARACION.

Toda vez que se ha concluido la perforación de un pozo se procede a terminarlo, entendiéndose por terminación⁵ de un pozo petrolero las actividades encaminadas a explotar los yacimientos, a través de las tuberías de revestimiento de explotación, contando con la introducción, anclaje y empacamiento del aparejo de producción para dejarlo produciendo, para lo cual se emplean diferentes técnicas las cuales estarán en función de las características y tipo del yacimiento.

La terminación consiste de una serie de actividades tales como: asegurar el control del pozo, verificar las condiciones de las tuberías de revestimiento y su corrección en caso de falla, introducción del aparejo de producción, instalar y probar el sistema superficial de control, disparar los intervalos a probar para comunicar el yacimiento con el pozo y efectuar pruebas de producción incluyendo estimulaciones e inducciones.

Posteriormente, durante su vida productiva, se requieren operaciones de reacondicionamiento para lograr un aprovechamiento racional de la energía de los yacimientos, así como para solucionar problemas mecánicos que impidan la producción. A este tipo de intervenciones se les denomina REPARACIONES, las cuales son mayores o menores dependiendo de sus objetivos.

Dentro de las operaciones de estas etapas en las cuales se generan contaminantes y posibles vertimientos al mar están: la inducción y estimulación.

INDUCCION.

La inducción de un pozo consiste básicamente en aligerar la columna hidrostática para hacer que el pozo fluya por energía propia o sea, que éste arroje los hidrocarburos a la superficie. En algunas ocasiones se emplea nitrógeno o bióxido de carbono para llevar a cabo esta operación.

Durante la inducción se abre la línea al quemador para llevar a cabo la combustión de los fluidos de control e inducción y toda sustancia flamable proveniente del pozo antes de hacerlo producir. Sin embargo, no es posible quemar los residuos sólidos, gases y otros materiales que acompañan a la mezcla de fluidos, los cuales van a dar al mar ocasionando daños al entorno marino.

Los volúmenes arrojados como desechos varían según la magnitud del daño a la formación productora, cantidad del fluido inductor inyectado al pozo, características y tipo de yacimiento (presión, porosidad, permeabilidad, yacimiento de gas, mezclas de gas y condensado, y condensado), estado mecánico del pozo, tipo de terminación, tipo y eficiencia del quemador, entre otros.

ESTIMULACION.

Si la inducción no resulta positiva se estimula el pozo, lo cual consiste en el bombeo de un bache de ácido clorhídrico para modificar las características del yacimiento y hacer que el pozo fluya.

En esta operación se abre el pozo al quemador arrojando la mezcla (ácido, agua y sedimentos) a la

superficie y todo el material que no es flamable va a dar al mar, con los consecuentes daños a la flora y fauna marina.

Los volúmenes vertidos dependen de la cantidad de ácido empleado, el tipo y eficiencia del quemador, características y tipo de yacimiento, entre otros.

1.3. TAPONAMIENTO Y ABANDONO.

El taponamiento y abandono de un pozo obedece a diferentes razones: un accidente mecánico, por improductivo, por existir otro pozo prioritario, entre otras. Esta operación puede ser definitiva o temporal, y consiste en la colocación de varios tapones, por lo general de cemento, a diferentes profundidades ya establecidas. En estas operaciones suelen haber fugas en las conexiones o fallas en los equipos de bombeo o excedentes de material que van a dar al mar.

El volumen de tapones desechados depende de la precisión de la operación, estado de las conexiones y del equipo de bombeo entre otras.

1.4. ALMACENAMIENTO.

El paquete de almacenamiento cuenta con equipo y espacio suficiente para almacenar materiales a granel y en sacos.

Durante el almacenamiento de estos productos se derrama material o se rompen algunos sacos, material que va a parar al mar. El volumen depende del manejo adecuado de los materiales, y del uso adecuado del sistema de vaciado y llenado.

1.5. CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES.

Para continuar con la operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos es necesaria la carga y descarga de todos los materiales y equipos necesarios para su uso oportuno en las operaciones; algunas veces con derrames de contaminantes al mar.

Por ejemplo, para el traslado y manejo de aditivos, lodos, cemento y ácidos para cualquier operación en un pozo, se realizan maniobras en la plataforma para cargarlos y descargarlos frecuentemente observando derrames de estos materiales al mar ya sea por mal uso del sistema de vaciado y llenado o por falla del equipo de descarga, y los volúmenes vertidos varían según la eficiencia de las instalaciones y el manejo adecuado de los materiales.

1.6. COMEDOR Y SERVICIOS DOMESTICOS.

El paquete habitacional tiene una capacidad de alojamiento de 70 personas aproximadamente : el personal fijo que labora en una plataforma marina de perforación es de alrededor 50 personas y dependiendo de la operación que se este realizando (cementación, registros, etc.) este número aumenta, incrementando a su vez los desechos generados.

Dentro de los servicios con que se cuenta están: helipuerto, sala de juegos, lavandería, dormitorios y comedor.

Debido a las operaciones que se llevan a cabo en el área habitacional se generan desechos como la basura (residuos alimenticios, cartón, papel, vidrio, plástico, madera y lámina) cuya principal fuente aportadora es el consumo de alimentos. Se tiene cuatro horarios para tomar alimentos debido a las diferentes jornadas de trabajo que existen en la plataforma.

Otros contaminantes son las aguas residuales compuestas de "aguas negras" que son las que provienen de los muebles sanitarios (conteniendo heces fecales, orina, papel y agua de drenaje) y "aguas grises" que están compuestas de otros líquidos y desechos semisólidos que van al sistema de drenaje tales como aguas residuales de fregaderos, cocina en general, lavandería, regaderas, consultorio médico, y otras por el estilo.

La cantidad de estos desechos generados depende entre otras cosas del número de trabajadores y del tipo de instalaciones en la plataforma.

En el apéndice A se presenta la reglamentación que en aspectos ambientales deben seguir las operaciones de perforación, reparación y terminación de pozos petroleros, así como los lineamientos que deben seguirse para llevar a cabo los vertimientos al mar.

CAPITULO 2.

CLASIFICACION DE LOS CONTAMINANTES GENERADOS.

Cualquier industria sea cual fuese su giro de trabajo genera contaminantes, cuyo volumen y grado de daño depende del tamaño y tipo de industria.

En términos generales se clasifican a los contaminantes generados en cualquier industria en tres⁶:

- a) Desperdicios de procesos de fabricación.
- b) Aguas usadas como agentes enfriantes en procesos industriales.
- c) Desperdicios de usos sanitarios.

Existen además otras formas de clasificar los desechos: Por su fuente de emisión, por su estado físico, por su grado de toxicidad, entre otras.

Particularmente, en la industria petrolera y más específicamente en una plataforma fija de perforación, se clasifican de acuerdo a su estado físico en sólidos, líquidos y gaseosos⁷.

2.1. SOLIDOS.

Los desechos sólidos que se generan en las plataformas producto de sus operaciones son recortes de perforación, material químico, basura y chatarra.

Los **recortes de perforación** son los detritos originados por la rotación de la barrena sobre las formaciones que se van atravesando durante la perforación de un pozo. Estos recortes son desalojados del agujero mediante la circulación de los lodos de perforación para ser vertidos finalmente al mar.

Los **materiales químicos** son los empleados para la formulación y acondicionamiento de los fluidos de perforación, reparación y terminación de pozos, los cuales son vertidos accidentalmente al mar durante su carga, almacenamiento y manejo.

La **basura** es material de desperdicio que resulta de las diversas actividades que se desarrollan en las plataformas, en donde el consumo de alimentos es la principal fuente aportadora de este tipo de desechos. Dentro de los desechos sólidos considerados como basura se encuentran los residuos alimenticios y materiales diversos de cartón, papel, plástico, vidrio, madera y lámina.

La **chatarra** son residuos sólidos, metálicos y no metálicos que se generan como resultado del mantenimiento preventivo y correctivo que se realiza a los equipos, así como durante las operaciones normales.

Dentro de este grupo de desechos sólidos se encuentran tuberías, pedacería de placas, válvulas, codos, reducciones, varillas, tornillería, tambores y otros tipos de materiales.

2.2. LIQUIDOS.

Los desechos líquidos que se generan en las plataformas son aguas residuales, lodos de perforación, aceites lubricantes gastados, ácidos e hidrocarburos.

Las **aguas residuales** son las aguas de uso sanitario generadas por el personal y las aguas utilizadas para servicios generales.

Los lodos o **fluidos de perforación** se utilizan durante la perforación de pozos y cumplen básicamente las funciones de sacar a la superficie los recortes de perforación y de mantener en equilibrio la columna hidrostática del pozo. Existen dos grandes grupos de lodos, los de base agua y los de base aceite, que se diferencian principalmente por la relación de agua que contienen.

Los lodos base agua⁷ se utilizan en las primeras etapas de perforación y son sustituidos a mayores profundidades, debido principalmente a su inestabilidad a altas temperaturas y por que son susceptibles de contaminarse por la formación.

Los lodos de perforación base aceite, están formados por una relación aceite-agua, donde el aceite esta en una proporción mayor del 50% además de otros aditivos emulsificantes, cuya composición depende del producto comercial. Estos lodos por sus características, presentan mayores ventajas en la perforación que los base agua, debido principalmente a que soportan mayores presiones y temperaturas, son estables ante contaminantes de formación y permiten mayor enfriamiento y lubricación de la sarta de perforación. Sin embargo, su utilización es restringida a ciertas etapas de perforación debido a su alto costo.

Los **aceites lubricantes gastados** provienen de trabajos de mantenimiento preventivo de equipos, principalmente de cambios de aceite de motogeneradores, turbogeneradores, bombas de transferencia y equipos auxiliares.

Los **hidrocarburos** se generan en desfuegos, purgas de bombas, mantenimiento de equipos, así como durante

el mantenimiento y reparación de ductos, inducción de pozos, etc.

Los ácidos provienen de trabajos efectuados en las etapas de terminación y reparación de pozos, como estimulación, inducción, entre otros.

Agua mezclada con diesel provienen de los trabajos de limpieza al piso de perforación y equipos auxiliares.

2.3. GASEOSOS.

Las emisiones gaseosas provienen principalmente de la combustión de excedentes de gas natural, condensados y arrastre de hidrocarburos, que producen a la atmósfera emisiones de SO_2 y de compuestos de nitrógeno.

Dióxido de azufre (SO_2). por ser un contaminante procedente en una gran proporción de los procesos actuales de combustión, se le ha considerado como indicador del estado general de contaminación en un área que se pretende controlar.

Este contaminante es un gas incoloro que produce en elevadas proporciones, un efecto irritante en la vista y que combinado con el vapor de agua o una atmósfera saturada, da lugar a la formación de H_2SO_4 . Con las correspondientes consecuencias sobre personas, tierras y bienes de uso.

Monóxido de carbono (CO). Es un gas incoloro e inodoro, muy tóxico para las personas, por sus efectos directos sobre los sistemas circulatorio y respiratorio, pues la inhalación fijación de CO en la sangre reduce su capacidad normal de transportar el oxígeno necesario, con los trastornos conocidos de pesadez, disminución de reflejos, dolor de cabeza, relajamiento muscular, etc..

hasta el extremo de llevar a la persona a la muerte si la fijación de CO es continua.

Dióxido de Carbono (CO₂). Como contaminante es producido por la combustión de derivados del petróleo, existe en la atmósfera como constituyente del aire. No es un gas tóxico, como en el caso del CO, y no produce efectos acumulativos en el organismo. En la actualidad se le considera como un contaminante porque su acumulación produce el llamado efecto invernadero.

Oxidos de nitrógeno (NOx). Los dos más característicos son el NO y el NO₂, generalmente se mide su suma para la obtención de los óxidos totales NOx. Los dos óxidos provienen de procesos de combustión en donde se alcanzan temperaturas muy elevadas, formandose éstos por combinación del nitrógeno y el oxígeno del aire.

El gran peligro que presentan los óxidos de nitrógeno está vinculado con la acción de la luz solar que incide sobre la atmósfera, dando lugar a procesos fotoquímicos, con la producción de contaminantes secundarios de mayor toxicidad, como el ozono y el nitrato de peróxibenzoylo (PBzN), éste último se considera un agente cancerígeno.

Estos compuestos de nitrógeno al descargarse en una atmósfera saturada de vapor de agua puede dar lugar a la formación de ácido nítrico, muy perjudicial para el suelo y el agua donde se haya descargado.

En la tabla 2.1. se resumen los contaminantes generados, su clasificación y la operación o actividad durante la cual se lleva a cabo su generación.

En el apéndice B se presentan las pruebas físico-químicas y biológicas que se deben de efectuar para la determinación del grado de toxicidad de los contaminantes.

TABLA 2.1. CONTAMINANTES GENERADOS, CLASIFICACION Y ORIGEN

CONTAMINANTE	CLASIFICACION	OPERACION/ACTIVIDAD
RECORTES	S	PERFORANDO
FLUIDO DE PERFORACION	L	VIAJES CONEXIONES CAMBIO DE TIPO DE FLUIDO DE PERF'N ACONDICIONAMIENTO Y TRATAMIENTO DE FLUIDOS TOMA DE REGISTROS PRUEBAS DE T.R.'s. CABEZALES Y PREVENTORES
GRASA	S	CONEXIONES
MATERIALES Y ADITIVOS QUIMICOS	S	ACONDICIONAMIENTO Y TRATAMIENTO DE FLUIDOS ALMACENAMIENTO
LODO/CEMENTO/ACCESORIOS	L/S	INTRODUCCION Y CEMENTACION DE T.R.'s.
DIESEL/LUBRICANTES Y GRASAS	L	LIMPIEZA DEL PISO DE PERFORACION.
FLUIDO	L	FUGA DE CONEXIONES SUPERFICIALES
ACEITE COMBUSTIBLE Y GRASA	L/S	MANTENIMIENTO A MAQUINAS
LODO/CEMENTO	L/S	TAPONES DE CEMENTO
HIDROCARBUROS/NITROGENO	L	INDUCCION
HIDROCARBUROS/ACIDO	L	ESTIMULACION
LECHADA DE CEMENTO	L	TAPONAMIENTO Y ABANDONO
ACIDOS/ADITIVOS/LODOS	L	CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES
BASURA(carton,plastico,papel,vidrio, etc.)	S	CONSUMO DE ALIMENTOS
CHATARRA	S	MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE EQUIPOS Y OPERACION NORMAL
AGUAS RESIDUALES	L	SERVICIOS SANITARIOS DEL PERSONAL SERVICIOS GENERALES
ACEITES LUBRICANTES GASTADOS	L	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS
SO ₂ ,CO ₂ ,COMPONENTES DE NITROGENO	G	LIMPIEZA DE POZO QUEMA EXEDENTE DE GAS NATURAL

S = SOLIDO L = LIQUIDO G = GASEOSO

CAPITULO 3

TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO Y MANEJO DE LOS CONTAMINANTES EN PLATAFORMA.

Una vez identificados los contaminantes, así como las operaciones en las que se generan, es necesario el planteamiento de las alternativas de solución.

Actualmente, algunos desechos contaminantes generados son vertidos al mar, otros son recolectados, transportados, confinados en lugares especiales e incinerados, aunque estas acciones requieren cumplir con ciertos requisitos y reglamentaciones para llevarse a cabo.

Las técnicas propuestas para tratar y manejar cada uno de los diferentes tipos de contaminantes (sólidos, líquidos y gaseosos) son:

3.1. CONTAMINANTES SOLIDOS.

3.1.1. ENCAPSULACION DE HIDROCARBUROS⁸. Proceso del tratamiento a recortes de perforación impregnados con lodos base aceite. (Figura 3.1.1.)

El proceso involucra tres etapas principales:

- ETAPA 1. Preparación.
- ETAPA 2. Separación.
- ETAPA 3. Encapsulado.

ETAPA 1. PREPARACION. La carga inicial, constituida principalmente por recortes de perforación (sólidos) y de lodo de perforación y agua (fluidos), se

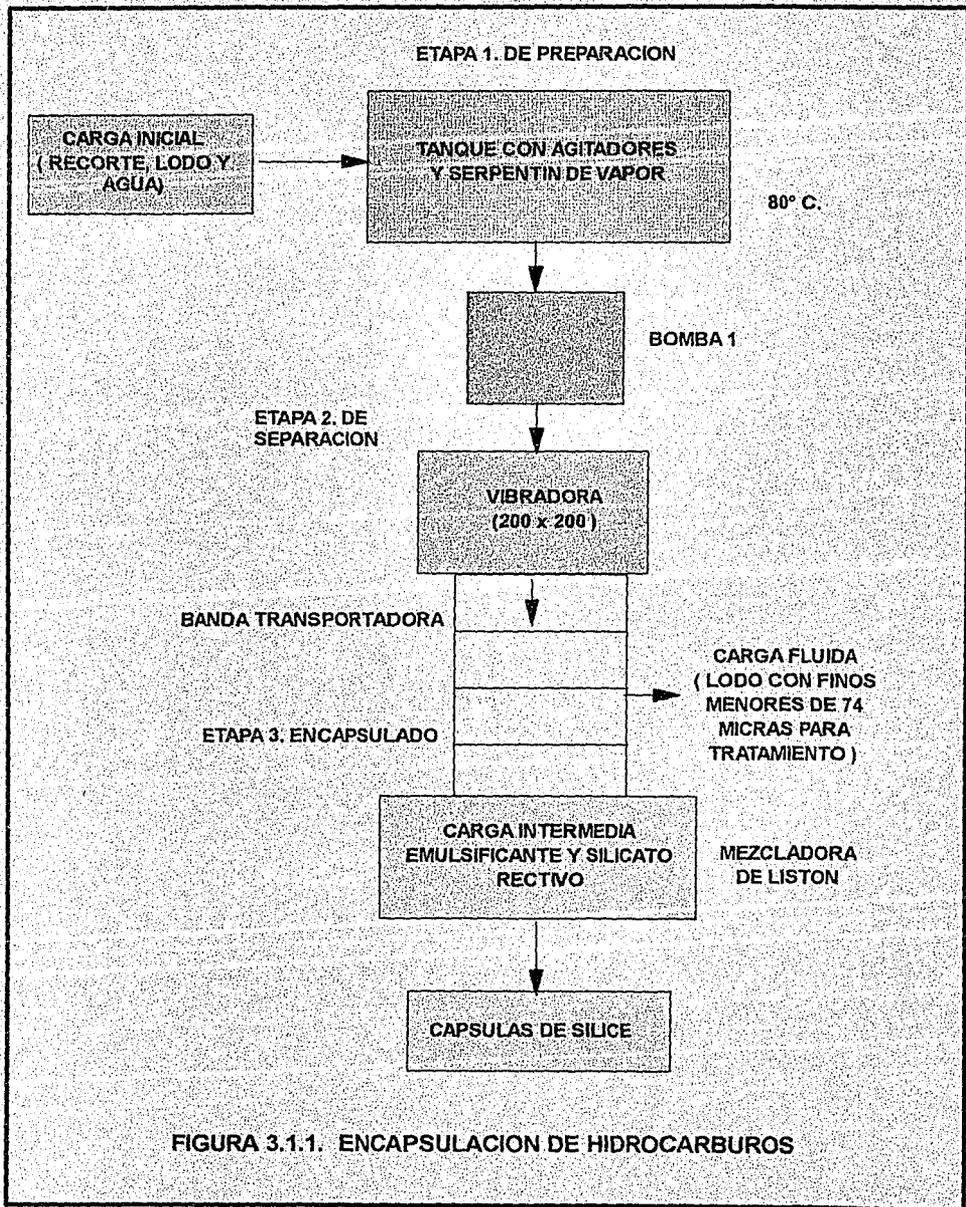


FIGURA 3.1.1. ENCAPSULACION DE HIDROCARBUROS

deposita en un tanque con agitadores y serpentín de vapor. Aquí la carga inicial se somete a una temperatura aproximada de 80 °C para hacer la fase fluida menos viscosa y lograr una mayor y más fácil separación de las fases líquidas y sólidas.

ETAPA 2. SEPARACION. La carga obtenida de la etapa 1, se hace pasar por una criba vibradora (mallas 200 x 200) para volver a separar sólidos de líquidos.

En esta etapa se obtienen dos productos:

1.- La carga fluida compuesta por lodo base aceite, sólidos menores a 74 micras y agua.

2.- La carga intermedia compuesta por los recortes de perforación impregnados con lodo base aceite.

El primer producto, denominado la "carga fluida", se envía a una planta de lodos para su limpieza y reutilización, debido a que este lodo contiene parte de sus elementos para volver a ser funcional.

El segundo producto, la "carga intermedia", se envía a una mezcladora de listón para continuar con la etapa tres.

ETAPA 3. ENCAPSULADO. Esta es la etapa más importante del proceso del tratamiento.

Una vez que la "carga intermedia" se encuentra en la mezcladora de listón, se rocía con un emulsificante específico, de marca registrada, con la finalidad de absorber y emulsificar los hidrocarburos en gotas microscópicas. Cada microgota de aceite es rodeada por la

solución emulsificante. El tamaño típico de la partícula es menor de dos micras.

El emulsificante no debe contener solventes o cualquier otro material ambientalmente peligroso.

Una vez que se logra la emulsificación (no se observa reacción entre el emulsificante e hidrocarburos), se rocía la carga con un reactivo a base de silicato. Produciéndose instantáneamente una reacción química con el emulsificante, formando sílice puro, (amorfo, estable e insoluble) presentándose como una cápsula de sílice sólida, con un interior de forma hexagonal, tipo panal.

El hidrocarburo queda atrapado permanentemente dentro de la cápsula de sílice.

La estructura cerrada de la cápsula de sílice es responsable de la inmovilización del hidrocarburo. Esta cápsula tiene las siguientes características:

a) Sílice amorfo. Por su composición química es insoluble. Sus aplicaciones a la ingeniería han sido aceptadas por siglos en un vasto campo de diseños y condiciones. El sílice amorfo no es propenso a la fractura.

b) Estructura sólida. La cápsula de sílice es un material estructuralmente estable que le otorga su alto grado de durabilidad.

c) Tamaño de cápsula óptimo. El tamaño de la cápsula menor a dos micras tiene alta resistencia a la degradación mecánica (presión por unidad de área).

d) Impermeable. Las superficies lisas evitan que los elementos agresivos penetren al interior de la cápsula.

e) Interior de panal. La estructura interior de forma hexagonal tipo panal de la cápsula evita que el aceite escape al ambiente. Bajo mediciones de pruebas destructivas se ha demostrado su integridad estructural.

Equipo y material necesario: Tanque con agitadores y serpentín de vapor, bombas centrífugas, vibrador, mallas 200 x 200, mezcladora de listón, emulsificante y silicato reactivo.

Este procedimiento ofrece ventajas sobre otras técnicas de tratamiento de recortes impregnados con lodos base aceite:

1.- Se efectúa una reacción química, que produce una cápsula de sílice, inerte a la reacción orgánica, de composición natural e insoluble. La reacción de conformación es instantánea y genera la encapsulación por este sílice amorfo de partículas de hidrocarburos en un intervalo de tamaño de 2 a 10 micras.

2.- Los compuestos químicos empleados (emulsificante y silicato reactivo), no son tóxicos y son formulados en base agua. El tratamiento a los residuos peligrosos resulta en una microencapsulación permanente del material peligroso dentro de una cápsula de sílice que se estima a tener vida media de 80 000 años. Los procesos de intemperismo, los cambios de humedad y los movimientos físicos de la tierra no afectan la durabilidad de la cápsula sílica.

3.- El proceso de tratamiento cumple con los estándares estadounidenses BDAT (Best Demonstrated Available Technology), y los recortes de perforación o los suelos tratados pueden permanecer en el mismo sitio como tierras aptas para el cultivo (EPA 54 FR.41566).

4.- El proceso es versátil y puede llevarse a todos los ámbitos, así como también dar tratamiento a cualquier tipo de suelo sin importar su volumen y grado de contaminación con hidrocarburos.

5.- Este proceso proporciona beneficios excelentes, particularmente al utilizarse como solución a los desechos peligrosos contenidos en las presas de perforación, recortes de perforación impregnados con lodos base aceite, suelos y residuos (fondos) en tanques o presas de desperdicio.

Estudios diversos se realizan para la disposición final de estos materiales en forma útil, como son: relleno sanitario, elaboración de bloques para la construcción, tierra útil mezclada en diversas proporciones con tierra natural.

3.1.2. INYECCION DE RECORTES.

El proceso de inyección de recortes^{9,10,11} consiste en forma general, en la transformación de recortes y fluidos impregnados (lodos de perforación) en una lechada bombeable, la cual es inyectada en una zona previamente seleccionada de la formación por el espacio anular existente entre dos tuberías de revestimiento. (Figura 3.1.2.).

El principio básico de inyectar los recortes a la formación consiste de tres procesos:

- 1.- Selección del intervalo. Se debe elegir un intervalo adecuado de la formación. Es decir, mediante un análisis litológico determinar una zona porosa y permeable la cual admita fluidos y que existan capas sellantes tanto superior como inferior, para impedir el movimiento vertical del flujo, ésto es que, la permeabilidad en esta dirección sea muy baja o nula.

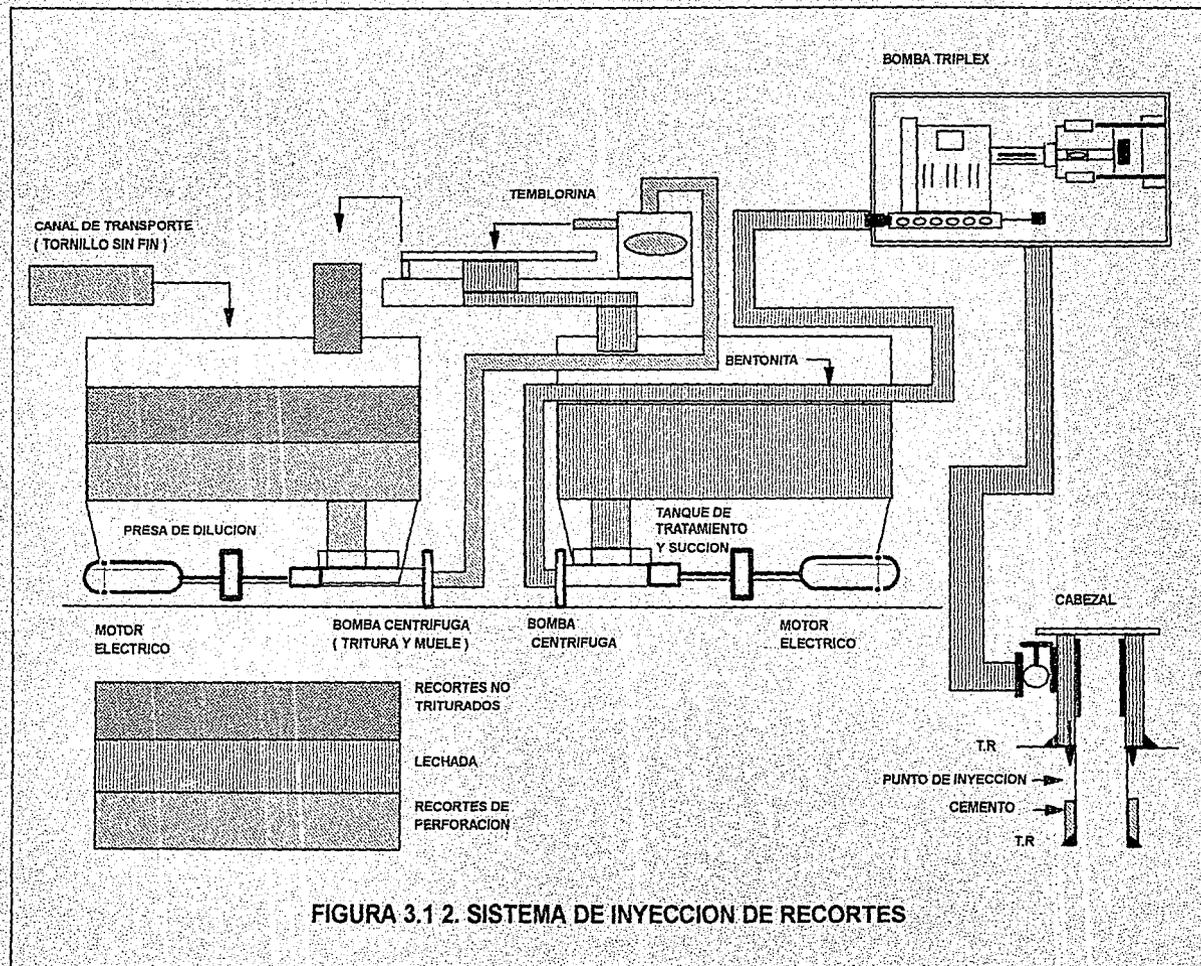


FIGURA 3.1 2. SISTEMA DE INYECCION DE RECORTES

2.- Diseño del pozo.

Los aspectos fundamentales de diseño para alcanzar el fin de inyectar los recortes son tres:

a) Determinación de los gradientes de presión de formación y fractura.

b) Diseño de la profundidad de asentamiento de las tuberías de revestimiento.

c) Diseño de la cementación.

La apropiada determinación de los gradientes de presión y fractura permiten determinar correctamente las profundidades de asentamiento de las tuberías de revestimiento. La correcta y eficiente cementación de las tuberías evitará posibles canalizaciones del fluido (lechada de recortes) a través de las paredes del pozo.

La inyección de la lechada se lleva a cabo en el espacio anular entre dos tuberías; para lo cual, en la T.R. más profunda la altura del cemento debe quedar bajo la zapata de la T.R. menos profunda a una distancia de 500 a 700 m.

Es necesario efectuar una prueba de admisión en la zona de inyección, para determinar la presión en la cual se deberá bombear la lechada de recortes.

3.- Transformación del recorte. Se requiere transformar los recortes impregnados de lodo en una lechada "bombeable" para ser inyectados a través del espacio anular entre las tuberías de revestimiento.

Para la transformación del recorte sólido en lechada de recorte, se requiere del siguiente equipo especial:

- a) Canal de transporte de recortes.
- b) Presa de dilución.
- c) Presa de tratamiento y succión.
- d) Bomba de diafragma de circulación.
- e) Bomba triplex de inyección.

PROCESO. El recorte separado por los vibradores del equipo de perforación cae por gravedad en un canal de transporte, el movimiento a través de éste puede ser mediante un alto desnivel, o si se requiere impulsar el recorte, se coloca dentro del canal un tornillo sinfín que empuje y mueva el contenido hacia la presa de dilución.

El recorte es recibido en la presa de dilución, ésta contiene un agitador que realiza la primera etapa de dilución del recorte, agregándole agua y agitándolo.

La mezcla del tanque de dilución es succionada por una bomba centrífuga de diafragma la cual internamente, con álabes de carburo de tungsteno tritura y muele el recorte formando la lechada, la descarga de esta se conecta al tanque o presa de tratamiento y succión.

En la descarga de la bomba de diafragma se coloca una temblorina para separar los recortes que no hayan sido triturados vertiéndolos al tanque de dilución para su recirculación.

Se instala un agitador en la presa de tratamiento para mantener la lechada en movimiento, aquí se le agrega según la necesidad, bentonita para darle consistencia, propiedades reológicas y tixotropía.

Con una bomba triplex se succiona la lechada del tanque de tratamiento y se introduce a través del cabezal de la T.R. al espacio anular para su inyección a la formación.

La presión de inyección dependerá de la presión de fractura de la formación receptora. El gasto de inyección debe ser bajo e introducirlo por etapas para no generar una abertura franca irreversible en la roca, que posteriormente cause problemas.

Entre las desventajas que pueden observarse se encuentra el represionamiento del intervalo de la formación donde se inyecta el fluido (lechada de recortes y lodo), a una densidad equivalente de presión mayor a la presión de formación, debido a que la inyección se lleva a cabo a una presión mayor a la de fracturamiento, por tanto técnicamente no es factible la perforación de un pozo gemelo o vecino. Por esta razón, no sería factible emplear este proceso para la perforación de pozos de desarrollo en plataformas marinas, donde es factible la realización hasta de doce pozos gemelos o vecinos. Este proceso sólo sería posible aplicarlo en el último pozo lo cual no se considera ni técnico ni económicamente aceptable.

Sin embargo, durante la exploración donde se perforan pozos únicos con el fin de detectar hidrocarburos o analizar las formaciones, que por lo general se encuentran en zonas aisladas o con poco tránsito y comunicación, este proceso es el más apropiado para el manejo de los recortes generados durante la perforación.

3.1.3. CERO DESCARGA.

Existen dos versiones de este procedimiento, el método antiguo el cual se ha utilizado desde hace más de quince años y el método nuevo que se ha empleado desde 1990 con gran éxito, especialmente en el bloque Cámeron al oeste del Golfo de México¹². La diferencia básica entre los dos

procedimientos es la disposición final de los desechos. El método antiguo los envía a tierra y el otro método hace una lechada con todos los desechos y los inyecta al espacio anular del pozo. (ver inyección de recortes).

El equipo necesario¹³ para las operaciones de cero descarga en ambos casos incluye:

- Gusanos montados abajo del equipo de control de sólidos, para conducir los recortes.

- Contenedores montados abajo de los preventores y de la subestructura.

- Un tanque de recolección, para recoger todos los desechos de todos los drenajes del piso de perforación incluyendo los agujeros auxiliares.

- Una descarga, normalmente cerrada, en el sistema de gusanos, para dejar caer los recortes dentro de los contenedores en caso necesario.

- Todos los drenes del equipo tapados, un sumidero adecuado para coleccionar todos los drenes fuera del equipo; los fluidos recolectados en el sumidero se regresan al tanque colector por medio de bombeo.

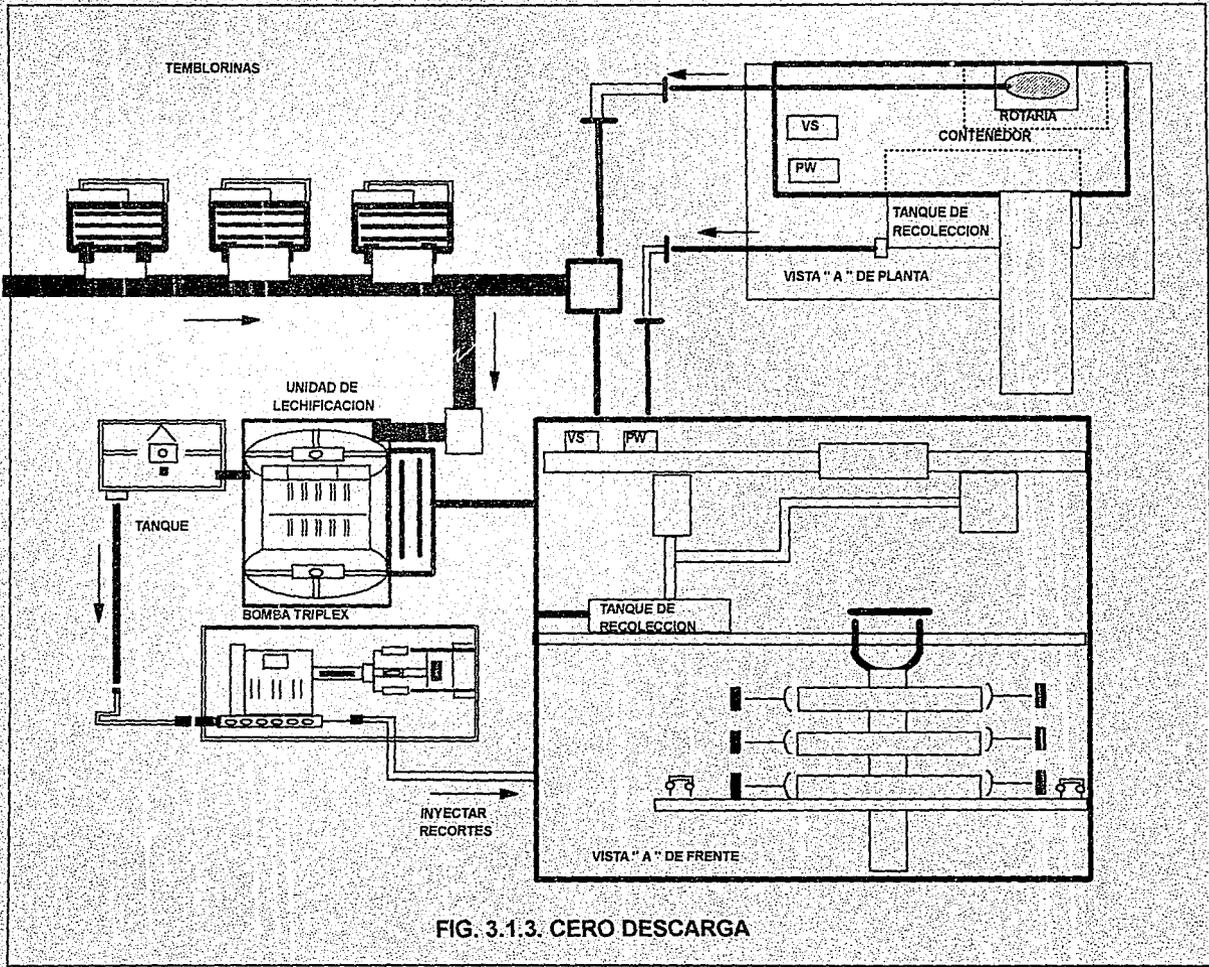
Además el método nuevo requiere:

- Unidad para lechificación de los recortes y líquidos generados en las operaciones de perforación.

- Bomba triplex para bombear la lechada a través del espacio anular del pozo. (Figura 3.1.3.).

Algunos de los beneficios del nuevo método respecto al método antiguo son:

1. No existen responsabilidades futuras de limpieza del área de depósito de los recortes.



2. No se transportan los desechos y el mal tiempo no interrumpe el proceso.

3. Es más económico.

4. se mantiene un lugar de trabajo seguro y propicio.

El método nuevo es aceptado por la Mineral Management Services (MMS) que concede permiso en los Estados Unidos de Norte América para utilizarse. Además, este método nuevo es aplicable para perforar en áreas de medios ambientes sensible, sin riesgo para la ecología.

3.1.4.LAVADO DE RECORTES.

Una tecnología para el lavado de recortes impregnados de aceite, consiste básicamente de tres etapas (Figura 3.1.4.):

1.- Lavado del recorte¹⁴.

Centralizar todos los sólidos generados durante la perforación (recortes y desechos de los equipos de control de sólidos del lodo) al inicio del sistema lavador. Para el lavado de los sólidos se requiere de un medio de transporte para canalizarlos al equipo de lavado. En el caso de los recortes estos se transportan por medio de la solución lavadora (95% agua y 5% detergente surfactante) con la finalidad de iniciar la limpieza antes de depositarlos en el tanque lavador, en el cual mediante movimiento rotacional (10-25 r.p.m. según sea la necesidad) separa de los recortes el aceite que llevan impregnados, el tiempo de contacto varía de 2 a 5 minutos dependiendo del porcentaje de aceite, recorte y producto lavador.

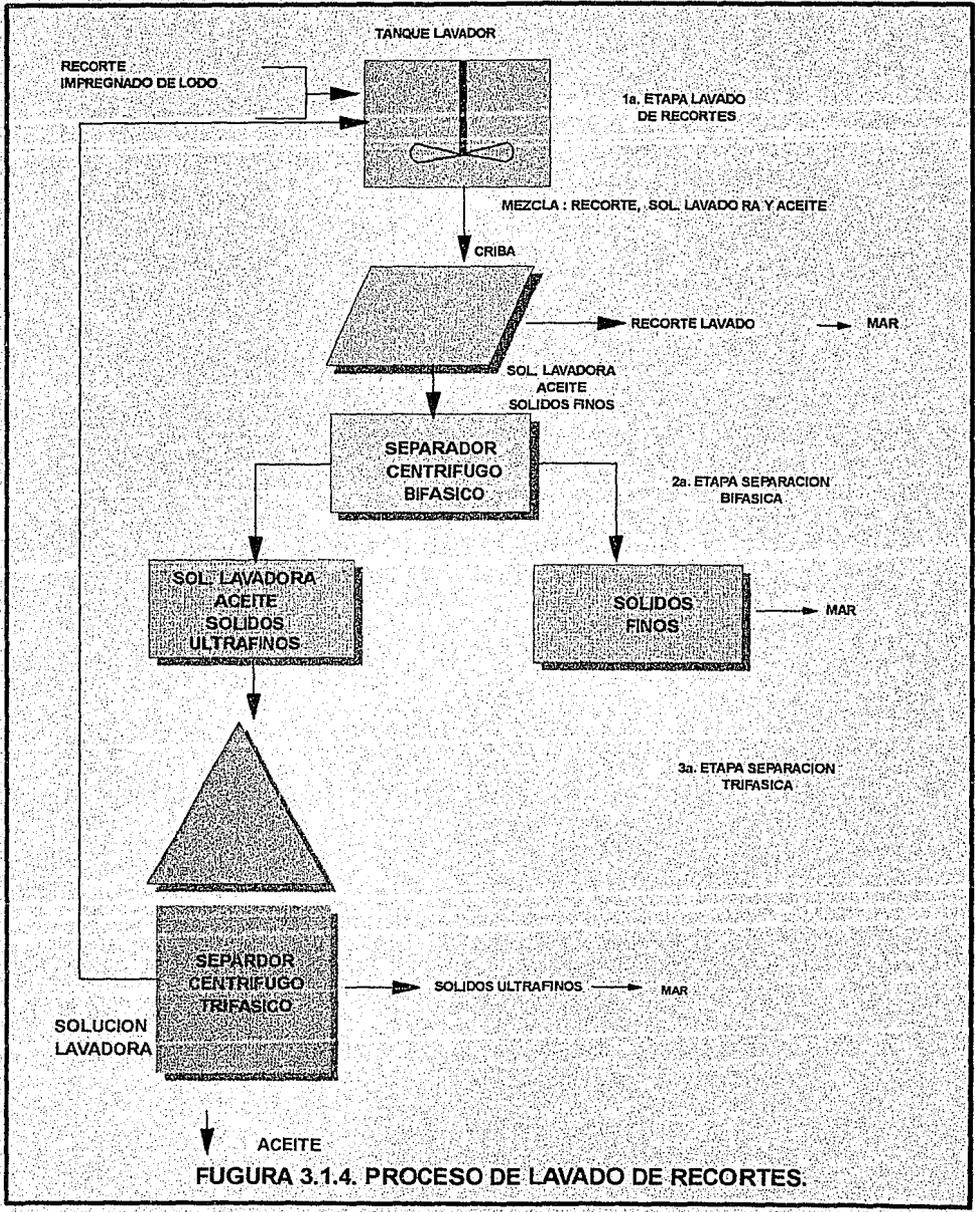


FIGURA 3.1.4. PROCESO DE LAVADO DE RECORTES.

Se coloca una criba en la descarga del tanque la cual separa los sólidos (recorte limpio) y permite por gravedad el paso del fluido, el contenido de este último es la solución lavadora con cierto grado de eficiencia, aceites separados del recorte y sólidos finos no detenidos por la criba menores a 117 micras.

Para que el proceso sea eficiente los recortes limpios no deben tener un contenido mayor al 5 % en peso de aceite (reglamentación de PEMEX por estudios hechos por el I.M.P. y la agencia de protección del ambiente (EPA) de Estados Unidos de América en 1994 estableció el 2%), además separar entre 85-90% de los sólidos totales, los cuales pueden vertirse al mar.

La solución lavadora es un surfactante no irritable a la piel y biodegradable. Para precaución el envase deberá especificar claramente las características de éste, su efecto al contacto de la piel, ojos, nariz, etc., así como las recomendaciones para su manejo.

2. SEPARACION LIQUIDO-SOLIDO. El fluido que proviene de la primera etapa consiste de: solución lavadora, aceites separados y sólidos finos; por lo que se requiere una separación bifásica (líquido-sólido) para eliminar la mayoría de los sólidos. Esto se logra haciendo circular la mezcla a través de un separador centrífugo de dos fases, eliminando los sólidos hasta de 5 micras. Los sólidos así separados se vierten al mar.

3. SEPARACION SOLIDO-AGUA-ACEITE. La fase líquida descargada en la etapa anterior contiene: solución lavadora, aceite y sólidos ultrafinos; esta se hace pasar por un separador trifásico de acción centrífuga eliminando los sólidos, separando aceite y agua.

El sólido se vierte al mar, el aceite puede reutilizarse (preparar lodos), o bien almacenar para su

traslado a disposición, y las aguas con solución lavadora con un grado de eficiencia, se puede dirigir nuevamente al inicio del proceso para continuar su acción hasta que ésta pierda su eficiencia.

Este proceso para realizarse en plataformas requiere de un área aproximada de 25 m² y el lugar factible para su instalación es el piso de producción.

El volumen de recortes a lavar no es limitante, debido a que con el equipo descrito anteriormente se pueden procesar hasta 6 toneladas por hora y el promedio estadístico de generación de recortes es de 2 toneladas por hora.

A diferencia del proceso de inyección, con este proceso no se altera ni influye en las condiciones de la formación y puede ser empleado en la plataforma en todos los pozos que ésta perfora.

3.1.5. TRANSPORTE DE RECORTE IMPREGNADO DE FLUIDO A TIERRA. (lavado de recortes en tierra).

Otra alternativa para el manejo y control de recortes generados durante la perforación impregnados de lodo base aceite en plataformas marinas, es el recolectarlos en contenedores y enviarlos a una planta de tratamiento en tierra, esto permitirá realizar un proceso de limpieza del recorte en un lugar adecuado, sin problemas relativos de espacio, tiempo y manejo. Evitando así el vertimiento de desechos altamente tóxicos al mar. Para realizar esto se debe tener una buena coordinación de logística.

El lavado de recortes en tierra presenta varias ventajas; algunas de las ventajas principales son:

a) No se desechará el recorte al mar por tanto no habrá contaminación.

b) No se tendrá límite en espacio, ni problemas de manejo, transporte del equipo e instalación dificultosa.

c) Podrá emplearse para todos los pozos, no es limitante para uno solo.

d) Se disminuyen los tiempos de espera.

e) El costo de movilizar los recortes de las plataformas es mucho menor al de instalar un equipo en cada una de ellas.

Para la disposición final de los recortes limpios se debe de disponer de un lugar exclusivo para el vertimiento de estos, los cuales son cuencas y desniveles con el fin de rellenarlos, cubriendo la cuenca con una película de polietileno para evitar posibles filtraciones y una vez nivelado el terreno cubrir los recortes con una capa de cemento o asfalto para que quede totalmente aislado, posteriormente esta área podría utilizarse para estacionamiento, canchas deportivas, etc..

Las aguas aceitosas son enviadas a plantas de tratamiento.

3.1.6. BASURA.

Actualmente no se clasifica la basura procedente de las plataformas marinas, aunque se han hecho esfuerzos por controlarla, lo cual origina serios problemas en su disposición final. Por tal motivo, es conveniente implementar un procedimiento de selección, manejo y disposición final de la basura.

El procedimiento más adecuado es; clasificarlos por su naturaleza en dos tipos: biodegradables y no biodegradables.

a) BIODEGRADABLES. Los productos biodegradables como los desechos alimenticios, no deben ser mezclados con otros tipos de desechos como el papel, latas, botellas, etc. por lo que es necesario la instalación de dos recipientes para que se clasifiquen correctamente en la cocina. Los residuos alimenticios deberán ser triturados y posteriormente arrojados al mar para que se integren a la cadena alimenticia de la fauna marina. En el caso de no contar con triturador se recomienda picar los desechos alimenticios lo más pequeño posible, antes de ser lanzados al mar.

b) NO BIODEGRADABLES. Los productos no biodegradables a su vez se clasifican en:

1. Combustibles
2. No combustibles.

1. Los desechos combustibles deben ser seleccionados de tal manera que no estén mezclados con otros tipos de residuos para su quemado en hornos incineradores; en caso de no contar con este equipo, se llevará a cabo en una canastilla. Las cenizas que se generen se recolectan en recipientes y se envían a tierra.

2. Los residuos no combustibles se deben seleccionar desde el momento mismo que se generan, en toda la instalación; se deben identificar claramente los recipientes donde se va a depositar:

a) Material de desecho de vidrio, el cual debe recolectarse y enviarse a tierra para ser reciclado.

b) Material de desecho metálico, estos deben ser compactados; en caso de no contar con compactadores, deben colocarse en recipientes adecuados y transportarlos periódicamente a tierra.

La figura 3.1.6. muestra un diagrama de flujo del manejo de la basura.

3.1.7. CHATARRA.

La chatarra la constituyen todos los desechos metálicos y no metálicos, los cuales deben ser transportados a tierra en donde se realiza una selección de la misma. Estos envíos a tierra deben ser periódicos para evitar su acumulación en la plataforma, y proporcionar al trabajador un ambiente de trabajo más limpio y seguro.

3.2. CONTAMINANTES LIQUIDOS.

Los contaminantes líquidos son: aguas residuales, fluidos de perforación, aceites lubricantes gastados e hidrocarburos; entre los procesos para su tratamiento podemos mencionar:

3.2.1. TRATAMIENTO BIOLÓGICO.

Las aguas residuales¹⁵ están típicamente compuestas de "aguas negras" y "aguas grises". La cantidad per cápita varía mucho, con base a la operación geográfica de la plataforma, el origen, número de la tripulación y el tipo de colectores instalados. Los estándares de los Estados Unidos de Norte América para aguas negras que utilizan agua salada para drenar los retretes y sistemas de gravedad es de 110 litros por persona por día; el total para agua gris es de 170 litros por persona por día. Sin embargo, los estándares más bajos en Europa incluyen sólo 5 litros por día para aguas negras (sistemas de colectores de vacío para agua fresca) y aproximadamente 125 litros por día para aguas grises.

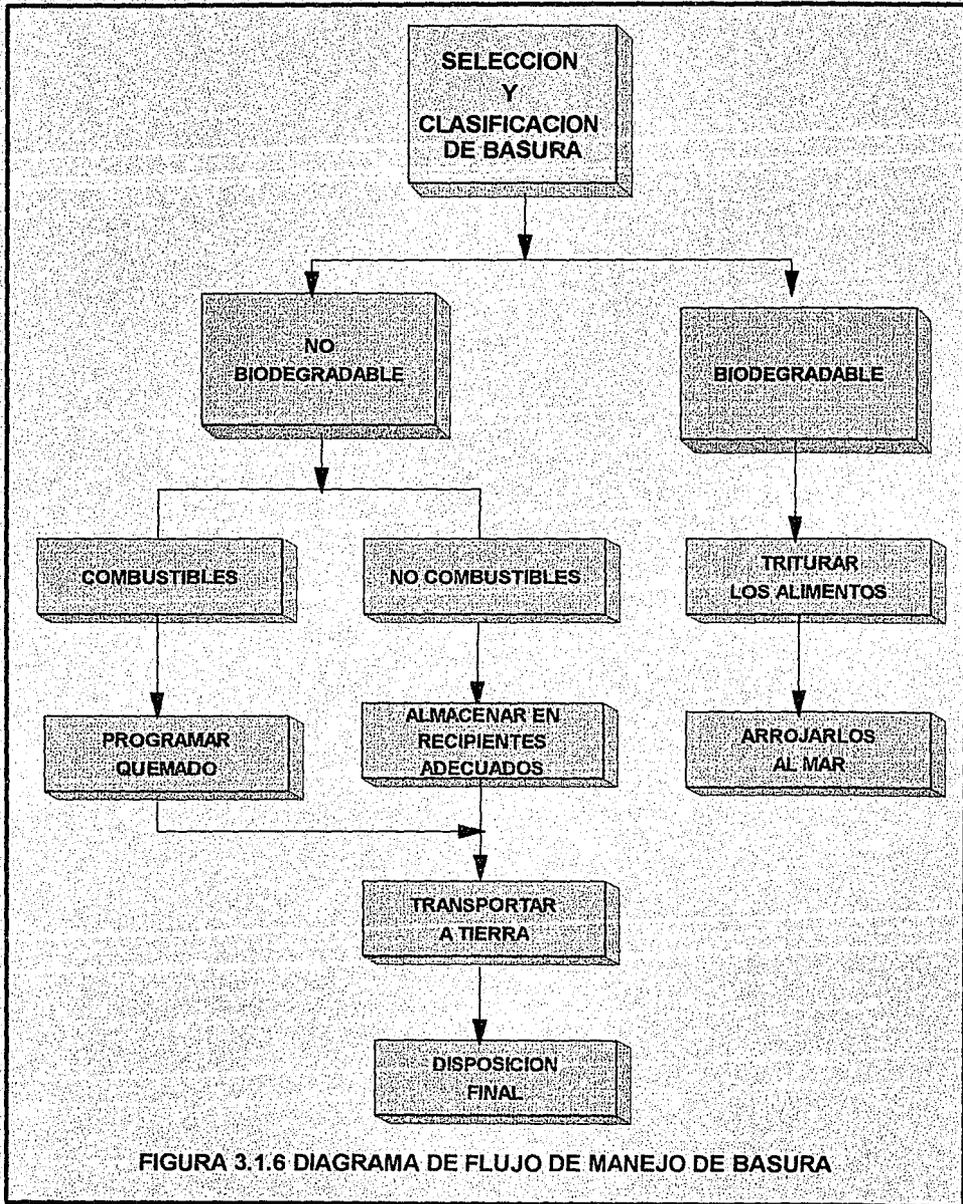


FIGURA 3.1.6 DIAGRAMA DE FLUJO DE MANEJO DE BASURA

La demanda biológica de oxígeno (DBO_5) es la cantidad de oxígeno disuelto utilizado por una mezcla de lodo precipitado y cuando es incubado a 20 °C por cinco (5) días en total obscuridad. El resultado se expresa en mg/lt. La prueba da una medida del material orgánico presente e indica la cantidad de destrucción en nuestro medio, dado que la remoción de oxígeno disuelto en agua, induce al cambio de condiciones aeróbicas (antipurificantes) a condiciones anaeróbicas que conducen a la descomposición y putrefacción.

Bacterias coliformes fecales. Son aquellos organismos asociados con el intestino de animales de sangre caliente, cuya proliferación es utilizada comúnmente para indicar la presencia de materiales fecales y la presencia potencial de organismos capaces de causar enfermedades a los seres vivos. La medición de tal proliferación se efectúa en base a la cuenta microscópica de colonias por ml.

Para evitar la contaminación que pudiera originarse por el vertimiento de aguas residuales al mar, generalmente se tienen instaladas plantas paquete para el tratamiento de éstas⁷, en las cuales se lleva a cabo un proceso de aereación prolongada y un proceso de clarificación y clorinación.

Previo a los procesos mencionados, se lleva a cabo una eliminación de materia flotante por medio de una malla, a fin de evitar obstrucciones en el equipo, lo cual se considera como la primera etapa del tratamiento.

Proceso de aereación: Este proceso es propiamente la segunda etapa del tratamiento y consiste en degradar la materia orgánica con bacterias aeróbicas, lo cual se lleva a cabo dentro de un tanque al que se le inyecta aire a presión a través de difusores. En esta fase, las aguas residuales tienen un tiempo de retención de 24 horas y son mezcladas con bacterias aeróbicas muy activas, las cuales consumen los desechos de origen orgánico

abatiendo la DBO₅. El aire suministrado también proporciona la agitación necesaria evitando asentamientos de lodos y a la vez desintegra la materia sólida que contienen estas aguas de desecho. Las bacterias en la cámara de aereación dan origen a la formación de flóculos, que se mezclan homogéneamente en el agua.

Proceso de clarificación y clorinación: Este proceso es la tercera etapa del tratamiento y tiene como función separar los flóculos que se forman en la aereación, la clarificación se realiza mediante una sedimentación con un tiempo de retención de 6 horas aproximadamente y una recirculación de lodo del 80%. El líquido clarificado se envía a través de un vertedero a un tanque, donde se le adiciona cloro (clorinación) para eliminar los microorganismos, y posteriormente vertir estas aguas ya tratadas al mar.

El sistema biológico tiene desventajas significativas que incluyen: la restricción de influentes dañinos a la colonia bacteriana tales como destilados del petróleo, compuestos limpiadores o desinfectantes. La destrucción de las colonias automáticamente producen materiales tóxicos que forman las aguas en anaeróbicas.

Los sistemas biológicos pueden ser aeróbicos o anaeróbicos. La fosa séptica en un proceso anaeróbico, sin embargo debe ser eliminado como posible en usos marinos por varias razones, entre las que se cuenta: espacio, olores, gases tóxicos (metano y anhídrido sulfuroso) y en general baja eficiencia.

Verificar con frecuencia el buen funcionamiento y uso de estas plantas tratadoras; además en las plataformas donde no se cuente con este equipo, instalarlo ya que forma parte del equipo mínimo requerido con que debe contar una plataforma para el tratamientos de desechos generados.

3.2.2. SISTEMAS FISICO-QUIMICOS.

En un sistema físico-químico los sólidos son separados de los líquidos por la acción de una criba o colador. Los sólidos se maceran y transfieren a un tanque de almacenamiento, de donde posteriormente podran ser bombeados al mar en una zona libre de restricciones. Los líquidos son tratados químicamente (con cloro o hipoclorito de sodio) para destruir las bacterias y controlar los olores.

La necesidad de aditivos podrian incrementar los costos del ciclo debido a trabajo adicional del personal, gastos de materiales de consumo y espacio para almacenamiento (en ocasiones limitado por el espacio disponible de la plataforma).

3.2.3. SISTEMA ELECTROCATALITICO¹⁶

El sistema electrocatalítico consiste en: las aguas residuales son recolectadas en un tanque receptor en donde se someten a un proceso de maceración. Una vez macerados, pasan directamente a una celda que contiene electrodos no consumibles. Esta celda electrocatalítica opera con corriente directa y utiliza agua de mar combinada con aguas residuales como electrolito. El agua de mar se descompone químicamente por la electrólisis y oxida la bacteria que simultáneamente es tratada por el hipoclorito de sodio que se ha producido a partir de la sal (Figura 3.2.3.). El hidrógeno que resulta como subproducto en la producción de hipoclorito, se libera a la atmósfera en forma adecuada por lo que no representa peligro alguno. El proceso consiste en someter a electrólisis en la celda el agua de mar (o salmuera) para formar como resultado hipoclorito de sodio (concentración 0.03 % a 0.8 %) e hidrógeno.

Este sistema está diseñado para uso en instalaciones costafuera ya que está disponible en equipos modulares dependiendo del número de personal abordo, el

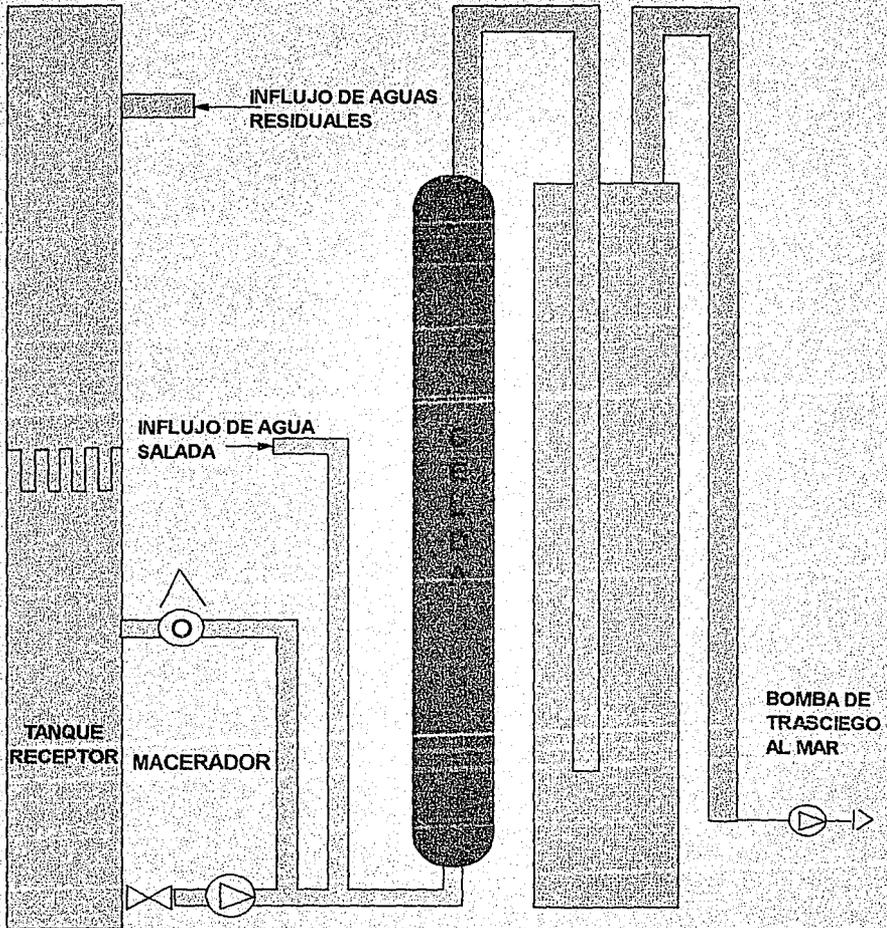


FIGURA 3.2.3. SISTEMA ELECTROCATALITICO

efluente por tratar y la capacidad de almacenamiento de los tanques de la plataforma. Utilizan agua de mar o salmuera preparada para producir hipoclorito que se emplea para la desinfección de las aguas residuales. La producción in-situ de esta sustancia ofrece las siguientes ventajas: seguridad, reducción de costos y facilidad de operación, así mismo, aumentan la seguridad al eliminar la necesidad de almacenar cloro (gases) o soluciones concentradas de hipoclorito. Se elimina también los riesgos de transporte, carga y descarga de estos productos.

3.2.4. FLUIDOS DE PERFORACION BASE ACEITE.

Los lodos de perforación base aceite se recirculan durante la perforación debido a su elevado costo y su grado de toxicidad. Estos se cargan en embarcaciones loderas, y son transportados a tierra, donde se someten a un tratamiento de reacondicionamiento para ser reutilizados en otras perforaciones.

Sin embargo, durante estas operaciones suelen ocurrir vertimientos accidentales al mar, debido a la capacidad del equipo, presencia de algun contaminante, falla en el equipo de bombeo, etc. haciéndose necesario buscar otras alternativas de solución que pueden ser, el cambiar la base del fluido.

3.2.5. FLUIDOS DE PERFORACION BASE SINTETICA^{18,19,20}

Estos sistemas de fluidos son 100 % libres de aceites de petróleo y son ambientalmente seguros. Dentro de sus beneficios podemos mencionar: inhibición, lubricidad, bajos filtrados A.P.A.T. (alta presión alta temperatura), tolerancia a los sólidos y contaminantes químicos, estabilidad térmica y fácil mantenimiento; posee todos los beneficios de los sistemas base aceite. Sus ventajas más notables son: no tóxico, seguro y no dañino con la salud,

menor solubilidad de los gases, mayor lubricidad, permite interpretar geología y registros eléctricos, versátil (compatible con materiales a base de goma), buen conductor del calor, no persiste en el medio ambiente, son reutilizables.

Los fluidos de perforación con base sintética han sido utilizados en el mar del norte y Estados Unidos de Norte América en diferentes condiciones con gran éxito presentando los siguientes resultados:

- a) Pozos estables en calibre.
- b) Ritmo de penetración mayor en un 15 a 20 % con respecto a fluidos base aceite.
- c) Excelente calidad de los recortes.
- d) No genera manchas brillosas en el agua.
- e) Baja torsión y arrastre.
- f) Propiedades estables en condiciones severas.

Una de las bases sintéticas usadas para la formulación de estos lodos es la polialolefina (PAO), los cuales han sido usados en muchos pozos del Golfo de México en formaciones problemáticas, con ángulos mayores de 86° y profundidades de 1370 m a 5600 m con resultados satisfactorios¹⁷, comparados con sistemas convencionales base aceite y algunos base agua. Todos los pozos perforados con fluido sintético base PAO han descargado los recortes centrifugándolos directamente al mar.

Si lo comparamos con un sistema base agua, debido a que con el fluido base sintética se perfora a calibre, se generan menos recortes y el total de la descarga es por consiguiente menor.

3.2.6. ACEITES LUBRICANTES GASTADOS.

Este tipo de desechos líquidos deben embasarse en tambores de 200 litros y enviarse para su disposición final a tierra. El requerimiento de esta alternativa consiste básicamente en disponer de tambores en buen estado y la necesidad de transporte marítimo para su envío a tierra, donde pueden reprocesarse y purificarse para nuevo uso. (Figura 3.2.6.)

3.2.7. HIDROCARBUROS.

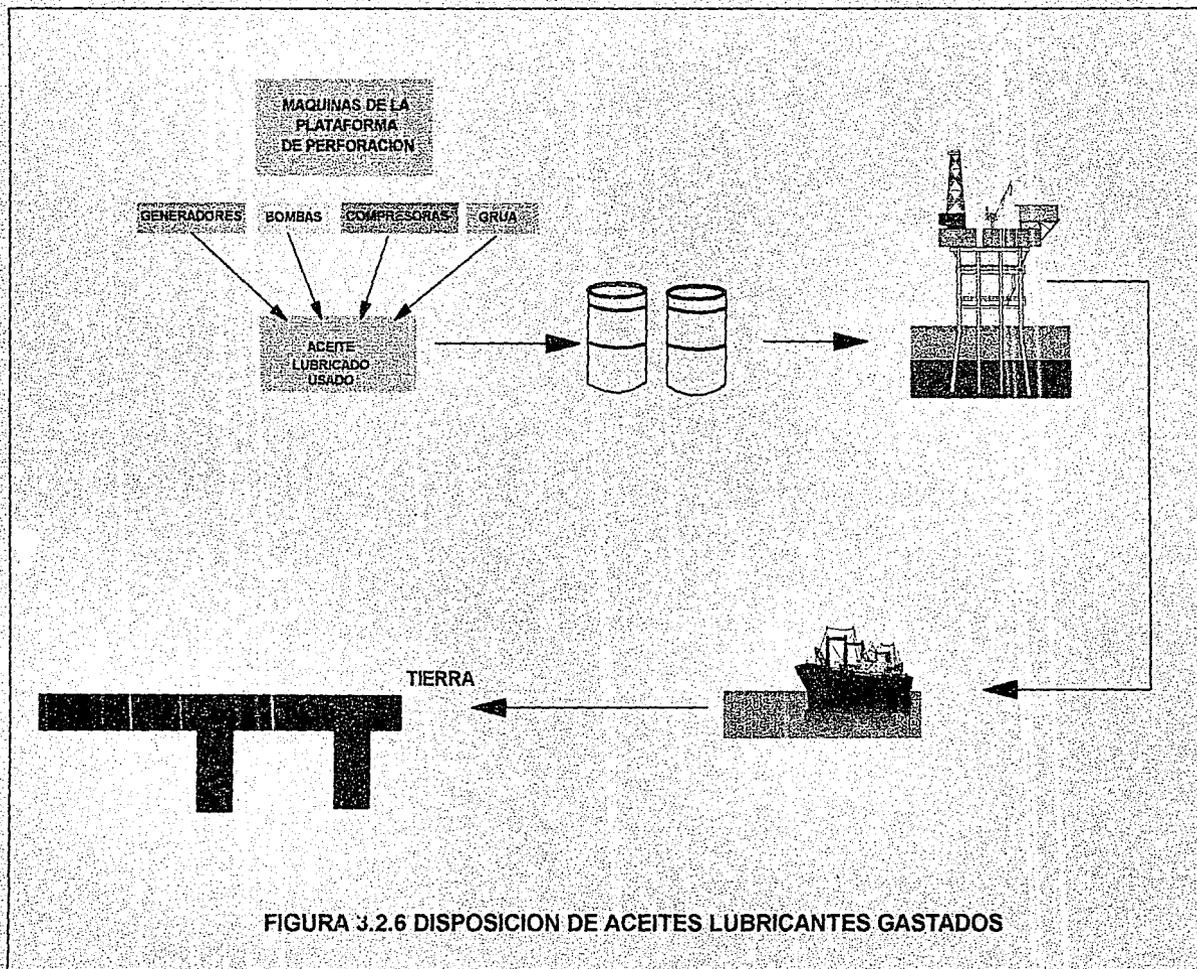
El control de los hidrocarburos residuales que se originan durante las operaciones normales se lleva a cabo con drenajes presurizados, cárcamos y drenajes atmosféricos.

Las plataformas de perforación cuentan con un sistema de recuperación de hidrocarburos que consiste en un drenaje atmosférico, localizado junto a las patas de la plataforma, en la cual se colectan los escurrimientos de hidrocarburos en la plataforma, para posteriormente depositarlos en tambores de 200 litros que son enviados a tierra.

3.2.8. ABSORBENTES DE HIDROCARBUROS.

Los absorbentes de hidrocarburos²¹ son productos orgánicos, naturales, biodegradables y completamente no tóxicos. Absorben y limpian completamente al contacto por lo que se ahorra tiempo, se reducen costos de almacenaje y disposición y disminuyen los riesgos del medio ambiente.

Estos productos absorben de 7 a 10 veces su propio peso, dependiendo de su aplicación. Absorben hidrocarburos instantáneamente en agua o en tierra, no deja residuos aceitosos, son de ligero peso dando facilidad de manejo y reducción del costo de transporte, se utilizan para



solidificar desechos líquidos peligrosos para su transporte sin riesgo y como relleno en tambores para prevenir fugas o daño al medio ambiente, también se aplican para contener fugas alrededor de maquinarias y tiene la particularidad de no ser abrasivo.

Su aplicación en tierra es directamente sobre el derrame hasta que todo el aceite sea absorbido, posteriormente se recolecta el producto ya saturado y se deposita en contenedores para su disposición final. En el agua se usan equipos de succión para remover el producto saturado; este material flotará hasta 72 horas después de haber absorbido los hidrocarburos, dependiendo de condiciones ambientales como viento y olas.

Siempre que se mantengan secos y lejos de fuentes de combustión, estos absorbentes de hidrocarburos pueden almacenarse por tiempo indefinido.

3.3. CONTAMINANTES GASEOSOS.

Los desechos gaseosos son quemados con equipos de tipo vertical y horizontal, los cuales cuentan con un encendido automático, con el que se logra iniciar la combustión de todos los gases que fluyen a través del mismo.

Las plataformas de perforación cuentan con quemadores de tipo horizontal que son utilizados para quemar fluidos de terminación, estos quemadores, cuentan con una tubería de 4 pulgadas de diámetro o menor por donde se envía el flujo central, y en el extremo final en un arco de un metro de diámetro se encuentra un anillo con boquillas para esparcir diesel, con lo que se logra una combustión más completa. Esta operación generalmente se realiza cuando ha concluido la perforación y el pozo entra en producción.

La figura 3.3. muestra un quemador según diseño y otro como realmente está instalado en una plataforma,

quedando manifiesto la deficiente operación del mismo, debido a que:

a) Según diseño debe contar con encendido automático que además de hacerlo más seguro, inicia la combustión de todos los gases que fluyen a través del mismo.

b) El pasar el fluido a quemar a través de un amortiguador de flujo hace que éste sea menos turbulento y se realice mejor su quemado.

c) Debe contar con una línea de aire que sirve para que la combustión sea más completa y evitar así el vertimiento al mar de gotas de crudo.

Es por esto que debe verificarse la correcta instalación y funcionamiento del quemador, para evitar la mala combustión que trae como consecuencia emisiones a la atmósfera con repercusiones ecológicas.

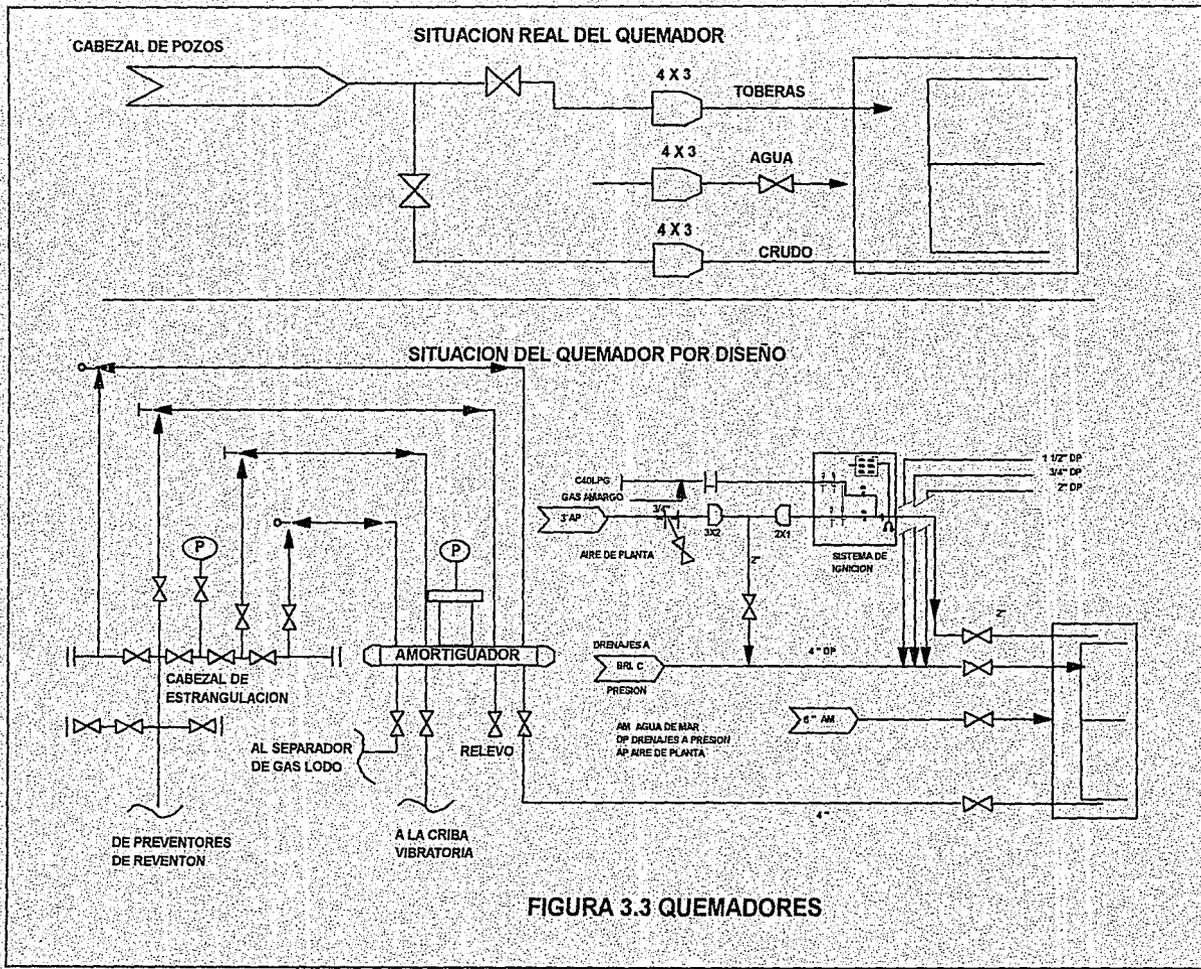


FIGURA 3.3 QUEMADORES

CAPITULO 4.

CONSIDERACIONES TECNICO-ECONOMICAS EN LA ADECUACION DE TECNOLOGIAS PARA EL MANEJO, USO Y DISPOSICION DE LOS CONTAMINANTES GENERADOS EN PLATAFORMA.

Se realizará un estudio de algunos aspectos técnico-económicos que deben tomarse en cuenta para la adecuación de algunas tecnologías o procedimientos de solución para el manejo uso y disposición final de los contaminantes generados en plataforma.

Los costos de una técnica a otra varían dependiendo de la cantidad del contaminante a tratar, el equipo a utilizar, el lugar donde es posible instalarlo, las condiciones o parámetros reales de trabajo, entre otros.

ENCAPSULACION DE HIDROCARBUROS⁸.

Los costos del tratamiento a los recortes de perforación impregnados con lodos base aceite dependen de los volúmenes a procesar, a mayor volumen menor el costo por tonelada; por ejemplo:

Hasta 144 ton mensuales	N\$ 4000.00/ton.
Hasta 240 ton mensuales	N\$ 3750.00/ton.
Hasta 336 ton mensuales	N\$ 3016.00/ton.
Hasta 432 ton mensuales	N\$ 2750.00/ton.
Hasta 480 ton mensuales	N\$ 2500.00/ton.

Estos costos son aproximados y los costos reales dependerán de los parámetros reales de trabajo que se tengan.

INYECCION DE RECORTES.

Únicamente a manera ilustrativa y para darse una idea del costo de este proceso se presentan unos costos de 1992 de la compañía Construcciones Metálicas de Campeche, S.A. de C.V., representante en México de la compañía Apollo Services.

	OPERANDO (N\$/DIA)	EN ESPERA (N\$/DIA)
Renta de equipo de inyección de recortes.	10984.00	5492.00
I.V.A.	1098.00	549.00
T O T A L	12082.00	6041.00

Más cargo por instalación de equipo e inspección del área de 12384.00 nuevos pesos, como costo inicial único de arranque. Este costo incluye el costo de un técnico especializado durante cuatro días, boleto de avión, viáticos, miscelaneos, I.V.A.

El equipo de renta consiste de: unidad de triturado, bomba triplex, bandas transportadoras tipo gusano (tornillo sinfin), mangueras de 150 pies de 2 pulgadas de diámetro, válvulas check, válvulas halco, mangueras de 3 y 4 pulgadas (diámetro), dos bombas de aire, 2 economizadores de lodo, limpiador de tubería de aire, sistema de vacío.

LAVADO DE RECORTES.

De acuerdo a las cotizaciones de algunas compañías especializadas en este proceso se puede presentar un estimado de costos:

	OPERANDO (N\$/DIA)	EN ESPERA (N\$/DIA)
Renta del equipo de lavado de recortes	7881.00	3869.00
Detergente* (estimado 200 litros/día)	3905.00	
S U M A	11786.00	3869.00
Personal de la Cía. requerido	7994.00	3539.00
SUBTOTAL	19780.00	7408.00
I.V.A.	1978.00	740.00
T O T A L	21758.00	8148.00

* Detergente SWAFO, con costo de N\$ 4100.00 por tambor de 200 kilogramos.

Se requiere de un pago de 198 315.00 nuevos pesos como gastos de transporte y 152 550.00 nuevos pesos de instalación de equipo de movimiento de recorte.

El equipo incluido en la renta consiste de: Un tambor de lavado, Una criba vibradora, dos centrifugas decantadoras, un separador de tres fases, dos unidades de bombes seepex 80, dos seepex 60, tres seepex 50, un seepex de 20 todas de flujo variable, un tanque de partículas gruesas con capacidad de 6 m³, Un tanque de partículas finas con capacidad de 6 m³, un tanque separado por alimentación con capacidad de 2 m³, un tanque para detergente con capacidad de un m³, un tanque de lodos con capacidad de un m³, un tanque de aceite recuperado con capacidad de un m³ y un agitador.

Algunos otros costos presentados por Campbell Wells Corporation son:

TRATAMIENTO	PRECIO N\$
- Agua limpia/agua sucia/agua de lluvia no más de 5% de sólidos y 10,000 ppm de cloruros.	18.31/bbl
- Agua sucia salada, más de 1% y menos de 5% de sólidos y más de 10,000 ppm de cloruros.	43.93/bbl
- Control de equipo centrífugo o sólidos efluentes, lodos base agua con menos de 5% de sólidos.	23.80/bbl
- Lodo base agua, menos de 5% de aceite y 10,000 ppm de cloruros.	31.12/bbl
- Lodo base agua, más de 5% de aceite y 10,000 ppm de cloruros.	38.44/bbl
- Lodos base aceite, todas las clases	40.27/bbl
- Recortes de lutita en lodo base agua, todas las clases:	40.27/bbl

NOTA: Los servicios como descarga y limpieza de barcasas, manejo y limpieza de tanques de recortes se suministran con cargos adicionales.

CERO DESCARGA.

METODO ANTIGUO.

	CANTIDAD	COSTO DIARIO (N\$)
Gusanos:	30 m	1 220.00
Contenedores	50	3 814.00
Bomba de diafragma de aire	3	275.00
Tanque receptor	1	153.00
Patin de descarga	1	458.00
Costo de transporte		9 153.00
Costo del desecho de recortes		

Responsabilidad futura	No estimada
T O T A L D I A R I O	15 073.00

METODO NUEVO

Gusanos	30 m	1 220.00
Contenedores	4	305.00
Bomba de diafragma de aire	3	275.00
Tanque receptor	1	153.00
Patin para hacer lechada		1 373.00
Patin para bombas triplex de inyección		1 068.00
T O T A L D I A R I O		4 394.00

NOTA: Los costos del personal requerido para operar ambos métodos son los mismos.

FLUIDOS DE PERFORACION.

COSTO DE LA BASE SINTETICA	N\$ 671.22/BARRIL
COSTO DE LA BASE ACEITE DIESEL	N\$ 206.70/BARRIL

NOTA: El tipo de cambio del dolar usado en todas las cotizaciones es de 3.051 (27/jun/94).

Ejemplo: si consideramos en un pozo un intervalo de 1600 m a 3400 m para la etapa que se perfora con lodo de emulsión inversa y barrena de 12 1/4" a un ritmo de perforación para los 3 primeros días de 300 m/día y de 50 m/día para los siguientes, la etapa tendrá una duración de 21 días y se generará un total de 328,820 Kg de recortes, tomando en cuenta condiciones ideales para el pozo, esto es, que el agujero está estable y no existe abocardamiento. Entonces el costo para el tratamiento de los recorte generados será:

	COSTO TRATAMIENTO	COSTO TOTAL
	N\$	N\$
Encapsulación de hc's.	2 750.00/ton	1'039,500.00*
Inyección de recortes	12 082.00/día	266,106.00**
Lavado de recortes	21 758.00/día	807,783.00***

*Se consideraron 378 toneladas por el peso del aceite impregnado

**Incluye N\$ 12 384.00 de instalación del equipo.

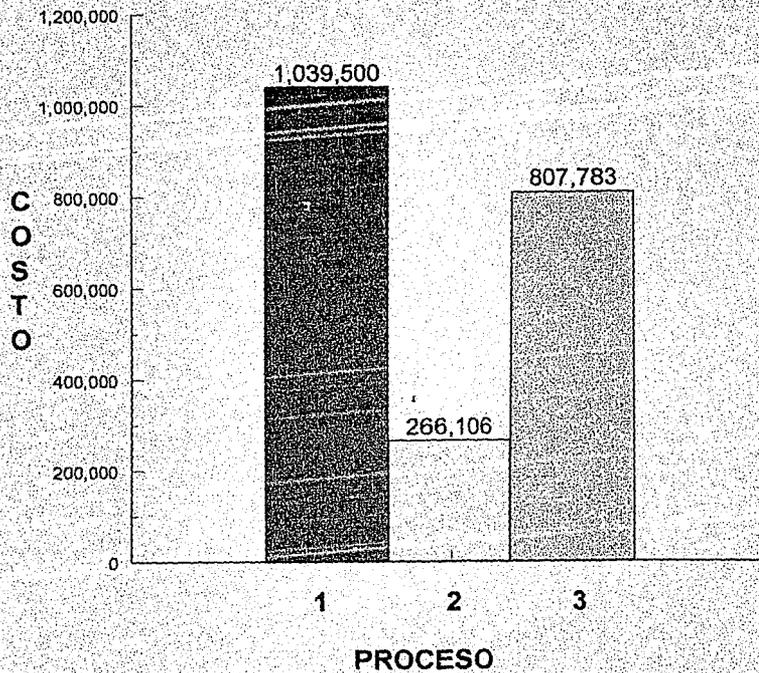
***Incluye N\$ 198 315.00 de transporte del equipo y N\$ 152 550.00 de instalación del equipo.

La técnica de tratamiento para recortes de perforación impregnados de aceite más económica resulta la inyección de los mismos (Figura 4.1), pero presenta la inconveniencia técnica de que altera la presión de formación del intervalo de la formación donde se inyectan y no es factible la perforación de un pozo gemelo o vecino, aunque, para pozos exploratorios o únicos sería el proceso más adecuado.

El lavado de recortes sería el más recomendable para plataformas donde se perforan varios pozos de acuerdo a los resultados obtenidos, pero debe tomarse en cuenta otros aspectos como: en esta técnica el costo es por día y si por algún motivo la perforación de la etapa se prolonga el costo aumenta (Figura 4.2), además el costo de la disposición de uno de los productos finales (aceite) incrementa también el costo de este proceso; a diferencia del proceso de encapsulación donde el costo es por tonelada de recorte y a mayor cantidad menor costo, por esto se recomienda este último como el proceso más conveniente para el tratamiento de los recortes impregnados con lodo base aceite.

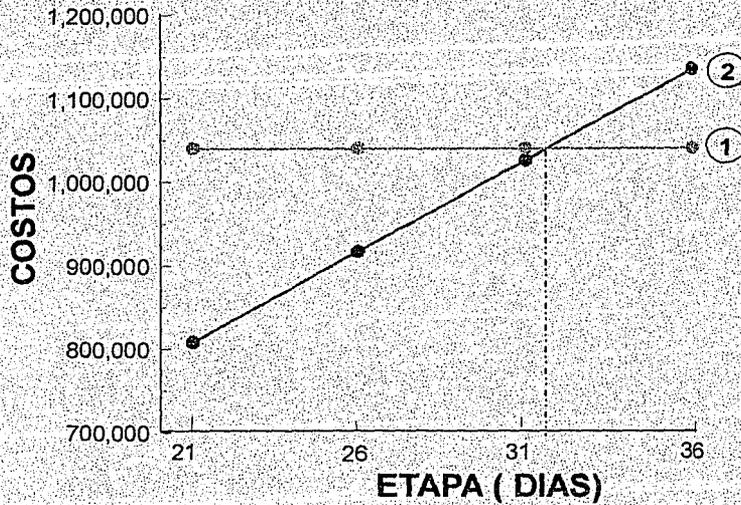
Comparando los fluidos de perforación base aceite (emulsión inversa) con los de base sintética, si consideramos que los costos de todos sus componentes son iguales a excepción del costo de la base de ambos; para el caso anterior podemos calcular:

Si usamos lodo base sintética:	N\$ 1 093 417.38
Si usamos lodo base aceite :	N\$ 336 714.30



- Encapsulación de Hidrocarburos
- 2 Inyección de Recortes
- 3 Lavado de Recortes

FIGURA 4.1. GRAFICA COMPARATIVA DE COSTOS DE LOS DIFERENTE PROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RECORTES IMPREGNADOS CON LODO BASE ACEITE.



① — Encapsulación de Hidrocarburos

② — Lavado de Recortes

Duración Etapa	21 Días	26 Días	31 Días	36 Días
Lavado de Recortes	807,783.00	916,573	1'025,363	1'134,153
Encapsulación	1'039,500	1'039,500	1'039,500	1'039,500

FIGURA 4.2. ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE LA ENCAPSULACION DE HIDROCARBUROS Y EL LAVADO DE RECORTES.

Aparentemente, en términos económicos es más barato usar lodos base aceite, pero si consideramos que al emplear estos lodos es necesario el uso de alguna técnica de tratamiento para los recortes de perforación, el costo real sería:

336 714.30 + 807 783.00(Lavado de recortes) = NS 1 144 497.30

que resultaría más caro en un 5% que si se utilizara lodos base sintética, además, se evita el tratamiento de los recortes y otros problemas que pudieran surgir al emplear el proceso.

CAPITULO 5.

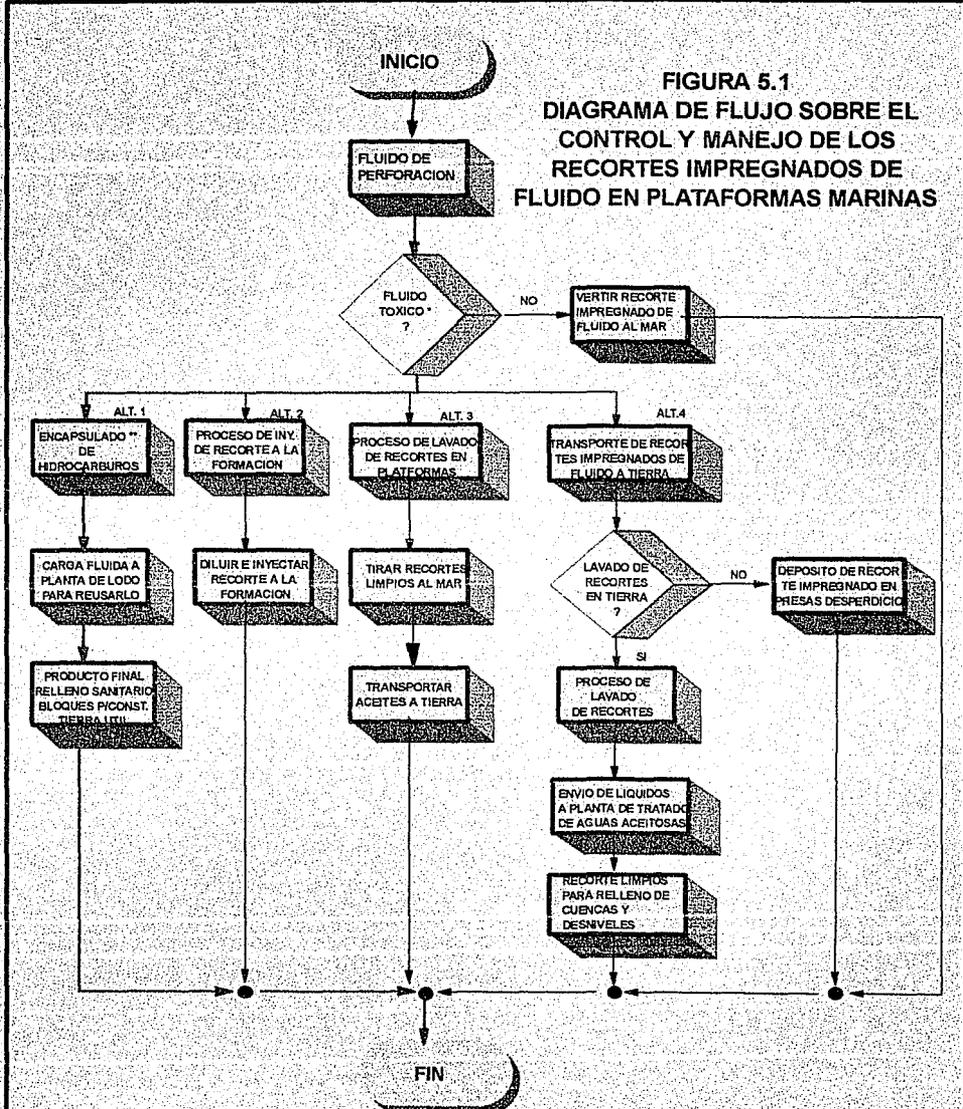
PROPUESTA DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE CONTAMINANTES GENERADOS EN UNA PLATAFORMA MARINA.

Después del análisis técnico-económico de todas las alternativas presentadas para el manejo, uso y disposición de los desechos generados en una plataforma y en función de las características, necesidades y requerimientos de PEMEX se propone:

Para los recortes de perforación. El análisis comparativo de las diferentes alternativas se llevo a cabo para la etapa que se perfora con emulsión inversa por considerarse la más crítica y en la cual el daño ecológico podría ser más considerable; además porque se ha convenido (PEMEX-IMP) que un fluido de perforación se catalogará como tóxico si contiene en su formulación aceite o derivados de hidrocarburos; bien sean emulsiones directas o inversas. Si no lo contiene se acepta el vertir al mar recortes impregnados de fluido. Cabe mencionar que el recorte generado es a su vez tóxico aún limpio de fluidos, debido a que puede estar compuesto de materiales como metales u otros elementos con alto grado de toxicidad.

La figura 5.1. muestra el diagrama de flujo sobre el control y manejo de los recortes impregnados de fluido de perforación en plataformas marinas. Se presentan las alternativas que puede seguir PEMEX para obtener cero descarga de desecho contaminante, así como la medida, según análisis técnico-económico, más apropiada que se debe tomar.

FIGURA 5.1
DIAGRAMA DE FLUJO SOBRE EL
CONTROL Y MANEJO DE LOS
RECORTES IMPREGNADOS DE
FLUIDO EN PLATAFORMAS MARINAS



* SE CONSIDERA COMO TOXICO AL FLUIDO CON CONTENIDO DE ACEITES; EMULSIONES INDIRECTAS DIRECTAS Y DE BAJA DENSIDAD
 ** PUEDE LLEVARSE A CABO EN CUALQUIER AMBITO.

La **inyección de recortes** debido a que represiona la formación a una densidad equivalente de presión mayor a la presión de poro (o de formación) sería necesario modificar los programas de perforación (densidades del fluido, profundidades de asentamiento de las tuberías de revestimiento, etc.) y no es razonable el adaptar los diseños de los pozos a un proceso de manejo de recortes, si no al contrario (el proceso debe ser adecuado a los pozos) se considera impropio este proceso en pozos de desarrollo. Este proceso (inyección de recortes) es el método técnico y económico más apropiado para pozos exploratorios, ya que muchas veces estos pozos se encuentran en zonas aisladas o con poco tránsito y comunicación y son pozos únicos.

El **lavado de recortes** en plataforma requiere la centralización a un punto (inicio del sistema lavador) de los recortes extraídos por las cribas o "temblorinas" y los sólidos separados por los equipos de control, por lo que se requerirá implantar un sistema o medio de transporte de estos desechos para canalizarlos al equipo de lavado. El costo de este sistema de movilización no lo incluyen las compañías dedicadas al lavado por lo que correría por cuenta de PEMEX y se incrementaría el costo del proceso. Además, este proceso sólo se emplearía al perforar con fluido base aceite, lo cual representa el 35% del pozo por tanto, si el equipo permanece en la plataforma en espera de la etapa de un siguiente pozo, resultará muy costoso.

También, el lavado de recortes, presenta el inconveniente de un último desecho: el aceite separado, una sugerencia es reutilizarlo en la preparación de lodos, pero esto no siempre es factible debido a las características que debe tener el fluido, por lo que será necesario almacenarlo y transportarlo a tierra para su disposición. Pero si consideramos que se perforan 300 m/día (estadísticas)⁴ al principio de la etapa de E.I. (12 ó 12 1/4" de barrena) se estima un volumen generado de recortes de 34.2 m³/día (considera factor de abocardamiento del pozo) y un volumen

de líquidos impregnados de 8.5 m³ o bien 8 500 litros de aceite; si se emplean tambores de 200 litros se necesitan 45 tambores por día para su movilización. Aunque esta situación se presenta en la etapa de 2 a 4 días, se tiene restringido el proceso y para que el equipo opere se requiere de una excelente coordinación con el departamento de logística.

El transportar los recortes a tierra para su lavado presenta varias ventajas con respecto a hacerlo en plataforma: podrá emplearse el equipo de lavado para todos los pozos, se disminuyen los tiempos de espera, etc. pero el aspecto más importante es la disposición final de los productos resultantes de este proceso. El aceite separado será necesario enviarlo a una planta para su tratamiento (PEMEX cuenta con una en Dos Bocas, Tabasco).

Para los recortes lavados es necesario disponer de un lugar exclusivo para su depósito, además se requerirá cubrirlo con una película de polietileno para evitar posibles filtraciones. No debe vertirse en lugares que ya son basureros porque se perdería el objetivo principal que es minimizar el impacto ecológico y de nada habrá servido haberlos tratado, daría lo mismo el tirarlos antes del proceso. Además, si se vierten los recortes limpios en donde ya existen desechos, en un futuro se culpará por todo el daño que causen los anteriores vertimientos altamente tóxicos. Esto es, se heredará un problema ajeno.

La encapsulación de hidrocarburos es la alternativa más apropiada por todo lo anterior y por las ventajas que presenta como son:

a) Cumple con los estándares estadounidenses BDAT (Best Demonstrated Available Technology).

b) El proceso es móvil y puede llevarse a todos los ámbitos.

c) No es limitante el volumen ni el grado de contaminación con hidrocarburos.

d) Las características que presenta el producto final (ver encapsulación de hidrocarburos).

e) El producto final puede ser usado como tierra útil mezclado en diversas proporciones con tierra natural, como relleno sanitario, elaboración de bloques para la construcción entre otros.

f) En caso de que Pemex no requiera el producto final, la compañía se hace responsable de él.

g) Los productos empleados en el proceso no son tóxicos y son de base agua, etc..

Se considera la alternativa más apropiada.

Para la **basura** se recomienda la implantación de un proceso adecuado de selección de la misma desde el momento de su generación, el cual ya ha sido descrito en el capítulo tres.

Para las **aguas residuales** se recomienda el sistema electrocatalítico debido a que presenta la ventaja de estar disponible en paquetes modulares. El tamaño dependerá del número de personal a bordo. Puede instalarse en espacios limitados, es de fácil operación, además la producción in-situ de hipoclorito ofrece seguridad al eliminar la necesidad de transportarlo, almacenarlo y reduce los costos, como se mencionó en el capítulo tres.

Con respecto a los **fluidos de perforación** se propone utilizar los base sintética en lugar de los base aceite debido a que los primeros además de que tienen los mismos beneficios que los segundos eliminan el tratamiento de los recortes impregnados con lodos de emulsión inversa.

Referente a los desechos gaseosos la propuesta es instalar los quemadores según diseño de fabricante, porque en su mayoría se encuentran incompletos; así como verificar su buen funcionamiento.

CAPITULO 6.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En base al estudio realizado referente a los contaminantes generados en una plataforma fija de perforación podemos concluir que:

1. Los contaminantes identificados en una plataforma marina de perforación son: recortes, fluidos de perforación, basura, materiales químicos y aditivos, chatarra, aguas residuales, hidrocarburos, ácidos y emisiones gaseosas.

2. El correcto manejo y transporte de materiales y equipos, así como el conocimiento de las operaciones evitará en parte la generación de contaminantes.

3. Emplear lodos base sintética en lugar de los de emulsión inversa donde sea posible, ya que se evita el proceso de tratamiento de recortes resultando más económico

4. El proceso de encapsulación de hidrocarburos es el más adecuado para el tratamiento de los recortes impregnados con lodo emulsión inversa para pozos de desarrollo.

5. Para pozos exploratorios la técnica más recomendable para el tratamientos de los recortes de perforación es la inyección de los mismos en el espacio anular del pozo.

6. El proceso de selección de la basura desde el momento de su generación, descrito en el capítulo tres, es lo más recomendable para este tipo de contaminante.

7. El sistema electrocatalítico es el mejor para el tratamiento de aguas residuales.

8. Se deben instalar los quemadores según diseño para evitar la mala combustión y con ello las emisiones nocivas a la atmósfera.

RECOMENDACIONES:

1. Verificar continuamente la instalación y funcionamiento adecuado del equipo anticontaminante que debe existir en una plataforma.

2. Efectuar estudios encaminados a mejorar las técnicas existentes y crear nuevos métodos de tratamiento de contaminantes.

A P E N D I C E A

R E G L A M E N T O S .

Las reglamentaciones en aspectos ambientales que deben seguir las operaciones de perforación, reparación y terminación de pozos petroleros, que puedan causar desequilibrios ecológicos son dictados por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), previa opinión de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Salud, Energía, Minas e Industria Paraestatal, Agricultura y Recursos Hidráulicos y Gobernación.

Dentro de la reglamentación nacional para la protección del medio ambiente están:

a) LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE²².

Esta ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente, en territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto establecer bases para el ordenamiento ecológico, protección de áreas naturales, flora, fauna silvestre y acuática, aprovechamiento racional de los elementos naturales, prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo.

b) LEY DE AGUAS NACIONALES.

Esta ley es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales, es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público y de interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su calidad y cantidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

c) LEY FEDERAL DEL MAR.

Esta ley es reglamentaria de los párrafos cuarto, quinto, sexto y octavo del artículo 27 de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a las zonas marinas mexicanas, es de jurisdicción federal, rige en las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y, en lo aplicable, más allá de este en las zonas marinas donde la nación ejerce sus derechos de soberanía, jurisdicciones y otros derechos.

La SEDESOL ha estado publicando normas técnicas ecológicas²⁵ y criterios ecológicos para implementar estos reglamentos los cuales incluyen desde el establecimiento de las características y clasificación de los residuos peligrosos, los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente; hasta requisitos para transporte, almacenamiento y sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos.

De la revisión de la reglamentación existente en aspectos ambientales, se encontró que no hay una norma específica para plataformas, pero si hay un reglamento que resultó de la adopción del convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras

materias, ratificado en julio de 1992, así como el protocolo de esta misma fecha.

1. El reglamento prohíbe el vertimiento de los siguientes desechos:

- Compuestos orgánicos halogenados.
- Petróleo crudo.
- 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.

- Materiales de cualquier forma (sólidos, líquidos, semi-líquidos, gaseosos) producidos por la guerra química o biológica.

- Esta prohibición no se aplicará a sustancias que se transformen rápidamente en el mar en sustancias inocuas mediante procesos físicos, químicos o biológicos siempre que:

- a) no den mal sabor a la carne de los organismos marinos comestibles, o

- b) no pongan en peligro la salud del hombre o de los animales domésticos.

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

- Arsénico.
- Plomo.
- Cobre y sus compuestos.
- Zinc.
- Compuestos orgánicos de silicio.

- Cianuros.
- Fluoruros.
- Pesticidas y sus subproductos no incluidos en la lista anterior.

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

- a) Berilio.
- b) Cromo.
- c) Níquel y sus compuestos.
- d) Vanadio.

Así mismo, están sujetas a este permiso los contenedores, chatarra y otros desechos voluminosos que puedan hundirse hasta el fondo del mar y obstaculizar seriamente la pesca o navegación, los desechos radioactivos y otras materias radioactivas no incluidas en la primera lista.

Los lodos de perforación base agua, recortes de perforación y agua de lavado que no contengan aceite libre se pueden descargar mediante el siguiente control y limitaciones.

PROFUNDIDAD DE AGUA	VOLUMEN DE DESCARGA
0 - 2 m	No se puede descargar
2 - 5 m	40 m ³ /hr
5 - 20 m	80 m ³ /hr
20 - 40 m	120 m ³ /hr
mayor 40 m	160 m ³ /hr

Factores que rigen la concesión de permisos para el vertimiento de materias al mar:

- Características y composición de la materia.

- Características del lugar de vertimiento y método de depósito.

- Consideraciones y condiciones generales (características propias de la zona de vertimiento).

Información que se requiere para los permisos de vertimiento en el mar:

a) características y composición de la materia.

1. Cantidad total y composición media de la materia vertida.

2. Forma (sólida, lodosa, líquida o gaseosa).

3. Propiedades físicas (solubilidad y densidad), químicas y bioquímicas (demanda de oxígeno, nutrientes), y biológicas (presencia de virus, bacterias y parásitos).

4. Toxicidad.

5. Persistencia: física, química y biológica.

6. Acumulación y biotransformación en materiales biológicos o sedimentos.

7. Susceptibilidad a los cambios físicos, químicos y bioquímicos e interacción en el medio acuático con otros materiales orgánicos e inorgánicos disueltos.

8. Probabilidad de que se produzcan contaminaciones u otros cambios que reduzcan la posibilidad de comercialización de los recursos.

b) Características del lugar de vertimiento y métodos de depósito.

1. Ubicación.
2. Tasa de eliminación por periodo específico (cantidad por día, mes o año).
3. Si es el caso, métodos de embasado y contención.
4. Dilución inicial lograda por el método de descarga propuesto.
5. Características de la dispersión (efecto de las corrientes, mareas y vientos por el desplazamiento horizontal y mezcla vertical).
6. Características del agua (temperatura, pH y salinidad).
7. Características de los fondos marinos (topografía, características geoquímicas y geológicas, y productividad biológica).
8. Existencia y efectos de otros vertimientos que se hayan efectuado en la zona de vertimiento.
9. Al expedir un permiso para efectuar una operación de vertimiento, las partes contratantes deben considerar si existe una base científica adecuada para determinar las consecuencias de tal vertimiento, teniendo en cuenta las variaciones estacionales.

Datos de identificación de contenedores de residuos peligrosos: nombre del generador, proceso generador, procedencia del residuo, características del residuo, número de control, disposición inmediata (transporte/tratamiento).

Datos que deben registrarse en la bitácora de control de muestras.

Datos generales: Plataforma de procedencia, pozo y conductor, fecha y hora de recepción, número de control, lugar de muestreo, personal que intervino en el muestreo, tipo de análisis que se le realizarán.

Para análisis de LC 50 deberán registrarse los siguientes datos: olor y manchas, temperatura, pH, y para los análisis de aguas residuales deben registrarse: temperatura y pH.

2. Se revisaron las reglamentaciones de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos de Norte América que se aplican a las costas del Golfo de México, en el área de Lousiana y Texas, las cuales contienen lo siguiente:

2.1. Códigos y reglamentaciones federales. (CFR 40, partes 423 a 699).

En los cuales se describen en términos generales la reglamentación y límites de descarga de contaminantes.

2.2. Limitaciones para la descarga de efluentes.

En las cuales se establecen los límites actuales para el control de descarga de desechos contaminantes. (Código 40 de reglamentaciones federales, parte 435).

2.3. Permisos generales en la región del Golfo de México de los Estados Unidos de América (Registros Federales, reglamentaciones propuestas volumen 56, número 49). El resumen de estas limitaciones de descarga para plataformas costa afuera de la Agencia de Protección son las siguientes:

2.3.1. 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 LC 50 mayor 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.

2.3.2. Recortes.

Se prohíbe la descarga de:

- Recortes que tengan una toxicidad LC 50 mayor o igual a 30000 ppm en base a la fase de sólidos suspendidos

- Recortes generados con los fluidos de perforación mencionados en 2.3.1.

2.3.3. Aceite diesel, grasas, e hidrocarburos.

Se prohíbe la descarga de :

- Aceite diesel e hidrocarburos.

2.3.4. Drenaje de agua producida.

- La concentración límite de grasa y aceite en la descarga del drenaje de agua producida debe ser de 72

mg/l para cualquier día y 48 mg/l como promedio en 30 días consecutivos.

2.3.5. Metales pesados (Mercurio y Cadmio).

- Las concentraciones límites de mercurio y cadmio (presentes en la barita) son de 1.0 y 3.0 mg/kg respectivamente.

PEMEX con base en las reglamentaciones citadas y en conformidad con las restricciones establecidas en las normas ecológicas aplicables al manejo de residuos peligrosos, establece algunos lineamientos para el manejo de sustancias y residuos en las operaciones de perforación y mantenimiento a pozos en la Región Marina, entre los cuales estan:

1. Se prohíbe la descarga de fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos que contengan aceite o que en su contenido rebasen los límites establecidos para metales pesados.

2. Se prohíbe la descarga de fluidos de perforación, terminación o reparación de pozos contaminados con hidrocarburos de la formación.

3. Se prohíbe la descarga de fluidos de perforación, terminación, y reparación de pozos que contengan aceite nuevo o usado, aceite de enfriamiento, aceite hidráulico u otro lubricante que haya sido usado para otros propósitos ajenos a la lubricación del pozo.

4. Se prohíbe la descarga de recortes producidos cuando se está perforando con fluidos de emulsión inversa, emulsión directa, cromolignosulfonatos y cromolignitos.

5. Antes de realizar la descarga de residuos con productos químicos al mar debe establecer la toxicidad de este.

6. Las sustancias, que de acuerdo a la clasificación C.R.E.T.I.B. (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico infeccioso) de SEDESOL, no sean ambientalmente peligrosas dentro de los parámetros establecidos en las normas ecológicas, se descargarán al mar, siempre y cuando se demuestre que cumplen con los límites establecidos.

A P E N D I C E B.

DETERMINACION DEL GRADO DE TOXICIDAD.

Para la determinación del grado de toxicidad, así como para verificar el cumplimiento de los límites de descarga de los desechos generados en una plataforma marina de perforación, es necesario efectuar una serie de pruebas físico-químicas y biológicas, dentro de las cuales se encuentran:

1. DETERMINACION DE METALES PESADOS.

Este método se utiliza para determinar la concentración en mg/l de los elementos tóxicos que se encuentran en los diferentes materiales químicos, así como en los fluidos de perforación.

El análisis puede efectuarse por medio del equipo de absorción atómica, el cual consiste en una longitud de onda resonante, que es absorbida cuando la luz pasa a través de una nube atómica. Utiliza fuentes de luz especiales y selecciona las longitudes de ondas adecuadas, para permitir la determinación analítica cuantitativa específica de elementos individuales, cuyos parámetros máximos están establecidos en el diario oficial de la federación y que se presentan en la tabla respectiva a productos químicos.

2. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ACEITE.

Esta prueba se utiliza para determinar el contenido de aceite en los recortes y en los fluidos de perforación.

Esta determinación puede hacerse por dos métodos: la destilación directa en una retorta convencional (extracción térmica) o por el método de extracción Soxhlet.

La destilación directa consiste en determinar la concentración de diesel mediante la destilación térmica a través de la retorta, para separar el diesel del lodo y la extracción con solvente para separar el diesel del agua y las sales inorgánicas extraídas en el proceso de desorción térmica y evaporación del solvente para aislar el diesel y determinar su concentración por cromatografía de gas.

La extracción Soxhlet consiste en una separación de los contenidos aceitosos del fluido o recortes a través de la acidificación de la muestra y posterior filtración seguida de una destilación, el resultado del contenido de grasas y aceites se obtiene en partes por millón.

3. PRUEBA DE BRILLO ESTÁTICO.

Este método se utiliza para determinar hidrocarburos existentes en los desechos de las plataformas.

Se toma un volumen determinado de agua de mar y se le agregan las siguientes cantidades de los desechos:

a) Fluido de perforación, drenaje de cubierta y fluidos de tratamiento de pozos se adicionará de 0.5 a 15.0 ml.

b) Recortes de perforación y arena de 1.5 a 15.0 gr en base a peso seco.

Una vez medida o pesada la cantidad de desecho, esta se transfiere al recipiente de prueba y se hace la observación del comportamiento del fluido una hora más tarde.

Si se detecta en la superficie del agua de prueba una mancha metálica o plateada, reflejo o incremento del reflejo, color visual o iridiscencia esto es indicativo de que hay hidrocarburos libres.

4. PRUEBA DE TOXICIDAD (BIOENSAYO LC 50).

Este método se utiliza para determinar la concentración letal de los productos o mezclas empleadas en los fluidos de perforación, a través de organismos que mueren al estar en contacto con estas sustancias durante un tiempo previamente determinado.

Para la selección de los organismos vivos para la prueba se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Que el organismo sea sensible a los factores ambientales.
- Que su distribución sea amplia y disponible.
- Que sea importante desde el punto de vista económico y ecológico.
- Que sea adaptable a las condiciones de laboratorio.
- Que sea compatible con la técnica de bioensayo.

En el bioensayo con organismos marinos, estos son expuestos a diferentes concentraciones de producto a evaluar en un determinado tiempo, el efecto a medir es la mortalidad.

La medición se desarrollará midiendo la toxicidad de los fluidos de perforación, el LC 50 a 96 horas

aceptable debe tener una concentración menor o igual a 30 000 ppm, para la fase de partículas suspendidas del fluido, en caso de tener una concentración mayor a la indicada, el fluido o sustancia medida es considerada tóxica y no podrá ser vertida, en ningún ambiente natural sin antes ser tratada.

5. DETERMINACION DE CLORUROS.

Los cloruros prácticamente están presentes en todas las aguas de formación y su concentración puede variar desde muy diluida hasta muy saturada. Por medio de la concentración de cloruros puede estimarse la resistividad de las aguas de formación.

La determinación del contenido de cloruros en una muestra de agua, se realiza con el método de Mohr, el cual está basado en la reacción del indicador cromato de potasio, con el primer exceso de solución estandar del nitrato de plata titulante, formando un precipitado de cromato de plata, insoluble, de color rojo, en el punto final de la titulación.

6. PROCEDIMIENTO PARA COLIFORMES FECALES.

El objetivo de esta prueba es: conocer el grado de contaminación de las aguas por desechos de origen animal o relacionados con condiciones sanitarias precarias, calificar la calidad sanitaria del agua y tener el control de las mismas sometidas a previo tratamiento de potabilización, fijar las normas de calidad referentes al número de bacterias permisibles, dependiendo del uso o usos a que se destine el agua.

Las aguas residuales evacuadas sin tratamiento adecuado, pueden ocasionar los siguientes daños y posibles peligros:

1. Diseminación de microorganismos patógenos.

2. Mayor peligro al usar las reservas hidrográficas naturales con riesgos de enfermedades.

3. Contaminación de las diversas formas de vida acuática que las hace peligrosas para el consumo humano.

4. Exterminio de la vida acuática por agotamiento del oxígeno disuelto en el agua por acción de la materia orgánica inestable de las aguas residuales.

Para establecer la calidad del agua (aguas residuales), existen técnicas para la determinación de los parámetros físico-químicos, bacteriológicos y biológicos²⁶, las cuales son procedimientos de vía húmeda y se clasifican en: detrmnaciones colorimétricas-espectrofotométricas, físico-visuales, gravimétricas, potenciométricas y volumétricas.

Para determinar la **calidad del aire** debido a emisiones a la atmósfera de contaminantes gaseosos puede hacerse a través de métodos manuales o automáticos.

Las ventajas y desventajas relativas de la instrumentación, se evalúan identificando los parámetros de funcionamiento, diseño y características de operación del equipo; estas son bajo costo, poco peso, el mínimo mantenimiento, simplicidad de diseño y operación, durabilidad, fácil reparación de calibración y portabilidad.

Desde un punto de vista general, la metodología para la medida de emisión puede clasificarse dentro de tres grandes categorías, basadas fundamentalmente en el manejo de la muestra, estas son:

1. Extracción de la muestra (automático, manual).

2. In-situ (ópticos o espectroscópicos).

3. Medición remota (óptica, detección en línea de visión óptica, LIDAR (Light Detection and Ranging)).

La evaluación que se ha hecho con un gran número de técnicas, ha establecido que los métodos no dispersivos que utilizan las técnicas de absorción, ya sea en infrarrojo o ultravioleta son las más adecuadas en los sistemas analizadores de gas.

Dentro de los principios de detección que son empleados para la determinación de distintos contaminantes de manera individual podemos mencionar:

Principio colorimétrico, método amperométrico, técnica de ionización por flama, fotometría por flama, principio quimiluminiscente.

R E F E R E N C I A S.

1. Petróleos Mexicanos. Instalaciones Marinas de Perforación y Mantenimiento de pozos. Coordinación de perforación y mantenimiento de pozos. pp 42-45.

2. Manual de procedimiento. Superintendencia de Ingeniería de Perforación zona marina. Petróleos Mexicanos. 1987. pp A.5.33-A.5.36.

3. Arthur W. McCray y Frank W. Cole. TECNOLOGIA DE LA PERFORACION DE POZOS PETROLEROS.C.E.C.S.A. Capítulos 8 y 20.

4. Procedimientos para la protección ecológica en las operaciones de perforación, reparación y mantenimiento a pozos costa afuera. Intituto Mexicano del Petróleo. 1992.

5. Reparación de pozos I,nivel 3. PEMEX-IMP. Capítulo 2.

6. Nelson Leonard Nemerow. Theories and Practices of industrial waste treatment. Addison-Wesley publishing company inc. 1963. Capítulo 2.

7. Impacto Ambiental de las actividades petroleras en la Sonda de Campeche. Petróleos Mexicanos. Abril 1987. pp 21-26.

8. Prueba tecnológica de tratamiento de residuos líquidos y sólidos de los lodos de emulsión inversa. Sistema Geo-Mar. Cía. Geo-Petrol, S.A. de C.V.

9. Leonard LeBlanc. Operators overcome technical hurdles in cuttings, oily drill fluid injection. Offshore/oilman. April 1993.

10. E.E. Andersen, R.J. Louviere, and D.E. Witt, Conoco Inc. SPE 25964. Guidelines for designing safe, environmentally acceptable downhole injection operations. March 1993.

11. B.E. Shannon ARCO E&P technology. SPE 25936. An operational perspective on the handling and disposal of NORM in the Gulf of Mexico. March 1993.

12. Closing the loop with onsite oil base mud cuttings disposal. Apollo Services. Div. of ARI.

13. Closing the loop with onsite oil base mud cuttings disposal. Petroleum Engineer Internacional. Julio 1991.

14. Cost-effective Oilfield separation systems. Alfa-Laval's.

15. Guia técnica para tratamiento de aguas residuales en operaciones marina. EES Corporation, 1989.

16. Equipos de control ecológico marino. "OMNIPURE". EES Corporation. 1989.

17. Sandy Park, Daryl Cullum, and A.D. McLean, M-I Drilling Fluids Co. SPE 26354. The success of synthetic-based drilling fluids offshore Gulf of Mexico: A field comparison to conventional systems. Octubre 1993.

18. Thomas S. Carter, Conoco Inc. Reduce Drilling waste disposal costs. Petroleum Engineer International. September 1993.

19. J.E. Friedheim, M-I Great Britain Ltd.; G.J. Hans, and C.R. Ray. SPE 23062. An environmentally superior replacement for mineral-oil drilling fluids. September 1991.

20. John E. Candler, James H. Rushing, and Arthur J.J. Leuterman. SPE 25993. Synthetic-based mud systems offer environmental benefits over traditional mud systems.

21. Industrial Oil Absorbent. Peat Sorrb. Canada.

22. Diario oficial de la federación. 22 de octubre de 1993. Tercera sección.

23. Norma oficial mexicana de calidad de agua. México, D.F. 1980.

24. Standard methods for the examination of water and waste water. 15 th edition, 1980. APHA-AWWA-WPCF. Washington, D.C.