
NORMA CUBANA

NC

819: 2010

**MANEJO DE FONDAJE DE TANQUES DE
ALMACENAMIENTO DE PETRÓLEO Y SUS DERIVADOS**

Handling of bottom's tanks of storage of petroleum and their derived

ICS: 13.220.40

1. Edición Diciembre 2010
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

NC 819: 2010

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 3 de Gestión Ambiental, en el que están representadas las siguientes entidades:
 - Ministerio de Ciencia, Tec. y Medio Ambiente
 - Oficina Nacional de Normalización
 - Centro de Inf., Gestión y Educ. Ambiental
 - Centro de Inspec. y Control Ambiental
 - Emp. Nac. de Envases y Embalajes
 - Inst. de Investigaciones en Normalización
 - Oficina Nac. de Recursos Minerales
 - Inst. Nac. de Recursos Hidráulicos
 - Ministerio de Economía y Planificación
 - Ministerio de la Industria Alimentaria
 - Ministerio de la Industria Sideromecánica
 - Ministerio del Comercio Exterior
 - Centro Téc. Des. Mat. de Construcción
 - Oficina Territorial de Normalización de C. H.
 - CIMEX S.A.
 - Ministerio de la Construcción
 - Registro Cubano de Buques
 - Ministerio de Educación Superior
 - Instituto de Planificación Física
 - Ministerio de la Industria Ligera
 - Unidad de Medio Ambiente de C. Habana
 - Instituto Finlay
 - Ministerio de la Agricultura
 - Instituto de Suelos
 - U. de Empresas de Recuperación de Materia Primas
 - Ministerio de la Industria Básica
 - Ministerio de Salud Pública
 - Inst. Nac. de Higiene, Epidemiología y Microbiología
 - INTERMAR S.A.
 - Instituto de Suelos
 - Ministerio del Azúcar
- Tiene como antecedente la consulta de documentos nacionales e internacionales, así como publicaciones de carácter científico relacionados con el Manejo de Fondaje de Tanques de Almacenamiento de Petróleo y sus Derivados.
- Constituye la versión actualizada en la Regulación 08/99 "Manejo de Fondaje de Tanques de Almacenamiento de Petróleo y sus Derivados, emitida por la Subdirección de Medio Ambiente y Energía del Centro de Ingeniería y Proyectos del Petróleo de CUPET.

© NC, 2010

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito de:

**Oficina Nacional de Normalización (NC)
Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana,**

Impreso en Cuba

MANEJO DE FONDAJE DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PETRÓLEO Y SUS DERIVADOS

1 Objeto

Esta norma establece los procedimientos y conductas a seguir en el manejo de fondaje de tanques de almacenamiento de petróleo y sus derivados además de:

- Proveer información y procedimientos para minimizar el riesgo a la salud y seguridad de los trabajadores y el público en la manipulación de estos desechos.
- Reducir los costos de disposición de residuos.
- Cumplir con los requerimientos regulatorios ambientales y de salud ocupacional.
- Proteger la integridad ambiental del suelo, agua superficial y subterránea en la vecindad del lugar.
- Evitar transferir un problema de disposición de residuos en otro problema de contaminación.
- Prevenir migración de componentes de residuos dañinos a lugares de relleno o a otras facilidades para el tratamiento de residuos.
- Evitar futuras limpiezas costosas y necesidades de descontaminación.

2 Referencias normativas

Los documentos de referencia siguientes son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias fechadas, solo es aplicable la edición citada. Para las referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

Convenio de Basilea, Desechos Peligrosos (del cual Cuba es signataria)

Resolución 015 del 02-96 "Regulaciones para el ejercicio de las funciones de Autoridad Nacional y punto de contacto del Convenio de Basilea

Workplace Hazardous Materials Information System (WHMIS) de Canadá

Resolución 15/96 del CITMA

TDG (Transportation of Dangerous Goods). UN 1325

Instrucciones Técnicas ICAO del Código IMDG.

ASTM D 1140

ASTM D 424

3 Generalidades

Los datos tecnológicos y la aplicación de un procedimiento acertado para el Manejo de Fondaje de Tanques de Almacenamiento de Petróleo y sus Derivados constituyen elementos claves para el almacenamiento de petróleo crudo y de productos derivados del petróleo debido a que se van acumulando con el tiempo líquidos y sólidos conteniendo diferentes sustancias en el fondo de los tanques que son necesarios eliminar cuando se requiere entrar a los tanques para reparar o limpiar los mismos.

En esta norma se ocupa fundamentalmente de los siguientes desechos:

- Fondos de tanques de gasolina con plomo.
- Fondos de tanques de gasolina sin plomo.
- Fondos de tanques de petróleo crudo.
- Fondos de tanques de destilados.
- Fondos de tanques de Slop Oil.
- Desechos asfálticos.

Todos estos desechos clasifican como Desechos Peligrosos según el Convenio de Basilea, del cual Cuba es signataria y en la Resolución 015 del 02-96 "Regulaciones para el ejercicio de las funciones de Autoridad Nacional y punto de contacto del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación y otras disposiciones para la gestión ambientalmente racional de estos desechos, en alguna de las siguientes categorías:

Y₉ - Mezclas y emulsiones de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.

Y₁₁ - Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico.

Y₂₁ - Compuestos de cromo Hexavalente.

Y₃₁ - Plomo, compuestos de plomo.

Además clasifican también como tal en el Sistema de Clasificación de la ONU y en el Workplace Hazardous Materials Information System (WHMIS) de Canadá, sistema muy útil para identificar los riesgos de estas corrientes de desecho de la industria petrolera.

UES, de residuos provenientes de productos derivados del petróleo.

4 Términos y definiciones

A los efectos de la presente se establecen los siguientes términos y definiciones.

Manejo: La recolección, transportación, tratamiento y deposición final de los desechos, incluida la vigilancia en los lugares de tratamiento y eliminación.

Desecho: Se refiere a cualquier material que el generador no lo puede usar más en su capacidad original y el cual recupera, recicla, reutiliza o descarga.

Desechos peligrosos: Todas aquellas sustancias, materiales u objetos generados como residuo de cualquier actividad que por sus características físicas, biológicas o químicas puedan representar un peligro para el medio ambiente y/o la salud humana y que pertenecen a cualquiera de las categorías incluidas en el Anexo I, II, IV y V de la Resolución 15/96 del CITMA modificada, excepto en los casos en que no presenten ninguna de las características que para esos desechos se listan en el Anexo III de la propia Resolución modificada.

Desechos líquidos: Sustancias en estado líquido, puras o mezcladas con agua, que quedan como inservibles o sin interés para el proceso productivo y que se vierten a un cuerpo receptor. En la práctica se utiliza indistintamente, con el mismo concepto, la palabra *residual líquido*.

Reducción: Consiste en disminuir la cantidad de desecho generado por la fuente:

1. Haciendo un cambio en el proceso o las materias primas.
2. Incrementando la eficiencia del proceso.
3. Modificando el surtido de productos con el objetivo de disminuir la cantidad de material de desecho generado.

Reciclaje: Una actividad o tratamiento que elimina o reduce el volumen de un desecho mediante la generación de una materia prima para otro proceso localizado en el mismo lugar que le dio origen, por ejemplo, slop oil a la unidad de destilación de crudo.

Reutilización: Un uso secundario encontrado para un desecho descargado normalmente en otro ciclo de producción diferente a aquel que le dio origen, por ejemplo, la ceniza acompañante de gases efluentes empleados en la elaboración del cemento.

Recuperación: Involucra la regeneración de un desecho o la recuperación de materiales contenidos en ese desecho para su uso comercial, por ejemplo, la extracción de cresoles desde productos fenólicos cáusticos agotados.

Regeneración: Proceso, purificación o reelaboración de materiales para restablecer las mismas características del material en su estado original.

Disposición final de desechos peligrosos: Operación que permite mantener minimizadas las posibilidades de migración de los componentes de un desecho peligroso al ambiente en forma permanente, de conformidad con las normas establecidas.

Tecnologías de tratamiento de desechos peligrosos: Operaciones realizadas con la finalidad de reducir o anular algunas de las características peligrosas del desecho, a los fines de facilitar su manejo.

Lixiviado: Líquido que se ha filtrado a niveles inferiores de un suelo y que ha extraído materiales disueltos o suspendidos.

Skimmer: Equipo desnatador usado para la recolección de hidrocarburos en la superficie de cuerpos de agua.

Biodegradación: Proceso biológico mediante el cual microorganismos tales como hongos y bacterias, descompone a formas más simples la materia orgánica como parte de su metabolismo. Esta descomposición que permite la degradación de muchas sustancias o compuestos indeseables en el ambiente puede llevarse a cabo en condiciones aeróbicas o anaeróbicas.

Atemperamiento: Acción de exponer a la intemperie un desecho con el objetivo de dejarlo oxidar y degradar de forma natural.

5 Requisitos Generales

5.1 Disposiciones técnicas. Generales

5.1.1 El manejo de los desechos peligrosos tendrá como objetivo principal su almacenamiento temporal, transporte, tratamiento, disposición final y/o eliminación, en condiciones que no generen peligro a la salud o al ambiente (Ver Anexo A).

5.1.2. Las tecnologías de tratamiento de desechos peligrosos sujetas a esta norma serán las siguientes

- Esparcimiento en suelos. (Land Treatment, Landfarming, Landspreading).
- Fijación Química y Relleno de Tierras.(Landfill).
- Atemperamiento (Weathering) y Relleno de Tierras. (Landfill).
- Incineración.
- Relleno de Tierras seguro.
- Relleno sanitario.

5.1.3 Todo desecho peligroso que se mezcle con otros desechos o materiales no peligrosos con fines que no obedezcan a un tratamiento continúan siendo un desecho peligroso y deberá ser manejado de acuerdo a las condiciones establecidas para desechos peligrosos.

5.1.4 Se prohíbe el vertido de desechos peligrosos en el suelo, subsuelo o cuerpo de agua, sin cumplir con las disposiciones establecidas en esta regulación.

5.1.5 El manejo de desechos peligrosos tendrá que realizarse tomando en consideración las siguientes reglas:

- Ningún desecho peligroso puede permanecer más de 5 años en un almacén o sitio de carácter temporal. Los desechos peligrosos que ofrezcan riesgos de tipo 4 o 5 (Ver Anexo B) no pueden permanecer en condiciones de almacenamiento temporal durante más de 1 año, sin haber sido tratados o tomando las medidas necesarias de manera que se haya minimizado el riesgo ambiental y peligro a la salud.
- En el caso de los desechos generados con anterioridad a esta propuesta de norma el período de almacenamiento será definido mediante un pacto con la Unidad de Medio Ambiente del CITMA en la provincia en cuestión.
- El tratamiento y/o disposición final del desecho puede ser realizado en la misma empresa generadora o fuera de esta.

- En caso de efectuarse en las áreas del productor se procederá a determinar el tipo de tratamiento a emplear y la disposición del desecho final resultante. El tratamiento y disposición final requerirá además del permiso de las Unidades de Medio Ambiente del CITMA en la provincia correspondiente o en el Municipio Especial Isla de la Juventud.
- En caso de que el tratamiento y/o disposición se determine efectuar fuera de las áreas del productor se procederá también a proponer a las Unidades de Medio Ambiente del CITMA el tipo de almacenamiento, envase, embalaje, transportación, tratamiento a emplear y la disposición final del desecho para obtener su aprobación y permiso.

5.1.6 El tratamiento de desechos peligrosos sólo se podrá efectuar sujeto al cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Tratamiento reconocido y referido como efectivo a los fines que persigue.
- Conocimiento sobre los riesgos que ofrece el desecho, dotación de los equipos y materiales para llevarlo a cabo y operación o supervisión de un especialista en la materia.
- Área con las condiciones de seguridad y de control de contaminación para garantizar el cumplimiento de las normas técnicas sobre vertidos y emisiones y no se generen infiltraciones en el suelo.
- Se deberá remediar y solucionar cualquier problema de contaminación relacionado con los desechos y manejar adecuadamente los nuevos desechos generados.
- No se permitirá el vertimiento de desechos peligrosos en vertederos y rellenos sanitarios de forma general (ver Anexo B). Esta solución será siempre sometida a análisis en la solicitud de permisos y sujeta a los pretratamientos que se exponen a continuación:

La disposición de **desechos peligrosos que presenten riesgo Clase 1 y 2**, (ver en vertedero o relleno sanitario) para desechos ordinarios se podrá realizar si el vertedero o relleno cuenta con un área separada para recibir estos desechos y los mismos se encuentran en estado sólido o han sido sometidos a un proceso de secado o solidificación y las cantidades sean inferiores a 1 ton por mes o a 10 ton al año, no exista otro sitio accesible para disposición final de estos desechos, no puedan ser incinerados y no constituyan fuente de peligro adicional al disponerlos con desechos industriales.

Se podrán disponer los **desechos sólidos de riesgo Clase 3** producidos en accidentes en vertedero o relleno sanitario, cuando no exista un relleno de seguridad para trasladarlos, no puedan ser incinerados, las cantidades no excedan de 1 o 2 kg. y que hayan recibido tratamiento de neutralización o inhibido la condición peligrosa.

Cuando se trate de un material que **presente riesgo clase 4 o 5**, sólo podrán ser trasladados a un sitio de almacenamiento temporal de desechos peligrosos, a un relleno de seguridad u a otra instalación aprobada para estos fines.

5.1.7 El almacenamiento temporal de desechos peligrosos se sujetará al cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Los desechos deben estar envasados o contenidos dependiendo de su estado físico y las características que presenten. El material y diseño del envase debe garantizar su integridad respecto a las características y cantidad de desecho, tener cierre hermético y permitir su acarreo seguro empleando vehículos apropiados.
- Los envases deben estar rotulados con la identificación del desecho, el nombre del generador, fecha en la cual fueron envasados, cantidad contenida y símbolo de peligrosidad.
- El área de almacenamiento debe estar separada de las áreas de producción, servicio, oficinas, y de los almacenes de materias primas, excedentes o productos terminados.
- El almacenamiento debe estar alejado de fuentes de calor u otras fuentes de energía, ubicado en una zona no inundable, no expuesta a contingencias como derrumbes, descargas, emisiones u otros vertidos industriales.
- Si el desecho es líquido el sitio de almacenamiento debe contar con muros de contención, sistemas de drenaje, y fosas de captación para impedir el arrastre de derrames, vertidos o lixiviados fuera del área de almacenamiento. La capacidad de las fosas debe ser por lo menos la quinta parte de todo el volumen almacenado.
- El piso debe ser de material impermeable o impermeabilizado con canales de desagüe que conduzcan a la fosa de retención; si los desechos están envasados en tambores, estos deberán colocarse sobre paletas de madera.
- El acceso dentro del almacén debe permitir el paso de montacargas, desplazamiento de los obreros que manejan los contenedores y el movimiento de bomberos en caso de contingencia, la disposición de los envases no debe ofrecer peligro de contaminación unos con otros ni de caídas por apilamiento.
- Las instalaciones deben contar con sistema de detección y extinción de incendio, adecuados para el tipo de desecho almacenado.
- El área debe mantenerse delimitada con la señalización de peligro colocada en los lugares de acceso de forma visible.
- Las paredes y el techo deben ser del material y diseño adecuado al riesgo que presenta el desecho, especialmente si es inflamable o explosivo.
- La ventilación debe ser preferiblemente natural; si es forzada será calculada con base a las características peligrosas del desecho y las condiciones ambientales y climáticas del sitio.
- El área debe estar dotada de un sistema de iluminación, con protección contra cortocircuito y contra la intemperie si el desecho o los envases son susceptibles a los efectos del calor y la lluvia, debe contar con sistema de alarma contra incendios.
- Si el área es abierta, debe estar provista de pararrayos y no debe estar por debajo del nivel del terreno circundante o por debajo del nivel de inundación por lluvias torrenciales. Si el desecho es soluble o puede ser lixiviado, no podrá ser almacenado a granel sino envasado o colocado en sitios u otros contenedores protegidos de la lluvia y la humedad.

- El acceso al almacén debe estar restringido al personal autorizado y debe llevarse un control de la entrada y salida de desechos.
- Los desechos incompatibles entre sí deben almacenarse en áreas separadas o aisladas físicamente para evitar accidentes.

5.1.8 La transportación de los desechos peligrosos tendrá que estar sujeta al cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Los vehículos utilizados dentro del área de generación deben ser adecuados al tipo y tamaño de los envases que van a movilizar; si el desecho está disgregado, deben controlarse las emisiones de partículas en la carga y descarga y durante los trayectos. Para el traslado fuera del área de generación, los vehículos utilizados deben garantizar el transporte de los materiales en condiciones seguras, tanto si se trata de desechos envasados como a granel, en tanques o cisternas, cumpliendo con las siguientes disposiciones:
- El transporte dentro de la industria generadora y fuera de esta podrá ser realizado con vehículos de la misma empresa, adecuados para transportar el tipo de material de que se trate, cumpliendo con las medidas de seguridad y vigilando que durante el transporte no se produzca contaminación al ambiente por fugas, derrames o accidentes ni daños a la salud.
- La movilización de materiales peligrosos que presenten riesgos de Clase 3 en adelante, se llevarán a cabo cumpliendo con las mismas normas de seguridad establecidas para el transporte terrestre, almacenamiento e instalación de combustibles.
- No se podrá transportar estos desechos en vehículos de empresas dedicadas al transporte de personal o bienes de consumo que puedan contaminarse con estos materiales peligrosos.
- No se podrán trasladar en el mismo vehículo simultáneamente materiales peligrosos incompatibles como son los lodos aceitosos de petróleo con los grupos reactivos del Grupo 8: Acido nítrico fumante, Cloratos, Cloro, Percloratos, Cloritos, Permanganatos, Peróxidos, Acido crómico, Hipocloritos, Acido crómico, Nitratos, Otros agentes oxidantes fuertes, Lodos de tratamiento de agua en la fabricación y procesamiento de explosivos, Lodos de tratamiento de agua en el proceso electrolítico en la producción de cloro.
- El transporte de materiales peligrosos que presenten riesgos Clase 4 o 5 deberá realizarse por empresas especializadas en el manejo de materiales inflamables, explosivos, sustancias químicas peligrosas u otros materiales de riesgos similares.
- El transporte de materiales peligrosos que presenten riesgos de Clase 1 y 2 podrá realizarse por transportistas no especializados en la materia.
- Los transportistas que movilicen estos materiales fuera del área de la industria, deberán portar entre sus documentos copia de la planilla de seguimiento que elabora la empresa generadora con toda la información relativa al producto, indicando la identificación del material, cantidad, origen, destino, peligrosidad, fechas de ingreso y salida del material.

5.1.9 La gasolina sin plomo está compuesta de diferentes materiales de base y un número de aditivos tales como compuestos de manganeso, inhibidores de goma, detergentes, tintes, etc. Costras y herrumbres están presentes también.

Con el paso de los años estos tanques acumulan líquidos y sólidos en el fondo. Si es necesario entrar al tanque para su reparación o limpieza, estos desechos tienen que ser extraídos y determinar los parámetros siguientes:

Características Peligrosas:

Sólido inflamable. TDG clase 4.1

Material tóxico o infeccioso

Si la concentración de fenol es igual o mayor que 1%.

Si la concentración de benceno, xileno, benzopirenos, cadmio, cromo (VI), níquel o arsénico es igual o mayor que 0,1%.

Si la concentración de n- hexano es igual o mayor que 1,0%.

Componentes Regulados

Los siguientes componentes determinan los criterios anteriores de clasificación para la identificación de los riesgos:

<u>Componente</u>	<u>Concentración</u>
Nafta	n.d.
Benceno	n.d.
n-hexano	n.d.
Fenoles	n.d.
Compuestos de manganeso	n.d.
Aromáticos polinucleares (incluyendo	
Benzo (a) pirenos.	n.d.
Tintes orgánicos	n.d.
Metales pesados (*)	n.d.

Trazas de metales pesados: Puede incluir A_s, C_d, C_r, C_o, C_u, F_e, P_b, H_g, M_n, M_o, N_i, S_e, V, Z_n, o sus compuestos inorgánicos.

5.1.10 Para la Manipulación, almacenamiento y transportación del personal se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

Equipos de protección personal

La selección de los equipos de protección personal dependerá de las regulaciones de seguridad del lugar y de las condiciones actuales de uso. Cuando el contacto con los ojos pueda ocurrir producto de una exposición corta y/o periódica, deberán portarse espejuelos de seguridad con protectores laterales.

Cuando el contacto con la piel o los ojos de forma prolongada o repetida sea probable deberán usarse espejuelos de seguridad con protectores laterales, mangas largas y guantes resistentes químicamente.

Cuando las concentraciones en el aire puedan exceder los límites de exposición ocupacional dados anteriormente y los mismos no puedan ser reducidos por ventilación mecánica u otros medios se usarán respiradores aprobados para prevenir una sobre-exposición por inhalación.

Precauciones en la manipulación:

Este material acumula cargas estáticas, las cuales pueden causar chispa. Use procedimientos de tierra apropiados. Manipule y abra con cuidado los recipientes. Evite frecuentes y prolongados contactos con la piel y evite inhalar los vapores. En espacios confinados, provea ventilación mecánica usando equipos a prueba de explosión.

Métodos de almacenamiento:

Puede ser almacenado en tanques de acero o tambores. Mantenga los recipientes cerrados y almacene en lugares frescos y ventilados, lejos de fuentes de calor e ignición.

Transportación:

Por carretera y ferrocarril: según la TDG (Transportation of Dangerous Goods). UN 1325 SOLIDO INFLAMABLE., N.O.S.

Clase 4.1 P.G. II

Medida especial: # 89 (Cuando esta sustancia se oferte transportar o se transporte a una consignación internacional el consignador deberá envasar ésta como se especifica en las instrucciones técnicas ICAO del Código IMDG.

Peligros de fuego y explosión:

Punto de inflamación: Inflamable.

Autoignición: No disponible.

Límites de inflamación (% en volumen): No disponible.

Extinción de incendio: Usar espuma o productos químicos secos. No es aceptable el uso de mangueras de agua, excepto para enfriar las paredes expuestas al fuego o para la protección del personal.

Productos de combustión peligrosos: Óxidos de carbono, Nitrógeno y azufre.

Tratamiento y Disposición:

Técnicas de minimización de desechos: El uso de separación centrífuga o filtración a presión junto con la recirculación de las fases aceite/agua al proceso, reducirá el volumen de desecho a disponer.

Pretratamiento previo al tratamiento:

Atemperamiento (previo al Relleno de Tierras)

Biodegradación, usando biotratador o lixiviación gruesa.

Tecnologías de tratamiento:

Relleno Seguro (después del Atemperamiento).
 Fijación Química y Relleno de tierra.
 Incineración industrial aprobada.

Respuesta a Derrame:

Derrame en tierra: Mantenga alejado al público. Elimine todas las fuentes de ignición. Prevenga descarga adicional de material si es posible realizar sin ocasionar daños. Prevenga de derrames a cloacas o cursos de agua. Contenga el material derramado con arena o tierra. No use material combustible como aserrín. Recupere el material derramado utilizando bombas a prueba de explosión o de mano y si el material es demasiado viscoso, use una pala plástica para raspar.

Derrame en agua: Prevenga la descarga adicional de material si esto es posible de hacer sin ocasionar daño. Pruebe a contener cualquier material flotante y extráigalo utilizando skimmer o con absorbente adecuado. Si las autoridades medioambientales lo permiten puede utilizarse el uso de dispersantes adecuados en aguas no confinadas.

6 Disposiciones técnicas específicas

6.1 Fondos de tanques de petróleo crudo

6.1.1 Descripción general

El petróleo crudo contiene pequeñas cantidades de sedimento y agua que se depositan en los tanques de almacenamiento, las cuales tienen que ser extraídas si hay necesidad de entrar al tanque. Sulfuro de hidrógeno libre y disuelto están típicamente presentes en estos casos.

6.1.2 Características peligrosas:

Sólido inflamable; TDG Clase 4.1

Material tóxico o infeccioso:

Si la concentración de benzo (a) pirenos, plomo, cadmio, cromo (VI), níquel o arsénico es igual o mayor que 0,1 %.

6.1.3 Componentes regulados:

Los siguientes componentes determinan la clasificación anterior:

<u>Componente</u>	<u>Concentración</u>
Petróleo crudo	n.d.
Sulfuro de Hidrógeno	ppm
PNA's	n.d.
Metales pesados*	n.d.

*Trazas de metales pesados: Puede incluir As, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Hg, Mn, Mo, Ni, Se, V, Zn, o sus compuestos inorgánicos.

6.1.4. Manipulación, almacenamiento y transportación:

Equipos de protección personal: La selección de los equipos de protección personal dependerá de las regulaciones de seguridad del lugar y de las condiciones reales de uso. Cuando el contacto con los ojos pueda ocurrir producto de una exposición corta y/o periódica, deberán portarse espejuelos de seguridad con protectores laterales.

Cuando el contacto con la piel o los ojos de forma prolongada o repetida sea probable deberán usarse espejuelos de seguridad con protectores laterales, mangas largas y guantes resistentes químicamente.

Cuando las concentraciones en el aire puedan exceder los límites de exposición ocupacional dados anteriormente y los mismos no puedan ser reducidos por ventilación mecánica u otros medios se usarán respiradores aprobados para prevenir una sobre-exposición por inhalación.

Precauciones en la manipulación: Este material acumula cargas estáticas, las cuales pueden causar chispa. Use procedimientos de tierra apropiados. Manipule y abra con cuidado los recipientes. Evite frecuentes y prolongados contactos con la piel y evite inhalar los vapores. En espacios confinados, provea ventilación mecánica usando equipos a prueba de explosión.

Métodos de almacenamiento: Puede ser almacenado en tanques de acero o tambores. Mantenga los recipientes cerrados y almacene en lugares frescos y ventilados, lejos de fuentes de calor e ignición.

Transportación: Por carretera y ferrocarril: según la TDG (Transportation of Dangerous Goods). UN 1325 SOLIDO INFLAMABLE, N.O.S.

Clase 4.1 P.G.II

Medida especial # 89 (Cuando esta sustancia sea ofertada para la transportación o transportada en una consignación internacional, el consignador empacará esta como se especifica en la instrucción ICAO de l Código IMDG.

Si se transporta para ser dispuesto debe añadirse el nombre DESECHO al nombre del envío

6.1.5 Peligros de fuego y explosión:

Punto de inflamación: -10°C a $+20^{\circ}\text{C}$.

Autoignición: Variable, $> 400^{\circ}\text{C}$.

Límites de inflamación (% en volumen): Variable, 1 a 7.

Extinción de incendio: Usar espuma, productos químicos secos o dióxido de carbono. No es aceptable el uso de mangueras de agua, excepto para enfriar las paredes expuestas al fuego o para la protección del personal.

Productos de combustión peligrosos: Óxidos de carbono y de azufre.

6.1.6 Tratamiento y Disposición:

Técnicas de minimización de desechos: Recirculación del petróleo al proceso. La deposición de sólidos puede ser reducida instalando un mezclador al tanque de ángulo variable, mezcladores de entrada lateral o el uso de un mezclador jet operado por una bomba. Tanques de techo cónico con tapa flotante y sellos apretados reducirá la oxidación y por lo tanto la formación de lodos.

Pre-tratamiento: Pueden ser tratados con productos químicos que ayuden a romper la emulsión y reducir la cantidad de agua presente en el lodo.

Técnicas de Disposición:

Relleno seguro (después del Atemperamiento).

Fijación química y relleno.

Incineración industrial aprobada.

6.1.7 Respuesta a derrames:

Derrame en tierra: Mantenga alejado al público. Elimine todas las fuentes de ignición. Prevenga descarga adicional de material si es posible realizar sin ocasionar daños. Prevenga de derrames a cloacas o cursos de agua. Contenga el material derramado con arena o tierra. No use material combustible como aserrín. Recupere el material derramado utilizando bombas a prueba de explosión o de mano y si el material es demasiado viscoso, raspe.

Derrame en agua: Prevenga la descarga adicional de material si esto es posible de hacer sin ocasionar daño. Pruebe a contener cualquier material flotante y extráigalo utilizando Skimmer o con absorbente adecuado. Si las autoridades medioambientales lo permiten puede utilizarse el uso de dispersantes adecuados en aguas no confinadas.

6.2 Fondos de tanques de destilados:

6.2.1 Descripción general

En los tanques de almacenamiento de destilados del petróleo se forman deposiciones de lodos de hidrocarburos/sedimentos. Este material es bastante inerte pero puede contener sustancias cáusticas agotadas y algunas pequeñas cantidades de PNA's. Sulfuros de hidrógeno disueltos pueden también estar presentes.

6.2.2 Características peligrosas:

Sólido inflamable; TDG Clase 4.1

Material tóxico o infeccioso:

Si la concentración de benzo (a) pirenos es igual o mayor que 0,1%.

Material corrosivo:

Si está presente alguna cantidad de hidróxido de sodio.

6.2.3 Componentes regulados: Los siguientes componentes determinan los criterios anteriores de clasificación para la identificación de los riesgos:

<u>Componente</u>	<u>Concentración</u>
Destilados de petróleo	n.a.
Hidróxido de sodio	n.a.
PNA's	n.a.
Sulfuro de hidrógeno	ppm

6.2.4 Manipulación, almacenamiento y transportación:

Equipos de protección personal: La selección de los equipos de protección personal dependerá de las regulaciones de seguridad del lugar y de las condiciones reales de uso. Cuando el contacto con los ojos pueda ocurrir producto de una exposición corta y/o periódica, deberán usarse mangas largas, guantes resistentes químicamente, espejuelos resistentes químicamente y careta.

Cuando el contacto con la piel o los ojos de forma prolongada o repetida sea probable deberán usarse guantes de resistencia química, traje de resistencia química, botas de goma, espejuelos de seguridad resistentes químicamente y una careta.

Cuando las concentraciones en el aire puedan exceder los límites de exposición ocupacional dados anteriormente y los mismos no puedan ser reducidos por ventilación mecánica u otros medios se usarán respiradores aprobados para prevenir una sobre-exposición por inhalación.

Precauciones en la manipulación: Este material acumula cargas estáticas, las cuales pueden causar chispa. Use procedimientos de tierra apropiados. Manipule y abra con cuidado los recipientes. Evite frecuentes y prolongados contactos con la piel y evite inhalar los vapores. En espacios confinados, provea ventilación mecánica usando equipos a prueba de explosión.

Métodos de almacenamiento: Puede ser almacenado en tanques de acero o tambores. Mantenga los recipientes cerrados y almacene en lugares frescos y ventilados, lejos de fuentes de calor e ignición.

Transportación:

Por carretera y ferrocarril: según la TDG (Transportation of Dangerous Goods). UN 1325 SOLIDO INFLAMABLE, N.O.S.
Clase 4.1 P.G.II

Medida especial # 89 (Cuando esta sustancia sea ofertada para la transportación o transportada en una consignación internacional, el consignador empacará esta como se especifica en la instrucción ICAO de I Código IMDG).

Si se transporta para ser dispuesto debe añadirse el nombre **DESECHO** al nombre del envío.

6.2.5 Peligros de fuego y explosión

Punto de inflamación: 43 °C – 96 °C.

Autoignición: 210 °C – 260 °C.

Límites de inflamación (% en volumen): 0,7 % – 5 %.

Extinción de incendio: Usar espuma, productos químicos secos o dióxido de carbono. No es aceptable el uso de mangueras de agua, excepto para enfriar las paredes expuestas al fuego o para la protección del personal.

Productos de combustión peligrosos: Óxidos de carbono y de azufre.

6.2.6 Tratamiento y disposición:

Técnicas de minimización de desechos: El uso de separación centrífuga o filtración a presión junto con la recirculación de las fases de aceite/agua al proceso reducirá el volumen de desechos a ser dispuesto. Recirculación de petróleo al proceso y disposición de sólidos.

Técnicas de tratamiento:

Esparcimiento en tierras (donde sea aprobado). (Biodegradación en un reactor).
Incineración industrial aprobada.
Fijación química y relleno.

6.2.7 Respuesta a derrames:

Derrame en tierra: Mantenga alejado al público. Elimine todas las fuentes de ignición. Prevenga descarga adicional de material si es posible realizar sin ocasionar daños. Prevenga de derrames a cloacas o cursos de agua. Contenga el material derramado con arena o tierra. No use material combustible como aserrín. Recupere el material derramado utilizando bombas a prueba de explosión o de mano y si el material es demasiado viscoso, raspe.

Derrame en agua: Prevenga la descarga adicional de material si esto es posible de hacer sin ocasionar daño. Pruebe a contener cualquier material flotante y extráigalo utilizando Skimmer o con absorbente adecuado. Si las autoridades medioambientales lo permiten puede utilizarse el uso de dispersantes adecuados en aguas no confinadas.

6.3 Fondos de tanques de Slop

6.3.1 Descripción general

En los tanques de Slop se va depositando un lodo de hidrocarburo/sedimento que puede contener trazas de plomo orgánico y compuestos de cromo, nafta ligera o destilados más pesados y gases de Sulfuro de H idrógeno disuelto dependiendo del estado de suciedad del tanque de Slop en cuestión.

6.3.2 Características peligrosas:

Sólido inflamable

Material tóxico o infeccioso:

TDG Clase 6.1, Envase Grupo II.

- Si la concentración de benceno, xileno, benzo (a) pirenos, o cromo hexavalente es igual o mayor que 0,1%.
- Si la concentración de n-hexano es igual o mayor que 1,0%.

6.3.3 Componentes regulados: Los siguientes componentes determinan la clasificación anterior.

<u>Componente</u>	<u>Concentración</u>
PNA's	n.d.
Sulfuro de hidrógeno	ppm
Plomo orgánico	50mgPb/kg
Compuestos de cromo	13mg Cr/kg
Nafta	n.d.
Destilados del petróleo	n.d.

6.3.4 Manipulación, almacenamiento y transportación:

Equipos de protección personal

La selección de los equipos de protección personal dependerá de las regulaciones de seguridad del lugar y de las condiciones reales de uso. Cuando el contacto con los ojos y la piel pueda ocurrir producto de una exposición corta y/o periódica, deberán usarse mangas largas, guantes resistentes químicamente, espejuelos resistentes químicamente con protectores laterales.

Cuando el contacto con la piel o los ojos de forma prolongada o repetida sea probable deberán usarse guantes de resistencia química, traje de resistencia química, botas de goma, espejuelos de seguridad resistentes químicamente y una careta.

Cuando se produzca el contacto de la piel o los ojos con este material caliente producto de exposiciones cortas y/o periódicas, deberán usarse guantes resistentes térmicamente, protección de los brazos, espejuelos de seguridad química y careta.

Cuando las concentraciones en el aire puedan exceder los límites de exposición ocupacional dados anteriormente y los mismos no puedan ser reducidos por ventilación mecánica u otros medios se usarán respiradores aprobados para prevenir una sobre exposición por inhalación.

Precauciones en la manipulación.

Este material acumula cargas estáticas, las cuales pueden causar chispa. Use procedimientos de tierra apropiados. Manipule y abra con cuidado los recipientes. Evite frecuentes y prolongados contactos con la piel y evite inhalar los vapores. En espacios confinados, provea ventilación mecánica usando equipos a prueba de explosión.

Métodos de almacenamiento: Puede ser almacenado en tanques de acero o tambores. Mantenga los recipientes cerrados y almacene en lugares frescos y ventilados, lejos de fuentes de calor e ignición.

Transportación:

Por carretera y ferrocarril: según la TDG (Transportation of Dangerous Goods) NA 9375 Tipo de desecho 75
Clase 6.1 P.G.II

Medida especial # 96 y # 100

6.3.5 Peligros de fuego y explosión:

Punto de inflamación: Inflamable.

Autoignición: n.d.

Límites de inflamación (% en volumen): n.d.

Extinción de incendio: Usar espuma, productos químicos secos o dióxido de carbono. El personal de bomberos requiere respiración y protección a los ojos. Aparatos de respiración propios pueden ser utilizados en casos de fuegos interiores o exteriores. No es aceptable el uso de mangueras de agua, excepto para enfriar las paredes expuestas al fuego o para la protección del personal.

Productos de combustión peligrosos: Óxidos de carbono y de azufre.

6.3.6 Tratamiento y disposición:

Técnicas de minimización de desechos: Recirculación a la torre de crudo o al fraccionador FCCU.

Tecnologías de Tratamiento:

Esparcimiento en tierra (donde sea aprobado)

Incineración industrial aprobada.

6.3.7 Respuesta a derrames:

Derrame en tierra: Mantenga alejado al público. Elimine todas las fuentes de ignición. Prevenga descarga adicional de material si es posible realizar sin ocasionar daños. Prevenga de derrames a cloacas o cursos de agua. Contenga el material derramado con arena o tierra. No use material combustible como aserrín. Recupere el material derramado utilizando bombas a prueba de explosión o de mano y si el material es demasiado viscoso, raspe.

Derrame en agua: Prevenga la descarga adicional de material si esto es posible de hacer sin ocasionar daño. Pruebe a contener cualquier material flotante y extráigalo utilizando Skimmer o con absorbente adecuado. Si las autoridades medioambientales lo permiten puede utilizarse el uso de dispersantes adecuados en aguas no confinadas.

6.4 Desechos asfálticos:

6.4.1 Descripción general

Los desechos asfálticos resultan de productos fuera de especificación y de asfaltos que han sido derramados sobre el suelo.

6.4.2 Características peligrosas:

Material tóxico o infeccioso:

Si la concentración de benzo (a) pirenos, plomo, cadmio, cromo (VI), níquel o arsénico es igual o mayor que 0,1%.

6.4.3 Componentes regulados:

<u>Componente</u>	<u>Concentración</u>
Asfalto (bitumen)	85-100
Kerosina	0-15
Sulfuro de hidrógeno	ppm
Metales pesados*	n.d.

*Trazas de metales pesados: Puede incluir As, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Hg, Mn, Mo, Ni, Se, V, Zn, o sus compuestos inorgánicos.

6.4.4 Manipulación, almacenamiento y transportación:**Equipos de protección personal:**

La selección de los equipos de protección personal dependerá de las regulaciones de seguridad del lugar y de las condiciones reales de uso. Cuando el contacto con los ojos y la piel pueda ocurrir producto de una exposición corta y/o periódica, deberán usarse mangas largas, guantes resistentes químicamente y espejuelos con protectores laterales.

Cuando el contacto con la piel o los ojos de forma prolongada o repetida sea probable deberán usarse guantes de resistencia química, traje de resistencia química, botas de goma, espejuelos de seguridad resistentes químicamente y una careta.

Cuando se produzca el contacto de la piel o los ojos con este material caliente producto de exposiciones cortas y/o periódicas, deberán usarse guantes resistentes térmicamente, protección de los brazos, espejuelos de seguridad química y careta.

Cuando las concentraciones en el aire puedan exceder los límites de exposición ocupacional dados anteriormente y los mismos no puedan ser reducidos por ventilación mecánica u otros medios se usarán respiradores aprobados para prevenir una sobre exposición por inhalación.

Precauciones en la manipulación:

Este material acumula cargas estáticas, las cuales pueden causar chispa. Use procedimientos de tierra apropiados. Manipule y abra con cuidado los recipientes. Evite frecuentes y prolongados contactos con la piel y evite inhalar los vapores. En espacios confinados, provea ventilación mecánica usando equipos a prueba de explosión.

Métodos de almacenamiento: Puede ser almacenado en tanques de acero o tambores. Mantenga los recipientes cerrados y almacene en lugares frescos y ventilados, lejos de fuentes de calor e ignición.

Transportación:

Por carretera y ferrocarril: según la TDG (Transportation of Dangerous Goods). NA 9500 Desecho tóxico lixiviado.

Clase 9.3 P.G.III

La clasificación está sujeta a los criterios de concentración en las regulaciones TDG. El desecho tiene que ser sometido a análisis.

6.4.5 Peligros de fuego y explosión:

Punto de inflamación: Variable, 10 °C – 200 °C · Usualmente.135 °C.

Autoignición: 300 °C – 385 °C

Extinción de incendio: Usar productos químicos secos o dióxido de carbono. El personal de bomberos requiere respiración y protección a los ojos. Aparatos de respiración propios pueden ser utilizados en todos los casos de fuegos interiores y en la mayoría de los exteriores. No es aceptable el uso de agua o espuma excepto para enfriar las paredes expuestas al fuego o para la protección del personal debido a que puede causar espuma.

Productos de combustión peligrosos: Óxidos de carbono y de azufre, humo.

6.4.6 Tratamiento y disposición:

Técnicas de minimización de desechos:

Licuar, filtrar y reciclar al proceso.

Tecnologías de Tratamiento:

Incineración industrial aprobada.

Relleno seguro (sujeto a aprobación).

Relleno sanitario (sujeto a aprobación).

6.4.7 Respuesta a derrames:

Derrame en tierra: Mantenga alejado al público. Elimine todas las fuentes de ignición. Prevenga descarga adicional de material si es posible realizar sin ocasionar daños. Prevenga de derrames a cloacas o cursos de agua. Contenga el material derramado con arena o tierra.

Derrame en agua: Prevenga la descarga adicional de material si esto es posible de hacer sin ocasionar daño. Pruebe a contener cualquier material flotante y extráigalo utilizando Skimmer o con absorbente adecuado.

Anexo A

Descripción de las tecnologías de tratamiento de desechos.

1.-Esparcimiento en suelos (Landtreatment, Landfarming, Landspreading):

Generalidades.

El esparcimiento en suelos es un proceso de disposición que utiliza las bacterias de los suelos naturales para descomponer los residuos. La foto-oxidación y la volatilización también desempeñan un papel significativo. Las bacterias usan el componente orgánico como alimento, produciendo dióxido de carbono y células bacterianas adicionales en el proceso.

Diseño y selección del lugar.

El lugar a utilizar debe estar medianamente nivelado con una pendiente menor de 3 %, orientada hacia el cuerpo de agua superficial más cercana.

El área debe estar alejada por lo menos 500 m de cuerpos de agua o fuera de la planicie de inundación de dichos cuerpos de agua y el nivel de las aguas subterráneas deberá estar como mínimo a 1 m - 2 m por debajo.

Los suelos combinados de arena y arcilla son ideales pero no siempre disponibles. Los suelos arcillosos tienden a retener aguas, excluir oxígeno y son difíciles de laborar.

En ocasiones se requiere el uso de tejas para drenar los lugares con drenajes insuficientes. Suelos muy arenosos pueden tener tasas muy bajas de intercambio catiónico o poca capacidad de absorción de metales pesados.

Puede requerirse un punto bajo para acumular el deslave superficial en dependencia de los flujos de lluvia.

Un canal puede ser previsto alrededor del lugar con sistema de drenaje.

El área debe estar alejada por lo menos 500 m de cuerpos de agua o fuera de la planicie de inundación de dichos cuerpos de agua.

Parámetros de operación:

Los desechos se concentran en los 15 cm superficiales de los suelos. El proceso de degradación requiere de elementos como el oxígeno, humedad y nutrientes como el nitrógeno y el fósforo (C:N:P: a 100:10:1).

La temperatura óptima del suelo es de 10 °C – 47 °C y el rango óptimo de pH es de 6-8. Rangos inferiores de pH tienden a incrementar la solubilidad de los metales incrementando la posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas. Agregando partículas calizas a los suelos áridos se puede beneficiar el proceso.

La dosis de oxígeno pueden ser inyectada a los suelos mediante rotación, disqueo, gradeo. Un agente rotatorio colocado en la parte trasera de un tractor agrícola equipado con un removedor motorizado es usado con frecuencia. El uso de un escudo sobre el agente rotatorio puede reducir la generación de polvos durante estas operaciones. La rotación cada 2 semanas es generalmente suficiente para disminuir los niveles de aceite hasta un 2-3%.

El desecho no debe exceder las concentraciones mínimas de lixiviados establecidas.

La mezcla suelo-desecho debe cumplir con los siguientes parámetros:

PH	5-8
Conductividad eléctrica(mmhos/cm)	<3,5
Cloruros totales(ppm)	<2500
Relación de adsorción de sodio(RAS)	<8
Aluminio intercambiable(meq/100gr)	<1,5
Saturación con bases(%)	>80
Aceites y grasas(% en peso)	<=1,0
Arsénico	25 mg/kg
Bario	20000mg/kg
Cadmio	8 mg/kg
Mercurio	1mg/kg
Selenio	2mg/kg
Plata	5mg/kg
Cromo	300mg/kg
Zinc	300mg/kg
Plomo	150mg/kg

Aplicación

Con el objeto de expandir los desechos para obtener una distribución homogénea, se utiliza un camión equipado especialmente con algún tipo de ducto horizontal.

Cuando las distancias son cortas se utiliza una manguera conectada a tubería fija. En el caso de lodos pesados puede utilizarse un camión de volqueo y distribuidos usando máquina aplanadora o vehículo nivelador.

Para evitar malos olores se pueden inyectar los lodos por debajo de la superficie pero esto requiere de equipamiento especial. Es preferible aplicar los desechos en 3-4 sesiones que de una sola vez. Bajo condiciones ideales pueden ser degradados hasta 230m³/ha.

Monitoreo

Antes de establecer el procedimiento en el lugar hay que caracterizarlo: plano indicando cuestas, drenajes, senderos, accesos a caminos, niveles de agua subterráneas y análisis de dichas aguas, fundamentalmente aceites, fenoles, metales pesados, etc.

Posterior a la operación hay que monitorear aguas subterráneas mensual o trimestralmente buscando hidrocarburos, fenoles y metales pesados.

2. -Relleno de tierras:

Generalidades:

Es el método más común para la disposición final de desechos petroleros. Ideal para grandes volúmenes y variedades de desechos de forma barata. Hay que distinguir entre Relleno seguro, Relleno sanitario o municipal y Relleno pequeño de evacuación.

Un relleno seguro: significa el entierro de desechos, usando generalmente recipientes en un lugar geológicamente seleccionado, con protección a las aguas subterráneas mediante el uso de arcillas o barreras plásticas, con un sistema de recolección por drenaje, y un sistema de monitoreo de aguas subterráneas.

Un relleno sanitario o municipal: consiste en el enterramiento de desechos no peligrosos, como son desechos domésticos, sin protección a las aguas subterráneas y sin sistema de recolección de filtraciones.

El relleno pequeño de evacuación es para desechos de industrias en un lugar adecuado.

Relleno seguro.

Selección del lugar:

Hay que investigar bien las condiciones geológicas e hidrogeológicas de manera que resulten ambientalmente satisfactorias. Esta investigación incluirá el nivel de las aguas en y alrededor del sitio, así como estratos de suelo, ubicación de la cama rocosa, drenaje de superficies, etc. Debe realizarse la evaluación de calidad de las aguas subterráneas en el área.

Los terrenos propuestos deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Ser de fácil acceso.
- Estar ubicados fuera de los conos de aproximación y despegue de aeronaves y de las superficies virtuales de un aeropuerto.
- Estar situados fuera de áreas para la captación de aguas superficiales o subterráneas ; tampoco deberán estar inmediatos o cercanos a áreas donde exista interconexión hidráulica con otros acuíferos o sea de recarga de acuíferos. En ningún caso será considerado un enterramiento si este afecta un acuífero con fines de agua potable.
- Presentar pendientes promedio inferiores al 15%.
- Presentar poca actividad sísmica, sin fallas o desplazamientos.
- No estar localizado en planicies de inundación u otras áreas que presenten una frecuencia de inundación mayor de una vez cada 100 años.
- Presentar una barrera geológica natural de 3 m de espesor como mínimo, constituida por un material cuya constante de permeabilidad sea menor o igual a 10^{-7} m/s, adicionalmente a las barreras artificiales que se consideren.
- Estar ubicado preferiblemente en áreas donde el viento predominante no pueda transportar emanaciones hacia centros poblados; que tengan un nivel de precipitación anual inferior a 2000mm, con una evaporación promedio del doble del promedio de lluvia mensual.

Diseño y construcción:

Los rellenos de seguridad deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Su fondo debe estar por lo menos 6m por encima del más alto nivel freático del área y el fondo de la fosa se encontrará por lo menos a 1,5 metros por encima del mismo.
- Debe estar impermeabilizado protegiendo contra la migración de aguas superficiales hacia los desechos y cualquier migración de desechos fuera del terreno. Esta impermeabilización consistirá en la utilización de membranas artificiales y barreras naturales que protejan el fondo, paredes y tope. El tipo de membrana debe ser compatible con los desechos a ser dispuestos en el terreno.
- Contar con un sistema de drenaje que recolecte y desvíe las aguas superficiales, evitando así la entrada de las mismas a su interior. El sistema recolector de las aguas pluviales debe ser exterior al relleno.
- Sistema para controlar la migración horizontal y vertical de los gases que puedan generarse dentro del relleno, dependiendo del desecho a disponer.
- Sistema de recolección, tratamiento y disposición de lixiviados.
- Sistema de pozos de monitoreo, la evaluación periódica de la calidad de aguas subterráneas y lixiviados.

El relleno sanitario estará dotado de los siguientes servicios:

- Control de acceso vehicular y peatonal, seguridad y vigilancia.
- Sistemas de comunicación confiables para emergencias.
- Servicios para la detección y control de incendios.
- Sistema vial que permita el acceso a vehículos a toda el área activa o zona de descarga y maniobra de los desechos, con señalizaciones direccionales e indicadores de las áreas restringidas.
- Estación hidrometeorológica para medir y registrar dirección y velocidad del viento, temperatura y pluviometría.
- El área del relleno deberá estar rodeada perimetralmente por una cerca natural o artificial, alejada una distancia mínima de 50 m. desde el punto más cercano del área activa.
- Se tomarán las medidas necesarias para minimizar los riesgos de erosión, deslizamientos de tierra y derrumbes.

Los sistemas impermeabilizantes que conformarán las celdas de seguridad donde serán colocados los desechos peligrosos, deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

- Las barreras impermeabilizantes pueden ser construidas con suelo natural, suelo cemento, cemento asfáltico, concreto, bentonita, entre otros, o pueden ser membranas sintéticas. Para obtener mayores garantías se recomienda también forrar el área de relleno con caliza para incrementar el pH de la filtración, inhibiendo la migración de compuestos de metales solubles.
- La pendiente en toda su extensión será de 2 % a 5 % orientada hacia el cuerpo de agua más cercano y deberá estar conectada en su nivel más bajo con uno o más sistemas de recolección de lixiviados.
- Cuando se use suelo natural para la construcción de la barrera, este debe cumplir con las siguientes condiciones:
 - Estar constituido por un material cuya constante de permeabilidad sea inferior o igual a 10^{-9} m/s.
 - Ser calificado bajo el sistema AASHO.
 - El porcentaje de paso a través de un cedazo N°200 debe ser mayor de 30% (ASTM D1140).
 - El límite líquido deberá ser mayor o igual a 30 unidades (Test ASTM D424).

- La plasticidad debe ser mayor o igual a 15 unidades (Test ASTM D424).
- El pH debe ser igual o mayor que 7.
- El relleno debe contar con un sistema de barreras impermeabilizantes y un sistema para la recolección de los lixiviados que sean retenidos en la superficie de cada sistema de barrera.
- La primera barrera del sistema impermeabilizante debe estar constituido por suelo natural de las características arriba descritas y debe tener un espesor mínimo de 1,50 m, conformado por 6 capas de material previamente humedecido y compactado.
- Las membranas sintéticas deben ser de polietileno de alta densidad de 2,5 mm de espesor y se instalarán en una base que resista los gradientes de la presión que pudieran producirse por encima y por debajo de la membrana, previendo el asentamiento, compresión o levantamiento eventual, del terreno donde este ubicado el relleno.
- El sistema de recolección de lixiviados se colocará sobre la membrana sintética y estará localizado dentro de una capa de material granulado con una permeabilidad mayor o igual a 10^{-3} m/s. Sobre la capa permeable se colocará una capa sintética geotextil.

Operación:

- El relleno debe ser operado de conformidad con su correspondiente plan de manejo, en el cual se defina el sistema o método de operación, horario de operación, perfil del personal técnico requerido y acciones para el control de emergencias.
- Los accesos al área deben estar vigilados en forma permanente.
- Todo material depositado en el relleno debe ser identificado en un plano de posición, indicando la celda donde haya sido colocado para permitir ubicar específicamente el desecho y poner en práctica las acciones correctivas pertinentes, si se evidencian fugas, infiltraciones u ocurrencia de accidente.
- El operador llevará un libro de registro de desechos almacenados con los siguientes datos: Tipo de desecho, grado de peligrosidad y procedimiento. Cantidad, peso y volumen. Caracterización físico-química. Si fue sometido a algún procedimiento, indicar cuál, dónde y quién lo hizo. Ubicación en el plano de la celda donde fue dispuesto. Fecha de recepción y disposición. Identificación del generador, transportista y operador.
El libro de registro estará disponible para cualquier inspección o revisión.
- Cuando el desecho exceda las concentraciones máximas permisibles en lixiviados deberá ser tratado hasta cumplir con dichos límites.
- Los desechos incompatibles no podrán ser colocados en una misma celda.
- Las aguas de lluvia que hayan estado en contacto con la parte activa del relleno deberán ser recolectadas, analizadas y de ser necesario tratadas de acuerdo con la normativa vigente para efluentes líquidos.
- Al final de cada día de trabajo las celdas donde se están depositando desechos deben recibir una cobertura adecuada, con el fin de evitar la penetración de líquidos al interior del relleno. Aquellas celdas que no hayan llegado al término de su vida útil pero que no vayan a ser utilizadas por un lapso mayor de una semana deben ser cubiertas para que no penetre el agua.
- Al término de su vida útil la superficie debe ser sellada usando un sistema de barreras.
- A los efectos de la clausura del relleno se llevarán a cabo las siguientes acciones:
- Colocar sobre los desechos depositados una capa de un material granulado de 20 cm de espesor para facilitar el flujo de los gases que puedan generarse en el relleno de seguridad.
- Colocar por encima de la capa anterior otra de arcilla compactada de 60 cm de espesor y de permeabilidad menor o igual a 10^{-9} m/s.
- Colocar sobre la capa de arcilla una membrana sintética de polietileno de alta densidad de 2,5 mm de espesor.

- Colocar por encima de la membrana sintética una capa de material granulado de 30 cm de espesor para el drenaje de las aguas de lluvia.
- Colocar una capa de suelo vegetal de 50 cm de espesor de una calidad tal que pueda sostener la vida vegetal, fundamentalmente gramíneas.
- En la reforestación del sitio no se emplearán árboles frutales, las especies vegetales arbóreas se seleccionarán de acuerdo a las condiciones del área.
- La cobertura final del sitio deberá tener una pendiente menor o igual al 30 %. Cuando la pendiente sea mayor al 10% la superficie debe ser terrazada.
- Durante el período posterior a la clausura del relleno, que no será menor de 20 años, deberán mantenerse las siguientes acciones:
 - Mantener la integridad de la cobertura final y de los sistemas de drenajes superficiales.
 - Mantener y operar el sistema de monitoreo de aguas subterráneas.
 - Mantener y operar el sistema de recolección de lixiviados .
 - Mantener y controlar el sistema de recolección y evaluación de gases, en caso de que exista.
 - Restringir la entrada al sitio.
 - Colocar señales permanentes que indiquen que el sitio fue usado para disponer desechos peligrosos.
- El sistema de monitoreo consistirá de tres o más pozos , uno de ellos debe ser perforado gradiente arriba del límite del área de disposición de los desechos y los otros dos gradiente bajo esas áreas.
- Se mostrarán y analizarán las aguas subterráneas según plan que incluirá las técnicas para la captación, preservación y transporte de muestras, así como los métodos de análisis.
- Durante el primer año de funcionamiento se tomarán muestras trimestralmente en todos los pozos.
- Después del primer año de funcionamiento y hasta concluir el período de post- clausura (20 años) se caracterizarán las aguas anualmente.

3. -Incineración

Generalidades:

El método de incineración es el fundamental para la reducción de volumen de los desechos a disponer finalmente. Transforma los metales pesados en sus óxidos, que son menos tóxicos. Puede ser utilizado para destruir los productos orgánicos y cierto número de productos inorgánicos bajo condiciones controladas, combustibles cancerogénicos y compuestos activos biológicamente. Los productos generados por la incineración son gases y sólidos inertes. El proceso de combustión puede requerir de suministro de combustible externo o no. Sin embargo, los incineradores pueden presentar problemas de contaminación dependiendo de la composición de los desechos originales. Los gases obtenidos en el proceso pueden emitir dióxido de azufre, trióxido de azufre, monóxido de carbono, cloruro de hidrógeno, óxidos de nitrógeno, metales pesados y partículas, requiriéndose en muchos casos de filtros de lavado y precipitadores electrostáticos para reducir las concentraciones de estos contaminantes a valores permisibles. Las aguas residuales de los depuradores son ácidas y contienen sólidos suspendidos y disueltos. Los siguientes son algunos tipos de incineradores: Horno rotatorio(los más usados), Cama de hogar múltiple, Cama fluidizada, Tipo quemadores.

Incineradores de horno rotatorio: Consiste en un cilindro rotatorio inclinado con refractario. Los desechos son alimentados usando una cinta transportadora o tornillo. Los desechos líquidos se alimentan mediante boquilla atomizadora. La rotación ayuda a la combustión. La temperatura de operación esta en el rango de 800-1400°C. Después de la combustión disponen de quemadores auxiliares que completan la combustión del hollín y los vapores liberados dentro del horno. Este tipo de incineradores acepta desechos de muy diversas características. Sus desventajas se deben a problemas mecánicos inherentes a la rotación del horno y que algunos desechos se empelotan creando dificultades en la combustión.

Incineradores Tipo quemadores: Consiste en una cámara de fuego revestida con ladrillos refractarios donde se queman los desechos atomizados con vapor o aire. Puede llevarse a cabo en horno cilíndrico vertical, horno rotatorio o de retorta con final abierto. Favorece instalaciones pequeñas cerca de la fuente. Desechos líquidos con alto contenido calorífico son adecuados. El tiempo de residencia es de unos pocos segundos.

Incineradores de cama fluidizada: Consiste en un reactor cilíndrico con ladrillo refractario y cama de arena fluidizada calentada, con soplador de aire para mantener la cama suspendida. Los desechos se inyectan a la cama a la temperatura de 900-1000°C. Ocurre craqueo térmico y combustión de finales ligeros en el área encima de la cama. El aire de combustión puede calentarse con los gases calientes. Se utiliza ciclón o despojador húmedo para eliminar la arena de los gases. Manipula todos los materiales que pueden ser inyectados en la cama por una bomba de cavidad progresiva o un alimentador de tornillo. Este incinerador es insensible a cambios en el valor calórico de los desechos. Se requiere aire precalentado y sus costos de inversión son altos.

Incineradores de hogar múltiple: Consiste de una carcasa cilíndrica vertical con hogares horizontales situados uno encima del otro. Los desechos son alimentados por encima y transportados por brazos rotatorios hacia el centro de los hogares. En un modelo estándar de 6 hogares los desechos son secados en el primero y segundo hogar, quemado en los siguientes tres hogares y las cenizas enfriadas en el sexto. El aire de combustión es precalentado y distribuido mediante un eje central enfriando los brazos rotatorios. Su eficiencia térmica es alta y reduce necesidad de combustible auxiliar. Sus desventajas son daños térmicos y corrosión en las partes móviles. Los desechos muy viscosos, las partículas de 2cm o más y los desechos que forman costras o se tornan pegajosos al calentarlos no son apropiados para este tipo de incineración.

4.-Fijación química

Generalidades: Los desechos pueden ser solidificados o fijados químicamente siguiendo un proceso de neutralización, desintoxicación o cualquier otro proceso físico-químico orientado hacia la reducción de su volumen. Los lodos precipitados o sólidos resultantes van a un proceso de fijación o solidificación que dan como resultado un sólido con integridad estructural. Los procesos de fijación son varios pero todos persiguen el mismo objetivo: Producir un sólido adecuado para relleno de tierras. El riesgo de contaminación por el lixiviado es eliminado.

Procesos más usados:

Base Cemento Portland: Consiste en el sellado del desecho en una matriz del cemento. Se pueden utilizar aditivos para mejorar el desecho. El agua del residuo reacciona químicamente con el cemento formando silicatos hidratados y compuestos aluminados. Los sólidos actúan como agregados para formar concretos variables en dependencia del residuo, tipo y cantidad de cemento y de aditivos. La relación agua-cemento para que sea trabajable el cemento es 1:3 en principio pero depende del

desecho si absorbe más o menos cantidad de agua. También puede prepararse un hormigón con los siguientes materiales:

Cemento- 1 parte
Arena- 1 parte
Arido- 2,5 partes
Lodo- 1,5 partes
Agua- suficiente.

Base Cemento Portland/Cal: Es similar a la anterior sólo que el aditivo es cal. Mejora el proceso de fraguado y las propiedades físicas de la matriz solidificada.

Base Cemento Portland/Arcilla: En este caso la diferencia es que el aditivo es arcilla. Como la arcilla es material de sílice decrece la pérdida de filtrado desde la matriz.

Base Cemento Portland/Silicatos solubles: Utiliza silicatos de sodio o de potasio para solidificar un amplio rango de desechos. El sistema se gelifica rápido por eso se utiliza para desechos que fraguan rápido para prevenir agua en superficie. La reacción química entre el silicato soluble y el cemento, ocasionalmente con la adición de reactivos brinda una fuerte unión entre los contaminantes y la matriz de solidificación disminuyendo el lixiviado.

Base Cemento Portland/Cenizas finas: Proceso muy económico al utilizar la ceniza que es un desecho. Reemplaza parte del cemento y como es material silicoso decrece el lixiviado desde la matriz.

Cal/Cenizas finas: Consiste en la creación de una matriz sólida parecida al concreto por reacción del desecho con agua, cal y ceniza. Mejora las propiedades físicas de la matriz y decrece el lixiviado. Aunque estos procesos son del dominio público, generalmente incorporan aditivos y procedimientos de operación que son propiedad de compañías o firmas.

Cal/Arcilla: Es similar a la anterior, sólo que en este caso el material silíceo de grano fino es la arcilla en lugar de la cal.

Polvo de horno de cemento o de horno de cal: Es utilizado en procesos de solidificación. Son usados principalmente como absorbentes o para neutralizar residuos ácidos. Estos polvos varían ampliamente en su química según la fuente y estas fuentes son inciertas y variables respecto a calidad y costo. El polvo de horno de cemento actúa como un pobre sustituto del cemento. Se utilizan para acciones remediales en sitios de disposición y para la limpieza de derrames.

Descripción del proceso: Los desechos son recolectados y segregados de acuerdo con su compatibilidad mutua durante el proceso de tratamiento físico. Estos son entonces colocados o bombeados hacia un tanque de tratamiento en donde son agregados varios químicos para causar su precipitación, neutralización o detoxificación. En algunas ocasiones otro desecho puede ser utilizado para neutralizar los desechos ácidos como son los cáusticos usados. La fase acuosa es decantada y almacenada para ser utilizada en futuros tratamientos físico-químicos o biológicos.

Los lodos a la salida del tanque de tratamiento pasa al proceso de solidificación con productos químicos. Si los materiales de base de cemento son utilizados, el material puede ser mezclado en una mezcladora de cemento en camino hacia el sitio de relleno de tierras. Este proceso resulta en un incremento del volumen al doble. La última etapa consiste en el vaciado de la mezcla de cemento-desecho dentro de las celdas de relleno de tierras

Anexo B

Clases de Riesgos

Clase 1 Se aplica a compuestos en estado sólido, poco solubles, no inflamables ni reactivos ni corrosivos que aunque contienen elementos que pueden ser perjudiciales al ambiente, los mismos no se liberan ni pasan al ambiente en forma inmediata, si se dispersan sobre el suelo pueden ser recolectados con utensilios manuales o mecánicos sin exigir equipos de protección completa del trabajador.

Clase 2 Materiales y desechos semisólidos y líquidos, hidrosolubles, no inflamables, ni reactivos, ni corrosivos, con elementos tóxicos en concentraciones que no puedan causar un envenenamiento masivo, ni perdurable en el ambiente; no son irritantes ni tóxicos por inhalación; su riesgo mayor está relacionado con su condición fluida que dificulta su recuperación en caso de derrame.

Clase 3 Sólidos o líquidos, combustibles o inflamables sólo en presencia de llama, pueden tener ciertas características irritantes, corrosivas o tóxicas pero no requieren para su manejo equipos de protección total; potencial de dispersión limitado, cantidad transportada que no exceda de 3 toneladas ni 25 metros cúbicos, con un daño esperado moderado, en áreas puntuales y sin efectos perdurables en el ambiente.

Clase 4 Sólidos o líquidos, explosivos o inflamables, sin presencia de llama, corrosivos, reactivos o tóxicos, con efectos potenciales peligrosos y perdurables en las personas o el ambiente, pero en razón a las cantidades transportadas no es factible que ocurran situaciones de destrucción ni contaminación alejadas del lugar del accidente, hay posibilidades técnicas de controlar la diseminación del agente o detener su efecto.

Clase 5 Sólidos, líquidos o gases que pueden producir reacciones explosivas, o ser fácilmente inflamables, muy reactivos, corrosivos, desprenden gases y vapores tóxicos, alto potencial de propagación o diseminación, efecto letales a las personas o letales y persistentes al ambiente, pueden causar destrucción o contaminación a decenas de metros del accidente

Bibliografía

- [1] Resolución 015 del 02-96 y versión revisada de ésta: “Regulaciones para el ejercicio de las funciones de Autoridad Nacional y Punto de Contacto del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su eliminación y otras disposiciones para la Gestión ambientalmente racional de estos Desechos.”
- [2] Norma Ramal NRIB 092180 para la limpieza de tanques de almacenamiento de petróleo crudo y sus derivados.
- [3] Guía para el manejo de residuos sólidos de refinerías de petróleo. ARPEL
- [4] Manejo de Desechos. ANCAP – CUPET – ARPEL - Komex International.
- [5] Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de los Desechos Peligrosos. Gaceta Oficial. Venezuela.
- [6] Inventario de Desechos Peligrosos. CUPET.
- [7] Breviario de términos y conceptos sobre Ecología y Protección Ambiental. PEMEX.
- [8] Waste management Guidelines for Petroleum Refineries and Upgrades. Canadian Petroleum Products Institute.