

2ej. 29

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería



“CONTROL DE DERRAMES ACCIDENTALES DE HIDROCARBUROS EN TIERRA FIRME Y RECEPTACULOS ACUOSOS.”

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO PETROLERO

Presentan:

RUBEN MOTA NUÑEZ

LEONARDO PEÑALOZA TORRES



Cd. Universitaria

1984



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

I N D I C E

		PAGINA
I	INTRODUCCION	1
II	CONCLUSIONES	6
III	RECOMENDACIONES	8
IV	ORIGEN DE LA CONTAMINACION CON HIDROCARBUROS Y OTRAS SUSTANCIAS NOCIVAS	9
	IV.1.- Productos Petroleros Derramados	10
	IV.2.- Descripción de las Instalaciones	11
	IV.2.1.- Pozos Petroleros	11
	IV.2.2.- Baterías de Separadores	14
	IV.2.3.- Centrales de Recolección de Gas.	16
	IV.2.4.- Plantas Deshidratadoras	16
	IV.2.4.1.- Tanques Deshidratadores.	17
	IV.2.4.2.- Separadores de -- Aceite Tipo API	18
	IV.2.4.3.- Separadores de Placas Corrugadas	20
	IV.2.4.4.- Celdas de Flotación	23
	IV.2.4.5.- Presas de Asentamiento.	25
	IV.2.4.6.- Lagunas de Oxidación	26
	IV.2.4.7.- Tanques de Balance	27
	IV.2.4.8.- Sistemas de Tratamiento Termoquímico	27
	IV.2.4.9.- Sistema de Tratamiento Electroquímico.	28
	IV.2.5.- Centrales de Almacenamiento de Bombeo.	30

	PAGINA
IV.2.6.- Refinerías y Plantas Petroquímicas.	31
IV.2.7.- Agencias de Venta	33
IV.3.- Roturas de Tuberías	34
V. SECUENCIA PARA CORREGIR UN DERRAME DE PRODUCTOS NOCIVOS AL MEDIO AMBIENTE EN TIERRA Y RECEPTACULOS ACUOSOS	36
V.1.- Prólogo	36
V.2.- Antecedentes	37
V.3.- Objetivos del Plan Interno de Contingencias.	41
V.4.- Instructivo	42
V.5.- Organización	43
V.6.- Funciones	44
V.7.- Etapas de Acción	48
V.8 - Entrenamiento del Personal Multidisciplinario de la Institución que Interviene en el Plan Interno	64
V.9.- Actividades de Estudio e Investigación Ecológica.	66
V.10.-Derrames en Depósitos de Agua Dulce y Terrestre	67
VI. IMPACTO AMBIENTAL	69
VI.1.- Bases Legales	70
VI.2.- Principales Conceptos que Integran un Estudio de Impacto Ambiental	73
VI.3.- Técnicas para realizar un Estudio de Impacto Ambiental	73
VII EQUIPO UTILIZADO PARA LA RECOLECCIÓN DE ACEITE Y VARIOS PRODUCTOS	75
VII.1.- Recuperación en Aguas Estacionarias	76
VII.2.- Recuperación en Aguas Corrientes	76
VII.3.- Recuperación en Alta Mar	77

	PAGINA
VII.4.- Clasificación de los Equipos	78
VII.4.1.- Equipo Framo	78
VII.4.2.- Equipo Walosep	79
VII.4.3.- Equipo Oil Mop	81
VII.4.4.- Equipo Vikoma	82
VII.4.5.- Equipo Sirene 20	82
VII.4.6.- Equipo Catamarán	83
VII.4.7.- Lancha Gabbiano	84
VII.4.8.- Barco JBF	85
VIII RESTAURACION DE ZONAS AFECTADAS	86
IX EJEMPLO REPRESENTATIVO DE UN DERRAME ACCIDENTAL DE HIDROCARBUROS "EL DESCONTROL DEL POZÓ IXTOC I"	88
IX.1.- El Accidente del Pozo Ixtoc I	88
IX.2.- Operaciones para Reducir el Flujo del Pozo Ixtoc I	90
IX.3.- Los Pozos Direccionales de alivio y - taponamiento del Pozo Ixtoc I	92
IX.4.- La Operación Sombrero	97
IX.5.- El Derrame	102
IX.6.- Contención del Derrame. Recuperación y Dispersión del Aceite.	104
IX.7.- Estudios Ambientales para Determinar- los Posibles Efectos del Derrame.	109
X BIBLIOGRAFIA	110

CAPITULO I
INTRODUCCION

I. INTRODUCCION

Desde el inicio de la vida en el planeta Tierra han existido ciclos de alimentación los cuales rigen a todos los seres vivos. Cada uno dentro de su respectivo habitat especifico. En forma simplificada nos referimos a:

Los vegetales, los animales hervíboros, carnívoros primarios y secundarios y por último los depredadores.

El estudio de las relaciones de los seres vivos (organismos) en conjunto con la materia inorgánica que sirven de base para la alimentación de las plantas, lo cubre la ciencia denominada Ecología, y el conjunto de seres vivos y el medio ambiente que los rodea se denomina Ecosistema.

La cadena alimenticia que predomina en los seres vivientes es muy compleja y no se tiene un conocimiento cabal y preciso de la forma que logran su óptimo desarrollo y equilibrio. Como ejemplo se puede pensar en un Ecosistema elemental formado por los seres vivos indicados en el párrafo inicial y a continuación describiremos el desarrollo de cada uno de ellos:

Vegetales.- Aprovechan para su desarrollo la energía solar combinada con elementos químicos tomados en la tierra y procesados por

medio de la fotosíntesis.

Hervíboros.- Dentro de estos grupos se encuentran tanto insectos como animales de sangre fría y de sangre caliente, su fuente de alimentación básica son los vegetales.

Carnívoros Primarios.- Existe también una variedad grande de ellos respecto a la escala animal desde insectos, anfibios y animales de sangre caliente, los cuales basan su alimentación en un número variado de hervíboros.

Carnívoros Secundarios.- Este tipo de animales basa su alimentación tanto en los Carnívoros como Hervíboros.

El hombre posee una clasificación muy específica dentro de la escala animal ya que adquiere un tipo de alimentación omnívora, la que permite tener una mayor variedad de alimentos. Al final de toda esta serie alimenticia se encuentran los depredadores, los cuales son los encargados de la descomposición de los desechos tanto vegetales como animales a sus elementos químicos básicos, los cuales sirven posteriormente para la alimentación de las plantas.

A continuación se describe la interrelación de los seres vivientes en los ecosistemas y los efectos nocivos que tiene al inte-

rrumpir en forma abrupta los ciclos de alimentación. En un sistema ecológico independiente de estos sistemas, existe un equilibrio entre los seres que lo integran, pudiendo existir en forma independiente de otros, es decir ni recibe ni proporciona materia del exterior.

Cuando lo anterior no ocurre, el sistema entra en un período de desequilibrio, que de no corregirse termina por desaparecer el ciclo de vida existente en él. Digamos a base de ejemplo, que en un sistema ecológico en equilibrio exista una temporada de secas, los vegetales disminuyen en número, los hervíboros consumen la poca vegetación existente pero también sucumben debido a la escasez de alimento, y continua así hasta terminar con la totalidad de la vegetación. Los Carnívoros al ser de mayor tamaño y con una reproducción menor a los hervíboros no alcanza a reducir el número de estos para establecer el equilibrio ecológico y el sistema desaparece, aún cuando se tenga el agua suficiente pero en forma extemporánea.

Otra forma de deteriorarse el medio ambiente es cuando existe el predominio de una especie, que es lo que se conoce normalmente como plaga. La causa de esta situación puede ser la desaparición de los animales que se alimentaban de ella, todo esto le puede provocar la intervención inconciente del hombre.

También otra forma de dañar al medio ambiente es eliminando uno de los seres que forman cadena alimenticia o rompiendo el ciclo de alimentación.

El hombre con su explotación indiscriminada, ha convertido en desiertos grandes extensiones de terreno donde se ha establecido a través de su estancia en la Tierra. Así las excavaciones realizadas en las ruinas de pueblos desaparecidos (culturas antiguas), indican que en esos lugares la vegetación era tropical con zonas boscosas y debido a la explotación exhaustiva erosionó el terreno hasta el grado de desaparecer toda la capa vegetal. Casos similares se han presentado en norteamérica de manera mas reciente y así tenemos las praderas de Oklahoma, que aproximadamente entre los años 1880-1910 quedaron convertidas en desiertos.

Otra forma de afectar al medio ambiente por parte del ser humano es la agricultura selectiva; quedando involucrado en este término la explotación de plantas y de animales los cuales en forma especializada se obtiene un solo producto.

Esta manera de explotación es ventajosa para la persona que la esta realizando, ya que obtiene alimento para sus necesidades primarias y un excedente para vender. Como desventaja, el cultivo selectivo es un tipo de sistema inestable, y para conservarlo es necesario fertilizar la tierra (renovarla) y además esta expuesta a

ser atacada por plagas.

La industrialización del mundo moderno provoca estragos al medio ambiente, debido a los desechos que envía a cuerpos acuáticos. Este es el caso de la industria petrolera, que tanto en la exploración como en el procesamiento de productos elaborados se tienen desechos, que según la concentración o el gasto de la corriente provocará o no contaminación.

El estudio de los problemas ecológicos, su tratamiento y su solución es una ciencia relativamente nueva. Ya que es necesario que se tome conciencia de los estragos, a mediano y largo plazo, que el hombre está causando, debido al gran desarrollo tecnológico - a que se ha llegado. También deben tomarse las medidas preventivas necesarias para que el deterioro causado al medio ambiente - no llegue al límite de ser irreversible.

CAPITULO II
CONCLUSIONES

II. CONCLUSIONES.

El desarrollo tecnológico del hombre en la Tierra y su predominio sobre las demás especies animales, esta a punto de producir un colapso, dando como consecuencia el deterioro total de los sistemas ecológicos, que se hayan sobre la superficie terrestre.

La utilización de hidrocarburos clorados, principalmente el D.D.T., conocido plaguicida utilizado en la agricultura, trae como consecuencia la eliminación indiscriminada de especies diferentes de las que se quieren exterminar, y además provoca, que las especies animales que entran en contacto con estas sustancias químicas se vayan inmunizando al efecto de ellas; y la dosis deba ser aumentada, por lo que es necesario ir descubriendo y fabricar nuevos plaguicidas, aún fuertes y que poseen a la vez mayor poder contaminante.

Los derrames accidentales de hidrocarburos y otras sustancias nocivas que se realizan en el medio marítimo y terrestre a causa de la industria, provocan daños sobre el medio ambiente y sus componentes respectivos.

En la actualidad, a nivel mundial se están tomando medidas para proteger tanto a las zonas vegetales como también a las zonas marinas existentes.

Petróleos Mexicanos y el gobierno federal a nivel nacional, busca de igual manera los medios necesarios para lograr que el impacto ambiental, en el caso de derrames accidentales de hidrocarburos y otras sustancias sea el mínimo.

Los dispositivos de control y corrección de la contaminación con que cuentan los países son cada vez más especializados y eficientes, dado el alto grado de concientización que el personal relacionado con estas actividades tiene.

CAPITULO III
RECOMENDACIONES

III. RECOMENDACIONES.

En la industria en general, pero básicamente refiriendonos a la industria petrolera, debe procurarse controlar los desechos que se obtienen, ya sea procesandolos o neutralizando su grado de alcalinidad o de acidez para minimizar el impacto ambiental.

Para lograr una mayor eficiencia de los métodos de control y recolección de hidrocarburos y otras sustancias nocivas al medio ambiente, debe instruirse a todo el personal que labora en este tipo de operaciones de proceso, de manera clara y precisa; al mismo tiempo debe concientizarselé para que dicho personal valore el beneficio o perjuicio que ocasiona al desarrollar sus actividades.

Petróleos Mexicanos en contacto con el Gobierno Federal y con todas las empresas industriales deben promover la investigación, desarrollo, fabricación y especialización de métodos de control y corrección de contaminación a los medios marinos, terrestres y aire, ya que el daño causado incluye a toda la población en general.

El contaminar al medio ambiente perjudica tanto a los sistemas ecológicos como al hombre.

CAPITULO IV
ORIGEN DE LA CONTAMINACION CON
HIDROCARBUROS Y OTRAS SUSTAN--
CIAS NOCIVAS.

IV. ORIGEN DE LA CONTAMINACION CON HIDROCARBUROS Y OTRAS SUSTANCIAS NOCIVAS.

En términos generales las instalaciones de cualquier industria -- tienen productos que no poseen valor comercial, los cuáles deben desecharse, la forma de hacerlo es variada según el tipo de producto de que se trate.

Por tanto la industria petrolera también tiene productos específicos que desechar; cuando esta actividad es programada se procura no afectar los sistemas ecológicos con los productos desechados. Al efectuar las actividades propias de la explotación y refinación del petróleo, se presentan esporádicamente condiciones adversas debido a los descontroles en las instalaciones, estos derrames accidentales provocan daños de tal magnitud que la naturaleza por si sola no logra restaurar el habitat de los seres vivos en el entorno a las instalaciones; en este caso se deben tomar todas las medidas para que el daño causado por estos derrames accidentales sea mínimo.

Por su gran importancia dentro de la industria, la actividad de transporte de producto (en forma de materia prima o ya elaborados) es también un factor que origina que se presenten este tipo de derrames su incidencia depende de gran parte de la calidad y seguridad que poseen los medios de transporte, así como de las precau--

ciones que se tomen durante el trayecto programado.

Cabe especificar que dentro de todas las actividades industriales existen los productos de desecho y los de valor comercial, los cuales son recuperados para darles el destino conveniente según el tipo de que se trate.

IV.1. Productos petroleros derramados.

Como mencionamos anteriormente los productos que intervienen en los derrames accidentales son de dos tipos:

Los productos de desecho y los productos de valor comercial, de los cuales a continuación se enlistan algunos de ellos:

- 1.- Petróleo Crudo
- 2.- Agua con Sales Disueltas
- 3.- Fluidos de Perforación
- 4.- Productos Refinados
- 5.- Productos Químicos Utilizados en el Tratamiento del Aceite.
- 6.- Areniscas (Sólidos en Partículas Finas)
- 7.- Parafinas.

Dependiendo de la cantidad y concentración de estos productos, -- así como del gasto o volumen que tenga el cuerpo receptor (ríos,

lagos o mares) y de las dimensiones que posee éste el derrame -- caerá dentro o fuera del rango permisible y no causará graves da ños a la ecología.

Los derrames pueden causar daños tanto al ambiente terrestre como a ríos, lagunas o directamente al mar. A continuación se describen brevemente las instalaciones petroleras que derraman productos en la forma antes indicada así como su funcionamiento y -- los sistemas de control que se tienen, para evitar daños a las zo nas que circundan a dichas instalaciones.

IV.2. Descripción de las instalaciones.

La mayoría de las instalaciones que manejan, los productos petroleros son fuente de contaminación, ya sea de la atmósfera, Tierra y receptáculos acuosos (lagos, ríos y mares), estas instalaciones en términos generales poseen además equipos para separar y recupe rar el aceite, así como para tratar aguas de desecho.

A continuación describiremos las principales instalaciones con -- que cuenta Petróleos Mexicanos, así como su funcionamiento.

IV.2.1. Pozos Petroleros.

Los pozos petroleros pueden ser origen de contaminación en sus di

ferentes etapas de actividad las cuales son:

Perforación

Terminación

Producción

Reparación

Para evitar el daño dentro del área del pozo se cuenta con presas para retención de los desechos. Mencionaremos los tipos de presas que hay, así como sus funciones específicas. Ver figura I en donde se muestra un croquis de las presas con que se cuentan.

Primeramente, los productos utilizados en las etapas mencionadas con anterioridad, se reciben en la presa de desechos, permitiendo el paso de los fluidos menos pesados a la siguiente presa.

En la presa de desechos se queda el material pesado, los detritos de perforación (sólidos perforados) y los desechos del fluido de perforación (lodo utilizado).

La segunda presa se le llama recolectora; en ésta se almacenan -- los desperdicios de aceite y materiales ligeros, esta posee una -- descarga que es un tubo sifón, el cual permite el paso de líquido libre de aceite hacia la última presa. Esta denominada de asentamientos es la que permite un tiempo de reposo para que las partí-

culas sólidas de tamaño pequeño hagan su depositación y se asienten en el fondo de ella. Posee además una descarga hacia las áreas aledañas por medio de otro tubo sifón.

Cuando se trate de pozos de perforación estos cuentan además con dos presas auxiliares que les sirven como reserva de agua, aparte de los tanques metálicos que generalmente se tienen.

Los equipos de reparación menor que son utilizados en la terminación, reparación, cambios de intervalos, generalmente emplean en sus operaciones las presas que se utilizan son durante la perforación.

Las dimensiones de estas presas no están estandarizadas en todo el sistema, dado que existen condiciones climatológicas (precipitación fluvial, nivel freático, etc.) que obligan a que las dimensiones sean definidas según la región en que se este perforando.

En el Distrito de Poza Rica, Ver. se cuenta con una planta de acondicionamiento de lodos de perforación a la que son llevados lodos que se desechan de los pozos (lodos de perforación contaminados) y son enviados posteriormente a otros pozos para ser utilizados nuevamente esto permite minimizar el tamaño de las presas a una sola de 20 x 20 metros, la cual esta ubicada dentro del cuadro del pozo.

IV.2.2. Baterías de Separadores.

Estas instalaciones tienen como finalidad recolectar el aceite -- bruto proveniente de los pozos. Con el objeto de observar de mane -- ra clara el manejo de la producción de un campo petrolero, se -- ilustra un diagrama desde la extracción y tratamientos que se le -- dá en campo hasta su envío posterior a las plantas de proceso. -- Ver figura 2.

Los principales integrantes del aceite bruto (crudo) son: Aceite, Gas y Agua.

La función principal de estos equipos es la separación de estos -- productos en líquidos y gases, para realizar dicha separación se -- recurre a la aplicación de las leyes físicas en conjunto con ob -- servaciones y pruebas. Posteriormente los productos líquidos son -- bombeados y comprimidos los gaseosos y así transportados a los -- centros de proceso.

Estas baterías además de las funciones antes indicadas tienen co -- mo finalidad los siguientes objetivos:

- 1.- Separar Agua y Sólido del crudo
- 2.- Medición de Gastos de Gas
- 3.- Almacenar y Bombear el Aceite Recibido.

4.- Eliminar Licuables y Agua del Gas por Comprimir.

Existen también en estas instalaciones por lo general almacena--
miento, donde en casos especiales se hace el drenado del agua que
acompaña al aceite (se desecha parte del agua). Ver figura 3 en --
donde se muestra un croquis de una batería de separación.

Se cuenta a su vez con presas, a las que se descargan el aceite -
proveniente de los pozos en ocasiones tales como arranque de po--
zos, desechos ácidos de los tratamientos, lechada de cemento. Es--
tas presas descargan el agua a las áreas aledañas por medio de un
tubo sifón y el aceite es recuperado y bombeado a los tanques de
almacenamiento de la batería. Pueden llevar a su vez desechos de
aceite lubricante quemado desechado por las estaciones de bombeo
y estaciones de compresión.

Los desechos arrojados al medio ambiente por estas instalaciones
son:

Aceite Bruto, Aceite Lubricado Gastado, Agua Salada, Bióxido de --
Carbono, Gas Sulfhídrico, Gas Natural (gas proveniente del aceite
bruto a través de los quemadores de la tubería).

IV.2.3. Centrales de recolección de gas.

Al igual que en la producción del aceite que se concentra en las baterías de separadores; en el caso de los pozos productores de gas, éste se concentra en las centrales de recolección de gas, -- que básicamente dichas instalaciones tienen la función principal de mantener una presión constante, con la que regula la producción de gas para los pozos. En estas centrales se tienen pequeñas fugas de gas que están contaminando continuamente la atmósfera.

IV.2.4.- Plantas deshidratadoras.

Después de las baterías de separación, el aceite bruto, es enviado a las plantas deshidratadoras, donde se elimina el agua que -- contiene. Para posteriormente a dicha agua quitarle el aceite residual.

Todo lo anterior se efectúa con diferentes equipos los que a continuación se describen:

- 1.- Tanques Deshidratadores.
- 2.- Separadores de Aceite Tipo API
- 3.- Separadores de Placas Corrugadas
- 4.- Celdas de Flotación.
- 5.- Presas de Asentamiento

- 6.- Lagunas de Oxidación.
- 7.- Tanques de Balance
- 8.- Sistemas de Tratamiento Termoquímico
- 9.- Sistemas de Tratamiento Electroquímico

IV.2.4.1.- Tanques deshidratadores.

En estos tanques se recibe el aceite y el agua contenidos en la producción bruta de los pozos, la cual por el recorrido a través de tuberías va separada en forma de baches alternados. Su funcionamiento básicamente consiste en hacer pasar esta producción bruta por un distribuidor colocado en un colchón de agua dentro del tanque. Por efecto de la gravedad las gotitas de aceite atraviezan este colchón, pasando a la parte alta del tanque, con esto -- queda separada la descarga en dos corrientes: Aceite Neto aún con taminado con sales provenientes del pozo y agua salada con aceite emulsionado.

Dicho aceite de ser necesario, puede ser pasado por otro deshidra tador cuyo colchón de agua está formado por agua dulce la cual se debe cuidar la concentración de sales que contenga por medio de -- una aportación de agua. Ver figura 4 en donde se muestra la com-- posición de un tanque deshidratador.

IV.2.4.2.- Separadores de Aceite Tipo API.

En muchas instalaciones de la industria petrolera como son: Refinerías, Deshidratadoras, Centrales de Almacenamiento, Baterías de Separación, etc. Existe la práctica de drenar los tanques para -- eliminar el agua, esta actividad generalmente es de tipo manual y en ocasiones se drena aceite junto con el agua; en inteligencia -- que estos productos no esten emulsionados, por tanto su separación se logra fácilmente por medio de los separadores tipo API.

Estos separadores aprovechan el principio fundamental de separación que es la fuerza de gravedad y también utilizan la diferencia de densidad relativa existente entre el aceite y el agua.

Para el buen funcionamiento de los separadores API se requiere -- que las siguientes características sean las adecuadas: Que la velocidad de flujo sea baja, el tiempo de asentamiento sea el suficientemente requerido, la temperatura del agua sea la óptima; el tamaño de las gotas de aceite y la cantidad de materia en suspensión presente en el desecho sean las permitidas.

Generalmente los separadores API consisten en una o mas presas -- que se utilizan en la separación de aceite y agua, dichas presas constan de las siguientes partes:

Un cárcamo que posee a su vez una válvula de compuerta que controla el volumen del fluido de entrada, con una cámara de distribución en donde dicho fluido reduce su velocidad, siendo esta la mas uniforme posible, para evitar agitación y turbulencia que provoquen emulsiones de los fluidos causando pérdida de tiempo en la separación del aceite. En la parte inferior de una de sus caras tiene agujeros de comunicación con la cámara de asentamientos la que a su vez en un plano perpendicular al flujo contiene tubos verticales que impiden el paso de desperdicios como son: Piedras, Arenas, Empaques, Hules, etc.

El fondo tiene forma de dos aguas invertido para que los sedimentos se acumulen y sean eliminados por una banda sin fin con paletas.

Al final de la cámara de asentamiento existe un tubo cortado en forma canalizada el cual se mueve verticalmente, y cuyo objetivo es coleccionar el aceite que por gravedad se desprende del agua, el cual es mandado a un cárcamo de bombeo.

Después de dicho colector de aceite encontramos una pared, que posee una salida que es controlada por una válvula que descarga a un cárcamo pequeño que a su vez cuenta con un vertedor cuya finalidad es mantener el espejo de agua dentro de la presa a un nivel constante. Para una mejor visualización se muestra un croquis

descriptivo. Ver figura 5.

Como ya se dijo los separadores tipo API son presas o canales paralelos que manejan el flujo de agua aceitosa, proporcionando una velocidad adecuada de flujo, tanto para la separación de aceite, como para la sedimentación de sólidos, permitiendo además la continúa operación de limpieza e inspección a dichas presas.

Por las características de la densidad relativa del aceite y del agua, la separación de estos productos puede llevarse a cabo desde los mismos registros del drenaje industrial, acumulándose el aceite en estos registros cuando el flujo de fluidos satura la capacidad de la red de dicho drenaje. Por esta eventualidad los equipos de bombeo en las mismas presas API deben estar diseñados para poder manejar volúmenes de agua y aceite superiores al promedio que se espera obtener por día.

El aceite recuperado es bombeado a los tanques de almacenamiento y el agua según sea el caso a tratamiento o desechada a ríos.

IV.2.4.3 Separadores de Placas Corrugadas.

Este equipo es similar al separador de tipo API, pero por sus características de construcción obliga a los fluidos a recorrer grandes distancias en una área pequeña por medio de las placas corru-

gadas.

Los separadores de placas corrugadas pueden utilizarse a continuación de un separador API con el fin de reducir los niveles de concentración de aceite que se obtienen por una separación por gravedad o bien instalarse en paralelo por reducir la carga hidráulica y mejorar la capacidad de eliminación de aceite del sistema.

Un separador de placas corrugadas consta de cuatro elementos fundamentales:

- 1.- El Recipiente Exterior del Separador de Placas Corrugadas.
- 2.- El Interceptor o Paquete de Placas Corrugadas.
- 3.- El Derramador de Aceite.
- 4.- El Derramador Ajustable de Agua Afluyente.

Primeramente el agua aceitosa o de desecho entra al compartimiento "A" del separador de placas corrugadas donde su velocidad es disminuida, este permite que las partículas sólidas gruesas, se asienten en el área de almacen de arena y que las gotas grandes de aceite floten hacia la superficie.

Los fluidos siguen su curso, ahora pasan al comportamiento "B" -- en donde se localiza el interceptor de placas corrugadas. En este interceptor, las gotas pequeñas de aceite y el sedimento se sepa--

ran por gravedad; el agua ya libre de aceite fluyen al comparti-
miento "C" y sube hacia el tubo de salida. Los compartimientos --
B y C del separador están provistos de derramaderos o vertedores,
cuya altura es ajustable con el fin de balancear las cargas hi- -
dráulicas de tal manera que solamente se derrame aceite hacia el
colector.

Una capa de aceite se mantiene en el comportamiento "B" del sepa-
rador, con el fin de que dicho aceite se derrame automáticamente
hacia el colector debido a la diferencia de densidades del acei--
te y del agua.

La parte central de mas importancia, de un separador de placas co
rrugadas, es el interceptor o paquete de placas corrugadas que --
consta comunmente de 47 hojas corrugadas o placas, colocadas en -
paralelo con una separación de 3/4 de pulgada. Las placas como --
sus soportes están hechas de fibra de vidrio reforzadas con resi-
na poliester, para resistir la corrosión; están colocadas con un
ángulo de 45° en dirección del flujo, cuando el agua está libre -
de aceite, se desecha a cuerpos acuosos próximos a las instalacion
es.

En la figura 6 se muestra un croquis descriptivo de un separador
de placas corrugadas.

IV.2.4.4. Celdas de Flotación.

Este equipo se trabaja en serie con los tanques deshidratadores y elimina al aceite que en pequeñas gotas, no se segrega fácilmente por efecto de la gravedad.

Su funcionamiento consiste en inyectar aire a presión en la corriente de agua contaminada con aceite para que las burbujas de aire obliguen a las gotas de aceite a chocar entre sí y formar de esta manera gotas de mayor diámetro y así éstas poder ascender -- por efecto de la gravedad.

El aceite obtenido de esta manera ya en la parte superior del -- equipo es barrido mecánicamente hacia un cárcamo de bombeo y al -- igual que las instalaciones anteriores enviado a tanques.

Al hacer uso de un equipo de celdas de flotación con aire se obtiene un desecho con bajo contenido de aceite, el cual no se conseguía con los equipos anteriores. Aunque primeramente el agua -- de desecho se debió tratar previamente con separadores. En la figura 7 se ilustra una celda de flotación.

Existen dos tipos de equipo de flotación utilizados más comúnmente que son los siguientes:

- 1.- Equipo de Flotación por Aire Disuelto
- 2.- Equipo de Flotación por Aire Inducido.

EQUIPO DE FLOTACION POR AIRE DISUELTO.

Es un proceso convencional, en el cual se generan burbujas de aire para flotación, disolviendo primeramente aire a presión en el agua de desecho y posteriormente depresionando de tal forma que el aire se libere de la solución en pequeñas burbujas.

Básicamente es un equipo que consta de un depósito que puede ser de forma rectangular o circular, el cual llega como carga (agua, aceite y aire inyectado a presión) al entrar dicha mezcla al depósito que está a condiciones atmosféricas (ya que se trata de -- una unidad abierta), la brusca expansión del aire provoca turbulencia y permite que se separen las gotas de aceite-aire de la mezcla, formando una capa de aceite espumoso, la cual se barre por medio de unas palas de motor eléctrico y enviadas a un cárcamo de bombeo de aceite. El agua ya libre de aceite sale por la parte inferior del depósito y si es necesario reciclada para un nuevo tratamiento.

EQUIPO DE FLOTACION POR AIRE INDUCIDO

Se trata de un proceso de unidad cerrada, en donde una corriente

de aire es inyectada, en uno o varios puntos de la cámara de flo-
tación, para lograr ésto utiliza rotores. Lográndose que se libe-
ren burbujas de aire que arrastran las partículas suspendidas a
la superficie en donde son desnatadas.

El agua ya libre de aceite se envía por último a receptáculos - -
acuosos en los que se diluye.

IV.2.4.5.- Presas de Asentamiento.

Al igual que los pozos de perforación, en las instalaciones que -
manejan productos petroleros, conteniendo elementos sedimentables.
Se complementan dichas instalaciones con estas presas, en las - -
cuales el tiempo de residencia es grande y permite a los produc-
tos depositarse en el fondo.

Las presas de asentamiento forman la parte final del tratamiento
de agua de desecho, las cuales poseen un objetivo principal que -
es retener el aceite residual existente en las aguas de desecho y
proporcionando el tratamiento continuo de éstas.

Este equipo es básicamente un recipiente o fosa formado perime- -
tralmente por un bordo de tierra, con las siguientes dimensiones.

Ancho ----- 40m.

Largo ----- 100m.

Profundidad ----- 3m.

Capacidad ----- 12000 m³.

Dicha fosa contará con un cárcamo de bombeo de aceite para evitar derrames en la parte superior y por medio de un tubo sifón, el agua libre de aceite pasa al segundo depósito continuando el tratamiento.

Generalmente se tienen dos presas trabajando en paralelo para operar una, mientras se efectúa la limpieza de la otra.

IV.2.4.6.- Lagunas de Oxidación.

Este tipo como su nombre lo indica son depósitos a donde llegan las aguas de desecho para darles un tratamiento biológico.

Las lagunas de oxidación son utilizadas solamente donde hay espacio disponible y el terreno es poco costoso.

Las dimensiones de una laguna de oxidación se realizan tomando como base la construcción definitivamente de una presa de asentamiento. Aunque comúnmente el diseño se toma únicamente con un metro de profundidad, porque se considera que a mayor profundidad los procesos de metabolismo (cambio de materia y de energía entre el organismo vivo y el medio exterior) aeróbico son deficientes. Se estima necesario que la laguna tenga un mínimo de 2.5m. para

impedir el crecimiento de plantas acuáticas.

Cuando las aguas de desecho llegan a las lagunas de oxidación se les adiciona aire a presión (para lograr que se produzca oxígeno) o simplemente utilizan el oxígeno de la atmósfera, para facilitar la vida de microorganismos (algas y bacterias) y quedar por último en condiciones óptimas de ser un producto inofensivo al medio ambiente al cual son descargadas.

IV.2.4.7.- Tanques de Balance.

Propiamente se trata de recipientes metálicos, que son utilizados en las estaciones de bombeo.

Dicho equipo va colocado antes de la succión de la bomba, su función consiste en eliminar los baches de fluidos que son dañinos a las bombas citadas.

Estos tanques para mejorar su eficiencia y proporcionar carga de altura a la bomba colocados de 10 a 15 mts. aproximadamente sobre el nivel del suelo.

IV.2.4.8.- Sistema de Tratamiento Termoquímico.

Son unidades que proporcionan por sí solas, asentamiento, calor y

agitación a la emulsión de que se trate. Además se utilizan productos químicos. Todo lo anterior permite reducir en primer término, la viscosidad del agua emulsionada con aceite y en segundo, formar un recubrimiento en las partículas de aceite de sustancias químicas que son afines a ellas y que aumentan considerablemente su diámetro, favoreciendo la coalescencia de las partículas y que asciendan en el seno del agua por efecto de la gravedad. En la figura 8 se describe este tipo de tratadores.

IV.2.4.9.- Sistema de Tratamiento Electroquímico.

Al igual que el sistema anterior utiliza diversas sustancias químicas para aumentar el diámetro de las partículas y facilitar la acción de la fuerza de gravedad.

La parte fundamental del sistema consiste en una cámara hermética, un circuito eléctrico (transformador) para controlar el voltaje y equipo auxiliar (controladores del nivel de la interfase).

Brevemente la funcionalidad del sistema es tener en el recipiente polos eléctricos que provocan descargas eléctricas intermitentes de corriente eléctrica, las que deforman las partículas de agua de desecho, rompiendo la capa de aceite que las envuelve, al mismo tiempo la atracción eléctrica de agua polarizada favorece el choque entre partículas y la atracción entre éstas y el colchón -

de agua que se forma.

De manera más ordenada y objetiva, la emulsión entra primeramente al deshidratador donde se calienta, posteriormente pasa a la sección de separación electrostática, en donde el campo eléctrico se para las dos fases.

El agua separada se drena de manera continua por el fondo y el -- aceite tratado sale por la parte superior.

Los electrodos que se utilizan en el sistema electroquímico se diseñan, de acuerdo con las características de la emulsión que pasa a través del campo eléctrico, según esto tenemos diferentes tipos de electrodos que son:

a).- Electrodos para Baja Velocidad.

Consisten en un par de electrodos horizontales paralelos, formados por unos anillos concéntricos suspendidos por soportes aislados, entre los cuales se establece una diferencia de potencial. - Un distribuidor reparte la emulsión en el deshidratador, debajo de dichos electrodos; pasando la emulsión lentamente a través del campo eléctrico donde las partículas de agua coalescen y caen, para posteriormente ser drenadas.

Se recomienda este tipo de electrodos para emulsiones que tengan baja conductividad eléctrica y para aceites pesados por su gran viscosidad requieren de un tiempo de residencia mayor, para lograr una buena separación del agua.

b).- Electrodos para Alta Velocidad.

Este tipo de electrodos se utilizan para aceite ligeros con baja viscosidad y en emulsiones que tengan una alta conductividad eléctrica. Poseen la misma construcción de los electrodos anteriores, solo que se consume menos energía eléctrica.

La emulsión se reparte en la sección eléctrica por medio de un distribuidor que la obliga a pasar varias veces a través del campo eléctrico.

La temperatura de tratamiento adecuada para utilizar el sistema de tratamiento electroquímico, se determina con una correlación (temperatura °C Vs. densidad relativa del aceite). Para una mejor explicación se muestra en la figura 9 un esquema que contiene un tratador de éste tipo.

IV.2.5.- Centrales de Almacenamiento y Bombeo.

Estas instalaciones como su nombre lo indica nos sirven para alma-

cenar el aceite y distribuirlo a ventas o a los centros de proceso. Pueden tener incluidas las plantas deshidratadoras descritas con anterioridad. Dichas centrales con tanques de almacenamiento, para el almacen en ellos de petróleo crudo o productos ya refinados tales como gasolina primaria, gasoil o diesel, gasolina de alto octanaje, etc.

De igual manera que las baterías de separadores y plantas deshidratadoras las centrales de almacenamiento y bombeo cuentan con drenajes industriales y pluviales para el manejo adecuado de las aguas de desecho y de lluvia respectivamente y que generalmente las primeras pasan por los equipos de tratamiento de agua descritos anteriormente.

Con respecto al equipo de bombeo, puede ser variado. Ya sea turbinas accionadas por gas y bombas centrífugas o motores eléctricos con bombas centrífugas o de tipo helicoidal.

En caso de instalaciones pequeñas el motor puede ser diesel y la bomba tipo dúplex o triplex.

IV 2.6.- Refinerías y Plantas Petroquímicas.

Este tipo de plantas de proceso se encuentran distribuidas estratégicamente por todo el Territorio Nacional para cubrir las nece-

sidades de procesamiento y entrega al público de productos elaborados.

De manera sintetizada en las refinerías el petróleo crudo se somete a diferentes procesos que tienen por objeto adquirir productos de características específicas para ser utilizados como: Combustible Lubricantes y Materias Primas para la industria petroquímica. Para lo cual se requiere de:

- 1.- Procesos de Separación por Destilación de los Componentes del petróleo crudo.
- 2.- Procesos de Desintegración de los Componentes pesados del petróleo, para convertirlos en gasolina y gas licuado.
- 3.- Procesos de reformación catalítica que en el área de la refinación el objeto es mejorar las características de las gasolinas y la materia prima para la industria.
- 4.- Procesos de Purificación de los diferentes productos, para -- que su calidad cumpla con las normas estrictas tanto Nacionales como Internacionales.

En el caso de las plantas petroquímicas se están utilizando los conocimientos científicos químicos de elaborar los productos derivados del petróleo crudo, los gases asociados a él o en el gas na

tural.

Las instalaciones son muy complejas en su funcionamiento y los -- servicios complementarios y necesarios para dicho funcionamiento son diversos, desde el suministro de agua para enfriamiento de -- los diferentes equipos; el de energía eléctrica; plantas de tratamiento de agua; sistemas de transporte (ductos) para los diferentes productos; hasta los sistemas de tratamiento de aceite -- (eliminación de agua) y los de tratamiento de aguas de desecho.

El aporte de contaminantes al medio ambiente es de gran magnitud, ya que los productos de desecho son enviados a receptáculos acuosos cercanos al área de las instalaciones y también se contamina en menor grado, a los terrenos aledaños a las plantas de proceso. La atmósfera es contaminada por diversos gases durante el proceso de los productos petroleros o cuando se suscita algún descontrol en dichas instalaciones o al ser enviados y quemados a la atmósfera los diferentes productos de desecho.

IV.2.7.- Agencias de Venta.

Son instalaciones similares a las centrales de almacenamiento y -- bombeo, es decir cuentan también con tanques de almacenamiento y equipos de bombeo, pero su función principal consiste en almacenar productos refinados.

Pueden estar ubicadas dichas instalaciones en el interior de la República o tener acceso por mar o ríos a barcos cargueros.

Cuando se realizan las operaciones de carga y descarga de productos de embarcaciones petroleras, con frecuencia hacen su presencia los derrames accidentales de diferente cuantía que contaminan el medio ambiente, en tal caso Petróleos Mexicanos y la armada de México se coordinan acciones para recuperar o dispersar los productos derramados.

Las agencias de venta pueden contar con presas de deslastre, cuya finalidad principal es recibir en ellas el agua que traen como lastre los barcos o la contenida en las tuberías, entre la estación de bombeo y la boya de carga; en inteligencia de que está agua se pasa a dichas presas para recuperar los productos petroleros que contiene en su interior y posteriormente enviarlos a tanques contaminados.

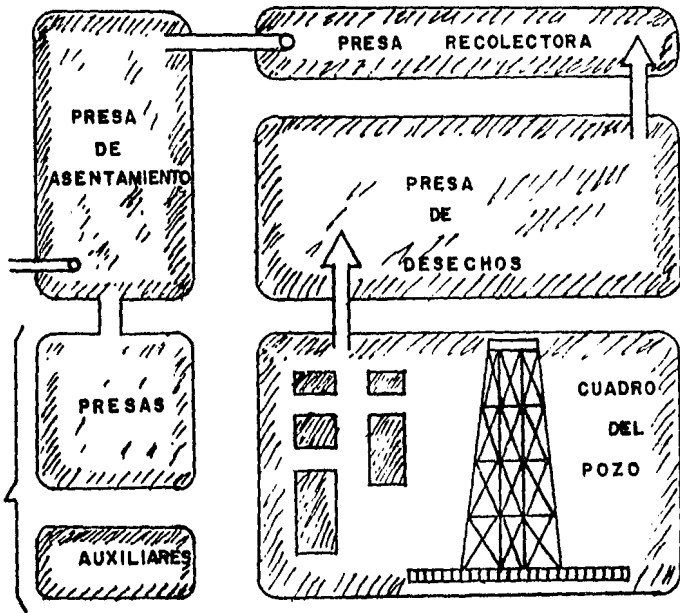
IV.3. Roturas de Tuberías.

Dado que el transporte de hidrocarburos por tuberías tiene ventajas en cuanto al costo con respecto a los otros tipos de transporte, se ha extendido grandemente su aplicación, consecuentemente se presentan derrames de productos generalmente por fallas de material que las forma. Estas tuberías están fabricadas con gran

factor de seguridad y con aceros especiales, pero a pesar de estas especificaciones que se efectúan sobre ellas como son pruebas hidroestáticas se presentan roturas que originan los derrames indicados. Estos accidentes son a causa de defectos de las tuberías por corrosión de la misma; o al estar sujetas a esfuerzos cortantes que fatigan el material por movimientos orogénicos naturales.

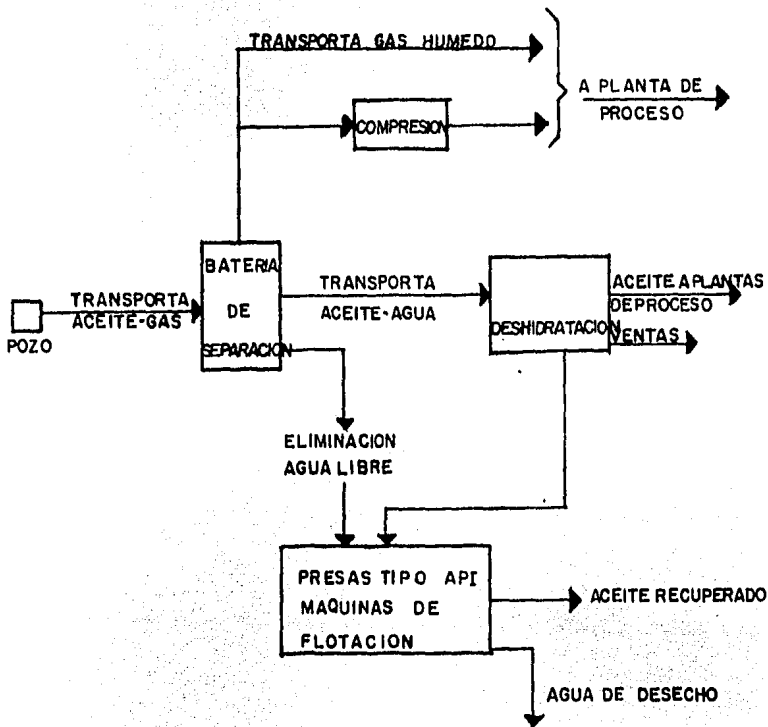
La contaminación que estos fenómenos provoca dependen de diversos factores como son: los volúmenes de hidrocarburos que se transporten, el estado físico de ellos (hidrocarburos líquidos o hidrocarburos gaseosos), la topografía del terreno a recorrer, la existencia de zonas pantanosas y zonas con gran vegetación que dificultan el acceso.

Hay que hacer notar que las roturas de tuberías se presentan mayormente cuando se manejan productos volátiles y poseen al mismo tiempo mayor grado de peligrosidad.



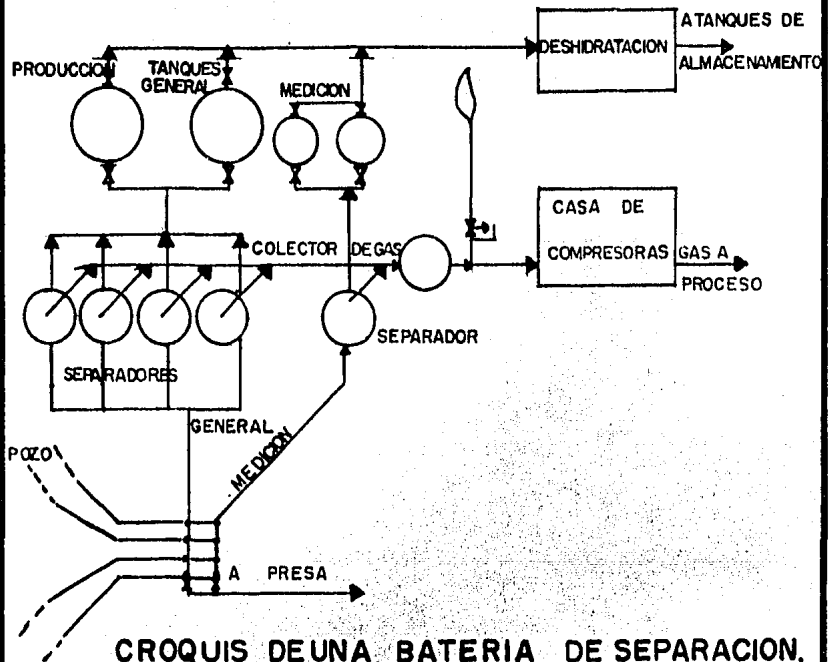
PRESAS PARA RETENCION DE DESECHOS

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO DF	FIGURA	INGENIERIA
1984	No 1	PETROLERA



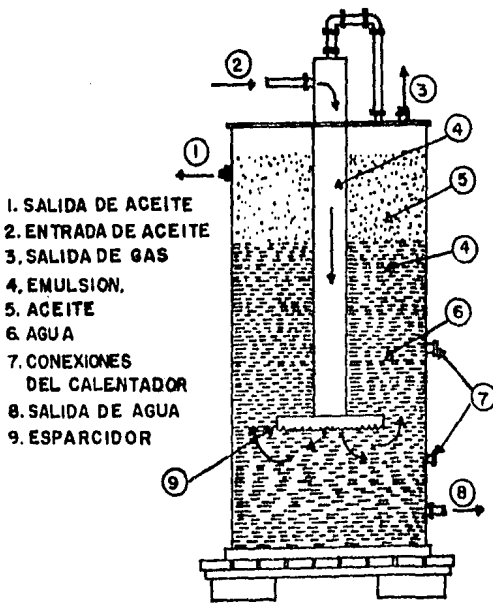
**MANEJO DE PRODUCCION
EN CAMPO**

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICODF 1984	FIGURA No. 2	INGENIERIA PETROLERA



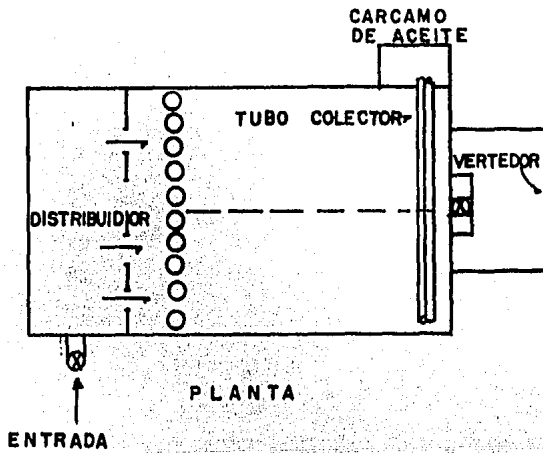
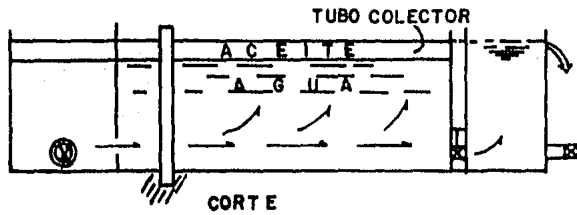
CROQUIS DE UNA BATERIA DE SEPARACION.

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO D.F.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No 3	PETROLERA



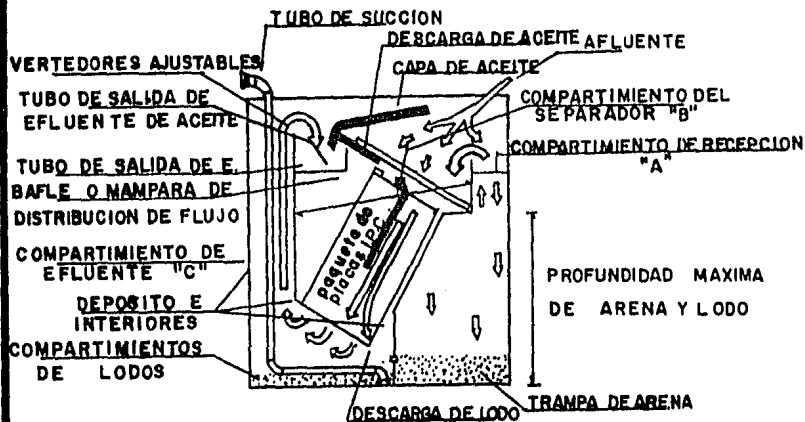
TANQUE DESHIDRATADOR.

U. N. A. M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO D.F.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No 4	PETROLERA



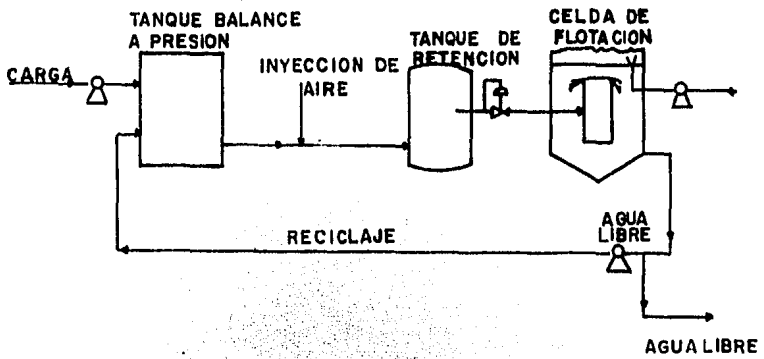
SEPARADOR TIPO A. P. I.

U.N.A.M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO D.F.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No 5	PETROLERA



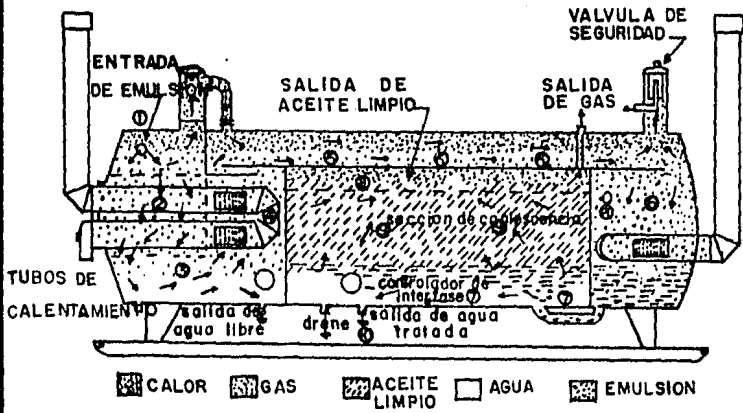
SEPARADOR DE PLACAS CORRUGADAS DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO

U. N. A. M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN.		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO D.F.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No 6	PETROLERA



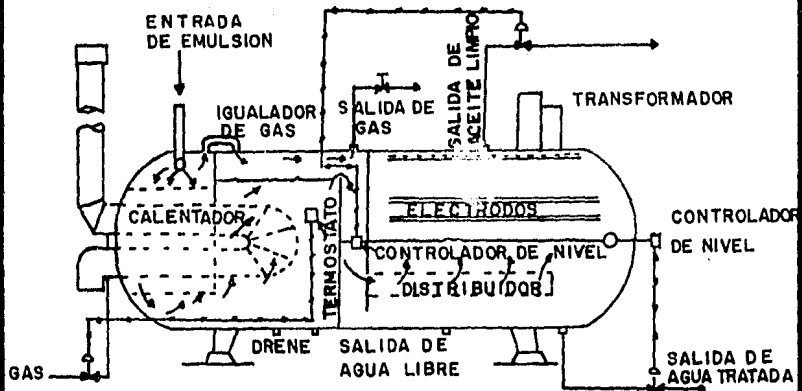
CELDA DE FLOTACION

U. N. A. M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN.		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO D.F	FIGURA	INGENIERIA
1984	No 7	PETROLERA



SISTEMA DE TRATAMIENTO TERMOQUIMICO

U.N.A.M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN.		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO D.F.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No 8	PETROLERA



SISTEMA DE TRATAMIENTO ELECTROQUIMICO

U. N. A. M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN.		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO D.F.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No 9	PETROLERA

CAPITULO V

SECUENCIA PARA CORREGIR UN DERRAME
DE PRODUCTOS NOCIVOS AL MEDIO AM--
BIENTE EN TIERRA Y RECEPTACULOS --
ACUOSOS

V. SECUENCIA PARA CORREGIR UN DERRAME DE PRODUCTOS NOCIVOS AL MEDIO AMBIENTE EN TIERRA Y RECEPTACULOS ACUOSOS.

Esencialmente este proyecto de gran importancia esta basado en el plan interno de contingencias realizado por Petróleos Mexicanos -- para combatir y controlar derrames de hidrocarburos y otras sustancias en el mar, cuyos puntos principales, definiremos a continuación.

V.1. Prologo.

Dado que el hombre depende para su existencia del alimento que extraiga tanto de la tierra como del mar, actualmente se ha despertado la conciencia a nivel mundial para proteger estos medios que son el habitat de muchos animales y plantas y que además contienen minerales que el hombre explota comercialmente para su confort.

En relación a los depósitos acuosos se tiene un volumen líquido -- de 1400 millones de Kms^3 . sin considerar el agua contenida en la atmósfera en forma de vapor y la que se encuentra en forma de hielo en los casquetes polares y dado que es un bien común, la contaminación que se haga afecta a la comunidad de naciones y por -- ello están interesadas en corregir y aminorar estos daños.

Para tal fin se han desarrollado investigaciones, elaborando normas y convenios que a nivel mundial se comprometa a cumplir la co

unidad de naciones indicadas en el párrafo anterior.

La O.N.U. (Organización de las Naciones Unidas), posee cuatro departamentos dedicados a la investigación y reglamentación en las áreas de: alimentos, agricultura, metereología y mar.

El departamento que estudia los problemas del mar es la "Organización Marítima Internacional" (O.M.I.), la cual es la responsable de la preservación, reglamentación y desarrollo óptimo del medio marino.

En base a estas investigaciones, se han determinado que las formas de contaminación marítima que se presentan más comúnmente son:

- Arrastres de ríos, que poseen una gran cantidad y variedad de -- sustancias contaminadas.
- Accidentes de barcos petroleros.
- Explotación de recursos del fondo y subsuelo marino.
- Contaminantes de la atmósfera que se depositan en el mar.

V.2.- Antecedentes.

El plan nacional de contingencias para combatir y controlar derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas al mar, se le deno

mina "Plan Nacional", el cual fué publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 1981, en cumplimiento con el mandato expreso del artículo séptimo del acuerdo presidencial. - Estableciéndose que este plan será de carácter permanente y de -- interés social aplicable a su vez a las áreas cuya soberanía co-- rresponde a la nación.

Petróleos Mexicanos como dependencia descentralizada, integrante de la subcomisión de prevención y control de la contaminación marítima, cumple con el decreto antes mencionado y por eso elaboró: "El Plan Interno de Contingencias de Petróleos Mexicanos para combatir y controlar derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas en el mar", que en lo sucesivo para una mayor diferenciación se denominará plan interno. Los objetivos fundamentales del plan nacional son los siguientes:

- 1.- Establecer una organización muy amplia con un mando unificado para organizar todos los planes de acción, para combatir y -- controlar todo tipo de contaminación causada por derrames de hidrocarburos o por sustancias nocivas al mar.
- 2.- Establecer los mecanismos de coordinación requerida entre las dependencias federales, estatales, municipales, privadas y población en general, para efectuar y llevar a cabo de manera -- óptima el plan mencionado.

- 1.- El conocimiento y aplicación de todos los recursos legales -- nacionales e internacionales vigentes. Así como el establecimiento de las bases técnicas para que la comisión intersecretarial de saneamiento ambiental sancione lo establecido en el citado plan.

- 4.- Establecer los mecanismos a efectuarse a fin de canalizar las erogaciones que por concepto de gastos se efectúen, tramitando ante las secretarías de estado correspondientes la adquisición programada de material o formando un fondo especial para cubrir los gastos propios que una contingencia originaría.

- 5.- Formar parte del plan de contingencia conjunto entre México y E.E.U.U. o con cualquier país del mundo cuando se creyera conveniente y formular este tipo de plan en el ámbito internacional, en caso de derrames.

El plan nacional de contingencias queda organizado en los siguientes niveles jerárquicos:

Local
Regional
Nacional

El consejo técnico del plan nacional es de carácter permanente y -

se integra de la siguiente forma:

Por el Presidente del Consejo.- que es el comandante general de la armada.

Y por un grupo de funcionarios designados por las dependencias de gobierno que en base a su experiencia adquirida, les dá la calidad necesaria de poder contribuir de manera eficaz en las operaciones de prevención y control de contaminación marítima.

El plan interno tiene la siguiente organización: Como coordinador general al gerente de protección ambiental de Pemex y como responsable del equipo de respuesta en el lugar del accidente a los jefes de oficinas de la misma gerencia.

Los ejecutores del plan interno en cada terminal marítima y agencias de ventas costeras, serán los jefes de los centros de trabajo, quienes contarán con el apoyo de las oficinas locales de protección ambiental localizadas en: Tampico, Poza Rica, Coatzacoalcos, Villahermosa, Ciudad del Carmen, Salina Cruz y Guaymas.

El fundamento del plan interno es controlar y combatir un derrame de hidrocarburos de manera institucional, contando con el apoyo de todas las ramas operativas, tanto en recursos humanos y materiales.

Este plan fué elaborado por Petróleos Mexicanos basándose en la experiencia adquirida durante muchos años de trabajo, así como -- también en la presencia de derrames accidentales durante las operaciones realizadas. Pero principalmente se tomó como marco de referencia las actividades desarrolladas en el control del Pozo - - Ixtoc I.

V.3.- Objetivos del plan interno de contingencia.

Los principales objetivos de este plan son los siguientes:

- a).- Ser parte integrante del plan nacional, coordinando y participando en las acciones de respuesta inmediata.

- b).- Establecer mecanismos eficientes y actualizados de acción inmediata para derrames de hidrocarburos en el mar ocasionados por:
 - La perforación de pozos marinos.
 - Transporte de hidrocarburos por buques-tanque
 - Derrames de lastre

- Derrames producto de tanques de almacenamiento en las diferentes terminales marítimas y agencias de ventas costeras.
- La rotura de tuberías de transporte submarino de hidrocarburos.

V.4.- Instructivo.

Dentro del plan interno, queda descrita la forma en que deben llevarse a cabo las acciones cuando se presente un derrame de hidrocarburos marítimo ; las cuales se describen en los siguientes puntos.

- 1.- Cuando se tenga conocimiento de un derrame, de inmediato debe darse aviso a las siguientes dependencias.

Gerencia de Protección Ambiental (México, D.F.)

Oficina de Protección Ambiental (Local)

Departamento de Contra Incendios Local

Superintendencia de Rama Local

Gerencia de Zona.

Para generar el reporte de contingencia se debe llenar el formato, que para tal efecto elaboró la agencia de protección ambiental, el cual comprende una serie de preguntas que abarca

todas las posibilidades de información previa a la visita --
ocular del lugar del derrame.

- 2.- Si los productos derramados son inflamables tal es el caso -
de: Gasolinas, Querosena, Gas Natural y otros. O también en
caso de que sean compuestos tóxicos como: amoníaco, compues-
tos clorados, etc.

Deben procurarse llevar a cabo los trabajos de control con -
gran eficiencia y extremo cuidado siguiendo cada una de las
instrucciones dictadas por las dependencias encargadas del -
incidente (Departamento de Seguridad Industrial y Protección
Ambiental).

- 3.- Todas las actividades a realizar para el control y corrección
del derrame como la confinación, recolección, dispersión y lim-
pieza de playas son descritas de manera detallada en las eta-
pas de acción que se mencionarán en el inciso V.7.

V.5.- Organización.

Todo proyecto de actividades a realizar, debe tener una organiza-
ción adecuada y eficiente, para que los resultados que se obten-
gan sean satisfactorios por lo cual a continuación se muestra la
organización del plan interno de contingencias:

Autoridades de la Secretaría de
Marina

Plan Nacional de Contingencias

Coordinador General del Plan
Interno de Contingencias

Coordinador del Equipo de Res-
puesta del Plan Interno de Con
tingencias.

Ejecutor del Plan Interno
de Contingencia

Jefes Locales del
Equipo de Respuesta

V.6.- Funciones.

Dentro de este capítulo, trataremos de especificar de manera clara las funciones de cada integrante del plan interno de contingencias empezando con:

1.- Coordinador General del plan interno de contingencia.

Este cargo pertenece al Gerente de Protección Ambiental, cuya función principal es la decisión de las alternativas más eficaces, que deben de entrar en acción inmediata.

También posee otras funciones tales como la de proporcionar - información a las autoridades de Petróleos Mexicanos sobre la contingencia de acuerdo con la gravedad del derrame, es decir la magnitud del incidente, informar a la Secretaría de Marina,

al comandante general de la armada, para la toma de decisiones y en caso de requerirse, entre en acción el plan nacional de contingencia, así como el convenio internacional entre México y E.E.U.U.

Será el indicado de dar la información requerida, por medio de la gerencia de información y relaciones públicas de Pemex a los medios de comunicación a nivel nacional e internacional.

Es la persona adecuada para realizar en caso de necesitarse, un estudio e investigación ecológica de las zonas contaminadas.

Coordinador del Equipo de Respuesta del Plan Interno de Contingencia.

El subgerente de operación de protección ambiental es la persona que posee dicho cargo y cuyas funciones serán:

Determinar y evaluar a la vez, la magnitud de las características del derrame suscitado, a través de toda la información que sea recopilada respecto al lugar afectado.

También llevará a cabo la selección más óptima, del equipo que deba trasladarse hacia el área del derrame. Al mismo tiempo dará amplias especificaciones e instrucciones al ejecutar el --

plan de contingencia para lograr la eficiencia y optimización del plan a efectuarse.

Debe mantenerse en comunicación constante y permanente con el ejecutor del plan de contingencia, transmitiéndole instrucciones y recibiendo los avances de las actividades desarrolladas y al mismo tiempo cubrir los requerimientos de equipo y personal.

Por último le proporcionará información diaria a su superior - que es el coordinador general del plan interno de contingencia.

3.- Ejecutor del plan interno de contingencia.

Este cargo es del superintendente general de operación de protección ambiental y su función principal es la aplicación del plan determinado y la evaluación durante la ejecución de éste.

Auxiliará a su vez, a los jefes locales con el equipo de respuesta, para la toma de decisiones en la coordinación y dirección de todas las actividades en donde intervengan, todas las ramas de la institución.

Informará diariamente al coordinador del equipo de respuesta - de los avances logrados y de los materiales que se necesiten - para proseguir con las actividades.

Deberá mantenerse actualizado respecto a todas las actividades efectuadas anteriormente y las pendientes a realizar.

4.- Jefe Local del Equipo de Respuesta del Plan Interno de Contingencia.

Corresponde dicho cargo al jefe de la oficina de protección ambiental más cercana al área afectada, y cuyas funciones principales son las siguientes:

Solicitar todos los medios de transporte necesarios para la inspección y evaluación del derrame ocurrido.

Se encargará de la transportación del equipo seleccionado, al lugar del incidente.

Dirigirá y coordinará estas actividades y todas aquellas en las que participe personal de las diferentes ramas de la institución, asignando a cada miembro del equipo de respuesta las actividades a desarrollar en el lugar del derrame.

Tendrá conocimiento de las condiciones meteorológicas (lluvias, temperatura, sismos, etc.) del lugar imperante donde ocurrió el derrame, para actuar de acuerdo con las situaciones que se presenten.

Elaborará un programa adecuado de inspección por vía aérea para determinar y conocer las características del derrame e informar de inmediato sobre esto al coordinador del equipo de respuesta, y en caso necesario informar al ejecutor del plan, para que a su vez este comunique lo realizado al coordinador del equipo de respuesta.

V.7.- Etapas de Acción.

Dentro de esta parte que integra al plan interno de contingencia se determina de manera específica, cada una de las diferentes actividades a desarrollar de manera organizada y con la secuela definida.

Son 5 etapas principales con las que cuenta dicho plan interno -- y se describen a continuación:

ETAPA I.

Aviso Emergente

En caso de que exista una contaminación marítima, esta puede ser descubierta y notificada por empresas encargadas de la vigilancia contra la contaminación; por nuestras autoridades a nivel local y regional o por la población civil o por las personas causantes del incidente.

Siempre que se presente un derrame accidental en cualesquiera de las instalaciones marítimas o portuarias petroleras existentes, - o en altamar y este incidente ocurrido sea descubierto por personal de la misma industria petrolera o como se dijo anteriormente por personal de otra rama de actividades diferentes deberá dar la noticia inmediatamente dirigiendo siempre el aviso emergente a la institución adecuada, tal es el caso de la superintendencia de -- protección ambiental más cercana al área del derrame, así como la gerencia a la que dependa. Además dicho aviso debe incluir cierta información calificada, especificada en un formato ya establecido (Formato de Aviso Emergente), el cual se muestra enseguida.

PLAN INTERNO DE CONTINGENCIAS
Formato de Aviso Emergente.

- 1.- Nombre del que informa: _____ Telef: _____
- 2.- Dependencia (Petróleos) _____
- 3.- Lugar del Derrame: _____
- 4.- Tipo de Derrame
- Barco Durante su Carga _____ Encallado _____
- Monoboya _____
- Manguera de: _____
- Plataforma de Perforación _____ Producción _____
- Línea Submarina _____ De Muelle de Carga _____
- 5.- Hora de la Detección del Derrame
- 6.- Producto Derramado
- Tipo _____
- Volumen _____
- 7.- Incendio (cruzar) Si No
- 8.- Desgracias personales Si No
- 9.- Condiciones Meteorológicas _____
- 10.- Medio de Acceso al Lugar del Derrame _____
- 11.- Observaciones _____

ETAPA 2

Información del Derrame.

Es necesario siempre tener el conocimiento con oportunidad del derrame suscitado, ya que es muy importante para implementar el plan interno de contingencia y movilizar todos los recursos de que se dispongan para el control de este incidente y la recolección del aceite. Además se deben conocer las condiciones de la localidad para poder de esta manera trazarse los procedimientos a seguir.

Ya que el coordinador general del plan interno ha recibido el aviso emergente sobre el derrame marítimo, será el encargado de notificarse al subdirector técnico administrativo. El cual a su vez informará a los demás subdirectores de la empresa relacionada con el accidente y también lo hará de igual forma a la dirección general de Petróleos Mexicanos.

Existirá también comunicación permanente entre el coordinador general y el jefe local del equipo de respuesta para toma de decisiones al ejecutar el plan interno de contingencia.

Autoridades
Civiles

Persona Causante
del Incidente

Aviso
Emergente

Población
Civil

Responsable
de Vigilancia

Autoridades
de la Secretaria
de Marina
Nacional

Coordinador
General del
Plan Interno
Subdirectores
de la
Institución

Jefe Local del Equipo
de Respuesta.

Dirección General
de Pemex.

ETAPA 3

Inspección y Evaluación del Derrame.

Ya que el jefe local del equipo de respuesta, tenga conocimiento de la existencia de algún derrame marítimo, informará inmediatamente al coordinador del equipo de respuesta de lo sucedido, también se le hará saber a la persona encargada de la inspección del área.

Dicho encargado de la inspección (inspector), será el indicado de evaluar la magnitud del derrame ocurrido que incluye: la cantidad y el tipo de contaminante derramado, su localización y probables efectos dañinos. Debe informar a su vez la dirección y la velocidad de desplazamiento de la mancha, así como la aproximación hacia

zonas expuestas a un impacto ambiental a causa del derrame. Terminadas las funciones anteriores, debe informar al jefe local del equipo de respuesta de todas sus actividades y de todas las posibilidades existentes para controlar el derrame. Debe entregar un formato preestablecido conocido como "Informe de Inspección a Derrames de Hidrocarburos", el cual se describirá posteriormente.

El jefe local del equipo de respuesta será la persona encargada de transmitir todos los datos concretos del derrame, al coordinador de dicho equipo de respuesta; específicamente informará la causa del derrame ocurrido, el volumen aproximado que se estima fué derramado y a su vez le propondrá al coordinador la aplicación del plan interno con sus diferentes etapas. Después que el coordinador del equipo de respuesta este al tanto del problema informará al coordinador general del plan interno de contingencia para recibir las instrucciones adecuadas a realizar y posteriormente se las dará a conocer al jefe local del equipo de respuesta.

PLAN INTERNO DE CONTINGENCIAS
Informe de Inspección a Derrames de Hidrocarburos

Fecha del derrame _____
Origen _____
Hora del accidente _____
Quién proporcionó la información (cargo) _____
Quién recibe la información _____
A que horas se recibió la información _____

Inspección del área de la mancha

Hora de salida del Aeropuerto _____
Medio de transporte _____
Velocidad de desplazamiento sobre la mancha _____
Longitudinal _____
Transversal _____
Hora de localización de la mancha _____
Ubicación de la mancha, coordenadas _____
Dimensiones _____
Cantidad estimada derramada _____
Condiciones Meteorológicas _____
Vientos (dirección y velocidad) _____
Estado del tiempo _____
Observaciones _____
Fecha _____

Observador
(Inspector) _____
Firma

Para poder evaluar los derrames presentados, es necesario poseer patrones de referencia, sobre los cuales podamos comparar y deducir así los resultados obtenidos. De esta forma, la magnitud de un derrame se evalúa según los siguientes patrones.

MAGNITUD DEL DERRAME.

Derrame Pequeño.

Se considera al producto de hidrocarburos o de otras sustancias - tiradas al mar durante la descarga y carga; pero cuyos efectos no nocivos sean mínimos, también son consideradas en este rango las -- operaciones de producción de hidrocarburos tales como:

Fuga en las juntas de tubería y mangueras durante las operaciones realizadas en los buque-tanques.

Escurrecimiento de plataformas marinas.

Derrames de Lastre.

La característica fundamental, es que en este tipo de operaciones no requiere la acción del plan interno de contingencia.

Derrame Mediano.

Es el ocasionado por el transporte de hidrocarburos o de otras -- sustancias nocivas, siempre que se carga o descarga y que significa un peligro hacia la salud e implica daños de gran magnitud en

el área del derrame. Son tales como:

Fugas de línea de Conducción.

Fugas de Monoboyas.

Desbordamiento de Buque-Tanques.

Derrame Grande.

Es aquel producto de hidrocarburos ó de otras sustancias nocivas, que por su magnitud y su constante intensidad significa una gran amenaza de la salud pública y al mismo tiempo tiene un gran efecto contaminante en el área del derrame, así como en otras áreas -lejanas de él.

Se encuentran considerados:

El encallamiento de buque-tanques que provoque accidentes como la ruptura de sus tanques almacenantes.

El choque entre buque-tanques en alta mar.

Descontrol de pozos productivos; durante la perforación de pozos.

FRECUENCIA Y TAMAÑO DE LOS DERRAMES.

Debido a la supervisión que actualmente se tiene del equipo y el control de tiempo de retiro de este, además de las diferentes tuberías para el transporte de productos dentro de las instalaciones, se tiene que los derrames accidentales en las instalaciones son --

de poca monta (derrames pequeños) y espaciados en tiempo.

En el caso de los derrames medianos, se presentan en los puertos, aguas costeras contiguas a estos o simplemente en aguas alledañas a instalaciones petroleras muy profundas (plataformas) y su frecuencia y tamaño son función de las medidas de seguridad que se -tengan y la vigilancia que haya en las instalaciones.

Si se trata de derrames grandes es mucho más difícil prever su presencia, así como, su tamaño ya que estos incidentes son causados por encalladuras o por colisiones de buque-tanques y este depende de gran forma del riesgo de navegación, y del tráfico marino que exista; aunque también se incluye en este rango los descontrol de pozos, cuyo control dependerá de la oportuna información del accidente y del tiempo en que llegue el equipo de respuesta al lugar del descontrol.

ETAPA 4

Actividades de Confinamiento.

Confinación y Medidas contra la Difusión del Contaminante.

Siempre que se presente un derrame marítimo, de inmediato deberá actuar el plan nacional de contingencia, efectuando las actividades principales de confinamiento y de recolección de aceite en el

medio marino; también se deben realizar todos los preparativos -- para las actividades de limpieza en playas. Cuando sea necesario la utilización de equipos especializados aparte de los que se -- poseen en el área del derrame. Deben ser proporcionados por medio de las gerencias de zona y superintendencias generales de distrito y a su vez un responsable localizado en tierra llevará el control del equipo que se ha recibido y que se ha mandado a la zona del incidente.

Confinamiento del Aceite Derramado.

Para realizar la actividad de confinamiento de aceite, es necesario utilizar barreras flotantes con material complementario, para ubicar estas barreras en el lugar adecuado, dentro de la zona del derrame, el operador responsable decidirá los puntos más óptimos haciendo uso de las características meteorológicas del lugar específicamente la dirección y velocidad de la corriente marítima de agua y deberá observar a su vez todos los cambios que sufra está, para poder movilizar barreras de contención con respecto al desplazamiento del aceite en el mar.

Si el derrame es en un puerto, se iniciará con las operaciones de seguridad, respetando las normas establecidas. Después se procederá a confinar el aceite con barreras flotantes y se recupera el contaminante con equipos instalados en tierra firme evitando así el uso de embarcaciones para este tipo de actividades.

El jefe local del equipo de respuesta deberá poseer una relación completa y actualizada, de todas las barreras contenedoras que se tengan en los centros de control de derrames de la institución, para esto el coordinador del equipo de respuesta será el que proporcione dicha lista de datos para en caso de una emergencia sean utilizados equipos con mayor capacidad y eficiencia.

PLAN INTERNO DE CONTINGENCIAS

Acciones para Confinar el Aceite.

1).- Revisión y preparación.

Sacar la barrera del almacén, revisarla cuidadosamente y preparar la para colocarla en el muelle del derrame.

Preparar la barrera implica que se aten los cabos en sus extremos, con longitud suficiente para que al maniobrarla desde el muelle se puedan hacer diferentes arreglos o formas. Ver figura 10.

2).- Lanzamiento.

Deben lanzarse al mar todos los tramos de barrera necesarios para la operación, esto lo realizará el personal integrante de la cuadrilla. Debe procurarse que uno de los cabos quede amarrado a la parte del muelle que se seleccionó con anterioridad. Ver figura 11.

3).- Tendido de Barrera.

El siguiente paso operativo, es trasladar el cabo no sujeto hacia el otro punto que se haya seleccionado, ayudandose para esto de una lancha con motor fuera de borda o utilizando una de las embarcaciones recolectoras de aceite.

Desde este segundo punto seleccionado con anterioridad, la cuadrilla jalará o recobrará la barrera dejando el aceite confinado. Para una mejor explicación observar la figura 12.

4).- Tensado de la Barrera.

Por último se procederá, a tensar la barrera, esto se realiza por medio de un cabo llevandolo hacia el otro muelle o por conducto de alguna boya anclada. Para un entendimiento más concreto observar la figura 13.

ETAPA 5.

RECUPERACION, DISPERSION Y LIMPIEZA.

Recolección del Aceite Derramado.

La etapa posterior a la de confinamiento del aceite, es la de recolección de aceite. Esta actividad es aprobada primeramente por las autoridades superiores de la institución encargada del inciden

te (derrame), deberá disponer de todo el equipo necesario (abastecedores, chalanes, remolcadores, etc.) para realizar dicha etapa de la manera más óptima, también se colocarán las barreras contenedoras en los puntos clave determinados y se transportará todo el equipo recolector.

Las gerencias de zona o superintendencias de distritos serán las oficinas encargadas de proporcionar todos los materiales y recursos humanos para el desarrollo de esta acción. La persona responsable mandará la barrera y el equipo recolector al área del derrame, todo esto se instalará según crea conveniente dicho responsable.

En cada frente determinado se contará con un supervisor y será el que dirigirá todas las actividades de recuperación. Llevará a su vez una información diaria conocida como informe de recolección de aceite derramado, el cual se describirá posteriormente.

Dicha información se proporcionará al responsable en el mar y este sujeto a su vez informará diariamente al jefe del equipo de respueta.

Para cumplir de manera eficiente los objetivos de confinamiento y recuperación de aceite se requiere de personal multidisciplinario de la institución, el cual será solicitado por el coordinador general a las diferentes gerencias integrantes de la empresa.

PLAN INTERNO DE CONTINGENCIAS
Informe Recolección de Aceite Derramado

Fecha _____

Frente _____

Cantidad Recuperada _____

Cantidad Acumulada _____

Comportamiento Equipo _____

Observaciones _____

Responsable _____

DISPERSION DEL ACEITE.

Cuando el derrame se extiende en mar abierto, será necesario hacer uso de actividades de dispersión, realizadas por embarcaciones acondicionadas y especializadas a su vez, para la realización de este tipo de actividades. En este caso el responsable de las operaciones a realizar será la persona encargada de llenar un formato denominado "Informe Sobre Operación de Dispersión", el cual contiene información importante que deberá comunicarse a los superiores.

Actividades de Limpieza y Restauración de Playas.

Cuando el aceite derramado arribe a las playas, el coordinador general del plan interno solicitará a las gerencias de zona, todos los recursos que tengan para inspeccionar por aire, tierra y agua, posteriormente se pedirán todos los recursos mecánicos y personales para actividades de limpieza y la restauración de las playas proporcionados por las gerencias técnicas administrativas.

Según la magnitud y extensión del derrame en áreas de playas, se establecerán frentes de trabajo, existiendo en cada uno de estos frentes un supervisor de limpieza de playas, el cual controlará todas las actividades realizadas diariamente e informará a su vez en forma muy constante al responsable de la limpieza de playas.

El responsable será la persona encargada, de informar al coordinador del equipo de respuesta y este individuo lo hará de igual forma con el coordinador general del plan.

V.8. Entrenamiento del Personal Multidisciplinario de la Institución que interviene en el plan interno.

Para el caso en que se presente una emergencia, es necesario que la institución cuente con personal capacitado de gran manera y en forma específica, para que se desarrollen las actividades requeridas para control del accidente; por lo cual somete a dicho personal a prácticas de entrenamiento que consisten en:

- 1).- La Operación de Unidades de Dispersión.
- 2).- Estancia en el Mar y Navegación.
- 3).- La Instalación de Barreras.
- 4).- Operación de Equipo Recolector de Aceite.
- 5).- Limpieza en Areas Afectadas.
- 6).- Mantenimiento del Equipo.
- 7).- Supervivencia en caso de Desastre.
- 8).- Operaciones Contra Incendio.

El personal integrante de los diferentes grupos multidisciplinarios de trabajo lo componen:

La Gerencia de Protección Ambiental y de los Departamentos de Pro

PLAN INTERNO DE CONTINGENCIAS
Informe sobre Operación de Dispersión

Fecha del derrame _____

Que lo originó _____

Fecha de dispersión _____

Nombre del barco _____

No. de horas trabajadas _____

No. de Hectáreas dispersadas _____

Cantidad de dispersante utilizado _____

Marca y tipo de dispersante _____

Relación agua/dispersante _____

Cantidad dispersante a bordo _____

Coordenadas de localización del área de trabajo _____

Rumbo de la mancha _____

Rumbo del barco sobre la mancha _____

Condiciones meteorológicas _____

Condiciones de operación tangones y rociadores _____

Observaciones _____

Fecha _____

Supervisor _____

tección, Seguridad Industrial, Control de Tráfico Marítimo, Transportes Aéreos, etc.

Los programas de entrenamiento son realizados por el coordinador del equipo de respuesta; dichas prácticas operacionales se llevan a cabo en las gerencias operativas en sus respectivos centros de trabajo.

V.9. Actividades de Estudio e Investigación Ecológica.

Una de las actividades que más interesa a Petróleos Mexicanos, es el daño que causarán los derrames de hidrocarburos sobre el medio ambiente, al mismo tiempo el prestigio que posee sobre la sociedad de la cual es parte. Para esto, dicha empresa siempre está en constante investigación y estudio procurando que los daños a la ecología sean los mínimos.

Todo lo anterior depende de la magnitud del derrame, ya que esto hará que se aplique o no el plan interno de contingencia; además de que deben llevarse a cabo los respectivos estudios de impacto ambiental de dicho derrame, para poder de esta manera, ver la forma, más objetiva todas las posibilidades de consecuencias del incidente sobre la ecología marina.

Por eso la institución, siempre tiene personal especializado so--

bre el área ecológica, investigando métodos y dispositivos para que los derrames accidentales sean controlados rápidamente; así como también para que los daños ocasionados sean corregidos al grado máximo. Al mismo tiempo estar al corriente de los efectos dañinos del derrame en un futuro.

En conclusión se busca que los impactos ambientales sean mínimos y que los daños ocasionados a la ecología se corrijan o de manera muy estricta evitar que se lleven a cabo dichos incidentes.

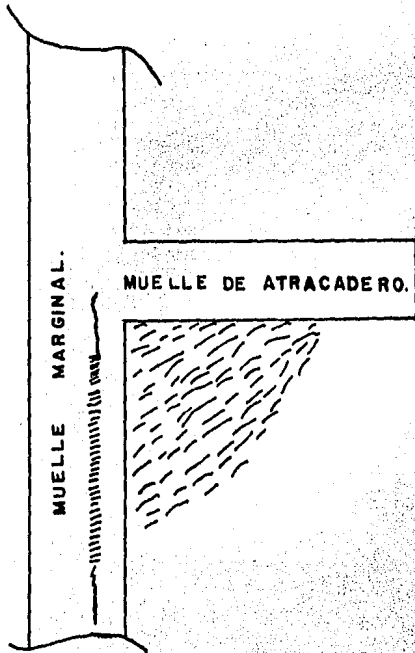
V.10.- Derrames en Depósitos de Agua Dulce y Terrestre.

Cabe aclarar que la secuencia para corregir derrames de productos nocivos, descrita en los puntos anteriores esta básicamente dirigida hacia derrames accidentales provocados en el medio ambiente marino (mar), y se le denomina plan interno de contingencias.

Cuando el derrame, se lleve a cabo en receptáculos acuosos diferentes al anterior, como son ríos y lagunas, la forma de corrección es semejante; primeramente se sigue la secuencia de pasos en forma ordenada, descrita en el plan interno de contingencias, para posteriormente confinar y recolectar el aceite derramado, aunque en este caso diferencian los métodos utilizados debido a la posición terrenal, ya que no es necesario transportar el equipo especializado a lugares con circunstancias complejas (alta mar), sino a lu-

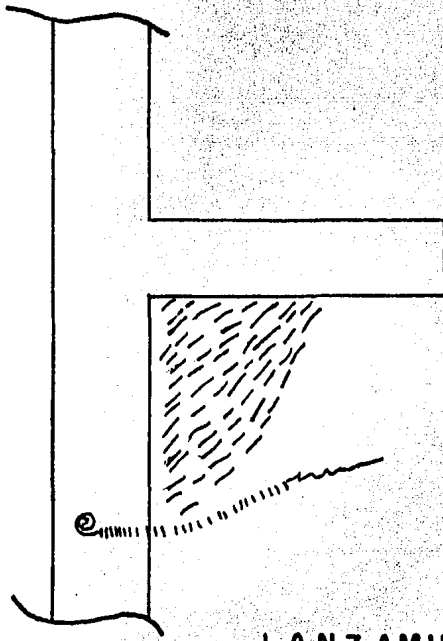
gares más accesibles con características más favorables para la realización de dichas actividades.

Si el derrame de sustancias nocivas se realiza en el medio terrestre (zonas continentales), la secuencia para el control y la combatividad del accidente, es la misma que la de los casos anteriores; solo que ahora se posee una mayor ventaja, y que el confinamiento y recolección de las sustancias derramadas es mucho más fácil, sin tener que realizar operaciones más complejas y con circunstancias climatológicas adversas como las que se presentan en el medio ambiente marino. Además se evita el transporte de equipo especializado y la forma de instalarlo es más sencilla. Por último la eficiencia de todas las actividades realizadas es mayor.



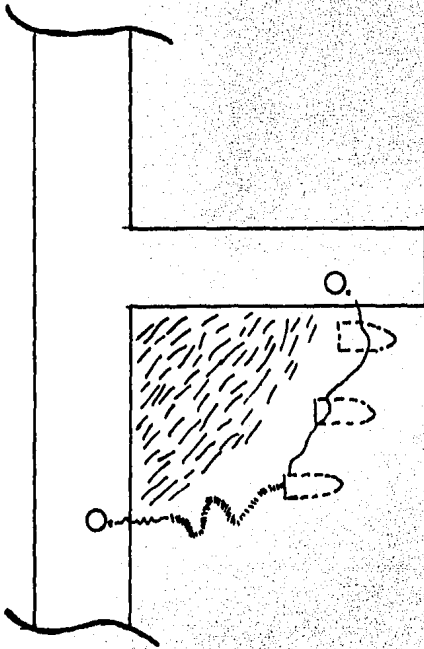
**CONFINAMIENTO DEL ACEITE REVISION
Y PREPARACION**

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN.		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO DF	FIGURA	INGENIERIA
1984	No 10	PETROLERA



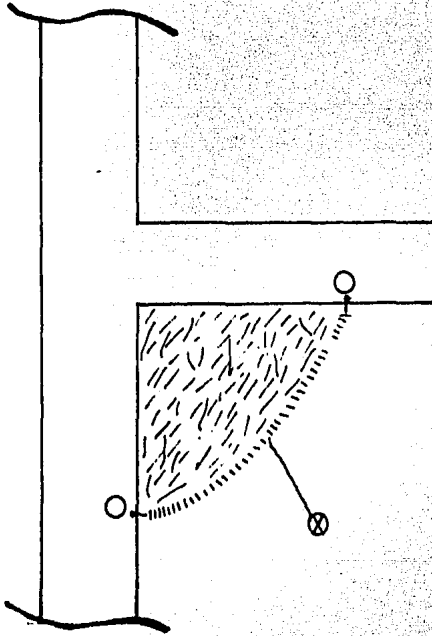
LANZAMIENTO

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO DF	FIGURA	INGENIERIA
1984	Nº II	PETROLERA



TENDIDO DE BARRERA

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO D.F.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No.12	PETROLERA



TENSADO DE LA BARRERA

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO DF.	FIGURA	INGENIERIA
1 9 8 4	No13	PETROLERA

CAPITULO VI
IMPACTO AMBIENTAL

VI. IMPACTO AMBIENTAL.

Dada la complejidad del tema; se tratará de manera muy general de explicar lo que es un estudio de impacto ambiental así como sus más relevantes componentes.

Los estudios de impacto ambiental son actividades diseñadas para la identificación, predicción e interpretación de los efectos tanto negativos como positivos que se perciban sobre el conjunto de valores naturales, sociales y culturales en lugar y tiempo determinados para la realización de un proyecto. Para el estudio anterior se necesita contar con grupos interdisciplinarios, formados por: Ingenieros, Biólogos, Economistas, Sociólogos, etc. con el fin de trabajar en forma conjunta y sistemática.

La evaluación de un estudio de impacto ambiental es algo muy reciente, tendrá apenas unos 10 años de haber comenzado, su meta principal es lograr un medio eficaz entre un uso indiscriminado de los recursos y el aprovechamiento de los mismos. Es quizás en época de los setentas cuando el hombre empezó a tomar conciencia de la gran necesidad de detener la degradación ambiental, basándose en el análisis de los impactos ambientales.

De manera tradicional, en toda planificación o realización de un proyecto, se tomaban en cuenta solo los aspectos siguientes:

Factibilidad Técnica y Económica y Disponibilidad de Materias Primas: con una carencia absoluta de las afectaciones al medio ambiente.

Con la experiencia adquirida en el desarrollo de los procesos industriales se han desarrollado los estudios de impacto ambiental - los cuales han demostrado ser una herramienta muy poderosa para - evitar o mitigar los daños que estos procesos ocasionan al medio ambiente. Ya que facilitan la decisión sobre las alternativas de - un proyecto (localización, tipo de proceso, obtención de materias primas, etc.), lo cual nos lleva a un desarrollo óptimo y control de las afectaciones indicadas.

Sin embargo cabe resaltar que actualmente no hay un criterio universal para elaborar y realizar un estudio de impacto ambiental. - Aunque por el momento se ha logrado un objetivo muy importante como es despertar el interés de estos estudios en el resto de la comunidad internacional; concientizando a las autoridades relacionadas con la protección al medio que nos rodea.

VI.1.- Bases Legales.

En la realización de un estudio de impacto ambiental se debe contar con un apoyo legal, el cual queda comprendido en la nueva Ley de Obras Públicas y su Reglamento, que fueron publicadas en el --

Diario Oficial en diciembre de 1980 y septiembre de 1981 respectivamente.

Ley de Obras Públicas. Artículos: 12, 13, 16 y 17'

Artículo 13.

En la planeación de la obra pública, las dependencias y entidades deberán prever los efectos y consecuencias sobre las condiciones ambientales. Cuando estas pudieran afectarse, los proyectos deberán incluir lo necesario para que se preserven, restauren o mejoren las condiciones ambientales y los procesos ecológicos. Para estos efectos deberán intervenir las dependencias del ejecutivo federal con atribuciones a esta materia.

Reglamento de la Ley de Obras Públicas. Artículos: 17, 18, 19 y -- 24.

Artículo 17.

La S.S.A. con la participación que corresponda a la S.A.R.H. en -- tratados de aguas, establecerá las normas, criterios y lineamien-- tos, para que en la planeación de la obra pública, las dependen-- cias y entidades prevean los efectos y consecuencias sobre las con-- diciones ambientales en las fases de construcción, operación y que los proyectos incluyan lo necesario para preservar, restaurar y me-- jorar dichas condiciones y los procesos ecológicos.

Aunque también los estudios de impacto ambiental tienen como base legal:

La Ley Federal de Protección al Ambiente.

Publicada Diario Oficial 11 de enero de 1982.

Artículo 1°.

Las disposiciones de esta Ley rigen en todo el Territorio Nacional; son de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, mejoramiento, conservación y restauración del ambiente, así como la prevención y control de la contaminación que lo afecta.

Artículo 7°.

Los proyectos de obras públicas o de particulares, que puedan producir contaminación o deterioro ambiental, que excedan los límites mínimos previsible marcados en los reglamentos y normas respectivas, deberán presentarse a la S.S.A. para que esta los revise y pueda resolver su aprobación, modificación o rechazo, con base en la información relativa a una manifestación de impacto ambiental, consistente en las medidas técnicas preventivas y correctivas para minimizar los daños ambientales durante su ejecución.

VI.2.- Principales Conceptos que Integran un Estudio de Impacto Ambiental.

Básicamente se trata de una lista ordenada de los conceptos formativos que integran un estudio completo de impacto ambiental.

- 1).- Finalidad y Necesidad del Proyecto.
- 2).- Alternativas Tecnológicas para el mismo.
- 3).- Alternativas de Localización.
- 4).- Análisis de Costo/Beneficio
- 5).- Realización de un Marco de Referencia Ambiental.
- 6).- Descripción de las Actividades Inherentes al Desarrollo del Proyecto.
- 7).- Identificación y Evaluación de Impactos.
- 8).- Ponderación de Alternativas y sus Efectos.
- 9).- Recomendaciones Sobre Acciones a Desarrollar para Evitar o - Mitigar Impactos Negativos al Medio.

VI.3.- Técnicas para Realizar un Estudio de Impacto Ambiental.

En la actualidad se cuenta con una diversidad de técnicas para el análisis específico de los impactos ambientales; las cuales puede decirse que fueron diseñadas para cumplir el objetivo anterior y - también algunas técnicas han sido adoptadas como técnicas auxiliares.

Pero, generalizando, las funciones importantes que se persiguen con

las técnicas de análisis son:

La identificación, medición, interpretación y comunicación de los impactos y dado que ninguna técnica reúne satisfactoriamente con todas las características mencionadas comunmente es necesario complementarlas o combinar las técnicas entre sí.

Para Selección de las Técnicas de Análisis dependen de varios factores.

- 1.- Necesidades Específicas del Proponente.
- 2.- Necesidades del Proyecto en Cuestión.
- 3.- De los Recursos Asignados
- 4.- Del Tiempo
- 5.- Del uso que se les dará.
- 6.- De los Conocimientos o Especialidad del Analista.
- 7.- De las Bases Legales Existentes.

Las principales técnicas que se emplean han sido clasificadas por Warner 1973 y Warner and Browly en 1974 y consisten en:

- a.- Procedimientos AD-HOC
- b.- Sobre posiciones
- c.- Lista de Chequeo
- d.- Matrices
- e.- Redes.

CAPITULO VII

**EQUIPO UTILIZADO PARA LA RE-
COLECCION DE ACEITE Y VARIOS
PRODUCTOS.**

VII. EQUIPO UTILIZADO PARA LA RECOLECCION DE ACEITE Y VARIOS PRODUCTOS.

En este capítulo se incluyen todos los equipos mecánicos especializados, con que cuenta Petróleos Mexicanos, para la recuperación de hidrocarburos y de otras sustancias nocivas.

Describiendo al mismo tiempo de manera simplificada su funcionamiento y sus principales componentes, de manera que se comprenda claramente en que consisten dichos dispositivos.

Además se mencionan los procedimientos de control que se llevan a cabo, con dichos equipos recuperadores en los derrames accidentales.

En base de que los hidrocarburos poseen propiedades fisicoquímicas diferentes y con el objetivo principal de evitar dañar la fauna y -- flora de lugares estratégicos; de gran importancia comercial y con repercusión ecológica (especies clasificadas de acuerdo a su consumo), es necesaria la intervención oportuna y ordenada para el control del derrame, de acuerdo a la magnitud de este. Utilizando primeramente los equipos recuperadores localizados en cada zona y disponiendo posteriormente de apoyo adicional en caso de ser necesario, para lograr que los daños que se causen al medio ambiente sean mínimos.

Los equipos de control utilizados, siguen ciertas restricciones, tomando como base principal el tipo de agua en la cual se produce el derrame de productos. Estos fundamentos determinan cual - - equipo recuperador debe utilizarse para obtener así un alto porcentaje de recuperación, según todo esto tenemos:

VII.1.- Recuperación en Aguas Estacionarias.

Básicamente se lleva a cabo la recuperación de hidrocarburos, en - aguas quietas con poca corriente. En este caso los equipos recuperadores apropiados, que se recomiendan son los equipos de succión directa y bandas oleoflicas, tal es el caso de los equipos Oil - Mop (Mark-II, Mark-IV), debido a que se tiene acceso necesario para ubicar dichos equipos.

El principio en que se basan estos equipos recuperadores, son por succión directa con las unidades de presión y vacío, o también por la impregnación de una felpa continua que va hacia un sistema de - rodillos y estos hacia una bomba centrífuga que manda el producto recolectado (aceite) a un depósito.

VII.2.- Recuperación en Aguas Corrientes.

Ahora se trata de realizar la recuperación de productos en aguas con corrientes en donde existe movimientos continuos del agua y --

además la película de hidrocarburos sobre el cuerpo receptor es delgada.

Debido a lo anterior, primeramente se recomienda confinar el aceite (para aumentar el espesor de la película) y pueda así succionarse el aceite derramado. Para esto se utiliza al inicio de las operaciones una barrera flotante de contención y posteriormente entran en acción equipos de discos oleofílicos o de succión.

Cabe aclarar que los equipos van montados sobre embarcaciones (barcazas, remolcadores, etc.) donde mediante dispositivos de succión (mangueras) se procede a bombear el producto recuperado hacia el depósito que va colocado en el equipo autónomo.

Todas las características difieren según sea la marca del equipo recuperador.

VII.3.- Recuperación en Alta Mar.

En este caso la recuperación de productos derramados se lleva a cabo en aguas con grandes corrientes y donde el movimiento del agua es de gran magnitud, es decir existe un oleaje continuo. Además los hidrocarburos derramados están en constante movimiento debido a las características anteriores, para lo cual: Primero actúan las barreras de contención (cuya estructura es fuerte) con el

objetivo principal de confinar el aceite, y finalmente se recomienda utilizar equipos de succión directa y de discos oleofílicos, -- que posean una alta eficiencia en la recuperación.

VII.4.- Clasificación de los Equipos.

Los dispositivos mecánicos de recuperación de hidrocarburos son -- de gran importancia, debido a la gran magnitud que existe, así como a su capacidad de recolección y finalmente según su adaptación con respecto a los lugares donde se efectúan las operaciones de -- recolección.

Una clasificación común tomando en cuenta los equipos recuperadores que utiliza Petróleos Mexicanos es la siguiente:

VII.4.1.- Equipo Framo.

Se trata propiamente de un equipo recolector de aceite y fué diseñado con una capacidad de 2400 bls/hr.

Su forma de operar esta basada principalmente, en la recolección -- de aceite por medio de un Skimmer el cual posee un conjunto de discos oleofílicos y una unidad de bombeo.

Posee además un sistema hidráulico para el manejo, la colocación --

del Skimmer y para la recolección móvil. Se utiliza por lo regular en el mar.

Los principales componentes son:

Paquete de Fuerza, Brazo, Desnatador, Cabina, Bomba de Achique, Panel de Control, Tanques de Reserva.

Cuando el equipo Framo está en operación, el Brazo debe estar en posición flotando y el desnatador seguirá el movimiento de las olas. En la figura 14 se muestra un esquema de este equipo.

VII.4.2.- Equipo Walosep.

Es un equipo desnatador ciclónico, formado por una bomba de membrana y una bomba de Tornillo, así como un tanque vacío. Su capacidad de diseño es de 840 bls/hr. La función de la bomba de membrana es realizar el vacío y en el caso de la bomba de Tornillo es elevar el aceite.

Otra característica de este equipo, es que puede actuar como unidad de vacío con la manguera de succión y puede descargar directamente hacia los tanques de recuperación.

El Walosep es un nuevo y revolucionario sistema marino recuperador de aceite (MESS = Marine Emergency Skimming System) utilizado para

limpieza de mares y playas.

Fue diseñado con un bajo peso, y es un sistema de alta capacidad el cual funciona eficientemente en un amplio rango de diversas -- condiciones de tiempo y para aceites pesados. El modelo más peque -- ño posee un peso aproximado de 400 kilogramos. De manera más ex -- plícita el Walosep está integrado por: Un desnatador, un paquete hidráulico y un paquete de bombeo.

En el caso del desnatador este consta de una parte fija llamada -- estator y otra parte móvil conocida como rotor, además tiene un -- tubo de descarga, cuatro flotadores (variable) Mamparas.

El paquete hidráulico posee un rotor lister de 3 cilindros, una -- bomba reguladora de presión que se halla sumergida en el tanque -- del aceite hidráulico. Esta parte es muy importante ya que nos sir -- ve para que funcionen el par de bombas que integran el paquete de bombeo, así como también el desnatador.

Finalmente el paquete de bombeo consta de dos bombas como ya se di -- jo anteriormente; una es de membrana y la otra de tornillo. A su -- vez cuenta además con filtro para retención de sólidos (basura) -- junto con el líquido, tiene también un panel de control para las -- dos bombas y por último posee el desnatador. En la figura 15 se -- muestra un equipo de este tipo.

VII.4.3.- Equipo Oil Mop.

Son equipos recuperadores de aceite, cuya base operativa principal es una banda oleoflica que es exprimida por dos rodillos.

La capacidad de recuperación fue diseñada en función del modelo -- que se utilice ya sea:

Mark II-9	100 bls/hr.	Máxima	Media	40 bls/hr
Mark IV-16	AP:400bls/hr.	Máxima	Media	120 bls/hr.

Esta clase de equipo trabaja con mayor eficiencia cuando las aguas que contienen los hidrocarburos estan quietas.

Los principales componentes del equipo Oil Mop son:

Un recipiente para coleccionar aceite, cuatro rodillos gufa verticales, cuatro rodillos direccionales, seis para exprimir (comúnmente con diámetro de 16 pulgadas) que se movilizan por medio de una cadena, además una bomba centrifuga para transferir aceite.

Para cuando se necesita variar la presión (menor o mayor) sobre -- los rodillos existen mecanismos específicos. En la figura 16 se -- ilustra el equipo Oil Mop.

VII.4.4- Equipo Vikoma.

Es un equipo recolector de aceite, con una capacidad de diseño de 1200 bls/hr. Consta de un Skimmer cuyo principio operativo es una serie de discos oleofílicos sumergidos en el aceite.

La forma en que están alineados dichos discos rotatorios (disposición toroidal) nos permite que la recolección de productos sea en 360 grados.

El aceite es recolectado en un recipiente, al cual se le adiciona una bomba centrífuga con motor hidráulico para bombear el producto hacia la descarga.

El equipo Vikoma posee también una válvula de control que es la que determina la profundidad a que debe estar sumergido dicho equipo, el cual por lo regular se mantiene a una profundidad fija.

Un croquis representativo de este equipo se muestra en la figura 17.

VII.4.5.- Equipo Sirene 20.

Propiamente es un equipo recolector de aceite con capacidad de diseño para la recuperación de 1200 bls/hr.

Su principio básico de operación es utilizar una barrera flotante para confinar el aceite; que posee una unidad de bombeo y un compresor que están acoplados para la óptima recolección de aceite.

Sus principales integrantes son:

Tres elementos flotantes compuesto por un componente de la derecha, de magnitud igual a 14 metros, un componente medio y por último - un componente de la izquierda (14 metros). Posee también una manguera de succión flexible que conecta el filtro a la unidad de -- bombeo; una serie de boyas flotantes y consta a su vez de una unidad de bombeo que contiene 2 bombas volumétricas.

Finalmente tiene un cabo, una cadena para jalar y un filtro. Se - recomienda su uso preferente en flujo a contra corriente, como en ríos. En la figura 18 se muestra un dibujo de dicho equipo.

VII.4.6.- Equipo Catamarán.

Al igual que en el caso anterior, se trata de un equipo recolector de aceite, que no es otra cosa que una embarcación. La capacidad - de diseño de este equipo recolector es de 350 bls/hr.

La función de recolección se realiza por medio de bandas oleofílicas (felpas) móviles; haciendo una aclaración muy importante de -- que el movimiento de las bandas cuando están recolectando produc-- tos es en sentido contrario al del curso del Catamarán.

Posteriormente se hacen pasar las bandas a través de una serie de rodillos donde son exprimidas y el aceite se va recolectando en tanques de almacenamiento. Para una mejor visualización de este equipo ver figura 19.

VII.4.7.- Lancha Gabbiano.

Es una embarcación recolectora de aceite, con una capacidad de diseño para recolección de 252 bls/hr.

Este equipo trabaja con el principio de decantación, el cual se -- lleva a cabo de la siguiente forma: La lancha baja los tangones pa -- ra retener la mancha de aceite y comienza a avanzar hacia atrás, -- entonces abre una compuerta por donde se empieza a decantar el -- aceite dentro de la lancha.

La lancha gabbiano se utiliza en bahías, ensenadas y en general -- donde no haya mucho oleaje. Aunque también es útil para activida-- das tales como: Dispersión, Contra-incendio, Recolección de sólidos.

Anticipando que cuando exista una mala temporada (condiciones climatológicas adversas) esta embarcación no puede navegar en el mar. Ver figura 20 en donde se muestra este equipo recolector.

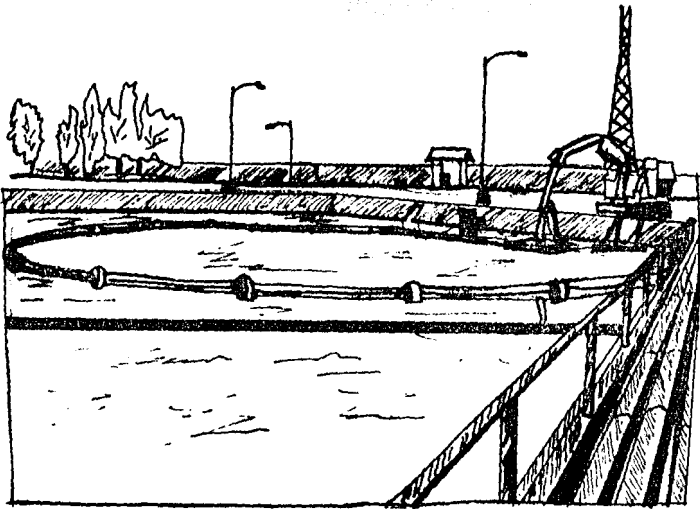
VII.4.8.- Barco JBF.

Es un equipo recolector de aceite con una capacidad de diseño de 570 bls/hr.

Tiene un porcentaje definido de agua, que es recuperada junto con el aceite y es aproximadamente del 1% (menor o igual).

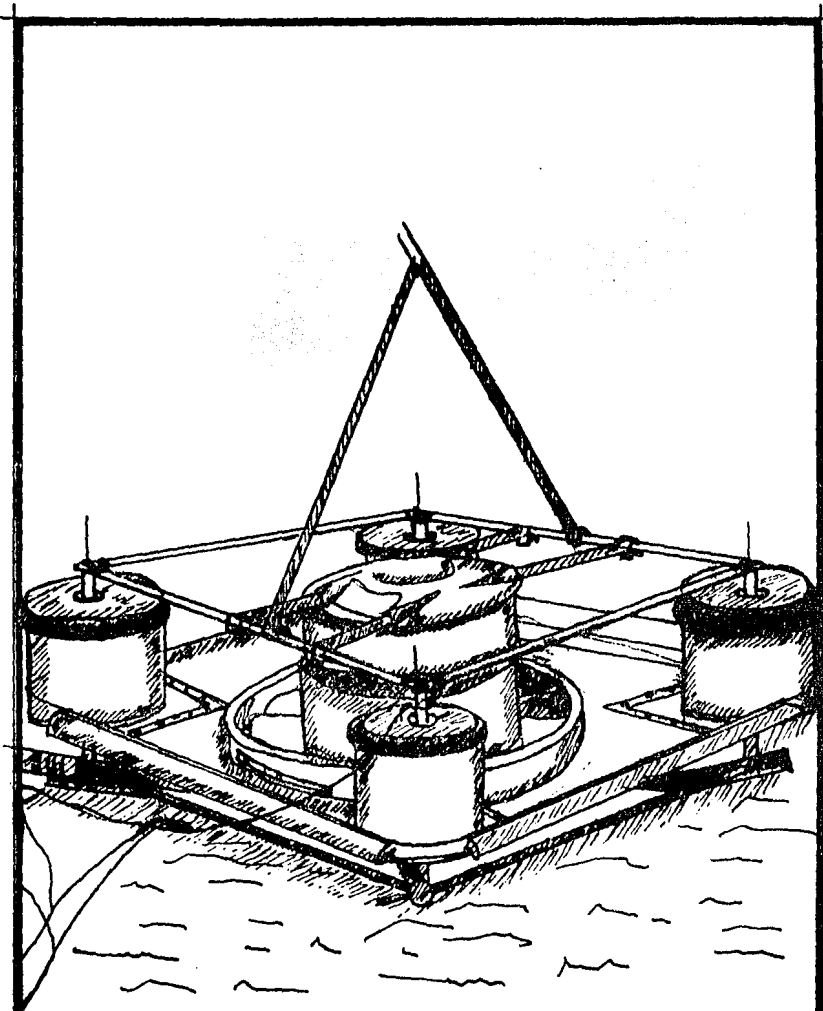
Su funcionamiento no es otra cosa que una banda oleoflica la cual posee una movilidad de 0 - 1.83 m/seg.

Funciona a toda potencia en promedio durante 13 horas, en olas con altura de 90 cms. En la figura 21 se observa esta clase de equipo.



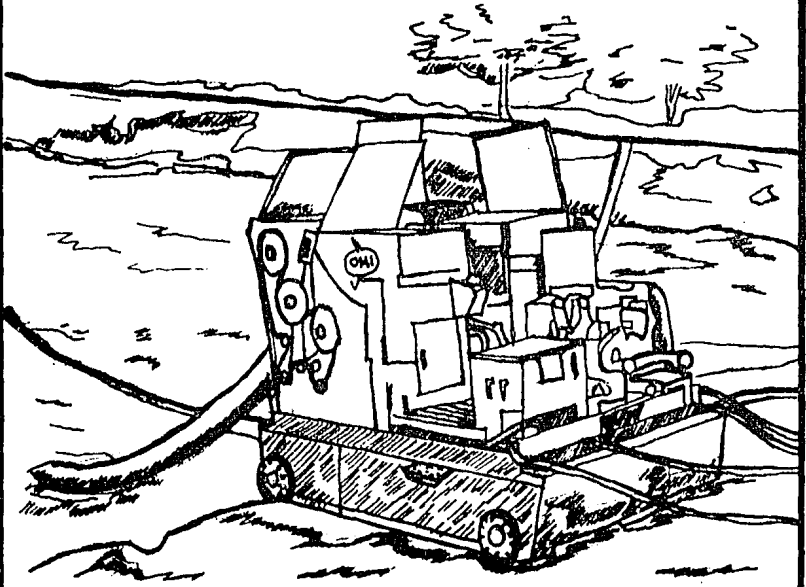
EQUIPO FRAMO

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN		
PEÑALOZA TORRESL.		
MEXICO D.F.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No 14	PETROLERA



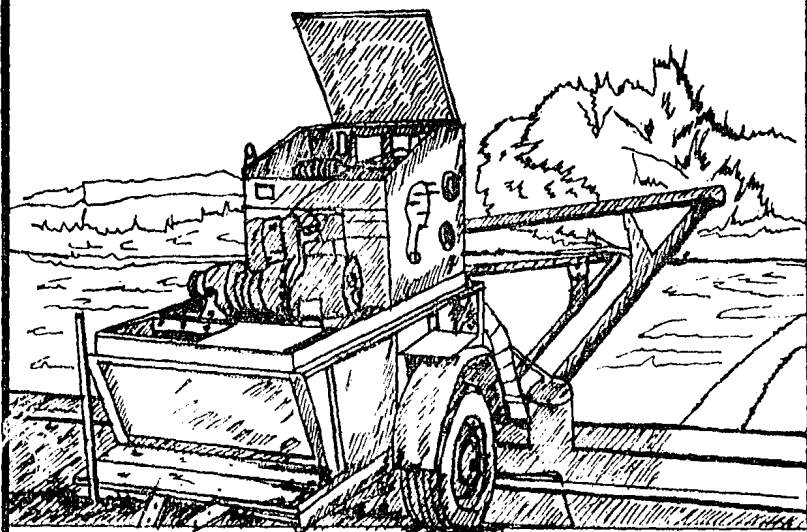
EQUIPO WALOSEP

U. N. A. M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO D.F.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No15	PETROLERA



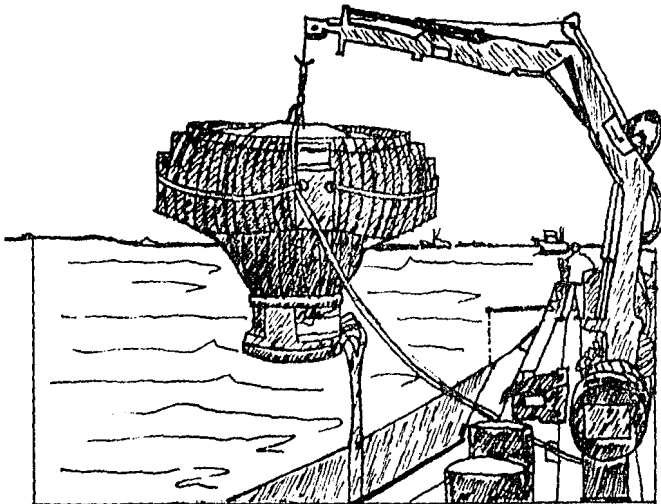
EQUIPO OIL MOP

U. N.A.M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN		
PENALOZA TORRES L		
MEXICOD.F	FIGURA	INGENIERIA
1984	No16	PETROLERA



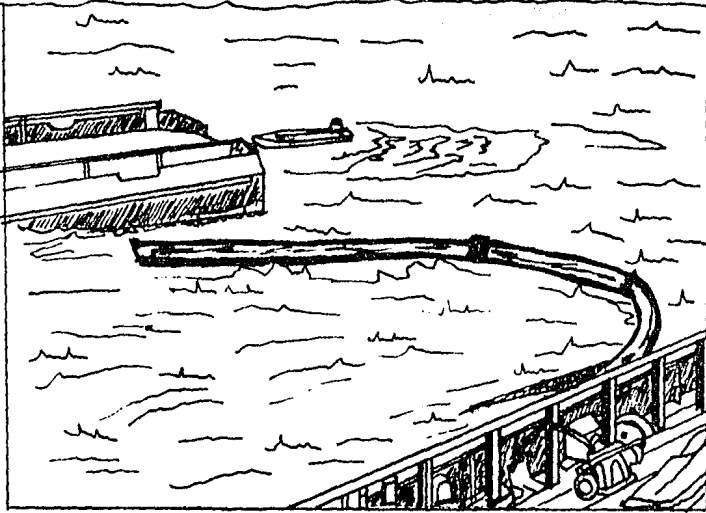
EQUIPO OIL MOP

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO D.F.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No16	PETROLERA



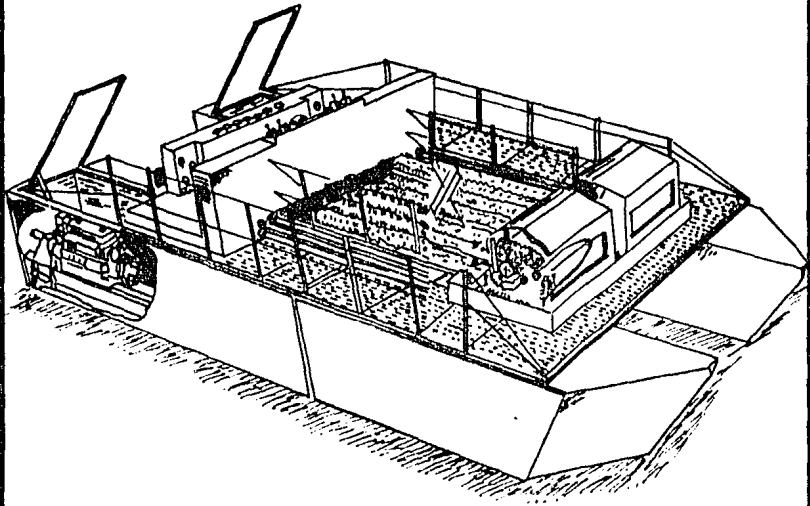
EQUIPO VIKOMA

U. N. A. M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN.		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO DF.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No17	PETROLERA



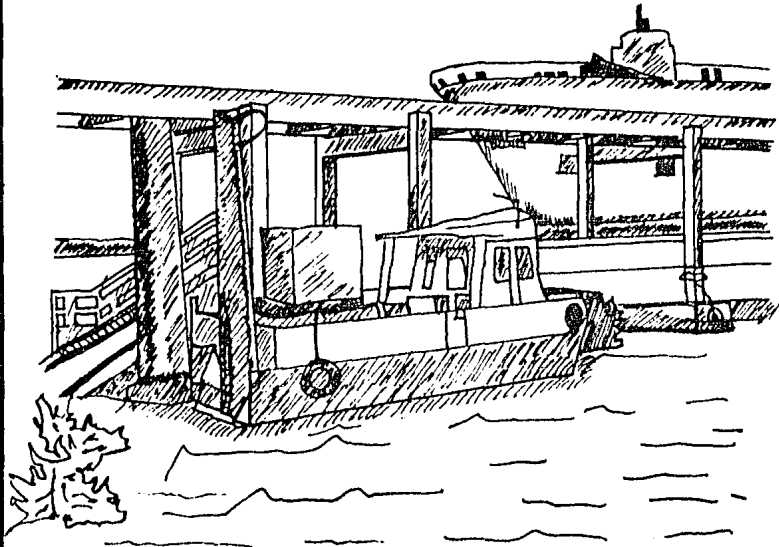
EQUIPO SIRENE 20

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN.		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO DF.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No18	PETROLERA



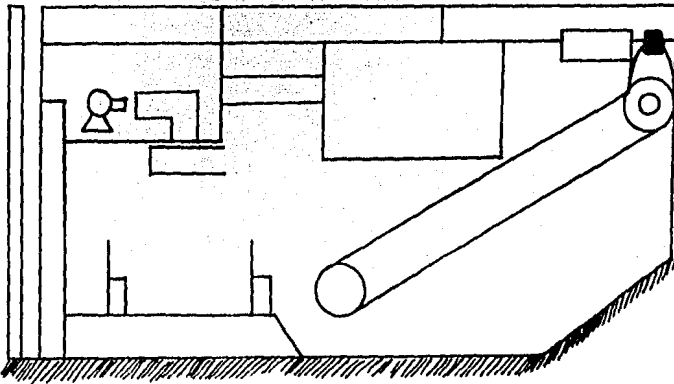
EQUIPO CATAMARAN

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN, PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO DF.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No 19	PETROLERA



LANCHA GABBIANO

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN. PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO D.F.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No20	PETROLERA



BARCO J.B.F

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN		
PEÑALOZA TORRES L.		
NEXICO DR	FIGURA	INGENIERIA
1984	No 21	PETROLERA

CAPITULO VIII

**RESTAURACION DE ZONAS AFECTA
DAS POR LOS DERRAMES.**

VIII. RESTAURACION DE ZONAS AFECTADAS POR LOS DERRAMES.

Petróleos Mexicanos en colaboración con el Gobierno Federal buscan de manera intensiva y con gran sentido de preocupación y de interés, la manera óptima de restaurar el daño provocado por los derrames accidentales realizados sobre el medio ambiente terrestre y marino.

Para llevar a cabo todo lo anterior se realizan una serie de actividades encaminadas primordialmente hacia la restauración de las zonas afectadas. Primeramente cuando el derrame de productos se realiza en terrenos (zonas continentales) se procura recuperar al máximo y con gran eficiencia los hidrocarburos y otras sustancias nocivas derramadas en ellas. Para esto se utiliza los equipos especiales de recuperación con que Petróleos Mexicanos cuenta.

También se puede efectuar, si el lugar lo permite, una inundación con agua de las zonas afectadas para lograr que el aceite se desprenda a causa de su menor densidad y flote. Para que pasado cierto tiempo de estabilidad, ya que los terrenos están libres del contaminante, proceder a utilizar los equipos especiales de recuperación.

Posteriormente se efectúan remoniciones de tierra (revolturas) con los productos impregnados residuales y por último, ya que los

terrenos tienen una baja concentración de productos de desecho -- proceder a restaurarlos, básicamente plantando en ellos la vegetación regional que tenían antes de ser afectados por el derrame de productos.

El el caso de derrames accidentales sobre receptáculos acuosos -- (lagos, ríos y mares) primeramente se recupera por medio de equipos de recuperación los productos derramados al máximo y hasta -- donde se permita, siempre y cuando el lugar y el estado del tiempo sean positivos.

Para que la siguiente actividad a realizar sea en pocas palabras la restauración del medio marino, esto se intenta por medio del - rociamiento de productos fabricados de manera especial y cuidadosa, así como compleja. Tal es el caso de los dispersantes, que -- principalmente tratan de volver inocuo al medio ambiente afectado.

CAPITULO IX

**EJEMPLO REPRESENTATIVO DE UN DERRAME
ACCIDENTAL DE HIDROCARBUROS
"EL DESCONTROL DEL POZO IXTOC I".**

IX.- DERRAME DEL IXTOC I.

En este capítulo se tratará de mostrar, de manera descriptiva, un informe general del derrame accidental causado por el descontrol del Pozo Ixtoc I.

IX.1.- El Accidente del Pozo Ixtoc I.

La sonda de Campeche que es muy rica en recursos pesqueros y petroleros se halla ubicada geográficamente al oeste de la Península de Yucatán, en el suroeste del Golfo de México. En dicha sonda, a 94 kilómetros al NW de Ciudad del Carmen, Campeche. Se perforó el Pozo Ixtoc I con latitud de $19^{\circ} 21' 29''$ norte y longitud de $92^{\circ} 19' 36''$ oeste. Ver Figura 22.

La perforación del Ixtoc I tenía como objetivo primordial determinar la existencia de hidrocarburos en rocas carbonatadas del paleoceno, del cretácico y del jurásico.

La perforación del pozo se inició el primero de diciembre de 1978 y el día 3 de junio de 1979 al estar perforando a 3627 metros que -- fué la profundidad total alcanzada comenzaron a salir aceite y gas a presión formando una cortina densa que imposibilitó continuar -- operando normalmente por haberse presentado un incendio, por lo -- cual se dió la orden de abandonar la plataforma.

Afortunadamente, la plataforma pudo ser evacuada por los 71 trabajadores que la ocupaban y no se presentaron desgracias personales cosa poco común ya que en accidentes de este tipo por lo general se cobran muchas vidas y hay gran cantidad de lesionados.

El Pozo Ixtoc I se perforó con la plataforma sumergible sedco 135, contratada por Petróleos Mexicanos a la Compañía Permargo, siendo el tirante de agua de 50.5 metros y el espacio entre la mesa rotatoria y el fondo marino de 83.7 metros.

El primer intento para controlar el Pozo Ixtoc I consistió en cerrar las válvulas preventores, lo que se realizó el día 24 de junio cesando con esto el flujo del pozo y apagandose el incendio durante 3 horas. Desafortunadamente comenzó a manifestarse nuevamente flujo franco con aceite y gas en la superficie del mar considerándose que había una rotura de grandes dimensiones bajo los preventores. En vista de esto se determinó que solamente podía ser controlado el pozo a través de pozos direccionales de alivio.

Todo esto fue el inicio de una gran lucha que se prolongó por casi 10 meses, con el fin de controlar el accidente de magnitud en la historia de la perforación petrolera mar adentro y la mas grande alarma de que se tenga memoria por la posible afectación del medio ambiente (marino) ocasionada por un derrame de petróleo.

IX.2.- Operaciones para Reducir el Flujo del Pozo Ixtoc I.

Como ya se dijo anteriormente el primer intento para reducir el flujo de fluidos consistió en el cierre de las válvulas y preventores, así como también se conectaron líneas necesarias para operarlos y una manguera de 3 1/8" serie 10,000 por donde se proyecta bombear fluidos de control.

Del día 29 de junio al 4 de julio se realizaron los preparativos para la inyección de fluidos y obturantes desde el chalán-grúa L.C. MEADERS.

Del 5 al 11 de julio se procedió a bombear lodo de perforación con densidad de 1.92 g/cm³, en conjunto con bolas de neopreno de 7/8", diversos tipos de obturantes fibrosos y granulares; también agua de mar, sin que esto lograra disminuir la magnitud del flujo del pozo.

Sin embargo al proceder a bombear balines de acero de 2" se disminuyó en intensidad la flama aproximadamente en un 25%. Desafortunadamente la línea de conducción de fluidos (manguera de 3 1/8") se tapó y se reventó, cambiándose esta por otra de la misma magnitud (del 12 al 29 de julio).

Durante los días 30 de julio al 22 de agosto, se bombearon 27,600

balines de fierro con diámetro de 2.5 y 2.7 pulgadas; 80,210 bolas de plomo de 2.5" de diámetro; 610 cometas (núcleo de bola de plomo de 2.5" o taquete de madera y cauda de lona) y 500 balines de fierro de 2.8". Al llevar bombeados una cantidad apreciable de balines se observó la presencia de estos en el fondo marino, alrededor del Ixtoc I y finalmente la operación se suspendió por taponamiento de la manguera de 3 1/8" serie 10,000.

Las operaciones se suspendieron del 13 de septiembre al 18 de octubre, los primeros días por condiciones meteorológicas pésimas - provocadas por el huracán Henri y el resto del tiempo para no interferir con la "Operación Sombrero" que se describirá posteriormente.

Del día 19 de octubre al 4 de noviembre se conectó otra manguera -- de 3 1/8" serie 10,000. La conexión se realizó en lado opuesto de los preventores debido a las condiciones del flujo; también se logró conectar una nueva manguera de 1 pulgada de diámetro para accionar al cierre los arietes de corte.

Del 5 al 17 de noviembre se bombearon 33,200 bolas de plomo de - - 2.5 pulgadas; 1800 bolas de acero de 2 pulgadas, 100 bolas de acero de 1 pulgada, 70 cometas y diferentes tipos de obturantes.

Todas estas operaciones se suspendieron en forma definitiva el día

17 de noviembre para evitar obstaculizar las operaciones de inyección de fluidos desde el Pozo Ixtoc-IB.

De todo lo anterior, podríamos decir que las operaciones para contener, el flujo de hidrocarburos fueron muy diversas. Se realizaron todas aquellas alternativas capaces de contener el descontrol, aunque por otra parte se realizaba la solución (Perforación de -- Pozos Direccionales de Alivio) que se describirá enseguida de este capítulo. En pocas palabras mientras se terminaba la perforación de los pozos de alivio se luchó intensamente con todas las operaciones ya mencionadas con el objetivo principal de reducir el flujo.

IX.3.- Los Pozos Direccionales de Alivio y Taponamiento del Pozo Ixtoc I.

Para el taponamiento del Pozo Ixtoc I, Petróleos Mexicanos decidió la perforación de dos pozos de alivio direccionales, que denominó Ixtoc 1A e Ixtoc 1B.

Cuando un pozo se descontrola y no es posible la utilización de las conexiones superficiales con que cuenta, su control se realiza perforando pozos direccionales y cuando se usa esta técnica, los equipos de perforación son instalados a distancia específica del pozo descontrolado. Los pozos se orientan para que su extremo in-

ferior llegue a la zona productora, lo mas cerca posible al pozo sin control, estableciendo circulación a través de este, con flujos de densidad apropiada para contrarrestar la presión de fondo del yacimiento afectado.

Ya cuando el pozo esta bajo control, se procede a rehabilitar las instalaciones superficiales, y en caso de que esto no sea posible, se instala un equipo sobre el pozo para introducir una tubería que permita un taponamiento para el control definitivo o para su recondicionamiento.

Perforación del Pozo Direccional Ixtoc I-A.

Este pozo de alivio se perforó utilizando la plataforma autoelevable Azteca que se instaló a 736 metros con situación Geográfica N 10°56'16.7" E del Pozo Ixtoc I. En un tirante de agua de 51 metros y con espacio entre la mesa rotaria y el fondo marino de 79.5 metros. Su perforación dió inicio el 12 de junio de 1979 y llegó a su objetivo el día 5 de febrero de 1980.

El objetivo principal del Pozo Ixtoc IA fue localizar la tubería del Pozo Ixtoc I a una profundidad vertical entre 2500-2700 metros y que la información así obtenida sirviera para ajustar la trayectoria del otro pozo direccional para que su posición fuera mas exacta con respecto al pozo descontrolado. También tenía como obje

to el Pozo Ixtoc IA encontrar el estrato productor.

Perforación del Pozo Direccional Ixtoc I-B.

El Pozo Ixtoc I-B se perforó utilizando la plataforma auto elevable Interocean II, instalada a 847 metros de S $88^{\circ}35'37.6''$ E del pozo Ixtoc I. En una tirante de agua de 51 metros y con espacio entre mesa rotaria y fondo marino de 79.7 metros. Su perforación -- inició el día 2 de julio de 1979 llegando a su objetivo el día 20 de noviembre de 1979.

Por ser la trayectoria del Pozo Ixtoc I-B más sencilla que la del Pozo Ixtoc I-A, se estimó que aquel llegaría al objetivo antes -- que este. Pero también se calculó que probablemente el Pozo Ixtoc I-B no llegaría lo suficientemente cerca del pozo descontrolado -- como para poder controlarlo, pero serviría para reducir considerablemente la magnitud del derrame.

Inyección de fluidos y control dinámico del Pozo Ixtoc I: mientras se terminaban de perforar los pozos direccionales, se hicieron los preparativos para almacenar y bombear fluidos requeridos para control del Pozo Ixtoc I. Para lo cual se colocaron instalaciones y -- equipo de apoyo para inyección de fluidos.

El día 20 de noviembre de 1979 dió comienzo la inyección de fluf-

dos por el pozo direccional Ixtoc I-B, primeramente inyectando -- agua de mar con salinidad de 25% y con un gasto de 55 barriles/mi- nuto, llegándose a incrementar a 100 bls/min aunque no fue posible mantener este gasto debido a las condiciones marinas de la zona - (fuertes marejadas). Hubo evidencia que solo parte de estos líqui- dos inyectados flufan hacia el pozo descontrolado. Hay que hacer notar que por el Pozo Ixtoc I-B no se pudo controlar el derrame, - aunque sí se logró notablemente disminuirlo.

Una vez que el Pozo Ixtoc I-A se terminó de perforar que fue el - día 5 de febrero de 1980, se procedió a extinguir el descontrol.

El día 6 de febrero se intentó el control definitivo del pozo - -- Ixtoc I, inyectando de manera simultánea lodo bentónico (con den- sidades de 1.15, 1.23 y 1.80 gr/cm³) y salmuera (densidad 1.23 gr/ /cm³) a través de los pozos direccionales Ixtoc I-A e Ixtoc I-B -- sin obtención de éxito. El 16 de febrero se llevó a cabo otro in- tento, inyectando lodo bentonítico en forma sucesiva con densida- des de 1.20, 1.25, 1.30 y 1.70 gr/cm³ pero también con resultados negativos.

Durante días posteriores se continuó inyectando lodo bentonítico - a través de los pozos I-A y I-B teniéndose por fin un éxito parcial. Se supo que la batalla se estaba ganando, ya que para el día 1° de marzo del pozo solo flufa 5% de aceite con el 95% de agua, pero - -

fue hasta el 9 de marzo de 1980 cuando se logró extinguir la flama por falta de combustible, que era la última evidencia del descontrol del Pozo Ixtoc I. Para el día 17 de marzo ya no había manifestaciones de flujo en la superficie marina, el Pozo Ixtoc I estaba controlado dinámicamente.

Operaciones Finales de Taponamiento.

Primeramente por medio de la instalación, de la barcaza "Río Pánuco" propiedad de Petróleos Mexicanos intentó introducirse por la boca del Pozo Ixtoc I una sarta de tubería de perforación, pero esto no fue posible. Por lo cual se procedió a recuperar el conjunto de preventores y cabezales.

Nuevamente se instaló la barcaza Río Pánuco sobre el Pozo Ixtoc I y ahora se introdujo sin ningún problema una sarta de tubería de perforación de 3½ pulg. de diámetro hasta 2705 metros.

El día 23 de marzo de 1980 con las circunstancias anteriores se inyectó el primer tapón de obturamiento constituido por 50 barriles de lechada (diesel-cemento) con densidad de 1.40 gr/cm^3 . A continuación se inyectó a 2591 metros un segundo tapón con 40 barriles de lechada de cemento con densidad de 1.80 gr/cm^3 . Fue colocado un tercer tapón a 2332 metros con 120 barriles de lechada de cemento de fraguado acelerado de densidad de 1.80 gr/cm^3 . A 2048 metros se

colocó un cuarto tapón con 500 sacos de cemento y densidad de la lechada de 1.90 gr/cm^3 .

Con tubería franca de 1304 metros se colocó el quinto tapón con 500 sacos de cemento y densidad de lechada de 1.90 gr/cm^3 . El último tapón (sexto) se puso a 593 metros de profundidad con 500 sacos de cemento y densidad de lechada 1.90 gr/cm^3 .

Oficialmente el Pozo Ixtoc I quedó declarado taponado totalmente la mañana del 25 de marzo de 1980.

IX.4.- La Operación de Sombrero.

Dentro de la infinidad de esfuerzos que se realizaron con el propósito de contener el derrame de aceite provocado por el Pozo Ixtoc I se instaló un sistema recolector fijo consistente en un embudo invertido sumergido en el mar que se localizó arriba del cabezal de válvulas del pozo descontrolado.

Dicho sistema recolector fue denominado por el público como Operación Sombrero; se montó sobre una plataforma especialmente diseñada (semejante a las de perforación).

Geoméricamente, la campana recolectora era un embudo con base octagonal, de 12 metros de distancia entre capas opuestas. Tenía 6 -

metros de altura y pesaba 365 toneladas, incluyendo el brazo de soporte. Ver croquis expuesto en la figura 23.

En la descripción se consideran dos partes fundamentales de dicho sistema recolector y son:

- a).- Plataformas para la Sustentación del Equipo.
- b).- Equipo para la Recolección y Manejo de Fluidos.

Plataformas para la Sustentación del Equipo.

Eran propiamente dos plataformas fabricadas con secciones tubulares de acero y soportadas a su vez; una por cuatro columnas y la otra por ocho, ambas cementadas con pilotes hincados a 70 metros de profundidad.

La plataforma de cuatro columnas fue denominada de separación y tenía una cubierta de 18x19 metros, pesando 830 toneladas aproximadamente. La plataforma de ocho columnas denominada de quemadores, tenía dos cubiertas una principal de 17x38 metros y otra inferior de 16x40 metros, con peso de 1,190 toneladas.

Entre las plataformas se colocó un puente de enlace con longitud de 106 metros y peso de 150 toneladas. Dicho puente se utilizó como soporte de las tuberías que manejarían los fluidos recolectados y los productos químicos en uno de sus extremos se colocó un heli-

puerto. Para la campana recolectora se diseño un soporte de estructura triangular (secciones tubulares) fijado a la plataforma de cuatro columnas, la cual poseía bisagras para girar y colocar la campana en diferentes posiciones en dirección de la salida del flujo del pozo.

Sistema para la Recolección y Manejo de los Fluidos.

Propiamente el equipo utilizado para la recolección y manejo de los fluidos fue la campana recolectora. En la parte superior de dicha campana se colocaron dos salidas; una terminal en una válvula de 24 pulgadas con descarga al mar, y la otra a una línea de 30 pulgadas con derivación de 24 pulgadas. Estas líneas fueron utilizadas para conducir los fluidos recolectados desde la campana hasta un separador ciclónico.

En la plataforma de cuatro columnas o plataforma de separación, se instaló un separador ciclónico de altura aproximada de 32 metros, un tanque deshidratador con capacidad de 3600 barriles y dos bombas de contra incendio. Por su parte en la plataforma de ocho columnas o plataforma de quemadores, se instaló un separador horizontal agua-aceite, cuatro quemadores de aceite automáticos con encendido a control remoto, controles hidráulicos de las válvulas del sistema, bombas para enviar el aceite a quemadores, dos tanques de 350 barriles para aceite y agua, recipientes para produc--

tos químicos, equipo de protección y servicios auxiliares.

El sistema fue diseñado para manejar un flujo máximo de 30,000 - - bls. de aceite por día; 30 millones de pies cúbicos de gas diarios y 850,000 barriles de agua y aceite por día. Ver figura 24.

Con este dispositivo se esperaba recuperar hasta un 70% del flujo del pozo y su funcionamiento programado para el 15 de septiembre - de 1979, fue posible hasta mediados del mes de octubre debido a fallas estructurales durante la instalación ocasionadas por el fuerte oleaje.

El sistema recolector estuvo operando durante 40 días y recuperó - y quemó aceite con óptimos resultados. Durante los primeros días - de operación la cantidad de agua de mar que se recolectó junto con los hidrocarburos fue muy alta y al regresarla al mar retornaba -- parte del aceite recogido, pero se realizaron ajustes operativos - y llegó a trabajarse satisfactoriamente.

Los hidrocarburos que recuperó el sistema recolector fueron enviados a una instalación de separación y quemado.

Así de esta forma fueron establecidos los siguientes destinos de los hidrocarburos:

	%	Barriles
Hidrocarburos Quemados y Evaporados	58.1	1,802,000
Hidrocarburos Recuperados de la Superficie del Mar.	3.4	105,000
Hidrocarburos Recuperados por el Sombrero	5.5	170,000
Hidrocarburos que Quedaron a la Deriva	33.0	1,023,000
Total	100.0	3,100,000

Estas cifras mencionadas, nos representan las estimaciones globales del destino del petróleo y no el promedio real de un día en particular. El destino diario fue muy diverso, debido a que no solo estuvo afectado por el flujo del pozo y por las condiciones climatológicas, sino también por la disposición de nuevos recursos como el sistema de recolección del "sombrero".

El petróleo crudo, al entrar en contacto con el agua de mar, produce emulsiones estabilizadas que cambian de manera radical sus propiedades originales. Las variaciones más importantes son las que sufren las siguientes características: La densidad y la viscosidad.

La densidad del crudo Ixtoc virgen se determinó en 0.879 gr/c.c. y

se alteró a subir a valores cercanos a la unidad que fluctuaron - de 0.987 a 0.997 gr/c.c. la viscosidad original del crudo fue de 92 segundos Saybolt universal a 25°C, en la emulsión subió a cerca de 2000 segundos Saybolt Furol también a 25°C.

El petróleo derramado que quedó a la deriva, correspondía a un - aceite sin fracciones ligeras de hidrocarburos, ya que casi toda - la gasolina y kerosina y gran parte del diesel se separaron de la mezcla debido a que pasó primeramente por una turbulencia con agua de mar y posteriormente sufrió un calentamiento y exposición al -- fuego (Borbollón).

IX.5.- El Derrame.

El derrame de petróleo crudo ocasionado por el accidente del Pozo Ixtoc I, en la sonda de Campeche tuvo una duración de 281 días, - comprendidos del día 3 de junio de 1979 al 9 de marzo de 1980; aun - que los trabajos de taponamiento de dicho pozo se declararon ofi-- cialmente terminados el 25 de marzo de 1980.

De acuerdo con las cifras estimadas por Petróleos Mexicanos duran - te el período antes señalado del Pozo Ixtoc I, fluyeron 3,100,000 barriles de petróleo, de los cuales después de descontar los hidro - carburos quemados, lo evaporado y lo recolectado de la superficie marítima, se estima quedó a la deriva un volumen total de 1,023,000

barriles de petróleo.

El volumen de hidrocarburos que quedó libre en el mar y que representa un valor promedio por día de 3641 barriles, no fué derramado uniformemente; sino que tuvo un máximo los primeros días del derrame, estimado aproximadamente en 30,000 barriles de petróleo por día; el período máximo quedó comprendido en los meses de junio y julio de 1979.

Pero a medida que los trabajos avanzaron, primeramente los de obturación y luego los de taponamiento del pozo; el volumen antes mencionado fue decreciendo. Desde el mes de agosto hasta fines de noviembre el flujo disminuyó a 10,000 barriles por día y de esta fecha al 23 de marzo de 1980 el derrame fué mínimo con un promedio de 1610 bls/día.

Aunque se realizaron diversas mediciones del derrame debido a las grandes dificultades que van implícitas en las labores marítimas, la proporción exacta del petróleo que quedó a la deriva solo se -- cuantificó en una forma aproximada. Estas estimaciones fueron calculadas tomando como referencia la composición original del crudo, su relación agua-aceite y la composición de los hidrocarburos que se pudieron recoger emulsionados con agua, en la vecindad del pozo y a diferentes distancias en su desplazamiento sobre la superficie marítima.

IX.6.- Contención del Derrame. Recuperación y Dispersión del Aceite.

Las operaciones de recolección de petróleo de la superficie marítima pudieron integrarse aproximadamente 15 días después de iniciado el derrame. Durante los meses de junio-septiembre, se reportó una recuperación volumétrica total de 330,000 barriles de emulsión Agua-Aceite, que aunque dicha emulsión variaba en el contenido de agua, al ser procesado representó una cantidad neta aproximada de 105,000 barriles de hidrocarburos.

Dentro del área del pozo, a partir del 20 de septiembre de 1979, las operaciones de recuperación tuvieron que suspenderse debido al mal tiempo provocado por las tormentas y los nortes ocurridos en esta temporada. Las malas condiciones climatológicas ocasionaron marejadas que hicieron imposibles los trabajos de recolección, además que eran sumamente peligrosos para todo el personal y destructivos para el equipo.

El área afectada por el derrame del Pozo Ixtoc I, fué campo de prueba de los equipos mas avanzados y especializados para la recolección de petróleo en mar abierto. El equipo utilizado en conjunto tenía una capacidad de recuperación que excedía en mucho al volumen total del derrame. Como consecuencia de las dificultades que se presentaron durante las labores de recuperación en mar abierto, el 33% aproximadamente del aceite derramado quedó a la deriva en -

la superficie marítima.

Las operaciones de contención realizadas durante el derrame del Pozo Ixtoc I, representan la primera ocasión en que un derrame de hidrocarburos en mar abierto (provocado por el descontrol de un pozo petrolero o por el hundimiento de un buque-tanque) se tiene éxito en dichos trabajos de recuperación, recogiendo un volumen importante.

El petróleo que quedó libre en el mar, una pequeña proporción fue dispersada mediante la utilización de sustancias químicas tenso-activas, no tóxicas; aplicadas desde aviones y barcos especiales. Pero la mayor cantidad, por las acciones de la propia naturaleza, tales como el efecto de los vientos y los movimientos de agua (mareas). El aceite disperso estuvo expuesto a complejos procesos de degradación acelerada. Una parte del petróleo se evaporó, otra sufrió oxidación química y fotoquímica y finalmente una gran cantidad fue digerida y metabolizada por microorganismos existentes en el fitoplancton.

Con el aceite que no se logró dispersar, se optó por desplazarlo conforme al sentido de las corrientes superficiales, las cuales poseían como direcciones dominantes la oeste y la oeste-suroeste, a partir de la ubicación del pozo descontrolado, formando bandas o listones longitudinales y anchos muy variables y de formas diver

sas y caprichosas, durante el inicio del derrame las manchas de aceite llegaron a tener longitudes hasta de 15 kilómetros con anchos de 2 kilómetros.

Debido a la gran magnitud del derrame, los recursos con que contaba Petróleos Mexicanos para la contención y recolección de aceite eran notoriamente insuficientes; por lo cual solicitó ayuda a las Organizaciones mas experimentadas y con mayor prestigio en la realización de estas actividades. Ante esto la respuesta de las compañías petroleras no se hizo esperar, actuaron inmediatamente y fueron de nacionalidades Noruega, Estadounidense, Británica y Francesa, las que enviaron equipos especiales.

Los primeros resultados positivos de recolección de aceite se obtuvieron mediante los equipos recolectores, primeramente se utilizaron los recolectores Oil Mop, pero debido a su eficiencia volumétrica relativamente pequeña para la magnitud del derrame se optó por integrar un segundo frente utilizando ahora máquinas modelo -- Mark-IV y Mark-II propiedad de PEMEX.

Siguieron a estos equipos desnatadores marca Framo modelo ACW-400, junto con equipo auxiliar como mangueras, bombas de transferencia y un grupo de operadores Noruegos.

Se integró el tercer frente de recolección formado por recuperado-

res o Skimmers marca Vikoma. Durante las operaciones de recolección también Pemex optó por probar nuevos sistemas tal es el caso del sistema "Sock" (Spilled Oil Cleanup Kit) recuperador móvil diseñado por la Compañía Shell, aunque fué poco eficiente, prestó gran ayuda sobre todo en mal tiempo. También se probó otro sistema de recolección Móvil llamado Ciclonet* de origen Francés, desarrollado por la Compañía Alshtom.

Todos los equipos recolectores utilizados estuvieron montados a bordo de pesados chalanes (barcos) que estaban anclados, esto garantizaba poco bamboleo en la base y atenuación del oleaje.

Finalmente se desarrolló un sistema de colocación de barreras de contención, amarrandolas a sotavento de los chalanes y formando un remanso donde el oleaje era mínimo y la acumulación de aceite óptima. En resumen dichas barreras se apoyaron en un extremo con algunos de los pesados chalanes que integran la formación y por el otro, unidas a una boya sujeta por una pesada ancla de 5 toneladas aproximadamente.

Las experiencias obtenidas, en el área de recolección del Pozo Ixtoc I, fueron la de conocer la resistencia y eficiencia de los equipos mas avanzados para recolección de petróleo derramado en mar abierto. Después de la realización de las operaciones en dicha zona afectada, se pusieron en evidencia muchos falsos conceptos e

* Ciclonet.- Es una bomba de succión superficial instalada en un buque neumático.

ineficiencias operativas de sistemas y equipos en los que se tenía gran confianza como una herramienta fundamental para la protección del medio ambiente marino (costas) de algunos países petroleros.

Podemos citar por ejemplo, que las barreras flotantes de contención de tipo liviano y semipesado que habían dado buen resultado en aguas tranquilas, tales como lagunas costeras o dentro de puertos, al ser utilizados en mar abierto fueron un fracaso, ya que se destruyeron (rompieron) en tan solo unas horas de operación.

Las únicas barreras de contención que soportaron períodos mayores de una semana fueron las de composición robusta y de gran peso.

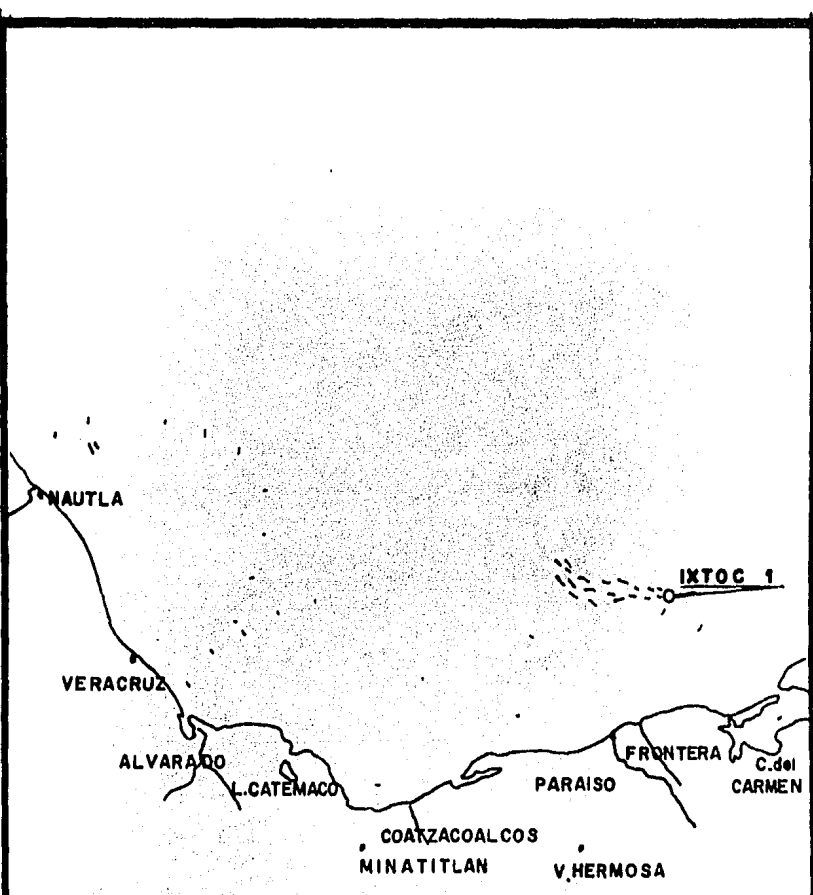
Una conclusión a la cuál se llegó a lo largo de los trabajos, fue que no existen equipos recuperadores capaces de operar en oleajes superiores a 1.5 metros. Las altas eficiencias en la recuperación de aceite, que llegaron a reportarse volúmenes hasta de 10 mil barriles de emulsión agua-aceite durante un día activo de trabajo - fueron con un mar tranquilo con condiciones climatológicas buenas, pero fundamentalmente con oleajes de 0.90 metros y aprovechando -- a su vez el efecto de remanso por asotaventamiento de las barreras que antes se señaló.

IX.7.- Estudios Ambientales para Determinar los Posibles Efectos del Derrame.

En base a la gran preocupación a nivel nacional, por los posibles efectos del derrame de petróleo ocasionado por el Pozo Ixtoc I sobre el medio marino, se decidió integrar en forma organizada un comité o programa interinstitucional que se avocará a la observación cualitativa y a la evaluación cuantitativa de los posibles efectos dañinos.

A finales de junio de 1979, la Secretaría de Pesca integró en forma conjunta e interdisciplinaria lo que se denominó como: Programa Coordinado de Estudios Ecológicos en la Sonda de Campeche. En el cual se formuló un plan de actividades de estudio de vigilancia; que comprende entre otras, el monitoreo de las características Físico-Químicas del agua del mar en la superficie y también a diferentes profundidades. Por otra parte comprende de igual manera el estudio de muestras de plancton y sedimentos que fueron recogidas periódicamente en cruceros con una trayectoria preestablecida, para la cual se definieron estaciones de bombeo.

En conclusión dichos programas establecidos con anterioridad, básicamente tratan de formularnos de manera objetiva y real, un diagnóstico ecológico, propiamente el impacto ambiental, que tuvo el derrame petrolero del Pozo Ixtoc I.



UBICACION DEL POZO IXTOC

U. N. A. M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN.		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO D.F. 1984	FIGURA No 22	INGENIERIA PETROLERA

1. CAMPANA RECOLECTORA
2. DESCARGA AL MAR
3. LINEAS RECOLECTORAS DE 24"Y30"
4. SEPARADOR CICLONICO, GAS LIQUIDO
5. TANQUE DESHIDRATADOR
6. LINEA DE CONDUCCION
7. PUENTE
8. HELIPUERTO
9. SEPARADOR HORIZONTAL AGUA-ACEITE
10. TANQUE DE BALANCE
11. QUEMADORES

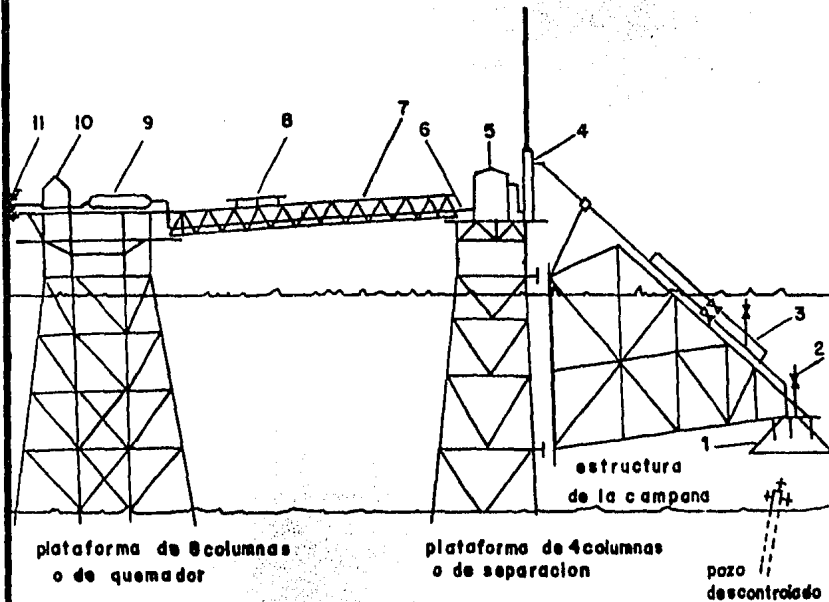


DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA PARA LA RECUPERACION DE ACEITE DEL POZO IXTOC 1

U. N. A. M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN.		
PEÑALOZA TORRES L.		
MEXICO D.F.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No 23	PETROLERA

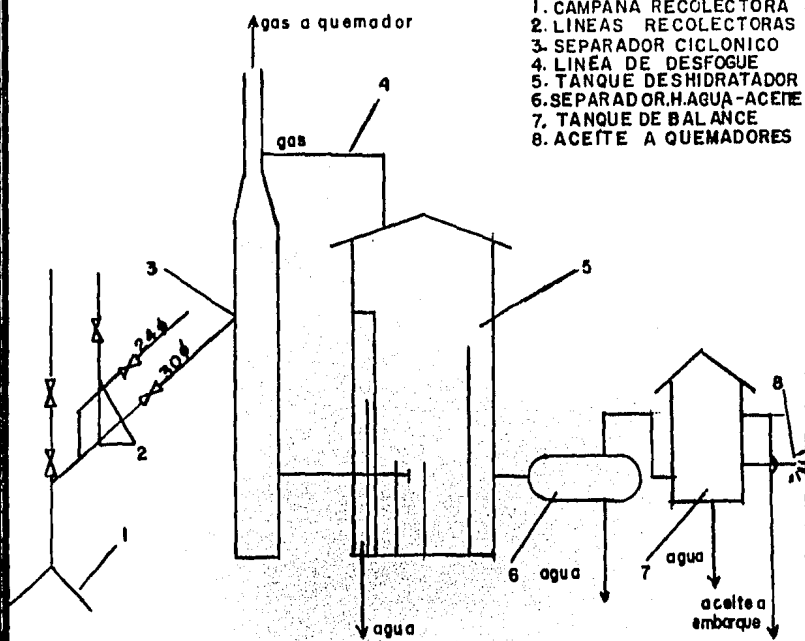


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PARA LA RECOLECCION Y MANEJO DE LOS FLUIDOS DEL POZO IXTOC 1

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
MOTA NUÑEZ RUBEN		
PEÑALOZA TORRES L		
MEXICO D.F.	FIGURA	INGENIERIA
1984	No24	PETROLERA

CAPITULO X
BIBLIOGRAFIA

X.

B I B L I O G R A F I A

- Ecología - Contaminación - Medio Ambiente
Dr. Amos Turk
Dr. Jonataan Turk
Dr. Janet T. Wittes
Nueva Editorial Interamericana
México, D.F. 1981.

- Estudio de Separación de Gas (Proyecto D-3450)
Principios de la Separación Gas-Líquido
y Cálculo de la Capacidad de Tratamiento de
Separadores de Dos Fases.
Ing. Jesús E. Nolasco M.
Depto. de Estudios de Control Superficial de Fluidos
Comisión Editorial I.M.P.
México, D.F. Enero de 1977.

- Polluting Incidents In And Around U.S. Waters
National Technical Information Service
U.S.A., 1978.

- Estudio Experimental de Separación de Aceite-Agua por
Gravedad en Equipo Piloto.
A. Ramírez Z.
O. Moreno L.
Revista I.M.P.
México, D.F. Julio de 1973.

- Programa Coordinado de Estudios Ecológicos en la Sonda Campeche. 1980.
Comisión Editorial I.M.P.
Subdirección de Desarrollo Profesional
México, D.F.

- Simposio Internacional Ixtoc I
División Editorial I.M.P.
Subdirección de Desarrollo Profesional
México, D.F. Junio 1982.

- Oil And Gas Separation In a Science
M. Steve Worley & Lawton I. Laurence
U.S.A., Oklahoma.

- Plan Interno de Contingencias de Petróleos Mexicanos para
Combatir y Controlar Derrames de Hidrocarburos y otras Sus
tancias Nocivas en el Mar.
División Editorial I.M.P.
Subdirección de Desarrollo Profesional
México, D.F. 1982.