



ANEXO 1

RECOMENDACIONES PARA CONTENCIÓN Y CONTROL DE DERRAMES/FUGAS

1. Acciones de Respuesta a Derrames

A continuación se detallan recomendaciones y buenas prácticas para contención y control de derrames en caso de presentarse algún evento no deseado de acuerdo a su magnitud, lugar y características del mismo. Estas medidas no son restrictivas y tienen la finalidad de dar pautas de acciones a tomar, sin que esto signifique la aplicación de otro tipo de medidas, siempre y cuando se encuentren dentro lo establecido por la legislación boliviana y nuestros procedimientos.

Previo a las acciones a tomar, se debe verificar que se cuenta con el material de control necesario para los tipos de derrame que se pueden presentar en cualquier actividad que desarrolle la empresa; además la cantidad de material para control de derrames debe estar proporcionada al análisis de riesgo que desarrolle para las actividades que se vayan a generar.

1.1 Detener la liberación del hidrocarburo

En los derrames que se producen al suelo, se deben aplicar las siguientes acciones: identificar la fuente, aislar el lugar, recuperar el producto que se encuentre sobre el suelo, retirar el material contaminado y realizar el tratamiento o disposición final del mismo en un lugar determinado que reúna las condiciones necesarias sin afectar al medio ambiente. En función al volumen de hidrocarburo derramado y el tiempo que demande detener el mismo, se debe canalizar el producto hacia una fosa cubierta con geomembrana para su recuperación a otros recipientes.

En el caso que el derrame se produzca próximo a un cuerpo de agua se debe prevenir la contaminación del mismo por el ingreso del hidrocarburo, con la aplicación de diques o bermas de contención y/o utilizando material absorbente, barreras absorbentes, barreras de intercepción y desviar el hidrocarburo derramado a depresiones naturales del terreno que deriven a una fosa cubierta con geomembrana para la recolección del hidrocarburo.

Si el derrame entra en el cuerpo de agua, se identificará el sitio del control más cercano para la colocación de barreras de contención y barreras absorbentes. Si el hidrocarburo derramado se ha acumulado en algún sector del río se utiliza material absorbente para evitar que nuevas áreas sean contaminadas.

Movilizar al personal de mantenimiento de ductos con la empresa de servicios para la limpieza de los sitios afectados por el derrame y recuperar el producto derramado.

1.2 Técnicas de Contención de Derrames

Esta sección contiene instrucciones para la implementación de técnicas de contención que pueden ser utilizadas para limitar la extensión del derrame o excluirlo de las áreas vulnerables. Estas técnicas y su uso primario por grupo se presentan en la siguiente tabla:



Técnicas de Contención de Derrames

TÉCNICA	USO
A.- Bermas de desviación B.- Bermas de contención C.- Trochas o Trincheras de intercepción	Contiene el derrame de hidrocarburo en terrenos relativamente planos y secos.
D.- Diques de bloqueo, bloqueo de alcantarilla E.- Diques de bloqueo, F.- Diques de flujo de agua G.- Barreras absorbentes	Contener hidrocarburo fluyendo a riachuelos o drenajes naturales que contengan de cero a moderadas cantidades de agua.
H.- Barreras o Bermas Consecutivas (Cascading Booms/berms)	Control en cuerpos de agua con caudales considerables
I.- Barreras o Bermas para contención en ríos, barreras para desviación de ríos. J. Barreras para Desviaciones de Ríos(River Diversión Booming)	Control en cuerpos de agua con flujo moderado a alto

Nota:

Todas las acciones de respuesta deben ser conducidas de modo tal que se minimice el área de impacto de la operación de limpieza en sí. Esto incluye las áreas de operación y escenificación, las carreteras de acceso y el área contaminada. La superficie de la tierra y la vegetación pueden ser sensibles a alteraciones físicas por vehículos y en general es difícil y costoso restaurar si son dañadas.

Cuando ya no se requiera el equipo de contención específico, los dispositivos o la estructura para la situación de derrame, deben ser cuidadosamente retirados. El área que lo circunda debe ser limpiada de cualquier residuo de hidrocarburo, y cualquier excavación en el suelo rellena con tierra o sedimentos limpios. Si la vegetación ha sido dañada o destruida, el área perturbada deberá ser restaurada.

1.3 Descripción de las Diferentes Técnicas de Contención y Respuesta a Derrames

A. Bermas de Desviación

Uso. Las barreras bajas son construidas con los materiales disponibles (tierra, grava, sacos de arena, etc.) para desviar los flujos de hidrocarburo a un punto de recuperación o alrededor de un área vulnerable. Son utilizadas primordialmente en terrenos con declive leve a moderado.

Limitaciones. Accesibilidad, tiempo de implementación, terreno accidentado y daño ambiental ocasionado por excavaciones de material de la berma.

Instrucciones Generales. Utilizar equipos para movimiento de tierras o mano de obra manual para construir las bermas formando materiales o colocando sacos de arena con ventanas o surcos paralelos al paso deseado del flujo de hidrocarburo. Si se utilizan materiales del sitio, excavar desde el lado cuesta debajo de la berma (o del lado opuesto al flujo del hidrocarburo). Sin embargo es importante mantener suficiente espacio de amortiguación entre la berma y la excavación para asegurar la integridad de la berma.



Mantenimiento. Revisar periódicamente la erosión de la berma, fugas y si la altura es adecuada.

B. Bermas de Contención

Uso. Las barreras bajas son construidas de los materiales disponibles (tierra, grava, sacos de arena, etc.), los absorbentes son utilizados para contener el flujo de hidrocarburo en tierras relativamente planas y/o con declives bajos.

Limitaciones. Accesibilidad, tiempo de implementación, terreno accidentado y daño ambiental ocasionado por excavaciones de material de la berma.

Instrucciones Generales. Utilizar equipos para movimiento de tierras o mano de obra manual para construir bermas formando materiales o colocando sacos de arena o absorbentes en ventana o surcos en forma de herradura. El ancho de la apertura de contención no debe exceder en tamaño a la punta de derrame que se aproxima. La altura de la berma y tamaño del área de contención depende de la cantidad de hidrocarburo.

Mantenimiento. Revisar periódicamente en busca de fugas y mantener la altura adecuada.

El área de contención debe ser revestida con geomembrana para evitar la penetración del hidrocarburo en la tierra.

C. Zanjas de Intercepción

Uso. Se utilizan zanjas o trochas excavadas para interceptar o desviar flujos de hidrocarburo superficiales o bajo la superficie a puntos de recuperación alrededor de áreas vulnerables.

Limitaciones. Accesibilidad, tiempo de implementación, nivel freático alto, terreno accidentado y daño ambiental ocasionado por la excavación de zanjas.

Instrucciones Generales. Las zanjas deben excavar con ángulo leve hacia el declive (o en la dirección del flujo de agua de superficie) para evitar la acumulación excesiva de hidrocarburo en la zanja. El material excavado de la zanja debe ser colocado del lado en declive hacia abajo (o aguas abajo) de la zanja. Si es necesario, el lado bajo de la zanja debe ser revestido con geomembrana para reducir la filtración a acuíferos o flujo hacia áreas adyacentes. Si una zanja es utilizada para dirigir el flujo de una depresión a una más baja, la zanja debe ser excavada de manera que provea un declive hacia debajo de por lo menos ½" a 1 por pie (0,33 m.) de longitud.

Mantenimiento. Revisar periódicamente que el flujo sea adecuado, fugas y bloqueos causados por la caída de las paredes internas de la zanja o desechos dentro de la misma.

D. Bloqueo de Alcantarillas

Uso. Tablas, sacos de arena, grava o sedimentos son los materiales utilizados para bloquear alcantarillas como medio de contener el flujo de hidrocarburo a fosas, riachuelos u otros drenajes que alimentan las alcantarillas.

Limitaciones. Accesibilidad, tiempo de implementación, área de almacenamiento detrás de alcantarilla, flujo de agua y tamaño de alcantarilla.

Instrucciones Generales. Bloquear las alcantarillas colocando material de grava o sedimentos en el extremo aguas arriba de la alcantarilla creando un dique de contención. También son efectivos los sacos de arena o contra enchapado de madera.

Equipo Requerido. Cargador frontal, máquina para sacos de arena y/o herramientas manuales.



Mantenimiento. Revisar la alcantarilla periódicamente en busca de fugas. Pequeños volúmenes de agua o hidrocarburo pueden filtrarse a través de un tubo cubierto con grava o sacos de arena. Puede requerir una berma de contención en el extremo aguas abajo si ocurren fugas.

E. Diques de Bloqueo

Uso. Los diques son contruidos cruzando el lecho de los ríos, las zanjas u otros cursos de drenaje de poco o ningún flujo de agua, para bloquear y contener cualquier flujo de hidrocarburo.

Limitaciones. Accesibilidad, tiempo de implementación, almacenamiento adecuado detrás del dique, flujo de agua y la disponibilidad de materiales de construcción.

Instrucciones Generales. La ubicación del dique debe ser con orillas altas y del lado aguas arriba del curso de agua con el dique bien conectado a las orillas, en un punto accesible.

Construir el dique con el material disponible en el sitio o cerca del sitio tales como grava, contra enchapado de madera, madera o cualquier material que bloquee el flujo. Cavar grava o sedimentos aguas arriba para aumentar la capacidad de almacenamiento. El hidrocarburo se recupera desde la parte posterior del dique por medio de bombeo. Con el fin de proveer protección adicional, debe colocarse una lámina plástica aguas arriba.

Equipo Requerido. Tractor oruga (bulldozer), cargador frontal, excavadora, retroexcavadora o herramientas manuales.

Mantenimiento. Revisar periódicamente por fugas, integridad de la estructura y acumulación excesiva de hidrocarburo.

F. Diques de Flujo de Agua

Uso. Se construyen diques a través de alcantarillas, zanjas, quebradas llanas, etc. Para contener el flujo de hidrocarburo sin obstruir el flujo de agua.

Limitaciones. Accesibilidad, tiempo de implementación, disponibilidad de materiales para construir el dique, profundidad de agua y velocidades de corriente altas.

Instrucciones Generales. La ubicación del dique debe ser con orillas altas y del lado aguas arriba del curso de agua con el dique bien conectado a las orillas, en un punto accesible.

Construir el dique con el material disponible en el sitio o cerca del sitio tales como grava contra enchapado de madera, madera o cualquier material que bloquee el flujo. Utilizar equipo pesado o mano de obra para excavar materiales del lado aguas arriba para aumentar la capacidad de almacenamiento del dique. Hacer el lado aguas arriba impermeable con láminas de plástico si se requiere. Los diques de flujo bajo utilizan tuberías inclinadas o con válvulas con una capacidad total que excede la tasa de flujo de la corriente. Ajustar las válvulas en las tuberías hasta lograr un nivel constante de agua/hidrocarburo detrás del dique. Las tuberías inclinadas se colocan en el dique con el extremo inferior aguas arriba. La altura del extremo elevado determina el nivel de agua detrás del dique.

Equipo Requerido. Cargador frontal, excavadora, retroexcavadora o herramientas manuales.

Mantenimiento. Revisar el dique periódicamente en busca de fugas, su integridad, se deben reemplazar los materiales erosionados y monitorear continuamente el nivel de agua/hidrocarburo. Tuberías con válvulas, bombas o número de sifones pueden requerir ajustes periódicos para compensar los cambios menores en el flujo de la corriente.



Si no se logra mantener suficientemente bajo el flujo o si ocurre flujo excesivo, pueden requerirse diques adicionales aguas abajo. También pueden utilizarse diques de bajo flujo parcial en grandes ríos durante condiciones de gran caudal. El dique es construido de la misma forma que un dique para bajo flujo solo que se extiende hasta una sola porción a través del río. Debe ser construido en el lado externo de la curva del río donde típicamente se concentra el hidrocarburo. Puede que haya que agregar continuamente grava adicional si la erosión es un problema.

G. Barreras Absorbentes

Uso. Barreras absorbentes construidas con materiales absorbentes son utilizadas para contener y recuperar hidrocarburo en vías de drenaje, corrientes, quebradas o pequeños ríos. Útiles para atrapar hidrocarburo a niveles inferiores de diques y barreras convencionales, etc.

Limitaciones. Accesibilidad, tiempo de implementación, grandes cantidades de hidrocarburo, velocidades de corriente moderadas a alta, desechos flotantes y excesiva profundidad de agua para las barreras.

Instrucciones Generales. Desplegar las barreras absorbentes a través de la vía de agua con cada extremo anclado a la orilla. Construir barreras de lado único clavando una línea de postes en el fondo de la corriente en ángulo recto a la dirección de flujo con una pantalla de tela metálica sujeta al lado aguas arriba. Coloque absorbentes sueltos, cuadrados o tiras al frente, confiando en que la corriente las mantendrá en su sitio. La tela metálica debe ser suficiente alta para evitar que el absorbente pase por el tope o por debajo en caso de que el flujo se incremente. El tamaño de la malla debe ser compatible con el tipo y tamaño de absorbente utilizado.

Equipo Requerido. Herramientas manuales.

Mantenimiento. Voltar las barreras regularmente para su máxima eficiencia y reemplace cuando estén llenos de hidrocarburo. Revisar las barreras o barreras periódicamente en busca de fugas o daño. Colocar absorbentes llenos de hidrocarburo en contenedores a prueba de fugas para su disposición.

Si se encontrasen cantidades importantes de hidrocarburo detrás del dique, estas deben recuperarse por medio de desnatado, bombeo o aspiración.

H. Colocación de Barreras para la Contención en Ríos

Uso. Se colocan barreras en ángulo a través de un curso de agua para contener el flujo de hidrocarburo que se dirige aguas abajo para su subsecuente recuperación.

Limitaciones. Accesibilidad, corrientes con velocidades mayores a dos nudos y profundidades de agua menores a un pie por debajo del borde de la barrera.

Instrucciones Generales. Anclar un extremo de la barrera a la orilla, y jale con un guinche o un vehículo desde la orilla opuesta del curso de agua y ancle el otro extremo levemente aguas arriba. El ángulo óptimo de colocación depende de la velocidad de la corriente, longitud y estabilidad de la barrera. Al aumentar la corriente y la longitud de la barrera, el ángulo de colocación debe disminuir para prevenir falla de botalón. El botalón puede ser anclado en varios sitios para mejorar la estabilidad. Barreras múltiples pueden ser requeridas para áreas de corrientes fuertes.

Recupere hidrocarburo del extremo aguas abajo de la barrera por diferencia de densidad, (hidrocarburo forma una película en la parte superior), bombeo o con camiones de vacío. Una zanja de contención excavada en la orilla ayuda la contención y recuperación.



Equipo Requerido. Guinche, anclas, retroexcavadora (para cavar zanja de contención), y herramientas manuales.

Mantenimiento. Revisar la barrera periódicamente por fugas y ajustar el ángulo de colocación si fuera necesario. También verificar si el botalón tiene secciones dañadas, dobladas, sumergidas y anclas sueltas.

Para ríos anchos, se deben colocar las barreras desde cada orilla con un lado levemente aguas abajo que el otro. Ancle los extremos libres levemente superpuestos a la mitad del río. Si no están disponibles suficientes barreras, coloque uno en el lado del río con mayor concentración de hidrocarburo o en la orilla externa de una curvatura del río donde el hidrocarburo se concentra naturalmente.

I. Barreras en Río para Desviar el Hidrocarburo.

Uso. Se pueden colocar barreras en los ríos en ángulo para desviar el hidrocarburo de áreas ambientalmente sensibles o vulnerables o para desviar el hidrocarburo a canales laterales, o hacia las orillas donde se puede contener y recuperar. Se colocan barreras también para desviar el hidrocarburo en ríos a canales laterales donde las corrientes son menores y/o el acceso es más fácil.

Limitaciones. Accesibilidad, corrientes con velocidades mayores a dos nudos y profundidades de agua inferiores a un pie por debajo del borde de la barrera.

Instrucciones Generales. Anclar un extremo de la barrera a la orilla levemente aguas arriba del área a ser protegida. Remolque extremo libre con un guinche, o un vehículo a un punto en ángulo aguas abajo y hacia la orilla opuesta. El ángulo óptimo de colocación depende de la velocidad de la corriente y la longitud y tipo de botalón utilizado. El ángulo hacia la dirección del flujo debe ser menor para corrientes fuertes que para corrientes débiles.

La misma relación es válida con respecto a longitud de la barrera (i.e. la longitud óptima disminuye al aumentar la velocidad de la corriente). Si el derrame es grande o continuado el botalón debe ser anclado en sitio a un ángulo óptimo.

Equipo Requerido. Anclas y herramientas manuales.

Mantenimiento. Revisar el botalón periódicamente por fugas y ajustar el ángulo de colocación si necesario. También verificar el botalón por si tiene secciones dañadas, dobladas, sumergidas y anclar en los puntos para seguridad.

Si el área a ser protegida es grande, se pueden colocar barreras adicionales aguas abajo de la misma forma. Para desviar hidrocarburo a un canal lateral, un extremo de la barrera es anclado a la barra o isla de grava en la apertura del canal con el otro extremo colocado en ángulo aguas arriba hacia el centro del río. Para esta técnica, el óptimo ángulo de colocación depende de la velocidad de la corriente y la longitud de la barrera.

1.4 Puntos y datos importantes para el uso de barreras

- a) Determinar las prioridades de protección.
- b) Decidir rápidamente cuáles áreas serán protegidas, ya sea mediante barreras ancladas o remolcadores, y cuáles áreas serán destinadas a la recolección del material derramado (áreas de sacrificio).



- c) Obtener la mayor información posible respecto a las condiciones reinantes de corrientes, mareas y vientos, o información estadística de tendencias correspondiente a la misma época del año.
- d) Seleccionar rápidamente los puntos adecuados para fondear las barreras o los medios de remolque.
- e) Considerar la seguridad, facilidad, velocidad de despliegue y los arreglos para un adecuado almacenamiento, mantenimiento y reparación.
- f) Revisar los daños existentes y seleccionar las barreras que van a satisfacer las necesidades.
- g) Tener presente las limitaciones de las barreras para contener el derrame.

1.5 Puntos importantes para el uso de Sorbentes

Los sorbentes actúan por absorción o adsorción del combustible que flota en la superficie y debido a su poca densidad continúan flotando después de estar impregnados de combustible.

Los sorbentes pueden ser de origen natural como la paja, el aserrín, o sintético como espumas de poliuretano o polietileno, vienen en forma de hojas, rollos, barreras, etc.

La manera de utilización del sorbente dependerá de sus características; generalmente se esparcen sobre la mancha, y la recolección se realiza en forma manual o mecánica.

Los sorbentes tienen varias limitaciones y son:

- Los vientos y las corrientes pueden dispersar a los sorbentes impregnados en un área muy extensa;
- En general, para su disposición es necesario quemarlos, lo cual no siempre es fácil en el lugar del derrame y puede generar contaminación del aire.

Por tales razones el uso de sorbentes no está generalizado, y su utilización ha quedado limitada a derrames en aguas poco profundas o en lugares poco accesibles.

1.6 Puntos importantes para el uso de la remoción manual

La remoción manual de los hidrocarburos es algo que se ha generalizado, especialmente cuando al hidrocarburo se lo desvía hacia la costa o playas para su recolección. La limpieza a mano podría realizarse con personal no especializado, utilizando palas, rastrillos, etc.

El material recolectado se depositará en fundas grandes de plástico. Sin embargo, será necesario utilizar equipo mecanizado (cargadoras frontales), para colaborar con estas faenas. Estas fundas luego serán evacuadas por medio de transportes a lugares adecuados para su tratamiento o disposición final.

Puntos a recordar:

- a) Establecer la utilidad de las opciones de recuperación en los cuerpos de agua y cerca de las orillas tomando en cuenta las condiciones prevalecientes, tales como el estado del cuerpo de agua, viento, corrientes y la ubicación de las áreas que necesitan protección.
- b) Tomar en cuenta el tipo de combustible a ser recuperado, su viscosidad a temperatura ambiental y cualquier cambio en el tiempo.



- c) Seleccionar un recolector entre los tipos disponibles, teniendo presente los criterios de capacidad, firmeza, rendimiento, peso, manejo, versatilidad, fuente de poder, manutención y costos.
- d) Averiguar la disponibilidad de bombas de vacío y otros sistemas de aspiración que pueden ser empleados para recuperar manchas en aguas calmas.
- e) Es conveniente utilizar una nave aérea para vigilar y controlar las operaciones de recuperación en el mar o cuerpos de agua mayores.
- f) Vigilar permanentemente el rendimiento del recolector para asegurarse una óptima eficiencia.
- g) Asegurarse de que esté preparado el apoyo a la operación de bombeo, el almacenaje y la disposición del combustible.
- h) Disponer de inspecciones regulares y pruebas del equipo para reparar cualquier falla en los mismos, además de mantener al personal con entrenamiento permanente.

2. Recolección del material derramado

Después que el derrame ha sido contenido, la siguiente operación es tratar de recuperar el hidrocarburo. En la mayoría de las ocasiones la contención y la recolección son fases simultáneas en una tarea de limpieza.

Los recolectores difieren bastante entre sí, tanto en la capacidad, como en la eficiencia. La efectividad de cualquier recolector depende de una serie de factores, el espesor de la mancha, la presencia de basura en el derrame o en el agua, la ubicación del derrame, las condiciones climáticas ambientales.

2.1 Influencia de las condiciones climáticas

Las condiciones climáticas tienen gran influencia en la eficiencia de los recolectores. El viento puede causar que el derrame se aleje o se acerque al recuperador. Cuando la velocidad de la corriente excede de 0,7 nudos, es posible que el combustible pase por debajo del recuperador. La mayoría de los recuperadores trabajan eficientemente en aguas tranquilas. El efecto del oleaje varía con cada recolector; algunos pueden operar con olas de hasta 0,60 centímetros, mientras que otros trabajan deficientemente con olas de 0,10 centímetros de altura.

Un factor importante en la operación de cualquier recolector es la presencia de basura en la superficie del agua; muchos recolectores dejan de funcionar o disminuyen su eficiencia tan pronto entran en contacto con palos, basuras, etc.

En ciertos tipos de recolectores la entrada de aire crea problemas similares a los causados por la basura; una vez que el aire se introduce en el sistema de bombas éstas pierden fuerza y dejan de operar.

Una forma de recuperar combustibles tanto en tierra, como en agua, es mediante el uso de un camión de vacío. Sin embargo, el inconveniente de esta técnica es la gran cantidad de agua que aspira, junto con el combustible, la cual debe ser desalojada y bombeada fuera del camión.

2.2 Limpieza de Derrames de Hidrocarburos

La tabla a continuación indica cuáles de las técnicas descritas en esta sección son aplicables para las diferentes condiciones.



Técnicas Aplicables para Limpieza de Derrames de Hidrocarburos

Técnicas de Limpieza	Tierra	Orilla/barro de grava	Aguas Corrientes
A. Camiones de vacío			
B. Bombas desnatadoras portátiles			
C. Desnatadora absorbente sin fin (Endless rope sorbent skimmer)			
D. Recuperación por absorbente			
E. Recuperación mecanizada			
F. Recuperación manual			

A.. Camiones de Vacío

Objetivos. Recuperar el hidrocarburo de superficies de suelo o agua utilizando la succión generada por un camión de vacío para aspirar hidrocarburo de áreas donde se concentra al camión para transporte a instalaciones de reprocesamiento o disposición.

Limitaciones. Disponibilidad de camión de vacío, acceso al sitio del derrame, viscosidad de la concentración del hidrocarburo y desechos pesados.

Instrucciones Generales. Posicione el camión en lugar adyacente al área de mayor concentración de hidrocarburo como detrás de barreras, bermas, estanques, sumideros, etc. La boquilla de la manguera de succión se coloca en el hidrocarburo y se maneja manualmente hasta que la recuperación se haga ineficiente. Los pequeños restos o manchas deben ser recuperados con absorbentes. Debe colocarse malla sobre la boquilla para prevenir la succión de sedimentos o desechos. Cuando se recupera hidrocarburo sobre el agua, puede colocarse en la boquilla de succión un cabezal tipo manta raya o un cabezal de desnatadora. Para maximizar la eficiencia de la recuperación, el agua recuperada en el camión puede ser cuidadosamente trasegada, dejando espacio libre para más hidrocarburo.

B. Bombas Desnatadoras Portátiles

Objetivos. Recuperar hidrocarburo contenido o concentrado en suelo o agua.

Limitaciones. Accesibilidad, disponibilidad de equipo, hidrocarburo de alta viscosidad, manchas, medios adecuados de almacenamiento o disposición y condiciones ambientales adversas (altura excesiva de olas o corrientes de agua).

Instrucciones Generales. Coloque la desnatadora o la manguera de la bomba de succión en el área de mayor concentración de hidrocarburo detrás de barreras, liseras, diques, etc. o donde las corrientes de agua llevarán el hidrocarburo a la entrada de la desnatadora o manguera.

Reposicione continuamente la entrada al área de mayor concentración de hidrocarburo. Para derrames en agua pueden acoplarse a las mangueras de succión cabezales de desnatadora tipo pico de pato; en derrames en suelo, use mallas. El hidrocarburo recuperado es bombeado a una instalación de almacenamiento temporal tal como un camión tanque, tambores de 55 galones, tanques desinflables (vejigas) o una zanja revestida.

Al utilizar una desnatadora portátil en aguas poco profundas, puede que haya que excavar un hoyo en el fondo de la corriente de agua si el calado de la desnatadora es mayor que la profundidad del agua. El hidrocarburo puede ser empujado al sitio de la desnatadora con agua a



baja presión o colocando un botallón alrededor del derrame y jalándolo hacia la desnatadora flotante.

C. Desnatadora de Cuerda Absorbente sin fin

Objetivo. Recuperar hidrocarburo en agua o prados.

Limitaciones. Acceso al sitio del derrame, disponibilidad de equipo, desechos pesados y corrientes de agua.

Instrucciones Generales. Coloque el módulo escurridor en la orilla. Ancle la polea o poleas en los lugares apropiados cruzando el cuerpo de agua a ser limpiado. La cuerda absorbente es hilvanada a través de la(s) polea(s) hasta dentro del escurridor. Trescientos pies de cuerda y dos poleas son la máxima cantidad práctica que se puede colocar. Debe colocarse un laminado plástico bajo el escurridor en superficies donde la cuerda cruza. Las poleas pueden anclarse de varias maneras. Las cuerdas son utilizadas para sujetar las poleas flotantes a postes u objetos fijos ubicados en la orilla. En aguas poco profundas, las poleas pueden ser fijadas a estacas fijas en el fondo. El rendimiento de la desnatadora puede ser más efectivo cuando se utilizan dos poleas y se fijan en un arreglo triangular. Este arreglo aumenta el área de desnatado. Si se utilizan anclas para fijar las poleas, una boya colocada entre el ancla y la polea reducirá el riesgo de que la polea se enrede con la línea del ancla. Cuando el desnatador de cuerda absorbente sin fin es colocado en su sitio puede forzarse o guiarse el Hidrocarburo con inundación de agua a baja presión. Cuando el tanque de la unidad escurridora se llena, puede vaciarse con un camión de vacío.

El desnatador de cuerda absorbente sin fin tiene bajo rendimiento en corrientes de agua. Aún corrientes de agua relativamente bajas tienden a sumergir la cuerda y emplazar fuerzas tremendas sobre las anclas.

D. Recuperación con Absorbente

Objetivos. Recuperar pequeñas cantidades de hidrocarburo, durante condiciones de verano, de suelo o agua, especialmente películas o manchas remanentes luego de haberse completado operaciones de desnatado o bombeo. También puede ser utilizado para recuperar fugas de barreras convencionales.

Limitaciones. Disponibilidad de absorbente, grandes cantidades de hidrocarburo, hidrocarburo solidificado o mucho tiempo a la intemperie y disposición de absorbentes llenos de hidrocarburo y su uso con agentes recuperadores de superficie.

Instrucciones Generales. Se colocan absorbentes directamente sobre el hidrocarburo y son volteados continuamente hasta impregnarlos completamente. Los absorbentes usados se colocan en bolsas plásticas o envases a prueba de fugas y reemplazados por absorbentes limpios. El subsuelo se puede limpiar con paños de tela o pads absorbentes. Las barreras o barreras absorbentes se pueden jalar a través de corrientes de agua o se pueden anclar a través de corrientes en movimiento para recuperar las manchas.

Algunos de los equipos básicos y materiales requeridos para la recuperación por absorbentes son horquillas, rastrillos, palas, botes (si necesarios), bolsas plásticas, tambores, cajas para desechos u otros envases a prueba de fuga.

E. Recuperación Mecanizada

Objetivos. La remoción de tierras contaminadas utilizando varios tipos de maquinaria para movimiento de tierra.



Limitaciones. Acceso adecuado, disponibilidad de equipo, vulnerabilidad ambiental y trafabilidad de áreas de derrame, tipo de subestrata y la aprobación de las actividades locales. Equipo de movimiento de tierra pesado puede no ser apropiado para remover prados contaminados de hidrocarburo. En muchos casos, el equipo causaría más daño a la vegetación que el mismo hidrocarburo derramado.

Instrucciones Generales. Las instrucciones de operación y usos recomendados para cada tipo de equipo se discuten abajo en forma individual o combinado.

Nivelador a Motor/Cargador Frontal. Utilizado en tierras no consolidadas que están contaminadas de hidrocarburo si la penetración no excede varias pulgadas. También es utilizado en lugares planos enlodados si la transitabilidad lo permite. Los niveladores motorizados cortan y remueven la capa de superficie de material contaminado formándolo en rollos que pueden ser transferidos por cargadores frontales o directamente a camiones para su subsecuente disposición.

Cargadores Frontales. Son utilizados para remover bermas o diques contaminados de hidrocarburo o limpiar áreas donde el hidrocarburo ha penetrado más de varias pulgadas. La cuchara del cargador frontal solo se debe llenar a 2/3 partes de su capacidad para prevenir derrame durante el transporte y la carga.

Tractor a oruga (*bulldozer*)/Cargador Frontal. Utilizado para arena gruesa, grava o en áreas de terrenos escabrosos donde la transitabilidad es pobre. La excavadora empuja material contaminado y lo apila para su remoción con el cargador frontal a un sitio de descarga o camión de descarga cercanos. La profundidad del corte no debe exceder la profundidad de la penetración. Esta técnica puede no ser apropiada en áreas vulnerables o sensibles.

Excavadora/Retroexcavadora. Utilizado para remover sedimentos con contaminación petrolera (Principalmente lodo o aluvión, de riberas empinadas donde otros tipos de equipos no pueden operar. La retroexcavadora se posiciona en el tope de la ribera con el brazo completamente extendido. La cuchara es maniobrada en la orilla cuesta abajo de la contaminación y movida hacia arriba raspando la capa de sedimentos dentro del mismo.

Los materiales recolectados pueden ser apilados temporalmente en el sitio o cargados directamente a camiones de volteo. También puede utilizarse una excavadora y una retroexcavadora para limpiar sumideros y zanjas contaminadas adyacentes a un camino de grava. Trabajando desde el camino, el operador puede echar el contenido de la cuchara al material contaminado y traerlo de vuelta donde puede ser cargado al camión.

F. Recuperación Manual

Objetivos. Recuperar el hidrocarburo utilizando métodos manuales tales como raspado, paleado, cepillado, etc., en áreas inaccesibles a equipos de limpieza, de contaminación esporádica o como la etapa final de una operación de limpieza.

Limitaciones. Disponibilidad de mano de obra, herramientas manuales, medios para remover el hidrocarburo y materiales contaminados del área del derrame, y la vulnerabilidad ambiental del área a la intensa actividad humana.

Instrucciones Generales. Remover pequeños charcos de hidrocarburo con bombas manuales, remover la vegetación con palas y rastrillos. Las capas de hidrocarburo sobre rocas, peñascos, estructuras hechas por el hombre, etc., pueden ser removidas raspando o utilizando un cepillo de alambre. Pequeñas cantidades de hidrocarburo o desechos pueden ser colocados en bolsas plásticas para su disposición. Cantidades mayores de desechos pueden ser colocadas en barriles o



cajas de desechos para su disposición. Puede requerirse cuidadosa supervisión para minimizar la cantidad de material limpio removido.

3. Derrame en Tierras Pantanosas

Objetivos. Remover hidrocarburo ligero y relativamente no pegajoso de tierras pantanosas, sin significativa cantidad de sedimento o perturbación de la masa de raíces por medio de inundación (empuje) con agua a baja presión.

Limitaciones. Accesibilidad, disponibilidad de equipo, alta velocidad, hidrocarburos pegajosos o mucho tiempo a la intemperie y la vulnerabilidad o sensibilidad ambiental del área.

Instrucciones Generales. Un derrame puede ser absorbido por materiales de superficie en ciertas áreas y fluir bajo los mismos. Cuando esto ocurre puede ser posible inundar toda el área con agua (alto volumen, baja presión), haciendo flotar parte del hidrocarburo a la superficie desde donde puede ser removido con absorbentes, bombas pequeñas, o manualmente. Para empezar, haga una prueba de inundación con agua en un área para determinar su efectividad. Determine en qué dirección tiende a fluir el agua y comience inundando en el extremo aguas arriba del área contaminada y trabaje hacia el extremo aguas abajo. La aplicación de corriente de agua a suelos con hidrocarburo es indeseable ya que puede resultar en erosión o daños a la flora y fauna. Bañar el substrato generalmente hará flotar el hidrocarburo de la superficie sin efectos adversos. El hidrocarburo también debe ser removido de las plantas, tallos y hojas. Canalice la descarga de aceite con bermas de sacos de arena, tablas, o drenaje natural a depresiones, sumideros o pequeños estanques para recolección. Si la descarga es desviada hacia un lago pequeño, utilice un botalón para confinar el hidrocarburo y guiarlo hacia un punto de recuperación con chorros de agua.

4. Contención de derrames pequeños y métodos de limpieza

La mejor manera de limpiar derrames pequeños es evitarlos. El utilizar vasijas de goteo bajo tambores, envases de cierre hermético para transportar pequeñas cantidades de material, y el dar buen mantenimiento a los equipos, son maneras de controlar que ocurran derrames pequeños.

La mayoría de los derrames pequeños pueden limpiarse utilizando materiales absorbentes los cuales pueden ser:

- Orgánico naturales – Peat sorb, paja, cascarilla de arroz o chala de maíz
- Minerales - vermiculita, perlita, o arcilla
- Sintéticos - polímeros

Los sintéticos son típicamente los más efectivos, El área alrededor de un derrame pequeño puede aislarse con un dique de tierra o varios materiales sintéticos que estén disponibles.

En muchos casos una fuga de un tambor dañado puede detenerse volteando el tambor de lado o al revés, dependiendo de dónde esté la fuga.

Todos los materiales utilizados para la limpieza de derrames pequeños deben ser dispuestos de forma apropiada utilizando los métodos descritos a continuación.

5. Disposición de Desechos

La disposición de desechos se realizará de acuerdo a lo establecido en el PS.037 Gestión de Residuos Sólidos.