



Universidad Veracruzana

# UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Región Poza Rica – Tuxpan

---

---

**ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN E IMPACTO AMBIENTAL**

**DISEÑO DE UN MANUAL DE CONTINGENCIA PARA  
DERRAME DE HIDROCARBUROS EN EL MAR,  
TUXPAN, VERACRUZ**

**TESINA**

**Que para obtener el título de:  
ESPECIALISTA EN GESTIÓN  
E IMPACTO AMBIENTAL**

**P R E S E N T A:**

**Luis Alberto Castillo Fernández.**

**DIRECTOR:**

**M. en C. Juan Carlos Solís Bautista.**

**CO-DIRECTOR:**

**Mtro. Francisco Javier Martos Fernández.**

Tuxpan, Veracruz

2012.



Universidad Veracruzana

## INDICE

CONTENIDO	PÁGINA
Índice	i
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
I.- INTRODUCCIÓN.....	7
II.- OBJETIVO	10
II.1.- OBJETIVO GENERAL. ....	10
II.2.- OBJETIVOS PARTICULARES	10
III.- FUNDAMENTO.....	11
IV.- RESULTADO.....	13

### CAPITULO I

#### EL PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA

1.1.- Plan Nacional de Contingencia y su estructura general...	13
1.2.- El Organismo de Coordinación locales en el Plan Nacional de Contingencia.	15
1.3.- Las funciones y responsabilidades del coordinador en el lugar del incidente en el Plan Nacional de Contingencia. ....	16
1.4.- Particularidades de las monoboyas de la terminal marítima de Pemex y de la terminal marítima de la termoeléctrica Adolfo López Mateos en Tuxpan, Ver.	17

### CAPITULO II

#### MARCO LEGAL

2.1.- Legislación nacional.....	19
2.2.- Legislación Internacional.	23

## INDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
2.3.- La política internacional ambiental.....	31
2.4.- Acontecimientos internacionales fundamentales para la protección del medio ambiente.	32
 <b>CAPITULO III</b> <b>EL PLAN LOCAL DE CONTINGENCIA</b>	
3.1.- Interfase con el plan nacional de contingencia	34
3.2.- Plan de contingencia de la terminal marítima de Tuxpan, Veracruz.....	38
3.2.1.- Control de cambios	39
3.2.2.- Estrategia de respuesta ante derrames.....	41
 <b>CAPITULO IV</b> <b>DESARROLLO OPERATIVO DEL PLAN DE</b> <b>CONTINGENCIA</b>	
4.1.- Control y comunicaciones	42
4.2.- Procedimientos iniciales.....	42
4.3.- Procedimiento al momento del incidente	44
4.4.- Equipo central de respuesta a emergencias.....	46
4.5.- Actividades del procedimiento para la atención, contención y recuperación de hidrocarburos derramados en el área de monoboyas.	46
4.6.- Evaluaciones de las operaciones.....	50
4.7.- Equipos y técnicas para control de derrames de hidrocarburos.	51
4.8.- Barreras contenedoras mecánicas. ....	54

## INDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
4.9.- Comportamiento y limitaciones de barreras mecánicas.	<b>57</b>
4.10.- Dispersantes. ....	<b>61</b>
4.11.- Finalización de las operaciones.	<b>62</b>

## CAPITULO V

### BARRERAS CONTENEDORAS.

5.1.- Barreras sorbentes	<b>66</b>
5.2.- Aplicaciones sobre el uso de barreras contenedoras.....	<b>70</b>
5.3.- Sistemas de amarre para la descarga de hidrocarburos.....	<b>76</b>
V.- CONSIDERACIONES GENERALES.	<b>84</b>
VI.- BIBLIOGRAFIA.....	<b>89</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Tabla 1.- Formato de solicitud de acción correctiva.....	<b>40</b>
Tabla 2.- Desarrollo de actividades del procedimiento	<b>47</b>

## INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1.- Área de localización de la terminal marítima.....	17
Figura 2.- Organigrama de flujo en respuesta a un incidente de acuerdo al PNC	41
Figura 3.- Conformación del equipo de respuesta.....	46
Figura 4.- Diagrama del plan de contingencia	51
Figura 5.- Barrera de trampa.....	71
Figura 6.- Barrera de trampa para contención de hidrocarburos	72
Figura 7.- Hidrocarburo recolectado por una barrera remolcada al costado de un barco.....	74
Figura 8.- Barreras trampa para la recolección de hidrocarburos	74
Figura 9.- Barreras trampa para la recolección de hidrocarburos....	75
Figura 10.- Sistema de amarre a una monoboya	77
Figura 11.- Vista de un buque amarrado a una monoboya.....	78
Figura 12.- Vista de una monoboya y sus principales componentes.	79
Figura 13.- Nomenclatura de una monoboya y sus principales componentes.....	81
Figura 14.- Plataforma giratoria con rodamientos inferiores.	82

## I.- INTRODUCCION.

El desarrollo de la industria marítima en este milenio ha envuelto el transporte del petróleo productos derivados en una cultura de seguridad, la cual incluye la protección al medio ambiente, esto es; un buen negocio, los propietarios de buque, operadores y demás incluidos en el negocio marítimo, adoptan la cultura de la seguridad, en la creencia de un proceso de mejora continua. Los principios primarios de respuesta ante derrames, se refieren a los primeros y principales principios de prevención y mejor respuesta para reducir el impacto económico y ambiental (Ornitzky Champ, 2002).

En el Diario Oficial de la Federación del 31 de diciembre de 1955, se publicó el "Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación del Mar por Hidrocarburos" y el 24 de enero de 1959, se crea en la Secretaría de Marina la Comisión Técnica para atender los asuntos relativos a la contaminación del mar por descarga de aguas aceitosas, la cual fue publicada en el Diario Oficial del 15 de julio de 1961, cuyo objetivo principal es la prohibición a los buques para descargar aceites o aguas aceitosas dentro del mar territorial mexicano, (Dof, 1961).

En 1972, la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental (OCMI), de la que nuestro país forma parte, publicó el "Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias", con la finalidad de regularizar y normar la disposición de desechos

en el mar provenientes del sector industrial, que hasta entonces consideraba a este ecosistema como un insaciable basurero (IMO, 2012).

En Estocolmo Suecia, la Organización de las Naciones Unidas convocó a la conferencia que dio lugar a la "Declaración sobre el medio humano", en cuyo punto siete establece que "los Estados deberán tomar todas las medidas posibles para impedir la contaminación del mar por sustancias que puedan afectar la salud del hombre, dañar los recursos vivos y la vida marina, menoscabar las posibilidades de esparcimiento y entorpecer otras utilidades legítimas del mar" (PNUMA, 2012).

En 1972 el Gobierno mexicano inició una serie de reformas dentro de la Administración Pública Federal para atender los problemas ambientales, creando la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, que a su vez integró la Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental, en donde la Secretaría de Marina presidió la Subcomisión de Prevención y Control de la Contaminación del Mar, que tomó en cuenta la proliferación de la investigación y explotación petrolera en el Golfo de México, el incremento del tráfico marítimo en ambos litorales y el peligro potencial de derrames de hidrocarburos tanto en alta mar como en las terminales portuarias. Asimismo integró a principios de 1979, un grupo de trabajo que elaboró el "Plan Nacional de Contingencia para Combatir y Controlar Derrames de Hidrocarburos y otras Substancias Nocivas en el Mar", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de diciembre de 1981(Dof, 1981).



El plan contingencia contra derrames de hidrocarburos, en la terminal marítima de pemex refinación en Tuxpan Veracruz, posee como área de influencia a las dos monoboyas de manera primordial y secundaria a las dos monoboyas de la comisión federal de electricidad, ya que esto se encuentra contemplado en el plan de ayuda mutua de ambas paraestatales, así como también constituirse como una de las células que amalgama el plan nacional de contingencias por derrame de hidrocarburos y otras sustancias nocivas al mar.

Después que ocurre un derrame o fuga de hidrocarburos su comportamiento físico es un factor trascendental a considerar para evaluar los peligros sobre el ambiente.

El conocimiento de un procedimiento es esencial para tomar apropiadas decisiones de respuesta ante este tipo de derrames.

Por lo tanto, siempre que se produzca un derrame o fuga la terminal marítima de pemex refinación en Tuxpan Veracruz, deberá adoptar las acciones inmediatas tendientes a la contención, recuperación y/o limpieza necesarias del área afectada.

El manual contendrá las responsabilidades y autoridad conferida al personal calificado designado por cargos. Este personal y su alterno serán capaces de arribar a la instalación en un tiempo razonable, disponible las 24 horas del día, con autoridad incondicional para implementar el plan.

## **II. OBJETIVOS.**

### **II. 1.-Objetivo general.**

Proporcionar una herramienta útil, como lo es un plan operativo local que contenga un procedimiento de contingencia por derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas en el área de monoboyas de la terminal marítima de Tuxpan, Veracruz.

### **II.2.- Objetivos particulares.**

Elaborar un programa operativo local de contingencia por derrames de hidrocarburos definiendo como fundamento el Plan Nacional de Contingencia.

Obtener un método ejecutivo local sobre las operaciones de control y combate ante incidentes contaminantes por hidrocarburos en el ambiente marino, en el área de Monoboyas de Pemex Refinación en Tuxpan Veracruz, con la intención de coordinar y coadyuvar en la ejecución de los planes de acción de ayuda interinstitucional.

### **III.- FUNDAMENTO**

El propósito del presente manual de contingencia por derrame de hidrocarburos en el mar; se fundamenta en la necesidad de proporcionar una herramienta informativa y operativa, para prevenir una reacción oportuna, adecuada y eficaz ante indicativos de contaminación, a fin de lograr el éxito de las operaciones de contención de los derrames, reduciendo la extensión de los daños. Siguiendo el procedimiento que permitan mantener las medidas adecuadas para responder a una emergencia.

La satisfacción de esta necesidad se encuentra directamente vinculada al desarrollo de una eficiente organización que permita la adopción de rápidas decisiones acordes a la doctrina y técnica aplicables, aunado a la ejecución de operaciones eficaces con los medios disponibles, todo ello con el fin de proteger la vida humana, el ecosistema, las instalaciones y las actividades económicas.

Lo anterior se deriva de la escala de operaciones que se desarrollan en instalaciones costa afuera tanto de esta Terminal Marítima de Tuxpan Veracruz, como de la Central Termoeléctrica Presidente Adolfo López Mateos, y de la necesidad de incrementar los niveles de protección a la población, al medio ambiente y a las instalaciones.

El Plan, contenido en este manual es estructurado con el objeto de dar la atención coordinada y eficiente para combatir y controlar derrames de hidrocarburos en las instalaciones costa afuera de la terminal.

El objeto de este manual es facilitar la suficiente información para incrementar el conocimiento así como los niveles de protección a la población, al medio ambiente y a las instalaciones.

Para lograr lo anterior, es determinante un grado elevado de coordinación, y esto solo se logra en forma eficaz, con una organización que se ajuste a la magnitud e índole del incidente y que sea capaz tanto de hacer frente a operaciones de consecuencia peligrosas que requieran la movilización de recursos de personal y equipo en forma expedita.

Planes de contingencia son imprescindibles para evitar un derrame de petróleo catastrófico ya sea como resultado de una fuga, la rotura de un oleoducto o el choque de un tanquero o barcaza.

## **IV.- RESULTADOS**

### **CAPITULO I**

#### **El Plan Nacional de Contingencia.**

##### **1.1.- Plan Nacional de Contingencia y su estructura general.**

La Secretaría de Marina coordina y ejecuta el plan nacional de contingencia y se responsabiliza de las acciones para combatir cualquier tipo de contaminación por derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas en las costas, mar territorial y zona económica exclusiva.

La organización del plan tiene una estructura administrativa y operativa, con responsabilidades específicas que corresponden a los distintos niveles del plan; estos niveles están escalonados en orden ascendente de activación en equipos de respuesta local, regional y nacional que se establecen a lo largo de los litorales del país como organismos de coordinación local y regional y a nivel central como organismo de coordinación Nacional, con un mando coordinador y ejecutor de las acciones(SEMAR, 2011).

El organismo de coordinación nacional (OCN), está formado por un consejo técnico, presidido por el jefe del estado mayor general de la armada e integrado por funcionarios de diversas entidades y dependencias de la administración

pública federal, mencionadas en el apartado 108, en base al acuerdo presidencial publicado el 15 de abril de 1981 (Dof, 1981).

El organismo de coordinación local, tiene un mando coordinador y ejecutor que es el comandante de la zona o del sector naval militar del puerto donde esté ubicado el mando territorial. Se integrará con recursos de la zona o sector naval militar, delegaciones estatales y municipales de las dependencias federales, que participan en el plan nacional de contingencia establecidas en el puerto sede, así como de los gobiernos estatales y municipales dentro de la jurisdicción y otros que se consideren necesarios (SEMAR, 2011).

Cada organismo coordinador nombra un grupo de asesores que se denomina consejo técnico asesor, local, regional y nacional, el cual se integrará con personal especialista de las dependencias federales participantes u otras que se consideren necesarias.

El Plan considera como elementos básicos la asignación de responsabilidades, funciones y recursos necesarios y para los niveles regional y local incluirá además la información básica del área y planes de acción específicos (Op.cit, 2011).

## **1.2.-El organismo de coordinación local en el plan nacional de contingencia.**

El tercer nivel en la asignación de responsabilidades corresponde al organismo de coordinación local (organismo de coordinación local), que elabora y ejecuta el plan local de contingencia.

Es de carácter permanente y su estructura, funciones y ubicación son similares a las que corresponden a los organismos de coordinación regional.

Los centros de respuesta local se ubican en las sedes de las zonas y sectores navales militares, las cuales tendrán las siguientes consideraciones operativas:

Facilitar la presencia inmediata de los representantes de las dependencias gubernamentales y organismos locales involucrados, para proporcionar la primera respuesta al ocurrir un incidente contaminante en el medio marino.

Disponer de comunicaciones y transportes en el área marítima bajo la jurisdicción de la zona o sector naval militar.

Contar inmediatamente con recursos humanos y materiales de la Armada de México y de los organismos locales integrantes del Plan.

Ayudar a la población civil en casos y en zonas de desastre y otros planes compatibles con este plan como es el sistema nacional de protección civil (Op.cit, 2011).

### **1.3.- Las funciones y responsabilidades del coordinador en el lugar del incidente en el plan nacional de contingencia.**

Coordinar y dirigir los aspectos relacionados con la detección, notificación, alarma y operaciones de respuesta al tener conocimiento de un incidente contaminante.

Notificar por la vía más rápida a los presidentes de los organismos de coordinación regional o local según corresponda, sobre el incidente ocurrido o en peligro inminente de ocurrir, que pudiera afectar el medio marino de su jurisdicción.

Notificar por la vía más rápida posible a los responsables de las dependencias participantes u otras que no integren el CT y de empresas paraestatales o privadas, así como a las autoridades locales, municipales o estatales según corresponda (sin importar cargo, rango o nivel jerárquico), sobre el incidente ocurrido o el peligro inminente de que ocurra, que pudiera afectar el medio marino de su jurisdicción.

Determinar los hechos de la situación del incidente incluyendo, entre otros:

La naturaleza, cantidad y localización de la contaminación.



La dirección y tiempo probable de recorrido del contaminante (Op.cit, 2011).

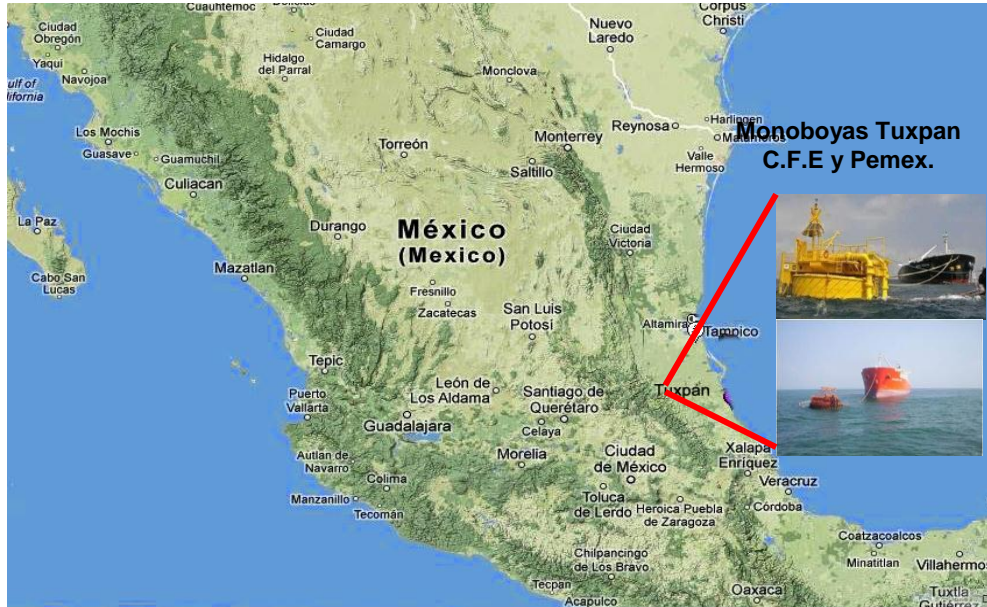


Figura 1.- Área de localización de la terminal marítima de Pemex refinación y terminal marítima de la central termoeléctrica Adolfo López Mateos, en Tuxpan, Ver.

#### **1.4.- Particularidades de las monoboyas de la terminal marítima de Pemex y de la terminal marítima de la central termoeléctrica Adolfo López Mateos en Tuxpan, Veracruz.**

La Terminal Marítima de Pemex en Tuxpan, Veracruz, de Pemex Refinación, cuenta con dos monoboyas universales localizadas aproximadamente a 9 km de la costa en el Golfo de México, están diseñadas para recibir embarcaciones de hasta 60,000 Toneladas de peso muerto, ya sea enviando el producto a los tanques de almacenamiento o recibiendo de ellos para carga a buque tanques.

La monoboya No. 1 cuenta con dos líneas de un tubo de acero de 20" las cuales reciben normalmente gasolina Pemex-magna, Pemex-premium, metil-

ter-butyl-éter, conteniendo un volumen de 11,243 barriles cada una y su longitud de 9, 200 mts (PEMEX refinación, 2011).

La monoboya No.2 cuenta con dos líneas operativas, un tubo de acero de 30", un tubo de acero de 24", la de 30" recibe gasolina Pemex-magna, Pemex-premium, metil ter-butyl-éter, la línea de 24" recibe únicamente pemex-diesel el volumen de las líneas de la monoboya a la terminal es: 30" y 27,000 barriles, de 24" y 17,200 barriles, y la longitud del tubo al cabezal de playa es de 9,293 Mts (Op.cit, 2011).

La central termoeléctrica Presidente Adolfo López Mateos tiene dos monoboyas tipo CALM, localizadas aproximadamente una de ellas a 3,800 Mts y la otra a 4,700 Mts. de la línea playa, están diseñadas para solo recibir combustóleo, en embarcaciones con un peso muerto de 21,700 a 45,000 Toneladas (Op.cit, 2011).

## **CAPITULO II**

### **Marco Legal.**

#### **2. 1.- Legislación Nacional.**

El Derecho Ecológico, integrado por un conjunto de disposiciones de distinto rango y eficacia, constituyen una nueva rama jurídica que ha tenido un significado muy especial; la consagración de las normas jurídicas, reglas e instituciones para la conservación del medio natural y el establecimiento de nuevas relaciones sociedad-naturaleza.

Diversas leyes que se presentan, resaltando su relevancia e los artículos e incisos que se acompañan.

#### **Ley Federal de procedimientos administrativo.**

Artículo 1.- Las disposiciones de esta ley son de orden e interés públicos, y se aplicarán a los actos, procedimientos y resoluciones de la administración pública federal centralizada, sin perjuicio de lo dispuesto en los Tratados Internacionales de los que México sea parte.

El presente ordenamiento también se aplicará a los organismos descentralizados de la administración pública federal paraestatal respecto a sus actos de autoridad, a los servicios que el estado preste de manera exclusiva, y a los contratos que los particulares sólo puedan celebrar con el mismo (SEGOB ,2012).

### **Ley de Responsabilidades Servidores Públicos.**

Artículo 1.- Esta ley tiene por objeto reglamentar el título cuarto de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de:

- I.- Los sujetos de responsabilidad administrativa en el servicio público;
- II.- Las obligaciones en el servicio público;
- III.- Las responsabilidades y sanciones administrativas en el servicio público;
- IV.- Las autoridades competentes y el procedimiento para aplicar dichas sanciones,
- V.- El registro patrimonial de los servidores públicos (SEGOB, 2012).

### **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

ARTÍCULO 1o.- La presente ley es reglamentaria de las disposiciones de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la

protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

- I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;
- II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
- III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
- IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;
- V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;
- VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;
- VIII.- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución;

- IX.- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y
- X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento (SEGOB, 2012).

**Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de áreas naturales protegidas.**

Artículo 1o.- El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, en lo relativo al establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación (Op.cit, 2012).

**Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental.**

Artículo 3o.- Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y las siguientes:

- I. Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.
- II. Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción;
- III.- Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso;
- IV.- Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico;
- V.- Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente (SEGOB, 2012).

## **2.2.- Legislación Internacional.**

Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América (O.E.A, 1940).

Se definen las áreas protegidas y se conviene su creación. Se adoptan medidas de protección para la fauna y flora, la apertura al público, la investigación científica de ciertos espacios protegidos y la emisión de instrumentos legislativos en la materia.

**Convenio Internacional relativo a la Intervención en Alta Mar en casos de Accidentes que causen una Contaminación por Hidrocarburos O.M.I 1969.**

Las partes podrán tomar en alta mar las medidas necesarias para prevenir, mitigar o eliminar todo peligro grave contra su litoral o intereses, debido a contaminación o amenaza de contaminación por hidrocarburos resultado de un accidente marítimo. Se señalan las acciones y medidas a cargo de las partes y disposiciones sobre solución de controversias (Op.cit, 2012).

**Convenio Internacional de Constitución de un Fondo Internacional de Indemnización de Daño Causado por la Contaminación de Hidrocarburos. O.M.I 1971.**

Se constituye un fondo internacional de indemnización por daños causados por la contaminación de hidrocarburos, para indemnizar a víctimas, exonerar a los propietarios de obligaciones financieras suplementarias (Op.cit, 2012).



**Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias, (México, Reino Unido, Estados Unidos, Federación de Rusia 1972.**

Se establecen medidas generales para prevenir el vertimiento de desechos u otras materias nocivas, desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar. Se anexan listados de materias peligrosas que requieren especial atención o criterios aplicables para conceder permisos para vertimiento (SEGOB ,2012).

**Anexo V del Protocolo de 1978 relativo al Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, 1973 y las Enmiendas de 1989,1990, y 1991 a dicho Anexo, así como las Enmiendas de 1994, O.M.I 1978.**

Se agrega una nueva regla sobre supervisión de las prescripciones operacionales por el Estado rector del puerto y se enmiendan la regla 5, eliminación de basuras en las zonas especiales (Op.cit, 2012).

**Acuerdo de Cooperación sobre la Contaminación del Medio Marino por Derrames de Hidrocarburos y Otras Sustancias Nocivas, México-Estados Unidos 1980.**

Se conviene establecer un plan conjunto de contingencia entre ambos países sobre contaminación del medio marino por derrames de hidrocarburos u otras sustancias (Op.cit, 2012).

**Acuerdo de Cooperación sobre la Contaminación del Medio Marino por Derrames de Hidrocarburos y Otras Sustancias Nocivas. México, Colombia 1983.**

Se conviene establecer un plan de contingencia sobre contaminación del medio marino por derrames de hidrocarburos u otras sustancias nocivas (SEGOB, 2012).

**Convenio para la protección del Medio Marino de la Región del Gran Caribe y el Protocolo de Cooperación para Combatir los Derrames de Hidrocarburos en la Región del Gran Caribe, México, Colombia 1984.**

Se conviene en concertar acuerdos bilaterales o multilaterales para la protección del medio marino del Golfo de México, mar Caribe y zonas adyacentes del Océano Atlántico (SEGOB, 2012).

**Enmiendas al Anexo del Protocolo de 1978 relativo al Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, 1973, O.M.I. 1985.**

Se enmiendan las siguientes reglas contenidas en el Anexo II: sustancias líquidas y modelos de diversos documentos contemplados en la reglamentación (Op.cit, 2012).

**Acuerdo por el que se modifica el Acuerdo sobre la Contaminación del Medio Marino por Derrames de Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas, del 24 de julio de 1980, México-Estados Unidos 1985.**

Se acuerda que la coordinación de esas tareas compete a la Guardia Costera y al Equipo Nacional de Respuesta en el caso de Estados Unidos y a la Secretaría de marina en el caso de México (SEGOB,2012).

**Acuerdo de Cooperación Ambiental. (México-Canadá)**

Las partes mantendrán y ampliarán la cooperación bilateral en el campo de los asuntos ambientales sobre la base de igualdad y el beneficio mutuo (Op.cit, 2012).

**Aprobación de enmiendas al Anexo del Protocolo de 1978 relativo a Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, 1973, O.M.I 1990.**

Se enmienda la Regla 10 –Métodos para prevenir la contaminación por hidrocarburos desde buques que operen en zonas especiales, para incluir la zona del Atlántico (Op.cit, 2012).

**Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos, 1990, O.M.I 1990.**

Se establece que cada parte exigirá que todos los buques que tengan derecho a enarbolar su pabellón lleven a bordo un plan de emergencia

en caso de contaminación por hidrocarburos conforme a las disposiciones aprobadas por la organización a tal efecto (SEGOB, 2012).

**Enmiendas al Anexo de Protocolo de 1978 relativo al Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los buques, 1973,O.M.I 1991.**

Se enmiendan diversas disposiciones para precisar aspectos preventivos y documentales previstos en la nueva Regla 26 (plan de emergencia a bordo en caso de contaminación por hidrocarburos (Op.cit, 2012).

**Protocolo de 1992 que Enmienda el Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil Nacida de Daños Debidos a Contaminación por Hidrocarburos, 1969, O.M.I 1992.**

Se enmienda en su totalidad el convenio Internacional sobre responsabilidad civil nacida de daños debidos a contaminación por hidrocarburos (Op.cit, 2012).

Se amplía el ámbito de aplicación y aumenta la indemnización que establece. Se contemplan las modificaciones establecidas por el Protocolo de 1984, que no había entrado en vigor al suscribirse el de 1992 (Op.cit, 2012).

Es necesario no sólo estudiar la evolución del tráfico marítimo de hidrocarburos y sus características, sino también las diferencias existentes entre las consecuencias potenciales derivadas de la utilización (o no utilización) de mecanismos de control aplicados *ex-ante* (como las políticas de abanderamiento, inspección, certificación, reclutamiento de tripulaciones, etc.), y los mecanismos *ex-post*, o posteriores a un accidente

Sobre el papel de los instrumentos *ex-ante* y *ex-post* en la protección marítimas de los incentivos *ex-ante* se conocen con el nombre de “mandato y control “, puesto que establecen normas de obligado cumplimiento para los contaminadores.

Generalmente estas normas definen límites de emisiones, condiciones de transporte o calidades de productos finales, así como procesos técnicos de producción.

El diseño de estos mecanismos se completa con la introducción de un sistema de monitoreo que informa de posibles incumplimientos, sanciones económicas y/o penales, en caso de violación de la norma analizado en varios estudios (Loureiro, M. *et al.*, 2004).

### **2.3.- La política internacional ambiental.**

La política internacional para el cuidado del medio ambiente tiene origen en la asociación de dos movimientos, uno que procuraba la preservación de los sitios culturales, y otro que demandaba la conservación de la naturaleza.

La preocupación por proteger el patrimonio cultural de los países surgió después de la primera guerra mundial, pero fue hasta después de la segunda guerra cuando la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) elaboró un proyecto para la protección del patrimonio cultural, el desarrollo de los países requirió de considerables cantidades de recursos naturales cuya escasez y agotamiento se fue haciendo evidente durante la década de 1960.

En 1968, gobiernos de diferentes países se reunieron en Roma para discutir la situación del equilibrio dinámico de la tierra. Estas propuestas fueron base para los planteamientos que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos presentó en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, organizada por las Naciones Unidas en Estocolmo en junio de 1972.

En noviembre de 1972, la Conferencia General de la Unesco aprobó en París la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural, en donde se establecen las formas en que el hombre interactúa con la naturaleza

y la necesidad fundamental de preservar el equilibrio entre la humanidad y el patrimonio cultural y natural (SEGOB, 2012).

En el año de 1972, con la firma de los documentos de Estocolmo y de París, es el punto de partida de la protección y el mejoramiento del medio ambiente, aunque en el ámbito del derecho internacional, la relación entre los derechos del hombre y la protección del ambiente se estableció en la Cumbre de Estocolmo

#### **2.4.- Acontecimientos internacionales fundamentales para la protección del medio ambiente.**

La declaración de la conferencia de naciones unidas sobre el medio humano, signada en Estocolmo, Suecia en junio de 1972. La declaración establece 26 principios que tienen por objeto la utilización racional de los recursos naturales en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

Esta declaración menciona que los recursos no renovables deben emplearse de tal forma que no se ponga en peligro su agotamiento; que debe ponerse fin a la descarga de sustancias tóxicas y a la liberación de calor; que se debe impedir la contaminación de los mares por sustancias que puedan poner en peligro la salud del hombre o dañar la vida marina; que las políticas ambientales de todos los estados deben encaminarse a planificar su desarrollo

de manera que puedan lograr mejores condiciones de vida, proteger el medio ambiente y preservar sus recursos naturales (SEGOB, 2012).

En 1982, la asamblea general de las naciones unidas proclamó la carta mundial de la naturaleza, en donde se acepta que el deterioro de los sistemas naturales y el abuso de los recursos naturales debilitan las estructuras económicas, sociales y políticas de la sociedad. Se menciona, también, que los beneficios a largo plazo que se pueden obtener de la naturaleza dependen de la protección de los procesos ecológicos y de la supervivencia de las diversas formas de vida, por lo que se debe impedir su explotación excesiva y la destrucción de los hábitats naturales. La carta establece la necesidad de promover a nivel internacional la protección de la naturaleza (PNUMA, 2012).

La asamblea general de las naciones unidas convocó a la conferencia sobre el medio ambiente y el desarrollo, que se realizó en Río de Janeiro de 1992. La denominada Cumbre de la Tierra fue la cumbre mundial del medio ambiente más grande hasta ahora realizada.

La Declaración de Río consagra 27 principios, en los que establece el derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza, el derecho de los países de aprovechar sus propios recursos de acuerdo a sus políticas ambientales y de desarrollo con la responsabilidad de no causar daños al medio ambiente de otros. Además, se reconoce el papel que los países desarrollados han tenido al contribuir en la degradación del medio ambiente.



Otro de los documentos suscritos en la Cumbre de la Tierra fue la Agenda 21, que menciona que la población, el consumo y la tecnología son las principales determinantes del cambio ecológico, por lo que conmina a reducir las modalidades de consumo ineficaces y con desperdicio. Propone políticas y programas para lograr un equilibrio entre consumo, la población y la capacidad de sustento de la tierra, (O.N.U., 1982).

En Mayo de 2000 se celebró en Malmo, Suiza, el primer foro global ministerial de medio ambiente, en donde se revisaron los temas ambientales emergentes y se identificaron los retos en la materia para el siglo XXI. En el documento conocido como la declaración de Malmo se establece que el medio ambiente y los recursos naturales que sostienen la vida en el planeta, a pesar de las medidas implementadas a partir de la cumbre de la tierra, continúan deteriorándose a una velocidad alarmante, y que se debe prestar atención al consumo no sostenible entre los sectores más ricos de todos los países (Op.cit, 2012).

## **CAPITULO III.**

### **El plan local de contingencia**

#### **3. 1.-Interfase con el plan nacional de contingencia.**

El plan nacional de contingencia establece responsabilidades e integra una organización de respuesta ante casos de incidentes contaminantes provocados por derrames de hidrocarburos.

Fija los procedimientos que permiten a todas las dependencias del ejecutivo federal integrantes del plan, contribuir y concentrar sus recursos. Provee la información básica sobre las características de las áreas afectadas y los recursos disponibles. Asimismo, sugiere líneas de acción bajo un mando unificado para enfrentar los incidentes contaminantes. Se activará cuando en las aguas marinas de jurisdicción nacional ocurra un incidente contaminante que provoque derrames y afecte al ecosistema marino (SEMAR, 2011).

El consejo técnico del plan nacional de contingencia. se integra con las siguientes secretarías de estado: marina (SEMAR), salud (SSA), comunicaciones y transportes (SCT), agricultura, ganadería y desarrollo rural (SAGAR), educación pública (SEP), defensa nacional (SEDENA), comercio y fomento industrial (SECOFI), medio ambiente, recursos naturales y pesca (SEMARNAP), así como PEMEX. Podrán participar a juicio del consejo técnico asesor otras dependencias gubernamentales, los estados y municipios y otros organismos nacionales y/o internacionales públicos o privados (SEMAR, 2011).

La Secretaria de marina coordina y ejecuta el presente plan y es responsable de las acciones para combatir cualquier tipo de contaminación por derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas en el mar, dentro de su cobertura geográfica.

El consejo técnico atiende los aspectos administrativos, operativos y técnicos concernientes a los diferentes planes, coordina los esfuerzos en caso de una contingencia y establece los criterios para determinar cuándo se deban activar las fases operativas del presente plan, toma la decisión de invocar o participar en planes bilaterales o multilaterales a nivel nacional, resuelve la aplicación del plan en su fase operativa nacional a solicitud del coordinador regional, cuando el incidente, por su magnitud rebase la capacidad de respuesta regional, en tal caso se asumirá la dirección de las operaciones a través de su presidente.

El consejo técnico coordina con las dependencias participantes, para proveer los recursos necesarios e iniciar los trámites legales contra los responsables del incidente contaminante. Establece las directivas para mantener un adecuado equipamiento y repuestos de materiales específicos para el control y combate de dichos incidentes contaminantes.

El organismo de coordinación regional elabora el plan regional, considerando como fuerzas operativas a los equipos de respuesta locales que se encuentren dentro de la jurisdicción de la región naval militar, evalúa el incidente contaminante y decide las estrategias de su control y combate, aplicando el plan regional cuando el organismo de coordinación local determine que no

tiene capacidad de respuesta ante tal incidente; facilitando la presencia inmediata de representantes de las dependencias involucradas, disponer de comunicaciones y transportes en el área marítima bajo la jurisdicción de la región naval militar, utilizar inmediatamente los recursos de la armada de México

La secretaria de marina coordina el desarrollo del plan de contingencia, en su carácter de presidente del consejo técnico y de los mandos de regiones, zonas y/o navales militares designados como ejecutores de los planes regionales o locales, respectivamente.

De presentarse un incidente en tierra o instalación portuaria y se vislumbre una situación de emergencia o desastre que pueda afectar al ambiente marino, los organismo de coordinación regional y organismo de coordinación local se suman a las unidades estatales y/o municipales de protección civil, quienes coordinan las acciones de control y combate (Op.cit, 2011).

Cuando la acción y los medios de que dispone el autor del incidente no sean suficientes para combatirlo y controlarlo se recurrirá al plan de contingencia correspondiente, si el organismo de coordinación local no pudiera hacer frente a esta situación se aplica el plan regional de contingencia, si la acción y los medios de que dispone el organismo de coordinación regional no sean suficientes se acude al plan nacional de contingencia.

Los planes establecen el mecanismo de coordinación, que con la previa anuencia de las autoridades de cada una de las dependencias participantes puedan disponer de los recursos que para ello tengan destinados.

El incidente contaminante debe ser reportado por el autor o responsable, por unidades operativas de las dependencias o por cualquier persona. Estos reportes invariablemente deberán comunicarse a la secretaria de marina-armada de México a través de los organismos de coordinación local, regional o nacional, quienes confirmaran la información y la evaluarán para determinar si se requiere o no poner en ejecución algún plan de respuesta.

Petróleos mexicanos forma parte del plan nacional de contingencia que incluye a las unidades operativas y administrativas de esta paraestatal, establecidas en las regiones petroleras comprendidas en los estados costeros y zonas marinas (PEMEX, 2012).

La existencia de un plan local de contingencia para la terminal marítima, es base importante ya que si bien la secretaría de marina coordina y ejecuta el plan nacional de contingencia y se responsabiliza de las acciones para combatir cualquier tipo de contaminación por derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas en las costas, mar territorial y zona económica exclusiva; y que la organización de este plan tiene una estructura administrativa y operativa, con responsabilidades específicas que corresponden a los distintos niveles del plan; estos niveles están escalonados en orden ascendente de activación en equipos de respuesta local, regional y nacional tiene como base

los planes locales de cada empresa, esto es, la Secretaría de marina organiza operativamente con los recurso que cada empresa cuenta, y si legalmente requiere encontrarse enterada de cualquier evento, esta organizará su citado plan solo si la empresa local es insuficiente para su contención (Op.cit, 2011).

### **3.2.- Plan de contingencias de la terminal marítima de Tuxpan, Veracruz**

Este plan de contingencias ha sido asignado al cargo mencionado, el que será responsable de la incorporación de las revisiones a medida que se produzcan. También será responsable de notificar a la persona administradora del plan la pérdida ó daño del mismo. Este plan se emite al cargo y no a la persona. Por lo tanto si este es reasignado ó transferido, el presente documento debe ser asignado con cargo a su reemplazante.

Todas las revisiones serán comunicadas al cargo antes mencionado. Este plan es de uso interno para los empleados de pemex refinación, terminal marítima Tuxpan y sus sub-contratistas en sus operaciones de la planta. El plan será revisado como un todo y el material que cambie se identificará en la hoja de revisiones.

El mejoramiento continuo es un componente esencial de un sistema de calidad efectivo y es por esa razón que se promueven las revisiones a este plan.

Nombramiento del administrador del plan de contingencias; el presente tiene como finalidad asignar a: superintendente de operaciones, como administrador

del plan de contingencias. El administrador del presente documento tiene la responsabilidad de documentar, comunicar y distribuir a los tenedores de las copias controladas del presente plan, todo cambio y /o revisión que se realice al presente documento.

Los cambios al presente plan serán documentados y distribuidos en el formato de requerido por consiguiente las solicitudes de acciones correctivas que generen la organización identificando oportunidades de mejora en el presente plan, deberán estar dirigidas al administrador del documento.

### **3.2. I.-Control de cambios o actualizaciones.**

El presente plan será actualizado anualmente y cada vez que ocurran cambios en las condiciones de operación de la planta, cuando existan cambios en la organización de la empresa o cuando alguno de los miembros de la organización solicite una acción correctiva al plan, es responsabilidad del administrador del plan el verificar que los cambios se efectúen oportunamente y siguiendo las solicitudes de acción correctiva SAC. Como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.- Tabla para anotar las actualizaciones del plan.

FORMATO DE SOLICITUD DE ACCIÓN CORRECTIVA (SAC)			
Solicitado por:			
Revisión:			
Fecha:			
Propósito:			
Descripción del cambio			
Tipo de cambio	Anexo		
	Modificación		
	Eliminación		
SAC No			



### 3.2.2.-Estrategia de respuesta ante derrames.

El plan de contingencias elaborado por pemex refinación, terminal marítima Tuxpan, presenta los lineamientos básicos de identificación y atención de la contingencia, así como la organización del equipo de respuesta y los procedimientos de respuesta.

Acciones orientadas a enfrentar una emergencia de contaminación marina por hidrocarburos y minimizando daños.

La estrategia de respuesta será:

- Ubicar el origen y detener el derrame
- Contener el producto.

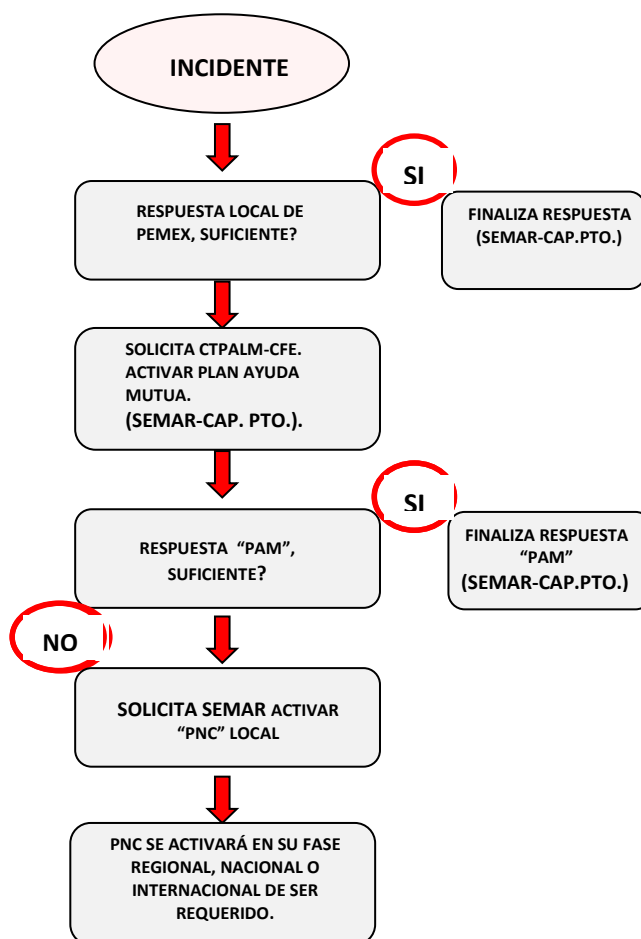


Figura 2.- Organigrama de flujo para respuesta ante un incidente en base al plan nacional de contingencia Fuente Castillo, 2012.

## **CAPITULO IV**

### **Desarrollo operativo del plan de contingencia.**

#### **4. 1.- Control y comunicaciones**

Instalación de control de respuesta equipamiento.

El comando y control de respuesta se instalará en el área de operaciones marina y superintendencia general.

El centro de operaciones estará equipado con:

- Facilidades de comunicaciones.
- Cartografía y Mapas de sensibilidad.
- Tableros de ploteo y despliegue de información.

#### **4.2.- Procedimientos iniciales**

La colección de información, condiciones de mar, viento, pronóstico meteorológicos. El departamento local de operaciones marinas, mantendrá actualizada la información referida a tipo y características del hidrocarburo, sobre la situación meteorológica y la evolución de la mancha de hidrocarburo. Se mantendrá actualizada la información sobre vientos y corrientes para predecir la deriva del derrame e identificar el posible destino.

La Información de las partes interesadas, realizada una evaluación de la emergencia, se estará en condiciones de saber cuáles son los recursos

necesarios, en forma inmediata, para encarar las acciones de control de la situación.

De carecer de equipos propios adecuados, se solicitará el apoyo a la Secretaria de marina con la finalidad de activar el plan de contingencia requerido

El presente plan de contingencia está estructurado en base al concepto de respuesta escalonada por lo cual la autoridad coordinadora estará en condiciones de llevar al nivel de respuesta al escalón superior, de acuerdo a la clasificación del derrame.

Si los recursos claves están en peligro, decidir si su protección se logrará mejor combatiendo el hidrocarburo a distancia o utilizando barreras u otras medidas para defender puntos específicos.

Si no es posible proteger los recursos o si estos ya han sido afectados, decidir sobre la prioridad de limpieza.

El responsable de las operaciones que se desarrollen, deberá tener la precaución de formularse tres preguntas básicas, para decidir un cambio de plan que es:

- Sí la operación se está desarrollando de acuerdo a lo planificado.
- Si se hace necesario una modificación al plan.
- Si han cambiado los factores básicos, tenidos en cuenta para la decisión adoptada.

Se realizarán las coordinaciones con los responsables de los organismos públicos y privados que potencialmente puedan aportar equipamiento adicional, suministros

#### **4.3.- Procedimiento al momento del incidente.**

El primer observador debe notificar al supervisor responsable del área dónde se encuentra localizado el incidente y el tipo de incidente. La información se transmite siguiendo la cadena de mando (seguridad, superintendente de operaciones, jefe de operaciones) mientras el supervisor procede a evaluar el derrame, asegurando la seguridad del personal en todo momento

Todo el personal presente en el escenario del evento debe usar equipo de protección personal apropiada que incluya protección ocular, casco, guantes y protección contra la exposición por contacto dérmico. En caso de que haya vapores, el personal de respuesta deberá usar los correspondientes respiradores (SCBA) hasta que se efectúe su medición con un aparato de monitoreo o éstos se disipen.

Si el evento así lo amerita, se debe usar otro tipo de equipo de seguridad.

Evaluación de la situación del derrame para determinar su causa y magnitud.

El supervisor de respuesta imparte instrucciones al personal presente en el área del derrame para que se retire a un área segura hasta nueva indicación.

Luego debe evaluar e informar al superintendente de operaciones y/o jefe de

operaciones marinas sobre la situación, causa y magnitud de la descarga de hidrocarburo en el área.

#### **4.4.- Equipo Central de Respuesta a Emergencias.**

El equipo de respuesta a emergencias se activa por instrucción del superintendente de operaciones y/ jefe de operaciones marinas de la terminal o, quien asume el rol del comandante de incidentes en el área.

- El líder del equipo de respuesta de la instalación dirige al equipo en el escenario y comunica las necesidades de recursos.
- El jefe de seguridad será el responsable de proporcionar seguridad a la instalación y el sitio de la descarga.
- El coordinador médico y el personal asignado brindarán servicios médicos al personal durante las operaciones de respuesta.
- El coordinador de recursos internos proporcionará recursos internos durante el evento, entre ellos mano de obra y equipo.
- El superintendente general y/ jefe de seguridad física se hará cargo de las notificaciones externas a las autoridades Secretaría de marina, comisión federal de electricidad en el caso de activación del plan de ayuda mutua.
- El Jefe de almacenamiento y bombeo y /o supervisor dirigirá a los operadores de la planta en la realización de los ajustes necesarios a la planta, a fin de mantener o controlar los fluidos de proceso.

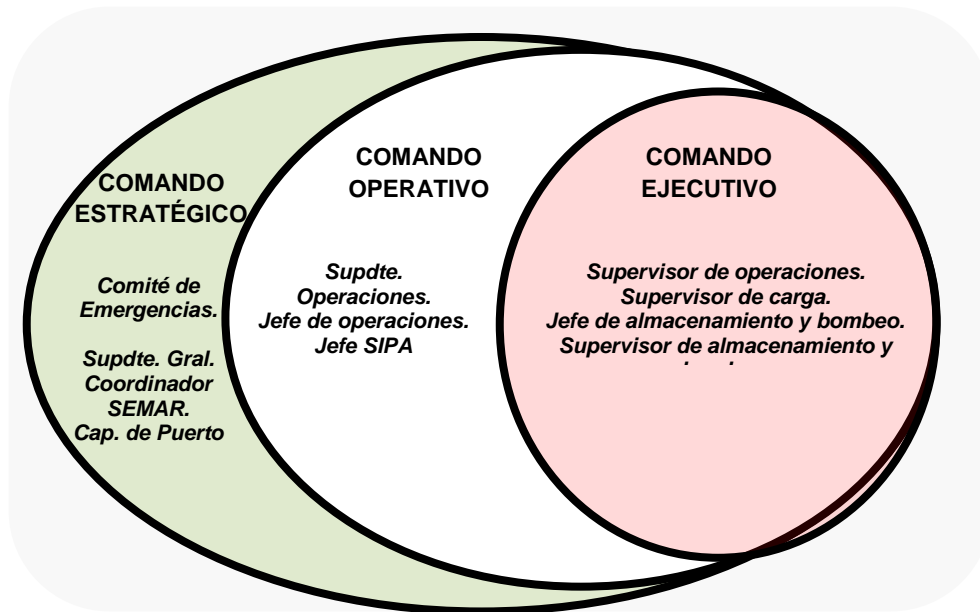


Figura 3.-Conformacion del equipo de respuesta a emergencia por derrame de hidrocarburos Fuente: Castillo, 2012.

#### **4.5.-Actividades del procedimiento para la atención, contención, recuperación de hidrocarburos derramados en el área de monoboyas.**

El objetivo de este procedimiento es determinar la importancia que tiene la coordinación del personal que interviene en la atención y contención como primer paso y recuperación de hidrocarburos en caso de un derrame durante la operación de carga y/ o descarga de un buque-tanque en el área de monoboyas sea oportuna y efectiva.

La repuesta inmediata, a la contención tiene la primordial importancia evitando una contaminación mayor que afecte al medio ambiente.

En estas actividades del procedimiento se precisa la utilización de las barreras contenedoras de hidrocarburos como medida preventiva para controlar al máximo la contaminación al mar utilizando a su vez los equipos recuperadores de hidrocarburos (oil mop, desnatadoras entre otros).

**Tabla 2.- Desarrollo de actividades del procedimiento**

<b>RESPONSABLES</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>COMUNICACIÓN</b>
I. Supervisor de operaciones de turno carga, encargado de muelle, supervisor de operaciones marinas	Al manifestarse un derrame, pérdida, difusión de hidrocarburos al mar (en área de monoboyas), el supervisor de carga ó el encargado de muelle serán responsables de reportar de inmediato al oficial el guarda del buque y también al supervisor de operaciones en turno.	Radio VHF, radio trunking, telefónica
II. Supervisor de operaciones, supervisor de turno de carga, encargado de muelle, supervisor de operaciones marinas, supervisor de almacenamiento y bombeo, jefe de estación de bombas.	Solicitan se suspenda de inmediato las operaciones carga/descarga (buque o tierra) cerrando las válvulas de operación de conexión can-lock y solicitando al oficial del buque cierre de válvulas de la embarcación quedando al mando como coordinador Inmediato en el lugar del incidente, el supervisor de operaciones/carga.	Radio VHF, radio trunking, telefónica.
III. Supervisor de operaciones de turno, de carga, encargado de muelle, supervisor de operaciones marinas, supervisor de almacenamiento y bombeo, jefe de estación de bombas: supervisor de almacenamiento y bombeo y/o jefe de estación.	Cierran válvulas de tierra y confirman al supervisor de turno/carga y/o encargado de muelle.	Radio VHF, radio trunking, telefónica.
IV. Supervisor de operaciones marinas, supervisor de	Comunica el incidente acontecido al jefe de	Radio VHF, radio trunking,

operaciones de turno de carga:	operaciones marinas y al jefe departamento de seguridad industrial y protección ambiental.	telefónica.
V. Jefe de departamento de operaciones marinas, jefe departamento de seguridad industrial y protección ambiental;	Comunica al superintendente general y superintendente de operaciones (coordinador general del plan interno de contingencias), coordinador local del plan de contingencias, supervisor del área de protección ambiental del incidente ocurrido.	Radio VHF, radio trunking, telefónica.
VI. Coordinador general del plan interno de contingencias, coordinador inmediato en el lugar del incidente, jefe departamento de seguridad industrial y protección ambiental:	Comunica lo acontecido a personal de coordinador local del plan de contingencias (de la secretaria de marina) y confirmara apoyo en caso de requerirse.	Radio VHF, radio trunking, telefónica.
VII. Jefe de departamento de operaciones marinas, supervisor de operaciones marinas, supervisor de operaciones de turno de carga, encargado de muelle, patrón de lancha amarradora y/o capitán de lancha:	Coordinan el embarque de las barreras abordo de la embarcación, que se dirige al área del derrame.	Radio VHF, radio trunking, telefónica.
VIII. Patrón de lancha amarradora, capitán de lancha, capitán de remolcador.	Transporta personal de buceo para cierre de válvulas atmosféricas y/o válvulas de plem de la monoboya e informan al supervisor de operaciones marinas/carga, supervisor de almacenamiento y bombeo, jefe de estación de bombas.	Radio VHF, radio trunking, telefónica.
IX. Jefe de departamento de operaciones marinas, supervisor de operaciones marinas, supervisor de operaciones de turno de carga encargado de muelle, patrón de lancha amarradora, capitán de lancha, capitán de remolcador.	Analizan y coordinan las maniobras de colocación de barreras, que dependiendo de las condiciones meteorológicas.	Radio VHF, radio trunking, telefónica.



<p>X. Patrón de lancha amarradora, capitán de lancha, capitán de remolcador, marineros amarradores: proceden a colocar las barreras de contención apoyados por marineros amarradores de la siguiente manera:</p>	<p>Lancha o remolcador se acerca a la monoboya y hace firme un extremo de la barrera a la monoboya y el otro extremo de la barrera se hace firme a la lancha amarradora la cual se abre y extiende las barreras contenedoras de hidrocarburos.</p> <p>Remolcador entrega un extremo de la barrera a la lancha amarradora la cual se abre poco a poco con las barreras se hace firme el otro extremo al remolcador; a la voz del coordinador inmediato en el lugar del incidente las embarcaciones avanzarán simultáneamente y lentamente para ir controlando el producto derramado.</p> <p>Supervisor del área de protección ambiental de ser posible y hasta donde lo permitan las condiciones climatológicas se usaran los equipos recuperadores de producto (desnatadoras).</p>	<p>Radio VHF, radio trunking, telefónica.</p>
<p>XI. Coordinador general del plan interno de contingencias, coordinador inmediato en el lugar del incidente, jefe departamento de seguridad industrial y protección ambiental</p>	<p>Efectúan recorrido a las áreas afectadas y playa para valorar alcances y necesidades.</p>	<p>Radio VHF, radio trunking, telefónica.</p>
<p>XII. Jefe departamento de seguridad industrial y protección ambiental, supervisor del área de protección ambiental;</p>	<p>Elaboran programa para la restauración de las áreas afectadas.</p>	<p>Radio VHF, radio trunking, telefónica.</p>

#### **4.6.- Evaluaciones de las operaciones.**

Las evaluaciones de las operaciones y de los ejercicios de respuesta a los derrames son valiosas para la identificación de puntos débiles del plan local de contingencia.

Dicha evaluación deberá basarse en:

- Adecuabilidad organizativa y de las funciones de respuesta.
- Actuación del personal.
- Nivel de entrenamiento del personal.
- Si fueron adecuados los puntos de control y donde se ubicaron los equipos.
- Deficiencia de los equipos y la precisión de los inventarios.
- La suficiencia del centro de control y de las comunicaciones.
- La integridad y utilidad del plan de contingencia.



Figura 4.- Plan de contingencia, aplicado en tres rubros, Fuente Castillo, 2012.

#### 4.7.- Equipos y técnicas para control de derrame de hidrocarburo.

Cuando se produce un derrame de hidrocarburos en la mar deben tomarse medidas para reducir al máximo los daños por contaminación que puede causar al medio ambiente y a los recursos.

Los hidrocarburos derramados en un medio acuático que tienden a extenderse formando una delgada película superficial que cubre una área considerable y cuya limpieza es muy difícil, además por efecto de los vientos y las corrientes. La mancha se desplaza pudiendo alcanzar zonas críticas, por ello la contencion del derrame es una tarea fundamental (Silos, 2008).

De acuerdo a los antecedentes sobre derrames de petróleo en los cuerpos de agua se ha podido establecer que no hay una metodología universal sobre la contención, recuperación y técnica de limpieza, para controlar el riesgo de contaminación acuática que representan los referidos derrames. Los métodos y procedimientos para la contención y recuperación de un derrame en un medio acuático varían en función de los siguientes aspectos:

- Tipo de petróleo, el cual tiende a esparcirse formando una delgada película superficial, que dependiendo de la cantidad de producto derramado, cubre un área considerable y dificulta las labores de limpieza.
- Efecto de la velocidad de la corriente y del viento sobre la mancha, la cual puede desplazarse hacia zonas críticas o de sensibilidad ambiental. Esto significa que la ubicación del derrame, que puede ser en un río o mar, puede tener grave implicancia en zonas como playas recreacionales, santuarios ecológicos, parques nacionales, etc.
- Condiciones hidrográficas y meteorológicas, es necesario predeterminar las condiciones ambientales que prevalecerán durante las operaciones de limpieza, es decir, aspectos tales como el viento, el oleaje, las corrientes, la temperatura.

En consecuencia En las operaciones de contención se puede utilizar las barreras de distintas formas y con diferentes objetivos:

- Impedir que la descarga inicial se propague.
- Impedir que se propague tanto las descargas continuas como las descargas posteriores.
- Cercar los hidrocarburos para su recuperación posterior.
- Proteger los recursos y zonas sensibles antes de la llegada de los hidrocarburos.
- Desviar de los recursos y zonas sensibles una mancha que se está propagando.
- Desviar la mancha en la que se puedan recuperar los hidrocarburos (Silos, 2008).

Los equipos comúnmente usados para contener el petróleo derramado en el mar son:

- Barrera mecánica.
- Barreras neumáticas o de aire.
- Barreras químicas.
- Barreras sorbentes.
- Barreras improvisadas.

El equipo de contención de un derrame de petróleo que ha sido más utilizado es la barrera mecánica, pero el éxito sólo se ha logrado en aguas tranquilas y derrames relativamente medianos, ya que la recolección y aún la contención son imposibles por medios mecánicos con olas por encima de 2.5 m y en

muchos caos con olas de 1.5 m con mar muy movido. Una segunda limitación es la velocidad de la corriente, ya que una velocidad mayor de 0.75 nudos arrastra el derrame por debajo de la barrera.

La contención del petróleo es solamente una fase, tal vez la más importante de una operación completa, es por ello, que en las labores de control de un derrame de petróleo se pueden utilizar simultáneamente diferentes técnicas y equipos.

#### **4.8.- Barreras contenedoras mecánicas.**

Es un equipo mecánico o físico que se extiende sobre y por debajo de un cuerpo de agua con el objeto de contener, confinar y cercar el petróleo derramado y realizar inmediatas acciones de recuperación de dicho derrame.

De acuerdo al tamaño, uso, forma y material de construcción, las barreras constan de los siguientes elementos:

- Medio de flotación, que incluye un francobordo (vela), para contener el petróleo y evitar en lo posible, que las olas pasen por encima.
- Falda o faldón, para prevenir que el petróleo pase por debajo de la línea de flotación.
- Elemento tensor longitudinal, que da la resistencia estructural a la barrera y permite fijar sus anclajes.
- Lastre o pesos, que en interacción con el elemento de flotación permiten la verticalidad de la barrera.

- Conectores, que permiten la unión de varios tramos o secciones de barreras, para así alcanzar la longitud deseada y poder cubrir el área afectada (Silos, 2008).

En la actualidad existe una gran variedad de diseños de barreras contenedoras de acuerdo a su uso; en la fabricación de barreras y es en base a la experiencia adquirida, se continúan desarrollando técnicas para mejorarlas, en los últimos años se han logrado confeccionar barreras resistentes, de poco peso, compactas, infladas por aire y fácilmente desplegadas y de acuerdo a su uso, se da la siguiente clasificación:

- *Las barreras mecánicas tipo valla* son construidas de material semi-rígido o rígido, tienen una pantalla vertical donde están acoplados los flotadores; y los elementos de lastre están colocados en la parte inferior de la pantalla. De acuerdo al fabricante, este tipo de barrera vienen almacenados en cajas, el componente principal o pantalla está enrollado formando carretes y los implementos complementarios como son los elementos flotantes, lastre y accesorios auxiliares son almacenados en sacos.
- *Las barreras mecánicas tipo cortina* son construidas de material más flexible, con un elemento flotante continuo unido a una falda o faldón y los pesos de lastre colocados en su parte inferior. Algunas de estas barreras son infladas con aire antes de su despliegue y vaciadas cuando son recogidas. Una ventaja de este tipo de barrera es que

permite almacenar mayor longitud, pero es necesario contar con un equipo auxiliar para llenar de aire el elemento flotante. Otra ventaja es que se puede aumentar la flotabilidad de la barrera introduciendo más aire al elemento flotante, lo cual hace que mejore las características de contención en condiciones ambientales adversas (Silos, 2008).

Materiales de fabricación de la barrera contenedora. Las barreras son fabricadas usando combinaciones de plástico, nylon, PVC, polietileno, neopreno, goma, fibras gruesas e implementos metálicos antioxidantes. La selección del material de fabricación, dependerá de las características físico-químicas del medio acuático donde serán utilizadas, así como de la resistencia que deben tener al petróleo, luz del sol, condiciones meteorológicas, olas, corrientes. Deben también ser resistencias a la abrasión, penetración, cortes, raspaduras o pérdidas de rendimiento por prematura fatiga de material.

Sin embargo, es importante que la barrera seleccionada pueda ser fácilmente reparada, utilizando equipos y herramientas sencillas, aun cuando la barrera está desplegada en el agua.

La flotación de las barreras es proporcionada por espuma plástica o materiales sintéticos, madera, corcho, o mediante aire que está contenido en depósitos cerrados de la barrera misma.

En cualquier caso, se necesita lastre para mantener la falda sumergida y el franco bordo en forma vertical. En la mayoría de las barreras se utilizan



elementos metálicos como lastre, pero también hay barreras que utilizan agua como elemento de lastre

#### **4.9.- Comportamiento y limitaciones del uso de barreras contenedoras mecánicas.**

La capacidad de una barrera mecánica para contener y cercar un derrame de petróleo en un cuerpo de agua, está determinado por las condiciones hidráulicas y los efectos físicos que actúan sobre la barrera. El efecto de las corrientes sobre un derrame es directo, razón por la cual el derrame navegará a la misma velocidad que la corriente del agua, el viento mueve el derrame aproximadamente al 0.03% de su velocidad. Debido a ello, si la velocidad de la corriente es muy fuerte, la porción sumergida (falda) de la barrera tratará de deflactarse y el petróleo pasará por debajo cuando la velocidad del agua sea de 0.30 m/seg (0.6 nudos) y cuando exista la suficiente profundidad del agua.

En el caso contrario, cuando la profundidad del agua es poca, por ejemplo dos veces la parte sumergida de la barrera, la velocidad del agua también se duplicará (0.6 m/seg). Idealmente la profundidad del agua por debajo de la barrera debe ser como mínimo cinco veces la parte sumergida de una barrera grande.

Fuerzas que actúan en una barrera contenedora; cuando una barrera se despliega sobre una corriente de agua, ésta detiene el avance del agua en la superficie, la que a su vez ejerce una presión sobre la barrera.

Esta presión o fuerza depende de varios factores y produce una tensión longitudinal en el cuerpo de la barrera, que en algunos casos puede sobrepasar su límite de resistencia y romperla.

Los principales factores que influyen en la fuerza de una barrera contenedora son:

- La velocidad de la corriente del agua (velocidad de arrastre).
- La fuerza  $F_c$  (kg) ejercida sobre el área sumergida de una barrera  $A_s$  ( $m^2$ ), por la velocidad de la corriente  $V_c$  (nudos) es la siguiente:

$$F_c = 26 \times A_s \times (V_c)^2 \quad \dots \text{ kg}$$

La velocidad del viento.

La velocidad del viento no es tan relevante como la corriente marina, estadísticamente se ha demostrado que el efecto de la velocidad del viento es 40 veces menor que el efecto de la velocidad de la corriente al actuar sobre la barrera, por lo tanto:

$$F_v = 26 \times A_f \times (V_v)^2 \text{ kg}$$

Fuerza de diseño de una barrera ( $F_d$ ).

- La  $F_d$  calculada debe ser siempre menor que la fuerza de tensión ( $F_t$ ) de los fabricantes.
- Dependiendo del medio acuático en que se utilizará una barrera mecánica (ríos, bahías, mar, lago, etc.) se seleccionará el modelo adecuado de barrera para que cumpla con esas condiciones.

Barreras contenedoras bajo condiciones adversas. Las barreras están sometidas a las acciones del viento y la corriente que actúan sobre el área del franco bordo o de la falda de la barrera, lo cual disminuye la efectividad de una barrera para contener y cercar un derrame. Por lo tanto, la mejor manera de colocar una barrera cuando la velocidad de la corriente del agua es mayor de 0.6 nudos (0.3m/seg) es a un cierto ángulo aprovechando las orillas de los ríos o playas para la recolección del petróleo derramado. Para estas condiciones, el ángulo más pequeño entre la barrera y la dirección de la corriente no debe ser menor de 14° para una velocidad crítica de 0.3 m/seg, Es decir:

$$\text{SEN } \alpha = \frac{0.3 \text{ m/seg}}{V_{\text{max}}}$$

Principios básicos de conservación de las barreras mecánicas.

Los elementos de conexión, tales como grilletas y pasadores, frecuentemente deben ser instalados y asegurados desde una pequeña embarcación en movimientos y muchas veces en un fuerte oleaje.

Los conectores galvanizados de las barreras deben ser inspeccionados periódicamente, éstos se oxidan rápidamente y pueden quedar fuera de servicios en 6 meses.

Con el fin de mantener sus condiciones marinas bajo todas las condiciones de uso, los materiales utilizados en su fabricación deben ser suficientemente resistentes al petróleo, al agua salada, a la luz del sol, a las condiciones meteorológicas, al oleaje y corriente, y a la vida biológica marina, también

deben ser resistentes a la acción de los restos sólidos que pueden estar flotando con el petróleo (Silos, 2008).

El material de lastre que se usa para mantener la falda de la barrera vertical, generalmente es un peso de plomo o cadena de acero. En algunos tipos de barrera la cadena esta incrustada en el material de la misma barrera, o pasa dentro del faldón con un sistema tipo bolsillo. Tienen como desventaja que cuando se despliega por períodos largos el movimiento de la cadena desgasta el material que la sostiene y cae al fondo, quedando la barrera inoperante.

Las barreras fabricadas de lona engomada o plastificada que después de una operación queden contaminadas con petróleo, deberán ser inmediatamente limpiadas después de su uso para evitar un deterioro prematuro. Hay algunos tipos de estas barreras, que debido a su baja calidad se han deteriorado durante su almacenamiento o han perdido su tensión estructural sólo después de dos años de almacenamiento.

Las barreras que tienen francobordo bajo, normalmente se hunden en el lugar de conexión entre secciones. Si el hundimiento es mayor que el francobordo se producirán filtraciones.

Los tipos de barreras que utilizan espumas plásticas como elementos de flotación deben ser continuamente inspeccionadas, si se rompiera el envoltorio de la barrera en plena operación de contención la espuma escaparía y flotaría sobre el agua, quedando inoperativa la barrera.

#### **4.10.- Dispersantes.**

Innovaciones tecnológicas a nivel mundial se ofrecen como solución amigable al medio ambiente para el tratamiento de petróleo y residuos industriales, estos Productos pueden ser usados para limpieza, control y reducción de parafinas y asfaltamos, emulsión en algunas líneas de producción y en procesos y almacenamiento de tanques (Chereminsinoff, Davietshin, 2011).

La agitación natural o inducida de las aguas produce la dispersión de los hidrocarburos derramados en la columna de agua. Los productos dispersantes son mezclas de agentes tensoactivos en uno o más disolventes, específicamente formulados para incrementar la rapidez de este proceso natural, en consecuencia su objetivo es reducir la cantidad de hidrocarburos que llegan a tierra mediante la conversión de pequeñas gotitas dispersadas en la columna de agua (OMI, 2005).

La finalidad del uso de dispersantes son evitar que una mancha de Hidrocarburo que se desplaza por efecto del viento, corriente y marea produzca un perjuicio mayor en:

- Zonas costeras de recreo, vivienda y turismo.
- Poblaciones de aves, especialmente las que se alimentan en superficie
- Zonas de pesca.
- Hábitat de animales marinos y de sus recursos alimenticios

Las limitaciones para el uso de dispersantes son relativas a: El hábitat que por regla general no se deberá proceder a su uso por constituir ámbitos más vulnerables son:

- Zonas de arrecifes y restringidas.
- Pantanos salobres y bañados Golfos, bahías, ríos, lagos y/o lagunas con baja tasa de renovación de sus aguas.
- Zonas próximas a tomas de agua.
- Aguas dulces.

#### **4.11.- Finalización de las operaciones.**

La decisión de dar por finalizadas las operaciones ordenadas, se basará en el criterio de que se haya logrado revertir o disminuir al máximo los daños y/o minimizar sus efectos.

No obstante lo expresado se deberá tener en cuenta las siguientes pautas en operaciones de limpieza de costas y playas.

- ¿Qué nivel de contaminación es aceptable para dejar que la naturaleza, por sus propios medios, la elimine?
- ¿Cuando una playa o costa se debe considerar razonablemente restaurada?

Finalizadas las operaciones de control de derrame se realizará por parte de la autoridad coordinadora, una evaluación exhaustiva de las condiciones en que quedó el equipamiento y materiales utilizados, documentando por escrito:

- Costo de limpieza de equipos y materiales.
- Costo de restauración de equipos y materiales.
- Costo de reposición de equipos y materiales.
- Dicha información, se tendrá en cuenta para la confección del documento final del incidente.

Eliminar/Retirar las fuentes de ignición, en caso de que esta acción sea segura debido a la magnitud de la descarga, tal vez sea necesario el aislamiento del área, lo cual podría ser iniciado por el departamento de seguridad física de la planta, cualquier fuente de ignición debe ser eliminada o aislada.

A fin de reducir el volumen de fluidos que requieren manipulación, para el almacenamiento temporal y la separación en campo de las mezclas de aceite / agua recuperadas, se pueden usar tanques portátiles.

Los líquidos, absorbentes contaminados y materiales de limpieza se disponen con técnicas aprobadas, de conformidad con la normativa ambiental.

Para evitar y corregir fugas posteriores, se llevan a cabo las reparaciones al equipo del área afectada. Cuando se ha resuelto completamente la situación de descarga de fluidos, se implementan acciones de reparación y restauración, y

se toman las medidas correctivas para evitar que vuelva a ocurrir una descarga.

Los procedimientos operativos y/o el diseño del equipo son evaluados y modificados para evitar eventos similares.

Limpieza y restauración ambiental:

El manejo inadecuado de los materiales y residuos peligrosos ha provocado en el mundo un grave problema de contaminación de los suelos y los cuerpos de agua.

En México, la industria del petróleo en su conjunto ha tenido un impacto negativo en materia ambiental. Debido a la amplia gama de productos derivados del petróleo, no ha sido posible evaluar cuantitativamente la contaminación involucrada desde la fase de explotación hasta la obtención de los productos petroquímicos básicos.

El problema de los suelos contaminados con hidrocarburos radica en que hasta hace pocos años no existía conciencia del grado de la dificultad y el costo que representa la remediación de los suelos y cuerpos de agua contaminados para la sociedad, por lo que es más caro remediar que prevenir (Saval,1995).

Probablemente haya que retirar y disponer todos los suelos contaminados de conformidad con la normativa aplicable.



Los métodos y procedimientos de limpieza de agua y suelo contaminado propuestos son aquellos aceptados, específicos para cada grupo de compuestos potencialmente contaminante identificados.

La institución petrolera asume la obligación de proteger, controlar y restaurar al ambiente en lo relativo a sus actividades industriales, así como de las comunidades y poblaciones en donde opere (Pemex, 1988).

Para casos de derrames en mar, se realizan observaciones biológicas y abióticas con frecuencia diarias y toma de muestras de agua en caso de encontrar manchas oleosas en el mar.

Todos los materiales utilizados para la recuperación de hidrocarburos y limpieza del área, así como suelos, y cualquier otro material contaminado, es manejado como un residuo peligroso.

La Gerencia de operación y mantenimiento marítimo realizará las coordinaciones pertinentes con las autoridades ambientales mexicanas, la Secretaría de Marina para determinar el grado y naturaleza de las actividades de restauración aplicables.

## CAPITULO V

### Barreras contenedoras

#### 5.1.- Barreras sorbentes.

El petróleo es mucho más persistente y destructivo para los organismos marinos y los recursos alimenticios marinos que los científicos habían pensado. Las interpretaciones anteriores a esto mencionaban del efecto ambiental de los vertidos de petróleo que se basaron en la observación subjetiva. El petróleo crudo y productos de petróleo son venenos persistentes, asemejándose en su longevidad a otros materiales sintéticos al igual que otros venenos de larga duración; que en algunas propiedades, se asemejan a las grasas naturales de los organismos, los hidrocarburos de los derrames de petróleo entran en la cadena alimentaria marina, convirtiéndose en un peligro para la vida marina e incluso para el hombre mismo. Existen mecanismos naturales para la degradación de los hidrocarburos en el mar existe, el más importante de los cuales es la descomposición bacteriana.

Desafortunadamente, esto es menos eficaz para los compuestos más tóxicos del aceite.

Se ha pensado que muchos de los hidrocarburos aromáticos tóxicos de bajo punto de ebullición, son volátiles y se evaporan rápidamente del petróleo derramado en el mar.

El caso es que los hidrocarburos de bajo punto de ebullición encontraron su lugar en los sedimentos y organismos. Se cree que la importancia de la evaporación ha sido sobrestimada, una creciente evidencia indica que el aceite y otros contaminantes pueden tener efectos biológicos dañinos serios en concentraciones extremadamente bajas, y que antes se consideraban inofensivas.

Parte de esta información se presentó en Roma en 1970 en la conferencia de la organización de alimentos y agricultura, sobre los efectos de la contaminación marina en los recursos vivos y la pesca. En el aceite también puede concentrarse otros venenos solubles en grasa, de esta manera otros contaminantes pueden estar disponibles para los organismos que normalmente no estarían expuestas a las sustancias y a concentraciones que no se podrían alcanzar en ausencia de aceite .

Dada la necesidad de medios especializados en el control de emergencias de contaminación marina accidental en el litoral, se pone de manifiesto la necesidad de los recursos disponibles, de cara a posibilitar una mejor respuesta en caso de emergencia.

Cabe destacar de forma especial, las barreras oceánicas que permitan la contención del vertido en alta mar en el punto de origen.

Existen varios tipos de barreras flotantes confeccionadas con materiales sorbentes que pueden ser utilizadas tanto en el agua como en la playa para

proteger la orilla; son un medio eficaz y económico para la contención y recuperación de vertidos de aceites y combustibles sobre tierra o agua dada su facilidad de manejo y su elevada absorción. Están constituidos por fibras de polipropileno obtenidas en procesos de recuperación textil que, al ser oleofilicas e hidrófobas, atraen el hidrocarburo pero repelen el agua. Su extraordinaria capacidad de absorción en relación a su peso reduce considerablemente los costes de deposición del absorbente contaminado. Ecológicamente conveniente para el planeta y económicamente conveniente para el usuario (Ortiz, 2006).

Biomateriales sorbentes para la limpieza de derrames de hidrocarburos.

Estos son materiales orgánicos naturales que pueden ser utilizados como sorbentes en las operaciones de limpieza de derrames de hidrocarburos tanto en suelos como en cuerpos de agua.

Existen materiales capacidad de sorción fibra de caña, fibra de coco, tienen una capacidad de sorción igual o superior al material comercial contra el cual fueron comparados. Se observó que los resultados de la capacidad de sorción dependían de algunas variables como la viscosidad del hidrocarburo.

En la sorción de agua, la fibra de caña fue la que mostró la mayor hidrofobicidad, se encontró que los materiales alcanzan su saturación en menos de un minuto, lo que permite tener una alternativa rápida para la limpieza y control de derrames de hidrocarburos. Finalmente, se realizó un tratamiento térmico a los materiales con el fin de mejorar su hidrofobicidad y

comportamiento en derrames sobre cuerpos de agua. La fibra de caña fue el material que presentó mejores resultados con el tratamiento térmico.

Los materiales sorbentes trabajan mediante dos principios: la adsorción, donde las moléculas de hidrocarburo se adhieren a la superficie, y la absorción, que permite acumular y retener hidrocarburo en los espacios capilares característicos de las estructuras de los materiales.

La fibra de caña es recomendada en suelos y aguas tanto tranquilas como turbulentas (Ortiz, 2006).

## 5.2.- Aplicaciones sobre el uso de las barreras contenedoras.

El uso de barreras contenedoras es una típica respuesta ante derrames de petróleo.

Se utiliza para proteger las costas o lugares sensibles al actuar como una barrera para el aceite, y para acorralar aceite en el agua, para mejorar la eficacia de recuperación de recolectores u otras operaciones de respuesta.

Aunque existe una gran variación en el diseño y construcción de las barreras, todas generalmente comparten los siguientes cuatro elementos básicos:

- Un área por encima del agua “francobordo” para contener el aceite y para ayudar a evitar que las olas salpiquen de aceite sobre la parte superior de la barrera.
- Un dispositivo de flotación.
- Una falda debajo del agua para contener el aceite y ayudar a reducir la cantidad de petróleo perdido bajo la barrera.
- Un soporte longitudinal, por lo general una cadena o cable que recorre por la parte inferior de la falda, que la fortalece contra del viento y la acción de las olas, el soporte también puede servir como un peso o

lastre para aumentar la estabilidad y ayudar a mantener la posición vertical.



Figura 5.-Barrera de trampa para contención de hidrocarburos, se observa el área que sobresale del nivel de agua. Fuente: NOAA, 2011.

Utilización de las barreras de contención.

Las barreras pueden ser fijadas a una estructura , tales como un muelle o a una boya, o remolcada al costado de uno o más barcos, cuando se encuentran estacionarios o amarrados, cuando la barrera se encuentre firme a un ancla , se hace necesario su inspección continua debido a los cambios producidos por los cambios de mareas, corrientes vientos u otros factores que influyen en las profundidad del agua, dirección y fuerza de movimiento, la barrera tiene que ser el personal que la supervise la ajuste continuamente.



Figura 6.-Barrera de trampa para contención de hidrocarburos, Fuente: Castillo, 2012.

Las fuerzas ejercidas por las corrientes, las olas y el viento pueden afectar significativamente la capacidad de una barrera para mantener el petróleo. Corrientes puede lavar el aceite por debajo de la falda. El viento y las olas pueden forzar al hidrocarburo sobre la parte superior de francobordo de la barrera o incluso aplanar la barrera en el agua, haciendo que se libere el aceite contenido. Los problemas mecánicos y de amarre inadecuado también pueden provocar un fracaso.

Algunas formas generales en que las barreras se pueden utilizar:

La barrera se puede colocar para excluir de aceite de una zona sensible de la costa, tal como un pantano costero, puerto deportivo, zona de anidación de aves marinas, o el lugar donde los mamíferos marinos se congregan.



La barrera se puede colocar a través de una pequeña entrada para evitar que el hidrocarburo entre a la boca, utilizando anclas para mantener la barrera en su lugar.

La barrera puede también ser colocada para proteger un área, desviando el petróleo, hacia donde lo recogen.

La barrera puede ser colocada alrededor de un barco o tanque que se encuentre fugando hidrocarburo, la barrera lo confina en un pequeño espacio donde puede ser recolectado (Enviro-Matters, 2010).

La parte sólida de la barrera suele ser de PVC o algún material resistente; consta de un cámara de inflado sobre la línea de flotación, y una falda que cuelga hacia abajo, dentro del agua.

Las barreras rígidas están diseñadas para su uso en altamar y aguas protegidas, dependiendo de la resistencia del material, el tamaño de la cámara de flotación y la profundidad de la falda.



Figura 7.-Hidrocarburo recolectado por una barrera remolcada al costado de un barco. Fuente: Noaa, 2011.



Figura 8.-Barrera de trampa para contención de hidrocarburos, se observa el área que sobresale del nivel de agua, Fuente: Castillo, 2012.

La barrera de fuego es similar a la barrera contenedora rígida, pero está hecha de un material que puede soportar el calor generado por la combustión del petróleo, que puede superar los 2000 grados Fahrenheit, se utiliza para acorralar el Hidrocarburo que se quema en el lugar del derrame

Las barreras absorbentes se construyen de un material encerrado que atrae aceite pero repele el agua. A diferencia de la barrera rígida, las barreras absorbentes no tienen una faldilla. Una vez saturadas de aceite, las barreras absorbentes deben ser retiradas y dispuestas adecuadamente. Se utiliza tanto para contener y absorber el aceite sobre la superficie del agua.

Las barreras trampa, parecen pompones atados a lo largo de una línea, se colocan a lo largo de las costas ancladas por puntales, suelen recoger bolas de alquitrán y aceite llevados por las mareas y las olas.



Figura 9.-Barrera de trampa para recolección de hidrocarburos, Fuente: Noaa, 2011.

El uso efectivo de la barrera contenedora, la administración nacional para el océano y la atmosfera de los Estado Unidos de América (NOAA) recomienda que la barrera contenedora de ser empleada de acuerdo a una estrategia con

otro equipo de respuesta, no todas las ares pueden ser protegidas con barreras, otras medidas e respuesta deben ser adoptadas.

La barrera colocada en el agua se torna dificultoso moverla y consume tiempo, una efectiva estrategia de respuesta puede hacer que la barrera sea colocada en una óptima localización.

Cuando la barrera es usada para proteger líneas de costa, esta debe estar bien asegurada ya que la fuerza de la corriente aumenta y puede hacer que vuelque.

Generalmente las barreras no operan con olas de más de un metro o Corrientes muy rápidas de más de 1.5 kilómetros por hora, un método efectivo sería el utilizar las barreras en forma de anillos concéntricos que protejan un área sensible.

Las barreras sorbetes son diseñadas para una respuesta de derrame de hidrocarburos, deben ser usadas siempre que sea posible para la mayoría de las respuestas a derrame de hidrocarburo, años de experiencia indican a la NOAA, que la barrera sorbente es mucho más efectiva (NOAA, 2011).

### **5.3.- Sistemas de amarre para la descarga de hidrocarburos.**

Al crecer el porte de las embarcaciones las pérdidas de tiempo eran muy costosas, por lo que algunas compañías petroleras se dieron a la tarea de investigar cuál sería la forma de continuar operando mar adentro, sin que

importaran los cambios de las condiciones locales y dentro de cierto rango soportar oleajes severos.

Después de varios años de investigación Imodco de Estados Unidos y SBM de Holanda, patentaron, cada quien por su lado, una instalación que se ha dado en llamar monoboya, que como su nombre lo indica, se trata de una sola boya. Todos los sistemas SPM amarran un buque en un solo punto y permiten al buque orientarse al rumbo que requiera en respuesta a un medio ambiente variante de viento y corriente.



Figura 10.-Sistema amarre a una monoboya, Fuente: Indian oil, 2006.

Todos los sistemas SPM están diseñados para no ser rígidos y absorban la energía mediante extensibles cabos de amarre y catenarias de la cadena.

Todos los SPM tienen una boya flotante anclada al fondo marino a través de cadenas de anclaje fijados sobre pilotes. Esta boya tiene un sistema de

mangueras flotantes para el transporte de carga, que consta de mangueras flotantes y las mangueras submarinas. Las mangueras flotantes son la conexión entre la boya y el buque, mientras que las mangueras submarinas son la conexión entre la boya y el ducto submarino.

Sistema de punto sencillo de amarre. CALM (Catenary Anchor Leg Mooring) consiste en una boya anclada por cuatro o más cadenas extendido en catenaria hacia varios puntos en el fondo del mar (SBM offshore, 2010).

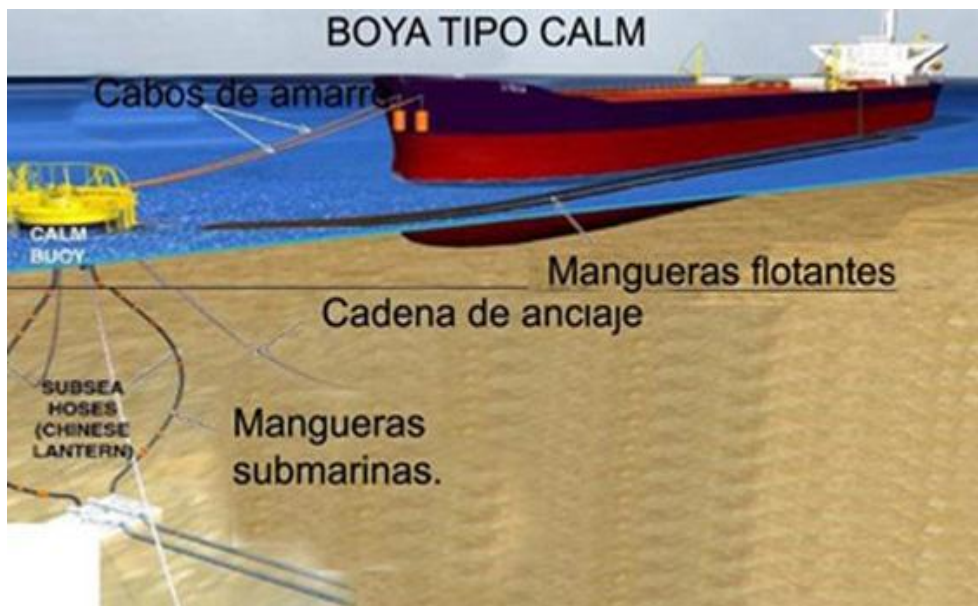


Figura 11- Vista de un buque amarrado a monoboya Tipo Calm, Fuente: SBM offshore, 2010



Figura 12- Buque amarrado a monoboya Tipo Calm, Fuente: SBM offshore, 2010.

Las monoboyas tienen la doble función de amarrar el barco y de permitir el paso del producto a través de un múltiple, fijándose al fondo marino con 4, 6 ramales de cadena que terminan en anclas o pilotes, según sea la calidad del fondo marino.

De estas monoboyas, en función de la profundidad donde vayan a ser fondeadas, su diámetro varía entre 10 y 15 metros y con un puntal de entre 3 y 4 metros. Estas dimensiones están directamente relacionadas con la profundidad de fondeo, ya que tendrán que soportar el peso de las cadenas en su parte de la catenaria.

Al centro de la monoboya se encuentra localizado el múltiple de productos, que realmente es la parte medular del sistema, ya que mediante los sellos que tiene interiormente permiten manejar varios productos de diferentes viscosidades en forma simultánea sin que haya contaminación entre ellos. En México se han

instalado monoboyas con múltiples para manejo hasta de 3 productos y desde el punto de vista mecánico han operado, pero el problema se presenta en las mangueras flotantes que como es una por producto, se llegan a trenzar causando problemas serios. Lo más conveniente es que el múltiple sea cuando más de 2 grados (para dos productos) y sólo dos mangueras (SBM offshore, 2010).

### **Principales componentes de una Monoboya.**

- Cuerpo flotante.
- Tornamesa.
- Brazo de amarre y cuello de ganso.
- Brazo del contrapeso.
- Unidad de dirección de la línea.

Formando parte de la cubierta del múltiple, están el brazo de carga, el brazo de amarre y el de balance o contrapeso, por brazo de carga, salen las tuberías sobre la cubierta de la monoboya, que van a conectar con las mangueras flotantes; por el de amarre está firme el cabo con que se amarra el barco y el de balance lleva peso que le permite a la boya estar adrizada. El ángulo que forman los brazos entre sí es de 90° aproximadamente.

Las mangueras flotantes se conectan en un extremo al brazo de mangueras de la monoboya y por el otro extremo van al costado de babor o de estribor (previamente definido en el diseño) del barco hasta la mitad de la eslora de éste, que es donde se localizan las tomas de producto (SBM offshore, 2010).



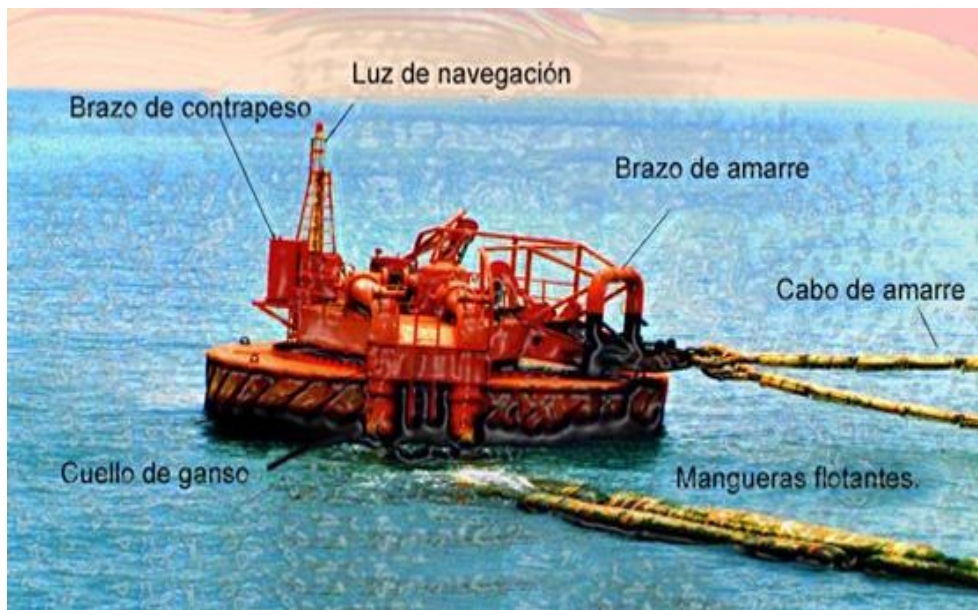


Figura 13 Nomenclatura externa de una monoboya, Fuente: SBM offshore, 2010.

El casco de la boya es circular, es una estructura totalmente soldada, que se encuentre subdividida en 7 compartimentos, 6 radiales y uno central, totalmente separados por compartimentos estancos.

Compartimentos radiales alternos:

- Compartimentos alternos pueden ser llenados con espuma para dar flotabilidad.
- Compartimento central con acceso que provee lo siguiente:
  - Bomba de achique manual con succión y manguera de descarga.
  - Extintor DCP.
  - Explosímetro portátil y linterna.
  - Caja de cadena.
  - Seis refuerzos de izaje completo de la monoboya.

En las cajas de cadenas es donde se aseguran las cadenas a la monoboya para mantenerla en su posición geográfica.

La plataforma giratoria se encuentra sostenida con rodamientos en la parte inferior que se mueven sobre una pista requerida para la orientación del buque y para sostener el contrapeso (SBM offshore, 2010)



Figura 14 Plataforma giratoria con rodamientos inferiores, Fuente Imodco Calm Systems, 2008.

Mangueras flotantes y submarinas.

- Mangueras submarinas.
- Mangueras de carcasa sencilla.
- Mangueras de doble carcasa.
- Mangueras flotante.
- Manguera semiflotante (La primera de la Monoboya).
- Mangueras semi-rígidas

- Manguera barbell (Última de la boya).

La línea de mangueras flotante consta de mangueras de diferentes grados de rigidez para ayudar a la tensión de transición desde el inicio de las mangueras flotantes al colector del buque.

En el extremo de la manguera de barbell, el espesor de la capa de espuma que da la flotabilidad se incrementa para compensar el peso de la válvula de mariposa, pieza carrete, brida ciega (SBM offshore, 2010).

## **V.-CONSIDERACIONES GENERALES.**

La Secretaría de Marina se encuentra a cargo de coordinar y ejecutara el Plan Nacional de Contingencia y es responsable de las acciones para combatir cualquier tipo de contaminación por derrames de hidrocarburos.

El plan nacional de contingencia establece responsabilidades e integra una organización de respuesta ante incidentes provocados por derrames de hidrocarburos.

Este plan fija los procedimientos que permiten a todas las dependencias del ejecutivo federal integrantes del plan, a contribuir y concentrar sus recursos.provee la información básica sobre las características de las áreas afectadas, sugiere líneas de acción para enfrentar los incidentes

El plan nacional de contingencia se organiza y estructura para facilitar las operaciones de respuesta y representa un elemento clave, que permite transformar un eventual desastre en una situación de daños moderados los incidentes y que sea capaz tanto de hacer frente a derrames pequeños, como para responder a derrames de consecuencias peligrosas, que requieran la movilización de recursos considerables de personal y equipo, Petróleos Mexicanos, forma parte de este plan.

Cuando la acción y los medios de que dispone el autor del incidente no sean suficientes para combatirlo y controlarlo se recurrirá al plan de contingencia

correspondiente, si el organismo de coordinación local no pudiera hacer frente a esta situación aplicará el plan regional de contingencia, si la acción y los medios de que dispone el organismo de coordinación regional no sean suficientes se acudirá al plan nacional de contingencia.

Se pueden considerar que el plan nacional de contingencia es donde todos los átomos o moléculas (planes de las empresas), se aglutinan para formar el agregado macroscópico, que participan en el enlace, quedando fuertemente ligados a los núcleos,

Las actividades del procedimiento para la atención, contención, recuperación de hidrocarburos derramados en el área de monoboyas que se incluye en ese manual es en el sentido es determinar la importancia que tiene la coordinación del personal que interviene en la atención y contención como primer paso y recuperación de hidrocarburos en caso de un derrame durante la operación de carga y/ o descarga de un buque tanque en el área de monoboyas sea oportuna y efectiva , siendo la repuesta inmediata, la contención, tiene la primordial importancia evitando que una contaminación mayor afecte al medio ambiente.

Las barreras contenedoras es el más común tipo de respuesta en un incidente, utilizada para proteger líneas de costa o áreas sensibles; rodeando el derrame para y evitando su propagación.

Existe una variedad en el diseño y construcción de las barreras, pero siempre siguiendo los elementos básicos de: nivel de flotación, el franco bordo que sobre-sale del agua para efectuar la contención del hidrocarburo así como la falda que queda sumergida y disminuye la pérdida debajo de ella, el soporte longitudinal y usualmente una cadena o cable que actúa en contra de la acción de las olas y da estabilidad a la barrera.

La importancia primordial de la selección del material de fabricación, que depende de las características físico-químicas y del medio acuático donde serán utilizadas, así como de la resistencia que deben tener al petróleo, luz del sol, condiciones meteorológicas, olas, corrientes. Deben también ser resistencias a la abrasión, penetración, cortes, raspaduras o pérdidas de rendimiento por prematura fatiga de material; no obstante, es importante que la barrera seleccionada pueda ser fácilmente reparada, utilizando equipos y herramientas sencillas, aun cuando la barrera esté extendida en el agua., así también debe reafirmarse la vital importancia de su versatilidad para transportarse al área de afectación en el menor tiempo posible, para lo cual debido a su peso y volumen, las barreras sorbentes cumplen todos los requisitos.

Barreras sorbente de nueva tecnología, que ofrecen una fibra de polipropileno larga, fina, flexible, y con gran elasticidad.

El largo de la fibra hace que el producto absorba rápidamente ya que el proceso de absorción puede seguir al largo de la fibra sin interrupciones. Su

fineza hace que las fibras se mantengan aglutinadas. En consecuencia esto hace que los poros entre las fibras sean bastante pequeños e incrementando la rapidez de absorber y brindando una gran capacidad de retener grandes cantidades de líquidos.

La flexibilidad y elasticidad brindan gran resistencia tensora y durabilidad ya que la fibra tiende a estirarse antes de romperse; el resultado son productos que brindan la capacidad de absorber rápidamente, con enorme magnitud de retener líquidos, gran resistencia tensora, enorme durabilidad y gran capacidad de absorción por unidad.

Barreras absorbentes con gran capacidad de sorción y una gran resistencia, basada en su diseño y componentes, tales como: Llenado al máximo para prevenir vacíos y ofrecer más peso, lo que incrementa la capacidad de absorción.

Algo aún más novedoso que las barreras absorbentes de polipropileno son las de material celulósico, que presentan capacidades de sorción iguales o superiores al material comercial.

Además de la sorción de hidrocarburo, otras características como la flotabilidad, flamabilidad y baja sorción de agua, son importantes a la hora de seleccionar un material sorbente de hidrocarburos.

Comentarios sobre la fibra de coco ó la fibra de caña recomendada en suelos y aguas tanto tranquilas como turbulentas.

Se considera que el manual contiene la información básica necesaria para que el personal involucrado en estas actividades posea el conocimiento requerido para saber el ¿por qué? y ¿contra qué? debe actuar en forma expedita.

Finamente no basta con tener al personal capacitado, equipos y materiales, si no se contempla el aspecto de "organización" que debe existir en todo plan, la existencia de un plan debidamente organizado y estructurado, facilita las operaciones de respuesta y representa un elemento clave, que permite transformar un eventual desastre en una situación de daños moderados.

La respuesta al incidente e manera inmediata es el punto clave, la réplica inmediata al derrame, en el menor tiempo posible, la contención pronta comprendida en la primera hora del acaecimiento, conforma la parte medular del plan, la acción del comando operativo es requisito indispensable, incluso antes de que se cuantifique el incidente por el comando estratégico y se evalúe el establecimiento del plan de ayuda mutua o el plan nacional de contingencia.



## **VI.- Bibliografía.**

Abasco llc. Oil spills response products. 2011. (actualizado al 10 de octubre 2012). Página electronica ([www.abasco.com](http://www.abasco.com)).

Bright, E.W. y Hunt, J. 1973. Petroleum in the marine environment. National Research Council of Natural Resources. 09-25 pp. (ed) National Academy of Sciences, Washington, D.C.

Castillo, L. 2012. Organigrama de flujo para respuestas ante un incidente en base al plan nacional de contingencia.

Castillo, L. 2012. Organigrama de conformación del equipo de respuesta a emergencia por derrame de hidrocarburos.

Castillo, L. 2012. Organigrama de flujo del plan de contingencia aplicado en tres rubros.

Diario oficial de la federación. 1969. Secretaría de gobernación. Página electronica ([www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx))

Diario oficial de la federación. 1981. Secretaría de gobernación. Página electronica ([www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx))

Chereminsinoff, N. Davietshin, A. 2011. Emergency response management of offshore oil spill. pp 247-314. (ed.) Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, USA

Geomembranas. 2012. Control de derrames. Página electrónica ([www.geomembranas.com](http://www.geomembranas.com)).

International Maritime Organization. 1997. Field guide for oil spills response in tropical waters. 47-53 pp. IMO publications.

Lane, P. 1995. The use of chemicals in oil spills responses, pp 132-172 (ed) American society for testing and materials, Philadelphia, PA, USA.

Loureiro, M. Vázquez, M. 2004. Incentivos y políticas de gestión de catástrofes ambientales marinas. Rev. I. ce. 71 (219):204-217.

Massachusetts Department of Environmental protection USA. 2012. Oil spill response and prevention. Página electrónica ([www.mass.gov/dep](http://www.mass.gov/dep)).

Ornitz, B. y Champ, M. A. 2002. Oil spill first principles, preventions and best response, pp 21-100 , 298-310 (ed) Elsevier science l.t.d. UK.

Diana Paola Ortiz González, Fabio Andrade Fonseca, Gerardo Rodríguez Niño, Luis Carlos Montenegro Ruiz. 2006. Biomateriales sorbentes para limpieza en derrames de hidrocarburo en suelos y cuerpos de agua. Rev. Scielo. 26 (2):20-27. Página electrónica ([www.scielo.org](http://www.scielo.org)).

Organización Marítima Internacional.2009.Manual sobre la contaminación ocasionada por hidrocarburos parte V, aspectos administrativos de la lucha contra la contaminación por hidrocarburos,5-7,16-20 pp.

Organización Marítima Internacional. 2005. Directrices OMI/PNUMA sobre la aplicación de dispersantes de derrames de hidrocarburos y consideraciones ambientales.03-50 pp.

Organización Marítima Internacional. 2012. Página electrónica ([www.imo.org](http://www.imo.org)).

Programa de las naciones unidas para el medio ambiente. 2012. Página electrónica ([www.pnuma.org](http://www.pnuma.org)).

Petróleos mexicanos refinación. 2011. Terminal marítima de Tuxpan Veracruz. Página electrónica ([www.ref.pemex.com/](http://www.ref.pemex.com/)).

Petróleos mexicanos refinación. 2011. Terminal marítima de Tuxpan Veracruz, plan de ayuda mutua. Página electrónica ([www.ref.pemex.com/](http://www.ref.pemex.com/)).

Saval, S.1995. Pemex, ambiente y energía, los retos del futuro. 151-190 pp. (ed) Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones jurídicas.

SBM offshoreengineering. 2012. Conversion and fabrication process floating production. Página electrónica ([www.sbmoffshore.com](http://www.sbmoffshore.com)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, ley federal de procedimientos administrativos. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, ley de responsabilidades de los servidores públicos. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de áreas naturales protegidas. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente

en materia de evaluación del impacto ambiental. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, convenio internacional relativo a la intervención en alta mar en casos de accidentes que causen una contaminación por hidrocarburos. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, convenio internacional de constitución de un fondo internacional de indemnización de daño causado por la contaminación de hidrocarburos. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, anexo V del protocolo de 1978 relativo al convenio internacional para prevenir

la contaminación por los buques ,1973 y las enmiendas de 1989, 1990,1991 y 1994. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, acuerdo de cooperación sobre la contaminación del medio marino por derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas, México-Estados unidos 1980. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, acuerdo de cooperación sobre la contaminación del medio marino por derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas, México-Colombia 1983. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, convenio para la protección del medio marino por derrames de la región del gran caribe y el protocolo de cooperación para combatir los derrames de hidrocarburos en la región del gran caribe, México-Colombia. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, acuerdo de cooperación ambiental México-Canadá. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, convenio sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por los buques 1990. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaría de gobernación. 2012. Dirección general de compilación y consulta, protocolo de 1992 que enmienda el convenio internacional sobre la responsabilidad civil nacida de daños debido a la contaminación por hidrocarburos, 1969. Página electrónica ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

Secretaria de gobernación. 2012. Diario oficial de la federación 1961. Página electrónica ([www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx)).

Secretaria de Marina. 2011. Plan nacional de contingencia por derrame de hidrocarburos y otras sustancias nocivas al mar.

Secretaría de Relaciones Exteriores. 2012. Tratados celebrados por México

Silos,R.2008. Manual de lucha contra la contaminación de hidrocarburos.80-90,107-143 pp. (ed) Publicaciones de la Universidad de Cádiz.

Sistema Industrial Protex.2010. Seguridad y medioambiente, barreras, contenedores, absorbentes. Página electronica ([www.siprotex.es](http://www.siprotex.es)).

The enciclopedia of earth.2010.Barreras contenedoras. Página electrónica ([www.eoearth.org](http://www.eoearth.org)).

