

COMITÉ ASESOR DE SALUD, PROTECCIÓN CIVIL Y MANEJO AMBIENTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Guía técnica de acción para residuos químicos



Dra. Irma Gavilán García
Coordinador



2012

PRESENTACIÓN

Como parte de los trabajos del Comité Asesor de Salud, Protección Civil y Manejo Ambiental encabezado por la Secretaría Administrativa de la UNAM, se acordó en la reunión del 29 de mayo del 2006, dentro del marco del Programa de Manejo Adecuado de Residuos Peligrosos, el desarrollo de tres “GUIAS TÉCNICAS DE ACCIÓN PARA RESIDUOS PELIGROSOS (QUÍMICOS, BIOLÓGICOS y RADIATIVOS)”.

En ésta guía se consideran los principales aspectos técnicos sobre la identificación, separación de residuos peligrosos químicos, su manejo adecuado, equipo de protección, bases para el almacenamiento seguro, requerimientos legales y una evaluación que permita al generador conocer su desempeño y es una herramienta de apoyo dirigida a los responsables de su manejo en cada entidad.

Estas guías fueron elaboradas por el siguiente grupo de trabajo:

Dra. Irma Gavilán García (Jefe de la Unidad de Gestión Ambiental, Facultad de Química, UNAM)

M. en I. Arturo Gavilán García

M. en I. Gema Susana Cano Díaz

M. en I. Víctor Alcántara Concepción

PRÓLOGO

En la Universidad Nacional Autónoma de México se desarrollan diversas áreas del conocimiento, donde se realizan actividades de docencia e investigación que, en algunos casos, implica el uso y manejo de sustancias químicas, materiales radiactivos y la manipulación de diversos organismos, con los que se pueden generar residuos peligrosos químicos, que demandan un estricto control en su manejo para minimizar los riesgos hacia la comunidad universitaria.

En materia de residuos peligrosos químicos, el marco normativo mexicano incluye a la “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”, la “Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos”, los reglamentos de Residuos Peligrosos y de Impacto Ambiental, así como diversas Normas Oficiales Mexicanas (NOM), los cuales regulan el manejo de los residuos peligrosos y señalan como responsable directo del destino de éstos a los generadores, por lo que la UNAM está obligada a ser cuidadosa con el manejo de los residuos y rigurosa con las empresas que le ofrecen servicios para la disposición de estos.

Nuestra casa de estudios, ha demostrado ser pionera en la implementación de programas institucionales en beneficio de la sociedad mexicana, por tal motivo la responsabilidad de efectuar una gestión adecuada de los residuos peligrosos en el campus es un compromiso moral, ético y legal, y por ello es importante tener actualizados nuestros inventarios y darles un manejo seguro en todas las entidades y dependencias generadoras de este tipo de residuos.

A través del Programa de Manejo Adecuado de Residuos Peligrosos, se establecen las estrategias y procedimientos propios para aprovechar y manejar de manera ambientalmente segura todos los tipos de residuos peligrosos generados de las actividades de docencia e investigación en la UNAM, con el objetivo de dar cumplimiento a la legislación ambiental vigente.

<http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/inicio.aspx>

Este documento es una herramienta de apoyo dirigida a los usuarios de laboratorios de docencia e investigación, que de ninguna manera sustituye los conocimientos de las propiedades de los materiales peligrosos y la experiencia profesional.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| 1. INTRODUCCIÓN | ● 1 |
| 2. ALCANCES | ● 1 |
| 3. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS | ● 1 |
| 3.1. DIRECCIÓN. | ● 2 |
| 3.2. NIVEL ADMINISTRATIVO/TÉCNICO | ● 2 |
| 3.3. COORDINADOR ESPECIALISTA EN RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS | ● 2 |
| 3.4. SUPERVISORES DE LABORATORIO/JEFES DE DEPARTAMENTO/COORDINADORES | ● 2 |
| 3.5. INVESTIGADOR/PROFESOR TITULAR | ● 3 |
| 3.6. TÉCNICOS ACADÉMICOS/ESTUDIANTES | ● 3 |
| 3.7. RESPONSABLE DE SEGURIDAD | ● 3 |
| 4. GENERALIDADES Y DEFINICIONES | ● 3 |
| 5. ETIQUETADO DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS | ● 6 |
| 6. CONTENCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS | ● 9 |
| 7. COMPATIBILIDAD | ● 16 |
| 8. ALMACENAMIENTO IN SITU | ● 18 |
| 9. TRANSFERENCIA DE RESIDUOS DEL SITIO DE ALMACENAMIENTO IN SITU AL ALMACÉN TEMPORAL DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS | ● 19 |
| 10. ALMACÉN TEMPORAL DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS | ● 20 |
| 11. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS | ● 23 |
| 12. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS | ● 24 |
| 12.1. CARA Y OJOS | ● 24 |
| 12.2. RESPIRADORES | ● 25 |
| 12.3. ROPA PROTECTORA | ● 32 |
| 12.4. EXTREMIDADES INFERIORES | ● 36 |
| 12.5. EXTREMIDADES SUPERIORES | ● 37 |
| 12.6. EQUIPO PARA EL CONTROL DE DERRAMES | ● 41 |
| 13. CAPACITACIÓN | ● 42 |
| 14. EVALUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS | ● 43 |
| 15. BIBLIOGRAFÍA GENERAL | ● 47 |
| 16. GLOSARIO | ● 48 |
| ANEXO I: MANIFIESTO DE ENTREGA, TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS | ● 52 |
| ANEXO II: LISTAS DE VERIFICACIÓN | ● 53 |
| ANEXO III: BITÁCORA DE ENTRADAS Y SALIDAS DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS DEL ALMACÉN TEMPORAL | ● 58 |

TELÉFONOS DE EMERGENCIA

| Servicios de Emergencia en la UNAM | Extensión desde CU | Teléfonos |
|------------------------------------|--------------------|------------------------|
| Auxilio UNAM | 22430 | 5616-1922 5616-0967 |
| | 22432 | |
| | 22431 | |
| | 22433 | |
| Servicios Médicos URGENCIAS | 20140 | 5616-0914 |
| | 20202 | 5622-0140 |
| | | 5622-0202 |
| Sistema de Orientación en Salud | | 5622-0127 |
| Bomberos | 20565 | 5616-1560 |
| | 20566 | |
| Red de Emergencias | 55 | |
| CENAPRED | | 5424-6100 |

Nota: Para la Extensión del Sistema Telefónico de la UNAM (cinco dígitos), deberá marcar directamente a extensiones de cinco dígitos, si no cuenta con extensión de cinco dígitos, marque el prefijo 562 + la extensión y obtendrá el número directo.

| Servicios de Emergencia en el DF | Teléfonos | Servicios de Emergencia en el DF | Teléfonos |
|--|------------------------|---|----------------------|
| Bomberos | 5768-2532 068 | Escuadrón de Rescate y Urgencias Médicas | 066 |
| Centro Antirrábico | 5796-4260 5796-3770 | Fugas de Gas L.P. | 52425100 |
| Comisión de Búsqueda y Salvamento | 5571-3230 5571-3470 | Incendios Forestales | 56831142 |
| Cruz Roja | 53951111 065- | Locatel | 5658-1111 |
| Comisión Federal de Electricidad (CFE) | 071 | Sistema de Emergencia en Transporte para la Industria Química (SETIQ) | 55591588 |
| Emergencia y Auxilio | 060 | Protección y Vialidad | 5256-0606 |
| Telsida | 5207-4077 | Tel – Sangre | 51194620 51194621 |

Diagrama para la identificación de residuos peligrosos

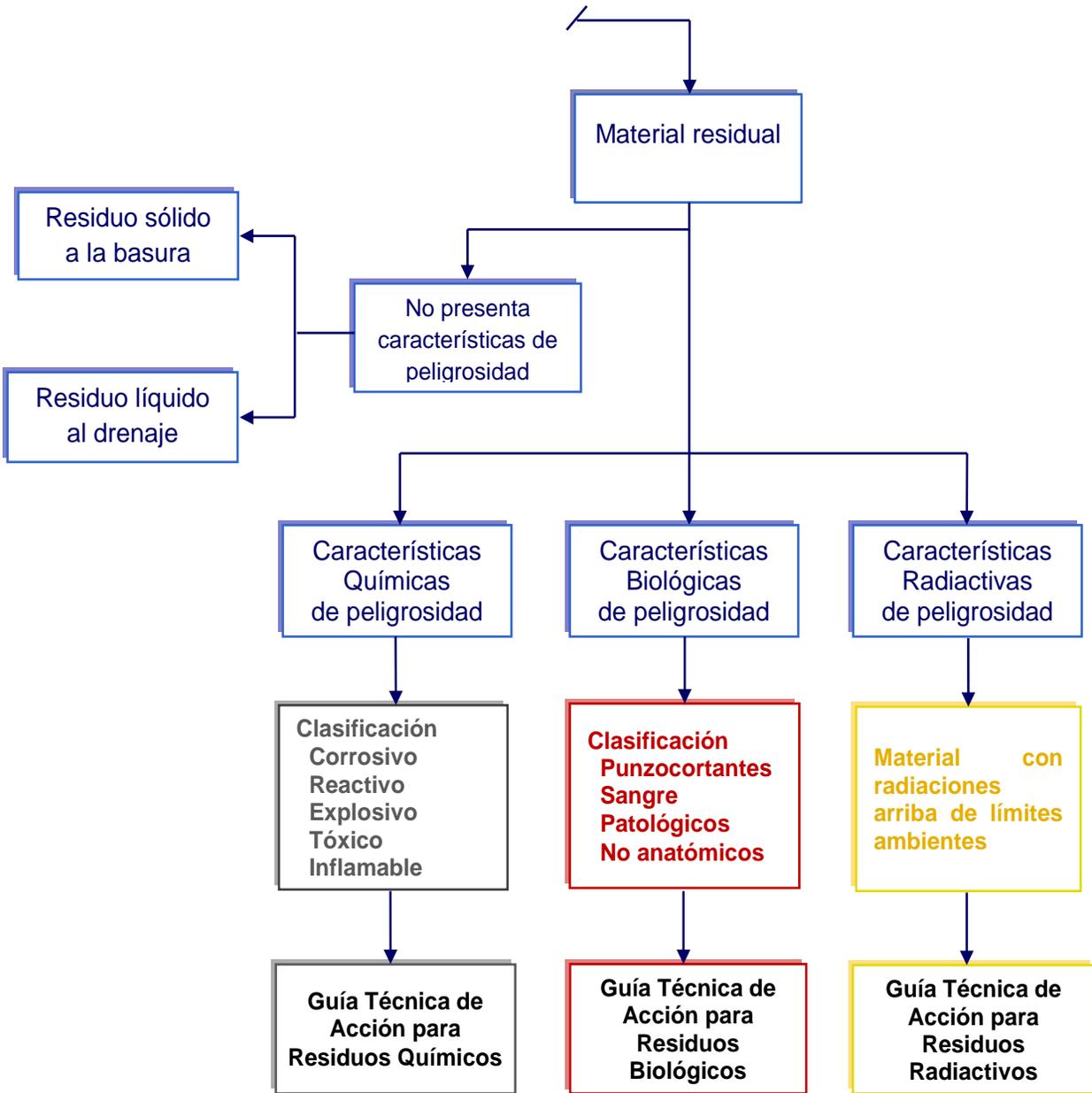
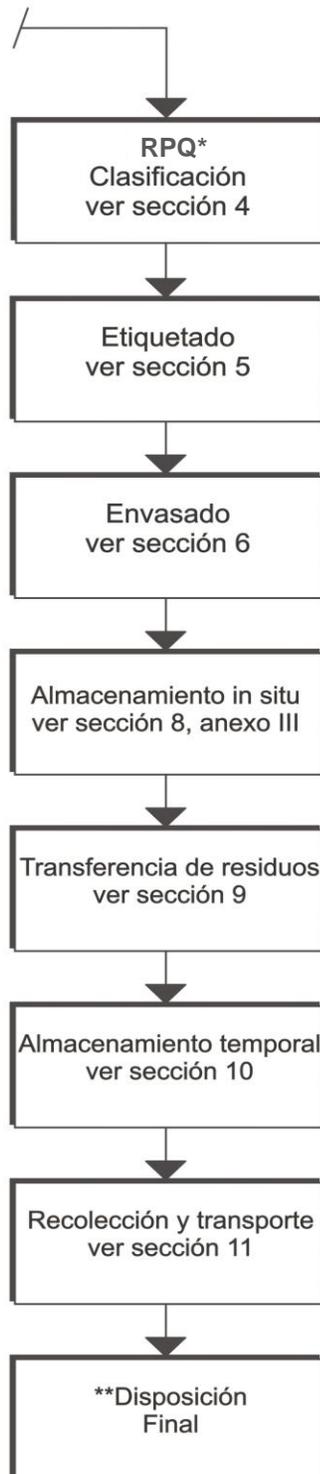


Diagrama para el manejo de Residuos Peligrosos Químicos



Requisitos para el adecuado manejo de RPQ

| Requisito | Sección |
|----------------------|---------|
| Equipo de protección | 12 |
| Control de derrames | 12.6 |
| Compatibilidad | 7 |

Teléfonos de emergencia

Herramientas para el adecuado manejo de RPQ

| Herramienta | Sección |
|--------------------------------|----------|
| Capacitación | 13 |
| Evaluación | 14 |
| Manifiesto entrega - recepción | Anexo I |
| Lista de verificación | Anexo II |

*Normatividad aplicable sección 4 y <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/inicio.aspx>

**Listado de empresas autorizadas para el RPBI

http://tramites.semarnat.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=443

1. INTRODUCCIÓN

Este documento de referencia es una guía para la implementación de los programas de manejo de residuos peligrosos químicos generados en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Está acompañada de un formato de evaluación sobre el manejo de los residuos peligrosos químicos, así como de un programa de capacitación, con la finalidad de apoyar a los generadores de este tipo de residuos en las diversas entidades de docencia e investigación de la UNAM, para mantener un nivel óptimo de cumplimiento de los requerimientos regulatorios federales para el manejo de los mismos.

2. ALCANCES

Esta guía técnica se enfoca en los criterios para la identificación, generación, almacenamiento, transporte y disposición de residuos peligrosos químicos generados en la UNAM.

La guía se apega a los criterios definidos para los residuos peligrosos químicos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

3. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS

El éxito en el manejo de residuos peligrosos químicos requiere del concurso de los distintos niveles de dirección y operación, así como de toda la estructura organizacional de institutos, centros de investigación y centros de enseñanza.

Un manejo adecuado de los residuos peligrosos químicos demanda la responsabilidad y acción de todos los niveles, desde la Dirección de las entidades, la Secretaría Administrativa o Secretaría Técnica, según sea el caso, hasta los investigadores, profesores, estudiantes y trabajadores que manejan residuos peligrosos. Del conocimiento de sus obligaciones y del estricto cumplimiento de las normas con relación a dichos objetivos dependerá la disminución del riesgo, con el consiguiente beneficio para el personal ocupacionalmente expuesto y los demás miembros de la comunidad universitaria. Las funciones y responsabilidades en materia de manejo de materiales y residuos peligrosos químicos son:

3.1 DIRECCIÓN.

El Director, como máxima autoridad en la estructura organizacional de institutos, centros de investigación o centros de enseñanza, es responsable de hacer cumplir los lineamientos sugeridos en esta guía, de él depende el éxito o fracaso en la implementación de lineamientos operativos y medidas para el manejo de materiales y/o residuos peligrosos químicos. El Director será el principal impulsor de los planes y programas en la materia y girará las instrucciones necesarias para el cumplimiento de los procedimientos que permitan la gestión adecuada de residuos peligrosos químicos, alentando que se cumplan las disposiciones legales vigentes sobre protección y manejo de residuos peligrosos químicos.

La Dirección es la responsable legal de obtener la documentación necesaria para el manejo y disposición de residuos peligrosos químicos. El Director asignará dicha responsabilidad al personal de la Secretaría Administrativa, Secretaría Técnica u otra a su cargo para velar por el cumplimiento de los lineamientos que ayuden al manejo adecuado de los residuos y la disminución de los riesgos.

3.2 NIVEL ADMINISTRATIVO/TÉCNICO

De acuerdo con las atribuciones de su cargo, la Secretaría Administrativa, Secretaría Técnica o la que corresponda a ese nivel en la organización, debe establecer las líneas de responsabilidad del personal a su cargo, obligándose a adoptar las medidas necesarias para hacer operativos los lineamientos legales, directivos, así como proporcionar los recursos humanos y materiales necesarios para el funcionamiento de los planes y programas de manejo de residuos peligrosos químicos.

3.3 COORDINADOR ESPECIALISTA EN RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS

El Coordinador es el responsable de la operación diaria del programa de manejo de residuos peligrosos químicos, incluyendo la programación y coordinación de las actividades de recolección, almacenamiento temporal y disposición. El coordinador debe estar en continuo contacto con todos los niveles de manejo y generación de residuos peligrosos químicos, apoyando en las tareas de supervisión de fallas y coordinando las actividades con las empresas de disposición y manejo de residuos la disposición final y su transporte fuera de las instalaciones universitarias. El coordinador podrá ser personal de la misma dependencia. Es responsable de las verificaciones de control en sitios de acumulación, el llenado correcto de registros, archivos e informes, verificación de las etiquetas en contenedores y control de las bitácoras de generación (Anexo III).

3.4 SUPERVISORES DE LABORATORIO/JEFES DE DEPARTAMENTO/COORDINADORES

Los supervisores de laboratorio/Jefes de departamento/Coordinadores son los responsables de la vigilancia y aplicación del programa de manejo de residuos peligrosos químicos en sus áreas respectivas. Esto incluye la operación adecuada de los sitios de almacenamiento *in situ* y que todo el personal ocupacionalmente expuesto reciba capacitación adecuada.

3.5 INVESTIGADOR/PROFESOR TITULAR

El investigador/profesor titular en los laboratorios que generan residuos peligrosos químicos es el responsable del cumplimiento de los lineamientos plasmados en esta guía, y es el encargado de dirigir al personal a su cargo debiendo asignar funciones en cada puesto de trabajo, y supervisar todas las tareas del manejo de materiales y residuos peligrosos químicos. Estará obligado a comunicar los movimientos del personal ocupacionalmente expuesto (altas, bajas y traslados), con la suficiente antelación que permita adoptar las medidas necesarias para su adscripción a la instalación correspondiente.

3.6 TÉCNICOS ACADÉMICOS/ESTUDIANTES

Es responsabilidad del personal que trabaje dentro de instalaciones donde se utilicen equipo o se generen residuos peligrosos químicos llevar a cabo todas las actividades en forma segura y dar seguimiento a los materiales y residuos peligrosos químicos en el centro de trabajo. Siendo también su responsabilidad tener los conocimientos necesarios en esta materia, asistiendo a las pláticas y cursos de capacitación.

3.7 RESPONSABLE DE SEGURIDAD

El Responsable de seguridad deberá revisar todos los aspectos operativos del manejo de residuos peligrosos químicos, así como supervisar y controlar el flujo de materiales peligrosos dentro y fuera de las instalaciones a su cargo. Éste tendrá que elaborar programas y contenidos de cursos de capacitación al personal en los centros de trabajo.

4. GENERALIDADES Y DEFINICIONES

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), los residuos peligrosos son “aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio”. Para su manejo, los residuos peligrosos generalmente se dividen en tres grandes grupos: químicos, biológicos y radioactivos.

Los residuos peligrosos químicos incluyen una amplia gama de materiales como productos químicos comerciales que son desechados, los residuos de proceso y las aguas residuales. Algunas sustancias químicas y mezclas de éstas son consideradas como residuos peligrosos si presentan al menos una de las siguientes características, bajo las condiciones señaladas en los numerales 7.2 a 7.7 de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005¹:

<http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/Pages/inicio.aspx>

| | | | | | |
|--------------|-------------|--------------|------------------------|----------------|--------------------------|
| Corrosividad | Reactividad | Explosividad | Toxicidad Ambiental | Inflamabilidad | Biológico- Infecciosa |
|--------------|-------------|--------------|------------------------|----------------|--------------------------|

¹ Para mayor detalle en conceptos básicos se deberá consultar la sección de definiciones de la NOM-052-SEMARNAT-2005

Estas características definen los criterios que hacen que un residuo sea considerado peligroso, sin olvidar que hay sustancias o residuos químicos que puede implicar riesgos a la salud y al ambiente aunque que no se establezcan en las reglas y normas. Esto se tendrá presente en las actividades de laboratorio o al disponer de un residuo..

**SE CONSIDERA UN RESIDUO CORROSIVO SI:
(NOM-052-SEMARNAT-2005)**

- Es un líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.
- Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.
- Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6.35 milímetros o más por año a una temperatura de 328 K (55°C), según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.

**SE CONSIDERA UN RESIDUO REACTIVO SI:
(NOM-052-SEMARNAT-2005)**

- Es un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición, según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.
- Cuando se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo del residuo por hora, según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.
- Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor, según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.
- Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones ácidas genera gases en cantidades mayores a 250 miligramos de ácido cianhídrico por kilogramo de residuo o 500 miligramos de ácido sulfhídrico por kilogramo de residuo.

**SE CONSIDERA UN RESIDUO EXPLOSIVO SI:
(NOM-052-SEMARNAT-2005)**

- Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, debe definirse a partir del conocimiento del origen o composición del residuo.

**SE CONSIDERA UN RESIDUO TÓXICO AMBIENTAL SI:
(NOM-052-SEMARNAT-2005)**

- El extracto PECT, obtenido mediante el procedimiento establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993, contiene cualquiera de los constituyentes tóxicos listados en la Tabla 2 de la NOM-052-SEMARNAT-2005 en una concentración mayor a los límites ahí señalados.

**SE CONSIDERA UN RESIDUO INFLAMABLE SI:
(NOM-052-SEMARNAT-2005)**

- Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en disolución o suspensión que tiene un punto de inflamación inferior a 60.5°C, medido en copa cerrada, de conformidad con el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente, quedando excluidas las disoluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%.
- No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25°C, según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.
- Es un gas que, a 20°C y una presión de 101.3 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con aire de cuando menos 12% sin importar el límite inferior de inflamabilidad.
- Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material.

**SE CONSIDERA UN RESIDUO BIOLÓGICO-INFECIOSO:
(NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002)**

- Los tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentren en formol.
- Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico e histológico, excluyendo orina y excremento.
- Los cadáveres y partes de animales que fueron inoculados con agentes enteropatógenos en centros de investigación y bioterios.
- Los residuos no anatómicos que son: Los recipientes desechables que contengan sangre líquida; Los materiales de curación, empapados, saturados, o goteando sangre o cualquiera de los siguientes fluidos corporales: líquido sinovial, líquido pericárdico, líquido pleural, líquido Céfaló- Raquídeo o líquido peritoneal.
- Los materiales desechables que estén empapados, saturados o goteando sangre, o secreciones de pacientes con sospecha o diagnóstico de fiebres hemorrágicas, así como otras enfermedades infecciosas.
- Materiales absorbentes utilizados en las jaulas de animales que hayan sido expuestos a agentes enteropatógenos.
- Los objetos punzo cortantes. Los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, únicamente: tubos capilares, navajas, lancetas, agujas de jeringas desechables, agujas hipodérmicas, de sutura, de acupuntura y para tatuaje, bisturís y estiletos de catéter, excepto todo material de vidrio roto utilizado en el laboratorio, el cual deberá desinfectar o esterilizar antes de ser dispuesto como residuo municipal.

5. ETIQUETADO DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS

Todos los residuos peligrosos químicos deben estar identificados mediante una etiqueta para conocer en todo momento el tipo de residuo que se tiene y para facilitar su manejo, almacenamiento, tratamiento y disposición final, evitando riesgos por compatibilidad con otros residuos. Durante el manejo de residuos, estos pasan por varias personas y la información de la etiqueta es fundamental para que en cada etapa el responsable pueda contar con la información mínima necesaria sobre el residuo. Es indispensable realizar una correcta identificación en el llenado y colocar todas las etiquetas, evitando falla alguna.

RECOMENDACIONES EN LA INFORMACIÓN PARA EL ETIQUETADO²

- Fecha de acumulación. La fecha de acumulación (inicio) debe estar en conformidad con la regulación vigente. Se debe llenar día, mes y año, y recordar que muchos residuos son muy inestables. En esta sección se debe indicar la última fecha en que se agregaron o mezclaron residuos.
- Información del generador. En esta sección se identifica claramente el nombre de la persona que generó el residuo. Esta información permitirá rastrear al generador desde el sitio de disposición final en caso de requerirse. Se debe indicar la ubicación exacta donde se generó el residuo.
- Descripción química. Se debe indicar el nombre completo de cada componente sin utilizar fórmulas o abreviaturas. Se debe contar con una hoja de datos de seguridad para todos los componentes del residuo. Se deben listar todos los componentes, incluso el agua si se trata de un residuo acuoso. También se debe indicar la concentración relativa al 100% de los componentes. En caso de no contar con la información específica sobre la mezcla de residuos, se puede indicar en la etiqueta la cantidad de residuos que se hayan mezclado.
- Estado físico. La información sobre el estado físico es muy importante para efectos de manejo. Las etiquetas y los formatos deben estar marcados de forma explícita.
- Categoría de peligro. Señalar el tipo de peligro de acuerdo con sus características CRIT. De ser posible, especificar el peligro potencial. Hacer uso del juicio, las Hojas de Datos de Seguridad, y determinar la categoría primaria del riesgo.

En la figura 1, se muestra un esquema de etiqueta, el cual indica la información básica que ésta debe contener:

Figura 1. Formato de etiqueta

| | | |
|---|-------------------------------------|---------------------|
| Logo UNAM | RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS | Logo Dependencia |
| Dependencia: _____ Departamento: _____ | | |
| Edificio & No. Lab: _____ Teléfono: _____ | | |
| Generador: _____ Fecha: _____ | | |
| CONTENIDO: | | |
| Nombre químico sin abreviatura: _____ Cantidad & concentración: _____ | | |
| Color: _____ Consistencia: _____ Caract. CRIT: _____ | | |
| Tamaño del contenedor: _____ | | |
| Descripción del proceso o actividad donde se generó el residuo: _____ | | |

² Requerido por el Art. 46 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Siempre se deben colocar etiquetas en los contenedores primarios (contenedor interno) y nunca en los secundarios (contenedor externo). A continuación se menciona la información básica que debe ser incluida en una etiqueta:

PROCEDIMIENTO DE EMPACADO DE ALGUNOS RESIDUOS ESPECÍFICOS.

Las recomendaciones aquí planteadas también deben incluirse en el etiquetado de residuos de tal manera que el responsable tenga idea del tipo de residuos que está manejando e indagar los procedimientos en su manejo que incluyan los riesgos presentes por el tipo de residuos y la forma de empaque.

- Formalina y disoluciones de formaldehído. Las disoluciones de formaldehído deben ser almacenadas para su disposición por el área especializada para el manejo de residuos. Esta sustancia es un sospechoso cancerígeno con bajo límite permisible de exposición (LPE) y pocas propiedades de advertencia.
- Gel de bromuro de etidio. Éstos se deben almacenar en bolsas de plástico selladas.
- Líquidos inflamables y disolventes orgánicos. Mantener separados los residuos de disolventes halogenados de los no halogenados. Separar los disolventes orgánicos de las disoluciones acuosas cuando sea posible. Mantener los ácidos separados de los residuos de otros disolventes y bases.
Seguir precauciones de seguridad para disolventes precursores de peróxidos.
- Ácidos, bases y disoluciones acuosas. No mezclar ácidos inorgánicos fuertes u oxidantes entre sí y con compuestos orgánicos. Mantener los ácidos, bases y las disoluciones acuosas con metales pesados separados de otros residuos. Evite la mezcla de ácidos y bases fuertes en el mismo contenedor, ya que se genera una reacción fuertemente exotérmica.
- Disoluciones con mercurio. Mantener los residuos que contengan sales de mercurio separados.
- Materiales reactivos. Las siguientes sustancias no deben ser mezcladas con otro residuo peligroso bajo ninguna circunstancia:
 - Ácido nítrico a más de 40% de concentración.
 - Ácido perclórico.
 - Peróxido de hidrógeno a más de 52% en peso.
 - Ácido nitro-hidroclórico.
 - Cloratos y nitratos.
- Ácido perclórico y percloratos. Mantener estos residuos en contenedores separados.
- Residuos tóxicos. Separar los residuos tóxicos de otro tipo de residuos, en particular para el caso de residuos con mercurio.
- Residuos tóxicos severos. Mantener estos residuos en contenedores separados.
- Pintura y adelgazador. Separar los sólidos y colocar el adelgazador en contenedores separados. No contaminarlo con residuos de papel, brochas, etc. Separar los residuos de pintura base agua de los de pintura base aceite.
- Adsorbente cromatográfico. Mantener la sílica gel (o gel de sílice) en bolsas de plástico o en un contenedor de polietileno. No almacenarlo con residuos líquidos. No almacenarlo conjuntamente con papel, plástico, guantes, etc. En caso de que el contaminante impregnado en el adsorbente rebase los criterios CRIT, manejar como residuo peligroso.
- Revelador y fijador fotográfico. El revelador es considerado peligroso por corrosividad o toxicidad siempre que rebase los criterios CRIT establecidos en la norma. La mayoría de los reveladores son soluciones muy diluidas que no son peligrosas y pueden desecharse en el drenaje. El fijador fotográfico gastado contiene plata, y se recomienda su recuperación y reciclaje mediante un proveedor autorizado por la SEMARNAT.
- Aceites, líquidos lubricantes y de enfriamiento. Estos materiales generalmente pueden ser reciclados e incluyen: aceite de motor, líquido de transmisión, aceite de corte, hidráulico o mineral. No se deben mezclar con sustancias halogenadas, y se deben acumular por separado y

ser enviados a reciclar o disponerse como combustible alternativo mediante un proveedor autorizado por la SEMARNAT.

- Bifenilos policlorados. Se recomienda almacenarlos por separado y darles tratamiento de acuerdo con la regulación específica (NOM-133-SEMARNAT-2000).
- Materiales explosivos. El material explosivo como el ácido pícrico seco, o disolventes contaminados con peróxidos se debe mantener separado de otro tipo de residuos. El manejo de este tipo de materiales debe ser realizado por expertos en seguridad y gestión ambiental.
- Reactivos obsoletos. Las sustancias químicas no utilizadas, de ser posible, deberán ser regresadas al proveedor. En caso de no ser posible, manejarlos en contenedores de acuerdo con su compatibilidad para su correcta disposición como residuos peligrosos mediante un proveedor autorizado por la SEMARNAT.
- Plaguicidas. Los insecticidas, herbicidas y fungicidas que no han sido utilizados deberán ser regresadas al proveedor. En caso de no ser posible, manejarlas en contenedores separados para su correcta disposición.
- Asbestos. Los asbestos, incluyendo aquellos combinados con otro tipo de material de construcción se deberán empacar levemente húmedos en bolsas de plásticos u otros contenedores rígidos que no permitan la fuga de polvos.
- Material desechable de laboratorio. Los materiales contaminados con residuos peligrosos químicos como guantes, papel, plástico, etc. deben ser almacenados en un contenedor para su manejo de acuerdo con las características de los residuos con los cuales estén contaminados. Se debe tener cuidado particular con venenos y sustancias mutagénicas.
- Cilindros de gases. Los cilindros de gases vacíos deben ser regresados al proveedor.

En la figura 2 se muestra un ejemplo de etiqueta específica, el cual se utiliza en la Facultad de Química de la UNAM.

Figura 2. Propuesta de etiquetas para el manejo de residuos peligrosos químicos en la UNAM (Facultad de Química).

Universidad Nacional Autónoma de México



RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS

Dependencia
Universitaria



Dependencia _____ Departamento _____

Edificio _____ No Lab _____ Tel. _____

Responsable (Generador) _____ Nombre del residuo _____ Fecha _____
Día/mes/año

Nombre químico (sin abreviaturas) _____ Sólido Líquido Cantidad _____
 Litros kg

Color _____ Consistencia _____

Característica

C O R O E O T O I O

Marque la característica del residuo

Observaciones _____

Fuente: Elaboración propia.

6. CONTENCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS

Todos los residuos deben recogerse en contenedores que sean resistentes al tipo de residuo que será almacenado. En algunos casos, los contenedores originales de materiales peligrosos pueden ser reutilizados para recolectar el mismo tipo de material residual. Algunos ejemplos de contenedores para residuos peligrosos químicos son:

- Contenedor de polietileno (HDPE) de 5 galones
- Tambor de boca abierta de polietileno de 30 galones
- Tambor de fibra de vidrio de 55 galones
- Tambor de boca abierta o cerrada de metal de 55 galones
- Tambor de boca cerrada de polietileno (HDPE) de 55 galones
- Contenedor de polipropileno (PP) de 5 galones
- Contenedor de vidrio recubierto con PVC de un galón
- Botella de polipropileno (PP) de 30mL
- Botella de polipropileno (PP) de 60mL
- Botella de polipropileno (PP) de 125mL
- Botella de polipropileno (PP) de 250mL
- Botella de polipropileno (PP) de 500mL
- Botella de polipropileno (PP) de 1000mL
- Botella de vidrio** de 60mL, solo para su uso con residuos incompatibles con otros materiales
- Botella de vidrio** de 125mL, solo para su uso con residuos incompatibles con otros materiales
- Botella de vidrio** de 250mL, solo para su uso con residuos incompatibles con otros materiales

**Existen contenedores con una recubierta plástica que permite que al caer y romperse la sustancia contenida no se disperse, reteniendo el líquido por algunos minutos, dando tiempo para buscar el equipo de protección e instrumentos para la contención definitiva del residuo.

Las imágenes que a continuación se muestran corresponden tienen fines ilustrativos y no prejuzgan sobre algún proveedor.

Figura 3. Contenedores metálicos de residuos peligrosos químicos con contenedores secundarios



Fuente: - Lab Safety Supply, 2011

Es responsabilidad del generador la adquisición de contenedores que estén en buenas condiciones y que sean compatibles con los residuos contenidos en ellos. Se conocen como contenedores primarios a aquellos que son utilizados para almacenar a los residuos; y se conoce como contenedores secundarios a aquellos que se utilizan para la contención de los contenedores primarios y para protección en caso de derrames, lo que permite contar con más tiempo para aislar y/o recoger el residuo derramado o en fuga (Figura 3). Los contenedores primarios y secundarios deben cumplir con algunas de las características indicadas en el Tabla 1.

Tabla 1. Criterios para el uso de contenedores primarios y secundarios

| Contenedores primarios |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se recomiendan tambores o frascos. ▪ Se requieren taparrosclas o tapas ajustadas. ▪ No utilizar parafilm o plástico como sello. ▪ Abrirlo solo cuando se agregue un residuo. ▪ No deben fugar cuando se invierte su posición. ▪ No deben utilizarse frascos o latas de alimentos. ▪ No debe tener fugas o moho. ▪ En el caso de sólidos se pueden utilizar bolsas de plástico sellables calibre 300. |
| Contenedores secundarios |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Son requeridos para todo tipo de residuos excepto sólidos no lixiviables (guantes, desperdicios grandes de materiales y cilindros de gases). <p>Para sólidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Las cajas y contenedores con tapa son adecuados. <p>Para líquidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se recomienda el uso de tinas y charolas. ▪ No se recomienda utilizar contenedores secundarios con sustancias incompatibles e incluso con materiales distintos, lo que implica que solo sustancias iguales puede colocarse en contenedores compartidos. ▪ Si contienen un contenedor primario, debe tener una capacidad de 110% del volumen de éste último. ▪ Si contiene más de un contenedor primario debe tener una capacidad de 150% del volumen del contenedor más grande o 110% del volumen combinado de todos los contenedores. |

Los contenedores de residuos peligrosos químicos no deben manejarse o almacenarse de forma que se puedan derramar o romper. Dentro de las recomendaciones para un manejo adecuado se tienen:

RECOMENDACIONES SOBRE LOS CONTENEDORES DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS

- No llenar un contenedor a más del 80% de su capacidad. Esto permitirá la expansión en caso de un aumento en la temperatura o un congelamiento de materiales acuosos.
- Proteger al contenedor del congelamiento y/o calentamiento extremo.
- Mantener a los materiales inflamables alejados de fuentes de ignición.
- Manejar los contenedores de residuos mediante el uso de herramientas adecuadas como llaves antichispas, montacargas, sellos de teflón, etc.
- Al igual que los residuos dentro de las instalaciones de la dependencia, todos los residuos que sean trasladados fuera del almacén o laboratorio y de la dependencia deberán estar debidamente etiquetados.
- Los residuos deberán segregarse de acuerdo a las características del residuo y colocarse en recipientes que resistan la corrosión (ver Tabla 2).

Algunos ejemplos de contenedores de residuos peligrosos químicos que pueden ser utilizados considerando su compatibilidad se describen en las Tabla 2 y 3.

Tabla 2. Guía para la selección del material de fabricación de los contenedores para el almacenamiento de disolventes residuales

| Disolvente | Acero | Acero inoxidable | Polietileno | Disolvente | Acero | Acero inoxidable | Polietileno |
|------------------|-------|------------------|-------------|-----------------------|-------|------------------|-------------|
| Ácido acético | N | S | S | Aceite de combustible | S | S | S |
| Acetona | S | S | S | Heptano | S | S | S |
| Anilina | N | S | S | Hexano | S | S | S |
| Benceno | N | S | S | Keroseno | S | S | S |
| 2-Butanona | S | S | S | Metanol | S | S | S |
| Butileno | S | S | N | Cloruro de metileno | N | S | N |
| CFC | N | S | N | Metil-isobutil-cetona | S | S | S |
| Ciclohexano | S | N | N | Pentano | S | N | S |
| Ciclohexanona | N | S | N | Éter de petróleo | S | S | N |
| Etanol | S | S | S | Tolueno | S | S | S |
| Acetato de etilo | N | S | S | Tricloroetileno | N | S | N |
| Éter etílico | S | S | N | Xileno | S | S | S |

Fuente: Lab Safety Supply, 2011, pag. 824
 N = No compatible S = Compatible

Tabla 3. Guía de contenedores disponibles para el almacenamiento de residuos peligrosos químicos

| Contenedor | Capacidad | Materiales | Residuos compatibles | Residuos incompatibles |
|---|---------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Tambor cerrado con tapón superior | 5, 30, 55 gal. | Acero | Aceites usados. Mezclas de disolventes. Disolventes clorados. Productos químicos fotográficos con pH: 3-11. Refrigerantes. | Ácidos concentrados. |
| Tambor abierto con tapa de cerradura de palanca | 5, 30, 55 gal. | Acero | Residuos sólidos de laboratorio. Residuos sobre-empacados. Lodos y suelos. | Metales puros. |
| Tambor recubierto cerrado con tapón superior | 55 gal. | Acero recubierto con material epóxico | Disoluciones ácidas. Disoluciones alcalinas. Disolventes. Productos químicos fotográficos con conc. >2% o <12.5% Ácido nítrico <70% | Disolventes clorados. |
| Tambor cerrado con tapón superior | 30, 55 gal. | Acero inoxidable | Ácido nítrico > 70% | |
| Tambor abierto | 5 gal. | Polietileno (HDPE) | Residuos sólidos de laboratorio | |
| Bombona | 5 gal. | Polietileno (HDPE) | Residuos acuosos con o sin metales. Productos químicos fotográficos. Refrigerantes. | Aceites. Disolventes. Disolventes clorados. |
| Contenedores de fibra Bio cajas | 1 X 1 X 1.5 ft | Fibra de vidrio | Residuos médicos esterilizados. Punzocortantes y sangre. | |
| Tambor de tapón superior abierto y venteado | 55 ft | Acero galvanizado | Escombros. Líquidos solidificados. Residuos de laboratorio. | |
| Caja estándar para residuos | 52 X 52 X 87 pulg. | Acero | Escombros sólidos grandes. Tambores sobre empacados. | |
| Contenedor rígido de residuos de bajo nivel | 4 X 4 X 7 pulg. 2 X 4 X 7 ft | Acero | Escombros de construcción. Equipo contaminado. Cajas de guantes. | |

Fuente: University of California, Lawrence Livermore National Laboratory. <http://www.llnl.gov/> (revisado Julio de 2007)

Figura 4. Contenedores de polietileno de alta densidad (HDPE) para residuos peligrosos químicos.



Fuente: Lab Safety Supply, 2011

Existen pequeños contenedores para el almacenamiento *in situ* provenientes de diferentes empresas proveedoras, entre los cuales se tienen las especificaciones indicadas en el Tabla 4:

Tabla 4. Contenedores para el almacenamiento *in situ* de residuos peligrosos químicos.

| Número de catálogo | Material | Capacidad | Dimensiones | Tipo de residuo |
|--------------------------|--|-----------|-------------------------------|-----------------------|
| ¹ MX-09421-30 | Acero con canalón de cobre amarillo | 1 gal | 10"H x 9" dia | Líquidos inflamables |
| ¹ MX-09421-32 | | 2 gal | 9 1/2"H x 11 1/4" dia | |
| ¹ MX-09421-34 | | 5 gal | 12"H x 12 1/2" dia | |
| ¹ MX-09422-36 | HDPE con guarniciones de acero inoxidable | 3 gal | 13"H x 12 1/2" dia | Sustancias corrosivas |
| ¹ MX-09422-38 | | 5 gal | 17"H x 12 1/2" dia | |
| ¹ MX-09416-20 | Acero | 2 gal | 9 1/2"H x 11 1/4" dia | Líquidos inflamables |
| ¹ MX-09416-40 | | 5 gal | 13 1/2"H x 12 1/2" dia | |
| ¹ MX-86284-00 | Acero inoxidable 316 con juntas de volara | 1L | 188mm x 122mm | Líquidos inflamables |
| ¹ MX-86284-02 | | 2L | 242mm x 140mm | |
| ¹ MX-86284-04 | | 5L | 356mm x 156mm | |
| ¹ MX-86284-10 | Acero inoxidable 316 con juntas de teflón | 1L | 220mm x 122mm | Líquidos inflamables |
| ¹ MX-86284-12 | | 2L | 274mm x 140mm | |
| ¹ MX-86284-14 | | 5L | 388mm x 156mm | |
| ¹ MX-86284-20 | Acero inoxidable 316 con juntas de teflón | 1L | 190mm x 122mm | Líquidos inflamables |
| ¹ MX-86284-22 | | 2L | 244mm x 140mm | |
| ¹ MX-86284-24 | | 5L | 358mm x 156mm | |
| ¹ MX-81791-00 | Acero 316 con juntas de corcho | 1 gal | 11 1/2"H x 7 1/4" dia | Líquidos inflamables |
| ¹ MX-81791-02 | | 3 gal | 16 1/8"H x 9 3/8" dia | |
| ¹ MX-81791-04 | | 5 gal | 17"H x 11 1/2" dia | |
| ¹ MX-81791-20 | Polietileno de alta densidad con guarniciones de acero | 0.5 gal | 4 5/8"W x 9 1/2"H x 7 5/8" D | Líquidos inflamables |
| ¹ MX-81791-22 | | 1 gal | 4 5/8"W x 12 3/4"H x 7 5/8" D | |
| ¹ MX-81791-10 | Acero | 1 gal | 6 1/2"H x 9 3/8" dia | Líquidos inflamables |
| ¹ MX-81791-12 | | 3 gal | 13 1/2"H x 11 1/2" dia | |
| ¹ MX-81791-14 | | 5 gal | 17"H x 11 1/2" dia | |

000

Tabla 4. (Continuación)

| Número de catálogo | Material | Capacidad | Dimensiones | Tipo de residuo |
|--|---|-----------------------------------|---|--|
| ¹ MX-09422-30 ¹ MX-09422-32 ¹ MX-09422-34 | Polietileno de alta densidad con guarniciones de acero inoxidable | 1 gal 2.5 gal 5 gal | 4 ⁵ / ₈ "W x 12 ³ / ₄ "H x 7 ⁵ / ₈ " D 14 ¹ / ₄ "H x 10 ³ / ₄ " dia 20"H x 12" dia | Líquidos inflamables |
| ¹ MX-81791-30 ¹ MX-81791-32 | Polietileno de alta densidad con guarniciones de acero inoxidable | 2 gal 5 gal | 14 ³ / ₄ "H x 12" dia 20"H x 12" dia | Líquidos inflamables |
| ¹ MX-81982-00 ¹ MX-81982-02 | Acero | 1 gal 5 gal | 4 ¹ / ₂ "W x 13"H x 7 ¹ / ₂ " "dia 6 ³ / ₈ "W x 19 ¹ / ₂ "H x 13 ¹ / ₂ " dia | Líquidos inflamables |
| ² TL-6620 | Acero | 2 gal | 14 ³ / ₄ "H x 12" dia | Líquidos corrosivos e inflamables |
| ² TL-6621 | Acero | 5 gal | 20 ³ / ₄ "H x 12" dia | Líquidos corrosivos e inflamables |
| ² TL-900 | Acero inoxidable | 2 gal | 14 ³ / ₄ "H x 12" dia | Líquidos corrosivos e inflamables |
| ² TL-900-2 | Acero inoxidable | 5 gal | 20 ³ / ₄ "H x 12" dia | Líquidos corrosivos e inflamables |
| ² TL-891 | Acero | 2 ¹ / ₂ gal | 12"H x 11 ¹ / ₄ "H dia | Hidrocarburos |
| ² TL-891-2 | Acero | 5 gal | 18"H x 11 ¹ / ₄ "H dia | Hidrocarburos |
| ² TL-892 | Acero inoxidable | 2 ¹ / ₂ gal | 12"H x 11 ¹ / ₄ "H dia | Alcoholes, éteres aromáticos, hidrocarburos clorados y no clorados |
| ² TL-892-2 | Acero inoxidable | 5 gal | 18"H x 11 ¹ / ₄ "H dia | Alcoholes, éteres aromáticos, hidrocarburos clorados y no clorados |
| ² CLARO TL-13064 | Vidrio, boca angosta | 240 mL | 24 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² CLARO TL-13066 | Vidrio, boca angosta | 950 mL | 33 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² CLARO TL-13068 | Vidrio, boca angosta | 3785 mL | 28 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² ÁMBAR TL-13071 | Vidrio, boca angosta | 950 mL | 33 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² ÁMBAR TL-13067 | Vidrio, boca angosta | 2365 mL | 38 mm cuello x 430 mm cuello | Residuos líquidos |
| ² ÁMBAR TL-13072 | Vidrio, boca angosta | 3785 mL | 38 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² CLARO TL-13081 | Vidrio, boca ancha | 240 mL | 70 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² CLARO TL-13082 | Vidrio, boca ancha | 480 mL | 70 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |

Tabla 4. (Continuación)

| Número de catálogo | Material | Capacidad | Dimensiones | Tipo de residuo |
|--------------------------------|--|-----------|------------------------------|-------------------|
| ² CLARO TL-13083 | Vidrio, boca ancha | 950 mL | 70 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² CLARO TL-13084 | Vidrio, boca ancha | 3785 mL | 89 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² ÁMBAR TL-13085 | Vidrio, boca ancha | 240 mL | 45 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² ÁMBAR TL-13086 | Vidrio, boca ancha | 480 mL | 53 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² ÁMBAR TL-13087 | Vidrio, boca ancha | 950 mL | 53 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² CLARO TL-13073 | Vidrio de seguridad recubierto, boca angosta | 240 mL | 24 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² CLARO TL-13074 | Vidrio de seguridad recubierto, boca angosta | 480 mL | 28 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² CLARO TL-13075 | Vidrio de seguridad recubierto, boca angosta | 950 mL | 33 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² CLARO TL-13076 | Vidrio de seguridad recubierto, boca angosta | 2365 mL | 38 mm cuello x 439 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² ÁMBAR TL-13077 | Vidrio de seguridad recubierto, boca angosta | 240 mL | 24 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² ÁMBAR TL-13078 | Vidrio de seguridad recubierto, boca angosta | 480 mL | 28 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² ÁMBAR TL-13079 | Vidrio de seguridad recubierto, boca angosta | 950 mL | 33 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² ÁMBAR TL-13080 | Vidrio de seguridad recubierto, boca angosta | 3785 mL | 38 mm cuello x 430 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² CLARO TL-13088 | Vidrio de seguridad recubierto, boca ancha | 240 mL | 70 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² CLARO TL-13089 | Vidrio de seguridad recubierto, boca ancha | 480 mL | 70 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² CLARO TL-13090 | Vidrio de seguridad recubierto, boca ancha | 950 mL | 70 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² ÁMBAR TL-13091 | Vidrio de seguridad recubierto, boca ancha | 240 mL | 53 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² ÁMBAR TL-13092 | Vidrio de seguridad recubierto, boca ancha | 480 mL | 53 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |
| ² ÁMBAR TL-13093 | Vidrio de seguridad recubierto, boca ancha | 950 mL | 53 mm cuello x 400 mm cuerpo | Residuos líquidos |

Fuente: 1: *The protection zone, Cole-Parmer, 1999*
2: *Personal & Industrial Safety, Lab Safety Supply, 2011*

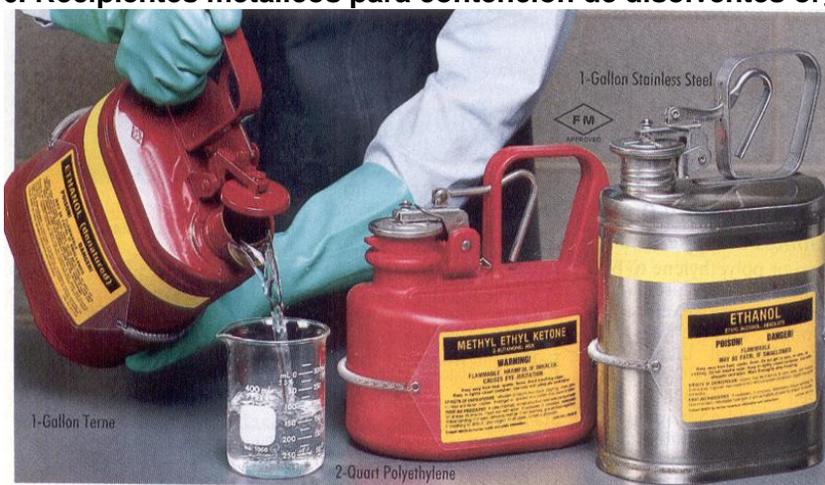
Los contenedores que sean utilizados para el almacenamiento de las mezclas deberán ser resistentes a todos los componentes que las forman.

Figura 5. Recipientes de vidrio con película plástica antiderrame y recipientes plásticos



Fuente: Lab Safety Supply, 2011

Figura 6. Recipientes metálicos para contención de disolventes orgánicos



Fuente: Lab Safety Supply, 2011

7. COMPATIBILIDAD

Es posible que sucedan accidentes cuando se mezclan dos residuos peligrosos químicos y entre ellos se presenta una reacción química vigorosa que puede generar gases tóxicos, calor, derrame o sobre-presión de contenedores, fuego y hasta explosiones.

El cuadro de compatibilidad presentada a continuación (Tabla 5) muestra las combinaciones químicas que pueden reaccionar violenta y/o peligrosamente en el caso de una mezcla accidental. Este cuadro presenta grupos de sustancias químicas con una variedad extensa de combinaciones binarias. En ésta, una "X" indica que un grupo puede reaccionar peligrosamente con otro. Sin embargo, existen excepciones a las combinaciones presentadas en el cuadro.

Para el uso del cuadro, es necesario conocer el grupo de reactividad de un residuo en particular e identificar las combinaciones peligrosas.

Tabla 5. Compatibilidad química por grupos reactivos

| GRUPOS REACTIVOS | GRUPOS DE SUSTANCIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------------|---------------------|----------|-------------|----------------------|-------------------|----------------------|------------|--------------------------|------------------|-----------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|-------------|---------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| | 1. Ácidos minerales no oxidantes | 2. Ácido sulfúrico | 3. Ácido nítrico | 4. Ácidos orgánicos | 5. Bases | 6. Amoníaco | 7. Aminas alifáticas | 8. Alcanol-aminas | 9. Aminas aromáticas | 10. Amidas | 11. Anhídridos orgánicos | 12. Iso-cianatos | 13. Acetato de vinilo | 14. Acrilatos | 15. Haluros sustituidos | 16. Óxidos aliqénicos | 17. Epiclorohidrina | 18. Cetonas | 19. Aldehídos | 20. Alcoholes, Glicoles | 21. Fenoles, Cresoles | 22. Disolución caprolactámica |
| 1. Ácidos minerales no oxidantes | | X | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | X | X | | A | E | | |
| 2. Ácido sulfúrico | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 3. Ácido nítrico | | X | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 4. Ácidos orgánicos | | X | | | X | X | X | X | C | | | X | | | | X | X | | | F | | |
| 5. Bases | X | X | X | X | | | | | | | X | X | | | | X | X | | X | X | X | X |
| 6. Amoníaco | X | X | X | X | | | | | | X | X | X | X | | | X | X | | X | X | X | X |
| 7. Aminas alifáticas | X | X | X | X | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 8. Alcanol-aminas | X | X | X | X | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | B | X | | | |
| 9. Aminas aromáticas | X | X | X | C | | | | | | | X | X | | | | | | | X | | | |
| 10. Amidas | X | X | X | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | X | |
| 11. Anhídridos orgánicos | X | X | X | | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | |
| 12. Iso-cianatos | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | D | | | | | X | | X |
| 13. Acetato de vinilo | X | X | X | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | |
| 14. Acrilatos | | X | X | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | |
| 15. Haluros sustituidos | | X | X | | | | X | X | | | | D | | | | | | | | | | |
| 16. Óxidos aliqénicos | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | |
| 17. Epiclorohidrina | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | |
| 18. Cetonas | | X | X | | | X | X | B | | | | | | | | | | | | | | |
| 19. Aldehídos | X | X | X | | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | |
| 20. Alcoholes, Glicoles | E | X | X | F | X | | X | | | | X | | | | | | | | | | | |
| 21. Fenoles, Cresoles | | X | X | | X | | X | | | X | | | | | | | | | | | | |
| 22. Disolución caprolactámica | | X | | | X | | X | | | | X | | | | | | | | | | | |
| 30. Oleofinas | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31. Parafinas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32. Hidrocarburos aromáticos | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33. Mezclas de hidrocarburos | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34. Ésteres | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35. Haluros de vinilo | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| 36. Hidrocarburos halogenados | | G | | | H | | I | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37. Nitrilos | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38. Disulfuro de carbono | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39. Sulfolano | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40. Éteres de glicol | | X | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| 41. Éteres | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42. Nitrocompuestos | | | | | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | |
| 43. Disoluciones acuosas | | X | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | |

Fuente: Waste disposal guide. Michigan State University, 2009

Para la información contenida en el Tabla 5 se tienen las siguientes diferencias con respecto a la reactividad de los compuestos:

- a) El formaldehído (19), la acroelina (19), el crotonaldehído (19) y la 2-etil 3-propil acroelina (19) no son compatibles con el Grupo 1 (Ácidos minerales no oxidantes).
- b) La isoforona (18) y el óxido de mesitilo (18) no son compatibles con el Grupo 8 (Alcanolaminas).
- c) El ácido acrílico (4) no es compatible con el Grupo 9 (Aminas aromáticas).
- d) El alcohol arílico (15) no es compatible con el Grupo 12 (Isocianatos).
- e) El alcohol furfurílico (20) no es compatible con el Grupo 1 (Ácidos minerales no oxidantes).
- f) El alcohol furfurílico (20) no es compatible con el Grupo 4 (Ácidos orgánicos).
- g) El éter dicloroetílico (36) no es compatible con el Grupo 2 (Ácido sulfúrico).
- h) El tricloroetileno (36) no es compatible con el Grupo 5 (Cáusticos).
- i) La etilendiamina (7) no es compatible con el dicloroetileno (36)

Por otro lado, como parte de la normatividad mexicana se dispone de la Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos. Se debe revisar lo establecido en la tabla de compatibilidad de esta norma.

8. ALMACENAMIENTO *IN SITU*

Todos los residuos peligrosos químicos se deben acumular en los puntos de generación o cerca de los mismos y deben estar al cuidado del generador. La actividad de acopio de residuos en el punto de generación se conoce como “almacenamiento *in situ*”. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) recomienda que en cada punto de acumulación *in situ* se almacene un máximo de 55 galones (209.7 L) de residuos peligrosos químicos y para el caso de residuos peligrosos que representen una toxicidad aguda sólo un cuarto de galón (1 L). Cualquier exceso en la cantidad de residuos debe ser removido del punto de almacenamiento *in situ*. En México no existe normatividad específica para la acumulación *in situ*, por lo que se recomienda el uso de valores propuestos por agencias internacionales reconocidas.

Todos los residuos se deben almacenar en contenedores fabricados de materiales resistentes a los residuos. Estos deben estar en buen estado y deben permanecer cerrados en todo momento, excepto durante el llenado o vaciado de residuos.

Los contenedores deben ser etiquetados con la leyenda “residuo peligroso” y la descripción del material contenido en él.

Los contenedores primarios deberán colocarse en contenedores secundarios (cajas con material adsorbente, charolas, etc.), los cuales deberán tener una capacidad mínima del 10% del contenido total de los materiales almacenados en los contenedores primarios, o en su caso, el contenido del contenedor primario de mayor capacidad.

Finalmente, se deberán coordinar las actividades de traslado al almacén temporal de residuos peligrosos químicos en colaboración con el responsable del programa de manejo de residuos y/o supervisor del almacén.

En un lugar visible se debe contar con información sobre la persona a la que se debe contactar en caso de un evento no previsto, indicando claramente su nombre completo, número de teléfono, número de oficina y de casa, etc.

Figura 7. Recipientes metálicos para contención de disolventes orgánicos

Fuente: Lab Safety Supply, 2011

9. TRANSFERENCIA DE RESIDUOS DEL SITIO DE ALMACENAMIENTO *IN SITU* AL ALMACÉN TEMPORAL DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS.

Cuando se tenga programado el traslado de residuos peligrosos químicos de un sitio de almacenamiento *in situ* hacia el almacén temporal de residuos peligrosos químicos, se atenderán las siguientes recomendaciones:

RECOMENDACIONES PARA EL TRANSPORTE DE RESIDUOS AL ALMACÉN TEMPORAL³

- Se debe hacer la solicitud formal al coordinador del programa de manejo de residuos peligrosos químicos y se debe recibir confirmación por escrito del día y hora de la recolecta.
- El generador debe informar de la cantidad y tipo de material a ser removido.
- El generador debe asegurarse de que sus contenedores estén en buenas condiciones y que no presenten fugas.
- El traslado de los residuos deberá realizarse siguiendo buenas prácticas⁴ y de preferencia siguiendo rutas de transporte de residuos previamente definidas de acuerdo a las características de la instalación.
- El coordinador del programa de manejo de residuos peligrosos químicos deberá enviar al generador, por escrito, la confirmación de recepción de sus residuos peligrosos químicos en el almacén temporal de residuos peligrosos químicos y deberá mantener actualizada la bitácora del mismo con la información requerida en el Anexo III. Se deberá verificar el registro como generador de residuos peligrosos químicos para la dependencia y los demás requerimientos de ley establecidos en la LGPGIR, su reglamento y la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Es importante mencionar que el artículo 85 del reglamento de la LGPGIR establece que los microgeneradores que decidan transportar en sus propios vehículos los residuos peligrosos que

³ Estas recomendaciones han sido diseñadas para una entidad en condiciones generales de generación de este tipo de residuos, pero deberán ajustarse en función de la entidad y del tipo de residuo en específico

⁴ Una buena práctica en laboratorio es un sistema de calidad relacionado con el proceso de la organización en el cual se planean, desarrollan y reportan los procedimientos de seguridad (WHO. 2009. Handbook: good laboratory practice (GLP): quality practices for regulated non-clinical research and development., 2nd ed.)

generen a un centro de acopio autorizado, deberán identificar claramente los residuos peligrosos, envasándolos o empaquetándolos en recipientes seguros que eviten cualquier tipo de derrame y que el embarque de residuos peligrosos no deberá rebasar, por viaje y por generador, los 200 kilogramos de peso neto o su equivalente en otra unidad de medida.

Figura 8. Carros para el transporte de residuos peligrosos químicos.



Fuente: <http://www.integrapalets.com/sr/Carros/>

10. ALMACÉN TEMPORAL DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS

El reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), artículo 82, establecen de forma detallada los requerimientos para las áreas de almacenamiento temporal de residuos peligrosos químicos, las cuales deberán cumplir con las siguientes condiciones:

CONDICIONES BÁSICAS PARA LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO:

- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, perfiles de contención o fosas de retención y contenedores secundarios para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte, como mínimo, de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios y
- La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

Es importante señalar que el uso de normas internacionales solo está justificado cuando no se cuenta con normatividad específica de carácter nacional.

Figura 9. Trampas de contención de derrames en almacenes de residuos peligrosos químicos.



Fuente: <http://www.ugr.es>

CONDICIONES PARA EL ALMACENAMIENTO EN ÁREAS CERRADAS, ADEMÁS DE LAS PRECISADAS EN EL PUNTO I DEL ARTÍCULO 82 DEL REGLAMENTO DE LA LGPGIR:

- No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión y
- No rebasar la capacidad instalada del almacén.

CONDICIONES PARA EL ALMACENAMIENTO EN ÁREAS ABIERTAS, ADEMÁS DE LAS PRECISADAS EN EL PUNTO I DEL ARTÍCULO 82 DEL REGLAMENTO DE LA LGPGIR:

- Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5 al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona;
- Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel cuando éstos produzcan lixiviados y
- En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

Figura 10. Almacén temporal de residuos peligrosos.



Fuente: <http://www.ugr.es/>

Por otro lado, para el caso del almacenamiento de residuos peligrosos químicos por parte de microgeneradores, tales como las entidades generadoras de la Universidad Nacional Autónoma de México, se han definido requerimientos especiales en el artículo 83 del reglamento de la LGPGIR, el cual establece los lineamientos para el almacenamiento de la siguiente forma:

**LINEAMIENTOS PARA ALMACENAMIENTO
(REGLAMENTO DE LA LGPGIR)**

- I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;
- II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo y
- III. Se sujetará a lo especificado en las normas oficiales mexicanas que establezcan provisiones específicas para microgeneradores⁵ de residuos peligrosos.

Finalmente, el artículo 84 del reglamento de la LGPGIR establece que los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

⁵ Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

11. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS

El artículo 85 del reglamento de la LGPGIR establece condiciones específicas para los prestadores de servicios de recolección y transporte de residuos peligrosos químicos. El coordinador del programa de residuos peligrosos químicos o el responsable de la contratación de los servicios de disposición final debe verificar que la empresa seleccionada cuente con autorización vigente de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para el manejo o transporte de los residuos a ser dispuestos: <http://www.semarnat.gob.mx/tramitesyservicios/resolutivos/Pages/materialesyactividadesriesgosas.aspx>

Cuadro I. Requisitos de contratación inicial de una empresa.

- I. Verificar que los residuos peligrosos de que se trate, estén debidamente etiquetados e identificados y, en su caso, envasados y embalados;
- II. Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes;
- III. Contar con personal capacitado para la recolección y transporte de residuos peligrosos;
- IV. Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de residuos peligrosos que vayan a transportarse, firmarlo y guardar las dos copias que del mismo le corresponden (ver el formato de Manifiesto en el Anexo I);
- V. Observar las características de compatibilidad para el transporte de los residuos peligrosos (ver cuadro 5), y
- VI. Los residuos que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad no podrán ser transportados junto con ningún otro tipo de residuos peligrosos (ver guía técnica de residuos biológicos).

Fuente: LGPGIR, Diario Oficial de la Federación, 2005, México.

El coordinador del programa de residuos peligrosos químicos o el encargado de la recolección tiene como responsabilidad las siguientes actividades para el embarque de residuos peligrosos químicos y el uso de manifiestos como mecanismo de control, de manejo y disposición de residuos.

Cuadro 2. Actividades del coordinador del programa de residuos peligrosos químicos.

- I. Por cada embarque de residuos, el generador deberá entregar al transportista un manifiesto en original debidamente firmado y dos copias del mismo, en el momento de entrega de los residuos (Anexo I);
- II. El transportista conservará una de las copias que le entregue el generador, para su archivo, y firmará el original del manifiesto, mismo que entregará al destinatario junto con una copia de éste, en el momento en que le entregue los residuos peligrosos para su tratamiento o disposición final;
- III. El destinatario de los residuos peligrosos conservará la copia del manifiesto que le entregue el transportista, para su archivo, y firmará el original, mismo que deberá remitir de inmediato al generador, y
- IV. Si transcurrido un plazo de sesenta días naturales, contados a partir de la fecha en que la empresa de servicios de manejo correspondiente reciba los residuos peligrosos para su transporte, no devuelve al generador el original del manifiesto debidamente firmado por el destinatario, el generador deberá informar a la SEMARNAT de este hecho a efecto de que dicha dependencia determine las medidas que procedan.

Fuente: LGPGIR, Diario Oficial de la Federación, 2005, México.

12. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS⁶

El equipo de protección personal incluido en esta sección debe ser utilizado para la protección contra residuos químicos y biológicos, principalmente, y para la atención a emergencias por la liberación de estos.

Es esencial tener presente que la protección personal debe considerarse un último recurso de reducción del peligro en el laboratorio. El equipo de protección personal debe utilizarse sólo cuando los controles técnicos o de ingeniería que reducen el peligro (aislamiento, el cierre, la ventilación, la sustitución u otros cambios de proceso) y los controles administrativos (como reducir el tiempo de exposición) ya se han aplicado en la máxima extensión viable.

Uno de los principales aspectos en la selección del equipo de protección personal es su resistencia a los materiales y residuos peligrosos químicos, ya que su principal función se basa en evitar el contacto directo. Otro factor es la extensión de las áreas a ser protegidas.

El equipo de protección personal debe seleccionarse de acuerdo a las características del usuario para brindar una protección adecuada. Sin embargo, en caso de que éste se utilice por diversos usuarios, se deberá contar con procedimientos específicos para su limpieza y evitar la contaminación cruzada.

12.1 CARA Y OJOS

Para proteger los ojos y la cara se utilizan lentes simples, lentes con montura integral, pantallas faciales y elementos parecidos que impidan la penetración de partículas y cuerpos extraños, compuestos químicos corrosivos, humos, etc. Con frecuencia es necesario proteger toda la cara frente a las radiaciones o los peligros de naturaleza mecánica, térmica o química. En ocasiones, una pantalla facial protege también los ojos, pero en muchos casos éstos exigen un protector específico, sea independiente o en forma de complemento del protector facial.

Hay seis tipos básicos de protectores de los ojos y la cara:

1. Lentes, con o sin protectores laterales;
2. Lentes con montura integral;
3. Pantallas que protegen las cuencas oculares y la parte central del rostro;
4. Tipo casco, que protegen por completo la parte frontal del rostro;
5. Pantallas protectoras y
6. Capuchas que cubren por completo la cabeza, como los cascos de buzo;

Algunas lentes con montura integral pueden usarse por encima de las lentes con cristales correctores. Suelen ser de material duro y es preferible graduarlas con la supervisión de un oftalmólogo.

Entre los materiales de uso común están los policarbonatos, las resinas acrílicas y los plásticos con base de fibra. Los primeros son eficaces frente al impacto, pero no resisten bien los agentes corrosivos. Los protectores acrílicos son más débiles frente a los impactos, pero protegen adecuadamente de los peligros de carácter químico. Los plásticos con base de fibra presentan la ventaja de que incorporan un recubrimiento que evita los efectos electrostáticos. Por ello, este tipo

⁶ Esta sección toma como referencia la “Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo” del Ministerio de Asuntos Sociales de España, 1998.

de plásticos puede emplearse, no sólo para trabajos físicos ligeros y durante la manipulación de compuestos químicos, sino también en el trabajo en salas limpias.

Figura 11. Lentes y caretas para la protección de cara y ojos.



Fuente: <http://www.indiamart.com/anuj-enterprises/safety-equipments.html>

12.2 RESPIRADORES

En algunos sitios donde se manejan sustancias peligrosas, el aire puede contaminarse con polvos, humos, neblinas, vapores o gases potencialmente nocivos. La mejor forma de controlar la exposición es reducir al mínimo la contaminación en los laboratorios o en los sitios de almacenamiento de residuos peligrosos químicos. Esto puede lograrse con ayuda de equipos de ventilación general y local. Cuando sea inviable aplicar medidas de control técnico eficaces, es necesario el uso de equipo de protección respiratoria.

Los equipos de protección respiratoria se clasifican en función del tipo de cobertura que proporcionan al aparato respiratorio (cobertura de entradas) y del mecanismo mediante el cual protegen al usuario del contaminante o de la deficiencia de oxígeno. Estos mecanismos son la purificación o el suministro de aire.

Las “entradas” al aparato respiratorio son la nariz y la boca. Para que un equipo de protección respiratoria funcione debe estar aislado por un cierre que separe el aparato respiratorio del usuario del medio respirable, al mismo tiempo permita la entrada de una cantidad suficiente de oxígeno.

La cobertura puede adoptar la forma de mascarilla, semi-máscara, máscara completa o boquilla.

- La mascarilla cubre la nariz y la boca. La superficie de cierre se extiende desde el puente de la nariz hasta debajo de los labios (la cuarta parte de la cara).
- La semi-máscara forma un cierre que va desde el puente de la nariz hasta la parte inferior de la barbilla (la mitad de la cara). El cierre de la máscara completa llega desde encima de los ojos (por debajo de la línea del pelo) hasta por debajo de la barbilla (cubre la cara en su totalidad).

Los equipos purificadores del aire pasan el aire a través de un filtro que retiene los contaminantes. El aire atraviesa el filtro impulsado por la acción respiratoria (equipos de protección respiratoria de presión negativa) o por un ventilador (equipos de protección respiratoria purificadores mecánicos).

El tipo de filtro de aire determina los contaminantes retenidos. Para retener aerosoles se utilizan filtros de diversa eficacia. La elección depende de las propiedades del aerosol; normalmente, el tamaño de la partícula es la característica más importante. Existen cartuchos químicos que se llenan con un material elegido específicamente para absorber un vapor o un gas contaminantes o para reaccionar con ellos.

Figura 12. Mascarillas y respiradores para el manejo de residuos peligrosos químicos.



Fuente: Lab Safety Supply, 2011

Los equipos suministradores de aire proveen una atmósfera respirable con independencia de la que reine en el lugar de trabajo. El tipo llamado equipo semiautónomo admite tres modos de funcionamiento: demanda, caudal continuo o demanda de presión. Los aparatos que funcionan en los modos de demanda y demanda de presión pueden combinarse con semi-máscaras y máscaras completas. Los de caudal continuo admiten también un casco o una mascarilla facial suelta.

Un segundo tipo de equipo de protección respiratoria suministrador de atmósfera, llamado aparato respirador autónomo, está equipado con una fuente de aire incorporada. Puede utilizarse sólo para escapar de una atmósfera peligrosa o para entrar y salir de ella. El aire está contenido a presión en una botella o se genera mediante una reacción química.

Figura 13. Equipo de respiración autónomo.

Fuente: Lab Safety Supply, 2011

Algunos equipos de protección respiratoria semiautónomos están equipados con una pequeña botella de aire comprimido que permite al usuario salir ileso si se corta el suministro principal.

Algunos equipos de protección respiratoria especializados pueden funcionar tanto en modo de suministro como de purificación del aire; son los llamados equipos mixtos.

El mantenimiento del equipo de protección respiratoria comprende limpieza regular, inspección de daños y sustitución de piezas desgastadas. El fabricante es la mejor fuente de información sobre cómo realizar las operaciones de limpieza, inspección, reparación y mantenimiento. Los equipos de protección respiratoria deben limpiarse e higienizarse periódicamente. Si son compartidos, es preciso limpiarlos e higienizarlos después de usarlos. Los reservados para situaciones de emergencia deben limpiarse e higienizarse después de cada uso.

En los Tabla 6, 7, 8 y 9 se indican algunos de los principales filtros disponibles en el mercado para su uso en respiradores mecánicos por marca disponible.

Tabla 6. Filtros y Cartuchos para Respiradores Comerciales Marca Comfo® y Ultra Twin®

| Color | Modelo | Descripción |
|---|---------|---|
|  | 464031 | Vapores orgánicos, tipo de filtro y Eficacia *** R95 No95 |
|  | 464046 | Vapores orgánicos, cloro. Dióxido de azufre, dióxido de cloro, cloruro de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno. |
|  | 464032 | Cloro, dióxido de sulfuro, dióxido de cloro, cloruro de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno |
|  | 464033 | Amoniaco, metilamina |
|  | 492790 | Vapores orgánicos, cloro, dióxido de sulfuro, dióxido de cloro, cloruro de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, metilamina, formaldehído, fluoruro de hidrógeno, amoniaco |
|  | 815175 | Tipo de filtro y eficiencia*** P100 10/Pkg |
|  | 815178 | Vapores orgánicos, tipo de filtro y eficiencia*** P100 |
|  | 815180 | Vapores orgánicos, cloro, dióxido de azufre, dióxido de cloro, cloruro de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, tipo de filtro y eficiencia*** P100 |
|  | 8151179 | Cloro, dióxido de sulfuro, dióxido de cloro, cloruro de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno. Tipo de filtro y eficiencia*** P100 |
|  | 8151181 | Amoniaco, Metilamina, Tipo de filtro y eficiencia*** P100 |
|  | 815182 | Vapores orgánicos, cloro dióxido de sulfuro, dióxido de cloro, cloruro de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, metilamina, formaldehído, fluoruro de hidrógeno, amoniaco. Tipo de filtro y eficiencia*** P100 |
|  | 816662 | Prefiltro R95 |
|  | 489353 | Tapa para prefiltro N95 |
|  | 816287 | Prefiltro R95 |
|  | 849219 | Tapa para prefiltro R95 |

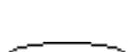
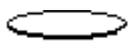
Fuente: Catálogo De Productos Vallen, Protección Respiratoria, MSA Filtros y Cartuchos para respiradores Comfo® y Ultra Twin®, Pág. 20

N95 = Filtro de partículas (95% de eficiencia) para partículas aerosoles libres de aceite.

R95 = Filtro de partículas (95% de eficiencia) para todo tipo de partículas aerosoles.

P100 = Filtro de partículas (99.97% de eficiencia) para todo tipo de partículas aerosoles.

**Tabla 7. Filtros y Cartuchos para Respiradores Comerciales
Marca Wilson® 1200-1600-1700 Series /Valuair®**

| Cartucho/ Tipo de Filtro | Modelo | Descripción |
|---|---|--|
|  | TL-3197 | Vapores Orgánicos. * |
|  | TL-3198 | Vapores Orgánicos, cloro, dióxido de cloro, cloruro de hidrógeno, fluoruro de hidrógeno y dióxido de azufre. Sulfuro de hidrógeno para uso de escape solamente. * |
|  | TL-7074 | Cloro, cloruro de hidrógeno, dióxido de azufre y formaldehído**. Sulfuro de hidrógeno para uso de escape solamente.* |
|  | TL-3199 | Amoníaco y metilamina* |
|  | TL-3201 | Polvos, vapores y nieblas con el uso de un TWA no menores a 0.05 mg/m ³ o polvos y nieblas con el uso de un TWA no menores de 2 mppcf. No para su uso en atmósferas que contengan vapores tóxicos o gases* |
|  | TL-3202 | Polvos, vapores y nieblas con el uso de un TWA no menores a 0.05 mg/m ³ e isótopos radioactivos. No para su uso en atmósferas que contengan vapores tóxicos o gases* |
|  | TI-3204 HEPA TI-3202 | Vapores orgánicos y polvos, vapores y nieblas con el uso de un TWA no menores a 0.05 mg/m ³ , asbestos e isótopos radioactivos. Se requiere cartucho HEPA (se vende por separado)* |
|  | TL-3204-3 HEPA TL-3202 | Vapores Orgánicos, cloro, cloruro de hidrógeno y dióxido de azufre y nieblas y vapores con el uso de un TWA menores a 0.05 mg/m ³ , asbestos e isótopos radioactivos. Se requiere cartucho HEPA (se vende por separado). Sulfuro de hidrógeno para uso de escape solamente.* |
|  | TL-3204-2 HEPA TL-3202 | Amoníaco, metilamina, polvos, nieblas, vapores con el uso de un TWA menor a 0.05 mg/m ³ , asbestos e isótopos radioactivos. Se requiere cartucho HEPA (se vende por separado).* |
|  | TL-3200-1 Filtro Ret. TL-3200-2 | Nieblas y vapores con el uso de un TWA no menor a 0.05 mg/m ³ o 2mppcf. No para uso en atmósferas que contienen gases o vapores tóxicos. Se requieren sujetadores de filtro (vendidos por separado)* |
|  | TL-3203 Ret. Ring TL-3858 | Utilizar conjuntamente con cartuchos para vapores orgánicos (vendidos por separado) para protección contra vapores orgánicos, plaguicidas, polvos, nieblas con el uso de un TWA no menor a 0.05 mg/m ³ , pinturas, lacas y nieblas de esmaltes. Se requieren anillos sujetadores para mantener el prefiltro en su lugar (vendidos por separado)* |
|  | TL-7142 Ret. Ring TL-7144 Ret. Ring TL-7143 | Utilizar conjuntamente con cartuchos para vapores orgánicos (vendidos por separado) para protección contra vapores orgánicos, plaguicidas, pinturas, lacas y nieblas de esmaltes, polvos, nieblas y humos. Aprobado para su uso con polvos, nieblas y humos de metales con el uso de un TWA no menor a 0.05 mg/m ³ . Requiere No. 7144 cuando se utiliza como prefiltro; requiere el No. 7143 y el No. 7144 cuando se utiliza como filtro. (vendidos por separado)* |

Fuente: Personal & Industrial Safety, Willson, 1200-1600-1700, Series Respirators, Pag 299

Tabla 8. Filtros y Cartuchos para Respiradores Comerciales Marca MSA

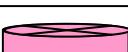
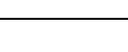
| Cartucho / Tipo de Filtro | Modelo (Recomendado NIOSH/OSHA) | Descripción |
|---|------------------------------------|--|
|  | TL-22001 | Vapores orgánicos* |
|  | TL-22002 | Vapores orgánicos, cloro, dióxido de cloro, ácido clorhídrico y dióxido de azufre. Sulfuro de hidrógeno solo para escape * |
|  | TC-22003 | Cloro, dióxido de cloro, ácido clorhídrico y dióxido de azufre. Sulfuro de hidrógeno solo para escape* |
|  | TC-22005 | Polvos, humos y nieblas con el uso de un TWA menor que 0.05 mg/m ³ ; polvos y nieblas que contienen asbestos; y isótopos radioactivos* |
|  | TL-22081 | Vapores orgánicos, plaguicidas y nieblas de pinturas, lacas y esmaltes; polvos, humos y nieblas con el uso de un TWA menor que 0.05 mg/m ³ ; polvos y nieblas que contienen asbestos; y isótopos radioactivos* |
|  | TC-24497 | Vapores orgánicos, cloro, dióxido de cloro, ácido clorhídrico, dióxido de azufre. Sulfuro de hidrógeno solo para escape. Polvos, humos y nieblas con el uso de un TWA menor que 0.05 mg/m ³ ; polvos y nieblas con asbestos y isótopos radioactivos * |
|  | TC-15256 | Vapores orgánicos* |
|  | TC-15258 | Vapores orgánicos, cloro, cloruro de hidrógeno, dióxido de azufre* |
|  | TL-15257 | Cloro, ácido clorhídrico, dióxido de azufre, dióxido de cloro y sulfuro de hidrógeno (solo para escape)* |
|  | TL-15259 | Amoníaco y metilamina* |
|  | TL-15260 | Formaldehído y vapores orgánicos** |
|  | TL-26261 | Vapores de mercurio y gas cloro* |
|  | TL-11839 Adaptador TL-12518P | Polvos, humos, nieblas, isótopos radioactivos, radón, y asbestos – que contengan polvos y nieblas. Cuando se utilicen cartuchos se requieren adaptadores (vendidos por separado) |
|  | TL-9764 Retainer TL-11137 | Polvos y nieblas con el uso de TWA menor que 0.05 mg/m ³ o 2 mppct. El prefiltro y el sujetador son opcionales* |

Fuente: Personal & Industrial Safety, Msa An Advantage® in Low-Maintenance Design, Pag. 308, 309

* No exceder las concentraciones máximas de uso establecidas por estándares regulatorios.

** La regulación de OSHA requiere el uso de lentes cuando se utilizan respiradores de media máscara para su uso con formaldehído.

Tabla 9. Filtros y Cartuchos para Respiradores Comerciales Marca SURVIVAIR®

| Tipo de cartucho / filtro | Modelo (Recomendado NIOSH/OSHA) | Descripción |
|---|--|--|
|  | TL-9564 | Vapores orgánicos. * |
|  | TL-9566 | Vapores orgánicos, cloro, ácido clorhídrico, dióxido de azufre o dióxido de cloro, ácido fluorhídrico o ácido sulfhídrico (solo para escape) * |
|  | TL-9565 | Cloro, ácido clorhídrico, dióxido de azufre o formaldehído** |
|  | TL-9571 | Amoniaco o metilamina* |
|  | TL-26262 | Vapores de mercurio metálico y cloro* |
|  | TL-9567 | Polvos, humos y nieblas con el uso de un TWA menor que 0.05 mg/m ³ , polvos y nieblas con asbestos, radón adherido a estos polvos, humos y nieblas; y isótopos radioactivos particulados * |
|  | TL-9574 | Vapores orgánicos y polvos, humos y nieblas con el uso de un TWA menor que 0.05 mg/m ³ , polvos y nieblas que contengan asbestos, radón adherido a estos polvos, humos y nieblas. Isótopos radioactivos particulados; y plaguicidas. No recomendado para fumigadores* |
|  | TL-9570 | Vapores orgánicos, cloro, ácido clorhídrico o dióxido de azufre, ácido fluorhídrico y ácido sulfhídrico (solo para escape); y polvos, humos y nieblas con el uso de un TWA menor que 0.05 mg/m ³ , polvos y nieblas que contengan asbestos, isótopos radioactivos particulados y plaguicidas. No recomendado para fumigadores * |
|  | TL-9575 | Cloro, ácido clorhídrico o dióxido de azufre y polvos, humos y nieblas con un TWA menor que 0.05 mg/m ³ , polvos y nieblas que contengan asbestos, radón adherido a polvos, humos y nieblas, y isótopos radioactivos particulados* |
|  | TL-9578 Ret. Caps TL-15371 Filter Holder TL-9580 | Polvos y nieblas con un TWA no menor que 0.05 mg/m ³ o 2mppcf. Se puede utilizar en combinación con cualquier cartucho de adsorción para sobrevivencia como prefiltro (se requiere tapa sujetadora) Se requiere sujetador y tapas cuando se utilice un filtro. (Vendido por separado) |
|  | TL-9581 Ret. Caps TL-15371 Filter Holder TL-9580 | Polvos, humos y nieblas con un TWA no menor que 0.05 mg/m ³ o polvos y nieblas con un TWA no menor que 2mppcf. Tapas sujetadoras y contenedores de filtros requeridos (vendido por separado)* |
|  | TL-9581 Ret. Caps TL-15371 | Utilizar en conjunto con cartuchos para vapores orgánicos para plaguicidas, nieblas de pinturas, laca y esmaltes, polvos, humos y nieblas con un TWA no menor que 0.05 mg/m ³ o 2 mppcf. No recomendado para fumigadores. Se requieren tapas sujetadoras (vendidas por separado)* |

Fuente: Personal & Industrial Safety, Survivair®, Soft, Secure Protection, Pag 303

* No exceder las concentraciones máximas de uso establecidas por estándares regulatorios.

** La regulación de OSHA requiere el uso de lentes cuando se utilizan respiradores de media máscara para su uso con formaldehído.

12.3 ROPA PROTECTORA

Existen varias categorías generales de riesgos para el cuerpo de los que es posible protegerse con ropa especializada; estas categorías comprenden los riesgos de naturaleza química, física y biológica.

La ropa protectora es un medio de control utilizado habitualmente para reducir la exposición del trabajador a compuestos químicos potencialmente tóxicos o peligrosos cuando no es posible aplicar otros métodos de control. Muchos compuestos químicos son peligrosos por más de un motivo (el benceno, por ejemplo, es tóxico e inflamable). En el caso de los compuestos químicos hay que prestar atención al menos a tres aspectos decisivos:

1. El efecto potencialmente tóxico de la exposición.
2. Las vías de entrada probables.
3. El riesgo asociado con la actividad a realizar.

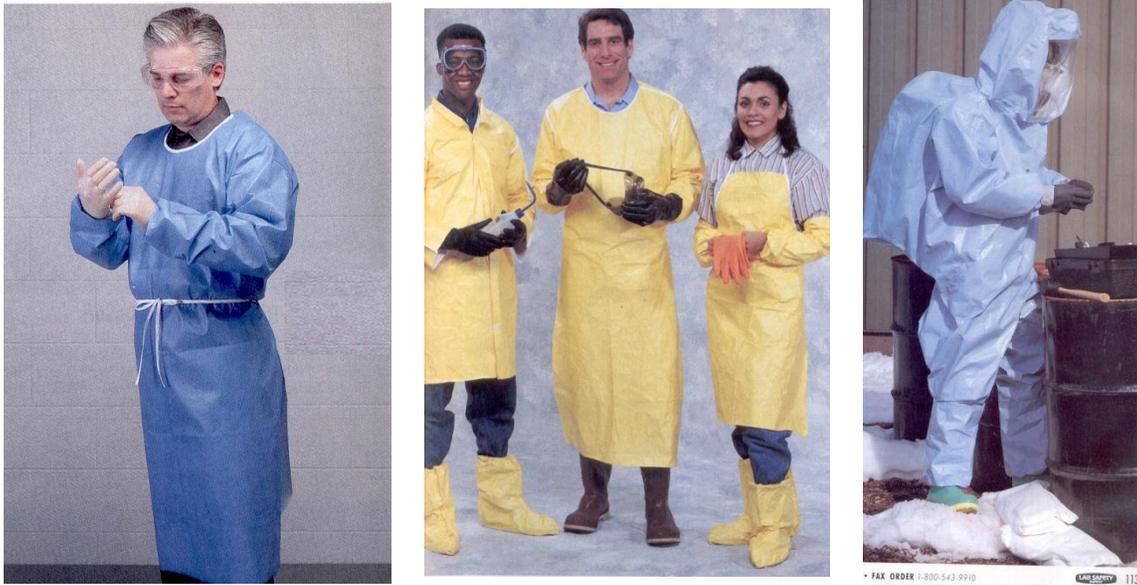
De estos tres aspectos, la toxicidad del material es el más importante. Algunas sustancias plantean únicamente un problema de limpieza (como los aceites y grasas), mientras que otras (como el contacto con cianhídrico líquido) pueden presentarse en concentraciones que sean Inmediatamente Peligrosas para la Vida y la Salud (IDLH por sus siglas en inglés). En particular, el factor decisivo es la toxicidad o peligrosidad de la sustancia por vía transcutánea. Otros efectos negativos del contacto con la piel, además de la toxicidad, son la corrosión, la inducción de cáncer de piel y ciertos traumas físicos, como quemaduras y cortes.

La penetración de un compuesto a través de una barrera protectora se llama permeación. El fenómeno de permeación consiste en la difusión de compuestos químicos a escala molecular a través de la ropa protectora. Ocurre en tres fases: absorción del compuesto en la superficie de la barrera, difusión a través de ésta y desorción en la superficie interna normal de la barrera. El tiempo transcurrido desde el contacto inicial del compuesto en la superficie externa hasta su detección en la interna se llama tiempo de permeación. La velocidad de permeación es el ritmo uniforme de movimiento del compuesto químico a través de la barrera una vez alcanzado el equilibrio.

La ropa de protección puede ser de materiales naturales (algodón, lana y cuero, por ejemplo), sintéticos (nylon) o distintos polímeros (plásticos y cauchos, como el butilo, el cloruro de polivinilo o el polietileno de cloro). Los materiales tejidos, cosidos o con poros por cualquier otro motivo (no resistentes a la penetración ni a la impregnación por líquidos) no deben utilizarse en situaciones que exigen protección frente a líquidos o gases. Los tejidos y materiales porosos tratados o incombustibles por su naturaleza se utilizan habitualmente en la protección frente a llamaradas y arco eléctrico (en la industria petroquímica, por ejemplo), aunque no protegen frente a las temperaturas constantemente elevadas.

Existen prendas de protección de una sola pieza totalmente cerrada (a prueba de gases) con guantes y botas incorporados o formada por varias piezas (pantalones, chaqueta, capucha, etc.). Algunos de los materiales protectores utilizados para fabricar conjuntos están formados por varias capas o láminas. Estos materiales suelen emplearse cuando se usan polímeros cuyas propiedades de integridad física y resistencia a la abrasión no permiten la fabricación ni el uso de las prendas o guantes (tales como el caucho de butilo frente al teflón). Entre los tejidos utilizados habitualmente como soporte están el nylon, el poliéster, las aramidas y la fibra de vidrio. Estos sustratos se recubren o laminan con polímeros, como el cloruro de polivinilo (PVC), el teflón, el poliuretano y el polietileno.

Figura 14. Ropa de protección en el manejo de residuos peligrosos químicos.



Fuente: Lab Safety Supply, 2011

En las Tablas 10 y 11 se indica la compatibilidad de algunas sustancias peligrosas con ropa protectora diseñada para el trabajo con éstas.

Tabla 10. Compatibilidad y permeabilidad química.

| Sustancias peligrosas | TYVED® QC 1.25-mil Polietileno | TYVEK ®/SARANEX® 23-p capa sencilla | Tychem™ 7500 | Tychem™ 9400 | Tychem™ 10,000 |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|
| >480 (nd) | 7(3.0) | | nt | 180 (0.67) | nt |
| Acetona | Inmediato (10) | 15 (1.6) | 61 (0.16) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Acetonitrilo | Inmediato (16) | 11 (2.8) | 14 (180) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Acrlonitrilo | Inmediato (< 0.01) | 23 (< 0.1) | nt | >480 (nd) | 177 (0.003) |
| Amoníaco, anhidro (gas) | Inmediato (3.1) | 8 (0.15) | 107 (0.5) | 35 (0.37) | > 480 (nd) |
| Hidróxido de amonio, 28% | Inmediato (alto) | >480 (nd) | nt | 160 (5.6) | nt |
| Benceno | Nt | Nt | 49 (0.001) | >480 (nd) | 5 (0.5) |
| 1.3 Butadieno (gas) | Inmediato (12) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| n-Butanol | Inmediato (1.6) | Nt | nt | >480 (nd) | nt |
| Disulfuro de carbono | Inmediato (alto) | Inmediato (> 50) | 29 (0.06) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Tetracloruro de carbono | Nt | Nt | nt | >480 (nd) | 7 (0.7) |
| Cloro (gas) | Inmediato (> 50) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Cloroformo | Inmediato (350) | Inmediato (200) | nt | >480 (nd) | 323 (0.004) |
| Diclorometano | Inmediato (alto) | Inmediato 8> 50) | 4 (11.3) | 318 (0.13) | >480 (nd) |
| Diethylamina | Inmediato (64) | 10 (alto) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| N. N-Dimetilformamida | Inmediato (0.72) | 113 (0.4) | >480 (nd) | 226 (1.07) | >480 (nd) |
| Acetato de etilo | Inmediato (12.7) | 36 (6.6) | >480 (nd) | 72 (0.001) | >480 (nd) |
| Etilenglicol | >480 (nd) | >480 (nd) | nt | Nt | nt |
| Óxido de etileno (gas) | Inmediato (168) | 6 (8.4) | 53 (2.7) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Formaldehído, 37% | Inmediato (0.31) | >480 (nd) | nt | >480 (nd) | nt |
| n-Hexano | Inmediato (alto) | 7 (0.48) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Hidrazina | Nt | >480 (nd) | nt | >480 (nd) | nt |
| Ácido clorhídrico, 37% | 86 (1.1) | >480 (nd) | nt | >480 (nd) | nt |
| Ácido fluorhídrico, 50% | 180 (0.08) | >480 (nd) | nt | >480 (nd) | nt |
| Cloruro de hidrógeno (gas) | Inmediato (9.3) | >480 (nd) | 180 (0.54) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Alcohol isopropílico | Nt | Nt | >480 (nd) | Nt | nt |
| Metanol | Inmediato (2.2) | >480 (nd) | 23 (0.17) | 92 (0.7) | >480 (nd) |
| Bromuro de metilo (gas) | Nt | 47 (0.001) | nt | Nt | 4 (0.027) |
| Cloruro de metilo (gas) | Inmediato (0.3) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Metil-etil-cetona | Nt | 29 (7.8) | nt | >480 (nd) | nt |
| Alcohol mineral | Inmediato (nm) | >480 (nd) | nt | >480 (nd) | nt |
| Ácido nítrico, 70% | 397 (0.5) | >480 (nd) | nt | >480 (nd) | nt |
| Nitrobenceno | Inmediato (18) | 78 (2.3) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Oleum, 40% | 235 (0.2) | >480 (nd) | nt | >480 (nd) | nt |
| PCB en Triclorobenceno (50/50) | Nt | >480 (nd) | nt | >480 (nd) | nt |
| Fenol, 85% | Inmediato (0.4) | >480 (nd) | nt | >480 (nd) | nt |
| Hidróxido de sodio, 50% | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Tetrahidrofurano | Inmediato (183) | Inmediato (>50) | 316 (0.19) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Tolueno | Inmediato (alto) | Inmediato (alto) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Tricloroetileno | Nt | Nt | nt | >480 (nd) | nt |

Fuente: Catálogo Personal & Industrial Safety, Seguridad en el Laboratorio, Pag. 107

nd = no detectado nm = no medido nt = no probado *El primer número indica el tiempo de penetración, en minutos
segundo número escrito entre paréntesis indica la velocidad de permeación, en µg/cm²/min

**El

Tabla 11. Compatibilidad y permeabilidad química.

| Sustancias | MAR-MAC Ultra-Pro Commander | KAPPLER Responder ® | Dupont Tychem 10,000 | KAPPLER CPF IV™ | Dupont Tychem 9400 | KAPPLER CPF III™ | KAPPLER CPF II™ |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|
| Acetona | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | 12 (3.2) |
| Acetonitrilo | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | 7 (0.78) | 42 (0.72) |
| Gas de Amoniaco | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | 47 (0.4) | 12 (1.4) | (np) |
| Disulfuro de Carbono | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | 16 (0.51) | 4 (>10.0) |
| Gas de Cloro | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | (np) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Dietilamino | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | 14 (>10.0) |
| Dimetiloformamido | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | 226 (1.7) | >480 (nd) | 95 (0.11) |
| Acetato de etilo | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | 28 (0.95) |
| Hexano | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | 10 (0.28) |
| Acido Fluorhídrico, 48 % | >480 (nd) | >180 (nd) | (np) | >480 (nd) | (nd) | 180 0.86 | >480 (nd) |
| Gas de Cloro de Hidrógeno | >180 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | (np) | >480 (nd) | (np) | (np) |
| Gas de Cianuro Hidrógeno | >480 (nd) | >180 (nd) | (np) | (np) | (np) | (np) | (np) |
| Gas de Floruro de Hidrógeno | >480 (nd) | >440 (0.1) | (np) | 330 (0.1) | (np) | (np) | (np) |
| Cloruro Metílico | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | (np) | >480 (np) | (np) | (np) |
| Gas de Oxido de Etileno | >180 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | (np) | >480 (nd) | (np) | (np) |
| Hidrazina | >480 (nd) | >480 (nd) | (np) | >480 (nd) | (np) | (np) | 437 (0.2) |
| Nitrobenceno | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | 205 (3.0) |
| Acido Nítrico, Vapor rojo | >480 (nd) | >180 (nd) | (np) | (np) | (np) | (np) | (np) |
| Hidróxido de Sodio 50% | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Acido Sulfúrico | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) |
| Gas Fosgeno | >480 (nd) | >480 (nd) | (np) | (np) | (np) | (np) | (np) |
| Tetracloroetileno | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | 10 (>20) |
| Tetrahidrofurano | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | 4 (10.0) |
| Tolueno | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | >480 (nd) | 4 (39.0) |

Fuente: Catálogo de productos Vallen, Ropa de Protección, pág. 267

*El primer número indica el tiempo de penetración, en minutos de permeación, en $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$

nd = No se detectó

**El segundo número escrito entre paréntesis indica la velocidad de penetración, en $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$

np = No probado

La filtración: La tasa con la que una sustancia química puede pasar a través del material del traje a nivel molecular durante los procesos de absorción, la difusión y la desorción.

Tiempo de Penetración: El tiempo transcurrido entre el contacto inicial de la sustancia química de la superficie del traje, y la detección de la sustancia química dentro del traje.

12.4 EXTREMIDADES INFERIORES

Las lesiones de pies y piernas son comunes en muchos sectores industriales. La caída de un objeto pesado puede lesionar el pie, en particular los dedos, en cualquier lugar de trabajo, pero sobre todo en industrias pesadas, como la minería, la fabricación de productos metálicos, la ingeniería, la construcción y el montaje. Las quemaduras de las extremidades inferiores por metal fundido, chispas o compuestos químicos corrosivos son frecuentes en talleres de fundición, siderurgia del hierro y el acero, fabricación de productos químicos, etc. Los compuestos ácidos y alcalinos y muchos otros agentes pueden causar dermatitis o irritación. Además, los pies pueden lesionarse al golpear contra algún objeto o al pisar en salientes afilados, como ocurre en el sector de la construcción.

Los zapatos y botas de protección pueden ser de cuero, caucho, caucho sintético o plástico y pueden estar cosidos, vulcanizados o moldeados. Como los dedos de los pies son las partes más expuestas a las lesiones por impacto, una puntera metálica es un elemento esencial en todo calzado de seguridad cuando haya tal peligro. Para mejorar la comodidad, la puntera puede ser razonablemente delgada y ligera, y por ello suele fabricarse en acero rápido al carbono. Esta puntera de seguridad puede añadirse a muchos tipos de botas y zapatos. En algunos trabajos en los que la caída de objetos supone un peligro especial, los zapatos de seguridad pueden cubrirse con unas defensas metálicas externas.

Para evitar el riesgo de resbalamiento se usan suelas externas de caucho o sintéticas en diversos dibujos; esta medida es particularmente importante cuando se trabaja en pisos que pueden mojarse o volverse resbaladizos. El material de la suela es mucho más importante que el dibujo, y debe presentar un coeficiente de fricción elevado. En obras de construcción es necesario utilizar suelas reforzadas a prueba de perforación; hay también plantillas internas metálicas para añadir al calzado que carece de esta clase de protección.

Cuando hay peligro de descargas eléctricas, el calzado debe estar íntegramente cosido o pegado o bien vulcanizado directamente y sin ninguna clase de clavos ni elementos de unión conductores de la electricidad. En ambientes con electricidad estática, el calzado protector debe estar provisto de una suela externa de caucho conductor que permita la salida de las cargas eléctricas.

Todo calzado protector debe mantenerse limpio y seco cuando no se usa y debe sustituirse tan pronto como sea necesario. Cuando varias personas comparten las mismas botas de caucho hay que organizar la desinfección sistemática entre usos para evitar la transmisión de infecciones de los pies. El uso de botas o zapatos excesivamente apretados y pesados favorece la aparición de micosis en los pies.

12.5 EXTREMIDADES SUPERIORES

Se comercializan guantes de protección química de polímeros y combinaciones muy diversas; así, hay guantes de algodón recubiertos de polímeros (mediante inmersión) que presentan las propiedades deseadas. Algunos de los nuevos “guantes” de hoja metálica o capas múltiples tienen sólo dos dimensiones (planos) y, por tanto, imponen algunas limitaciones ergonómicas, aunque a cambio presentan una elevada resistencia química. Estos guantes suelen funcionar mejor cuando se lleva sobre el guante plano interior otro exterior de material polimerizado (esta técnica se llama de doble enguantado) que ajusta el primero a la forma de la mano. Hay guantes de polímeros de muchos grosores, desde los muy ligeros (<2 mm) hasta los muy gruesos (>5 mm), con o sin forros o sustratos interiores. También son muy variables las longitudes, que oscilan entre aproximadamente 30 cm para proteger las manos y unos 80 cm, que cubren desde el hombro hasta la mano. La longitud óptima depende del tipo de protección necesaria pero, en general, el guante debe llegar al menos hasta la muñeca, para evitar la penetración de líquidos en el interior.

Figura 15. Guantes para el manejo de residuos peligrosos químicos.



Fuente: Lab Safety Supply, 2011

En los Tabla 12 y 13 se indica la compatibilidad química de los principales materiales utilizados para la fabricación de guantes. Así mismo, los datos presentados en la Tabla 13 indican el tiempo de penetración de otros materiales utilizados en la fabricación de guantes, sometidas a prueba con 32 sustancias químicas conocidas.

Tabla 12. Compatibilidad química de los principales materiales utilizados para la fabricación de guantes (Penetración en el tiempo, condiciones de prueba de laboratorio Ander)

| Sustancia | VITON® (Norte, 10mil) | SILVERSHIELD® (Norte, 4 mil) | 4H (Ansell Edmont) | PVA™ (ANSELL Edmont) | BUTYL (Lab Safety Supply, 25 mil) | BUTYL (Norte, 17 mil) | NEOPRENE (MAPA® Professional, 22 mil) | NEOPRENE (Ansell Edmont) | NEOPRENE (Best Ultraflex) | PVC (Ansell Edmont) | NITRILE (lab Safety Supply, 22 mil) | NITRILE (Ansell Edmont, 22 mil) | NITRILE (Norte, 11 mil) |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------------------|---|--------------------------|--|-----------------------------|------------------------------|------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------|
| Acetaldehído | NR | >6 h | <240 min | NR | 4 min | 9.6h | 21 min | 10 min | NR | NR | NT | NR | 4 min |
| Ácido acético (Glacial) | NT | NT | >240 min | NR | ND | NT | NT | 7 h | NT | 3h | 118 min | 270 min | NT |
| Ácido acético (50%) | NT | NT | NT | NT | NT | NT | >480 min | NT | ND | NT | >480 min | NT | NT |
| Acetona | NR | >6 h | >24 h | NR | ND | >17 h | 12 min | 5 min | 5 min | NR | NT | NR | NR |
| Acetonitrilo | NT | >8 h | >24 h | 150 min | ND | >8h | 40 min | 30 min | 27 min | NR | NT | 30 min | NT |
| Hidróxido de amonio (29%) | NT | NT | >240 min | NR | ND | NT | >480 min | >6 h | 180 min | 4 h | >480 min | ND | NT |
| Anilina | 10 min | >8 h | >24 h | 150 min | ND | >8 h | 40 min | 30 min | 27 min | NR | NT | 30 min | NT |
| Benceno | 6 h | >8 h | >24 h | ND | NT | 31 min | 16 min | NR | 9 min | NR | 27 min | NR | NR |
| Butil-acetato | >6 h | >480 min | ND | 94 min | 1.9 hr | 52 min | NR | NR | NR | NR | 101 min | 75 min | 29 min |
| p-ter-Butiltolueno | >8 h | >8 h | NT | NT | 91 min | 1.7 h | NT | NT | 219 min | NT | NT | NT | NR |
| Disulfuro de carbono | >8 h | >8 h | >24 h | NDD | <4 min | 7 min | NT | NR | NR | NR | 20 min | 30 min | 13 min |
| Tetracloruro de carbono | 13 h | >16 h | >24 h | ND | NT | NR | 31 min | NR | 28 min | 25 min | 341 min | 150 min | 3.4 h |
| Cloroformo | 9.5 h | 10 min | >24 h | ND | NT | NR | 12 min | NR | 4 min | NR | NT | NR | 4 min |
| Cloronaftaleno | >16 h | >8 h | NT | ND | NT | NR | NT | NR | NT | NR | NT | NR | 2.9 h |
| Ciclohexano | >7 h | >6 h | >480 min | NT | 4 min | 1.1 h | 159 min | NT | 36 min | NT | >480 min | NT | NR |
| Ciclohexanol | >8 h | >6 h | >480 min | ND | ND | >11 h | NT | 2.5 h | ND | 6h | NT | ND | >16 h |
| Ciclohexanona | 29 min | >6 h | >480 min | NT | ND | >16 h | NT | NT | 61 min | NT | NT | NT | NR |
| Dibutil-ftalato | >8 h | >6 h | >240 min | ND | ND | >16 h | NT | 2h | ND | NR | NT | ND | >16 h |
| 1,2 Dicloroetano | 6.9 h | >6 h | >240 min | NT | NT | 2 h | 33 min | NT | 10 min | NT | 16 min | NT | 8 min |
| Diisobutil cetona (80%) | 1.2 h | >6 h | >240 min | ND | NT | 3.3 h | NT | NR | ND | NR | NT | 2 h | 3 h |
| Dimetil formamida | 8 min | >8 h | >24 h | NR | ND | >8 h | 110 min | 10 min | 97 min | NR | 35 min | NR | 1 min |
| Dioxano | 23 min | >8 h | >480 | NR | ND | >20 h | 28 min | NR | 62 min | NR | NT | NR | 28 min |
| Divinal Benceno | >17 h | >8 h | NT | NT | 25 min | 2.2 h | NT | NT | NR | NT | NT | NT | NR |

Fuente: Personal & Industrial Safety, Compare Chemical Compatibility and Ensure Proper Hand Protection ,Pag. 172,173

ND= Ninguno detectado

NR= No recomendado

NT= No probado

Continuación

| Sustancia | VITON® (Norte, 10mil) | SILVERSHIELD® (Norte, 4 mil) | 4H (Ansell Edmont) | PVA™ (Ansell Edmont) | BUTYL (Lab Safety Supply, 25 mil) | BUTYL (Norte, 17 mil) | NEOPRENE (MAPA® Professional, 22 mil) | NEOPRENE (Ansell Edmont) | NEOPRENE (Best Ultraflex) | PVC (Ansell Edmont) | NITRILE (lab Safety Supply, 22 mil) | NITRILE (Ansell Edmont, 22 mil) | NITRILE (Norte, 11 mil) |
|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--|-----------------------------|---------------------------------|------------------------|--|------------------------------------|----------------------------|
| Acetato de etilo | NR | >6 h | >24 h | ND | 253 min | 7.6 h | 34 min | 15 min | 6 min | NR | NT | NR | 8 min |
| Etilamina (70% en agua) | NR | 47 min | NT | NT | ND | >12 h | NT | NT | NT | NT | NT | NT | 1.1 h |
| Alcohol etílico | NT | NT | >480 min | NR | ND | >8 h | >480 min | 90 min | 71 min | 1 h | >480 min | 4 h | NT |
| Eter etílico | 12 min | >6 h | NT | ND | NT | 8 min | 18 min | 10 min | 9 min | NR | 64 min | 2 h | 14 min |
| Formaldehido (37% en agua) | >16 h | >6 h | >240 min | NR | NT | 16 h | >480 min | 2 h | ND | 80 min | >480 min | ND | >21 h |
| n-hexano | >11 h | >6 h | >24 h | ND | NT | NR | 39 min | 45 min | 31 min | NR | >480 min | ND | NT |
| Hidrazina (70% en agua) | NT | >6 h | >240 min | NR | NT | >8 h | >480 min | ND | ND | ND | >480 min | ND | >8 h |
| Ácido clorhídrico (37%) | NT | >6 h | >240 min | NR | ND | NT | >480 min | ND | ND | >5 h | >480 min | ND | NR |
| Ácido fluorhídrico | NT | >6 h | >240 min | NR | ND | NT | >480 min | 1 h | ND | 40 min | 134 min | 2 h | NR |
| Metilamina (40% en agua) | >16 h | 1.9 h | NT | NR | NT | >15 h | NT | 270 min | 26 min | 135 min | NT | ND | >8 h |
| Cloruro de metileno | 1 h | >8 h | >24 h | ND | 20 min | 24 min | 6 min | NR | 3 min | NR | NT | NR | 4 min |
| Metil-etil-cetona | NR | >24 h | >24 h | 90 min | 376 min | >8 h | 22 min | NR | 9 min | NR | 6 min | NR | NR |
| Morfolina | 1.9 h | >8 h | >240 min | 90 min | NT | >16 h | NT | NR | 139 min | NR | NT | NR | 48 min |
| Nitrobenceno | >8 h | >8 h | >24 h | ND | ND | >23 h | 60 min | NR | 321 min | NR | 60 min | NR | 33 min |
| Nitropropano | 21 min | >8h | >240 min | >6 h | ND | >8 h | NT | 5 min | 175 min | NR | NT | NR | 16 min |
| Pentaclorofenol (1% in Queroseno) | >13 h | >8 h | NT | 5 min | NT | NR | NT | 6 min | ND | 3 h | NT | ND | >13 h |
| n-Pentano | >8 h | >6 h | >480 min | ND | NT | NR | 38 min | 30 min | 27 min | NR | NT | ND | NT |
| Fenol (85% en agua) | >15 h | >6 h | NT | ND | NT | >20 min | >480 min | 3 h | 147 min | 85 min | >480 min | NR | 39 min |
| Propil-acetato | NR | >6 h | >480 min | >2 h | 109 min | 2.7 h | NT | NR | 43 min | NR | NT | 20 min | 17 min |
| Hidróxido de sodio (50%) | NT | >6 h | >24 h | NR | ND | NT | >480 min | ND | ND | ND | >480 min | ND | NT |
| Ácido sulfúrico (25%) | NT | >6 h | >480 min | NR | ND | NT | >480 min | ND | ND | ND | >480 min | ND | NR |
| Tetracloroetileno | >17 h | >6 h | >24 h | ND | <4 min | NR | 28 min | NR | 14 min | NT | 373 min | >5 h | 1.3 h |
| Tolueno | >16 h | >6 h | >24 h | ND | 28 min | 21 min | 14 min | NR | 6 min | NR | 28 min | 10 min | 11 min |
| Toluendiisocianato | >16 h | >8 h | NT | ND | NT | >8 h | NT | NR | 177 min | NR | >480 min | NR | 3.7 h |

Fuente: Personal & Industrial Safety, Compare Chemical Compatibility and Ensure Proper Hand Protection ,Pag. 172,173

ND= Ninguno detectado

NR= No recomendado

NT= No probado

Tabla13. Permeación y compatibilidad química de guantes para diferentes materiales y marcas comerciales

| Sustancia | VITON® | BUTILO | SILVER SHIELD® | NEOPREN O | NEOPREN O | NITRILLO | NITRILLO | GOMA NATURAL |
|----------------------------------|--------|--------|----------------|-------------|-----------|----------|----------|--------------|
| Acetaldehído | NR | 9.6h | >6 h | 10 min | 21 min | NR | NP | 7 min |
| Acetonitrilo | NP | >8 h | >8 h | 30 min | 40 min | 30 min | NP | 4 min |
| Acetona | Nr | >17 h | >6 h | 5 min | 12 min | NR | NP | 10 min |
| Anilina | 10 min | >8 h | >8 h | 35 min | >480 min | NR | 72 min | 25 min |
| Benceno | 6 h | 31 min | >8 h | NR | 16 min | NR | 27 min | NR |
| Acetato Butílico | NR | 1.9 h | >6 h | NR | 52 min | 75 min | 101 min | NR |
| Bisulfuro de Carbono | >8 h | 7 min | >8 h | NR | NP | 30 min | 20 min | NR |
| Tetracloruro de Carbono | >13 h | NR | >6 h | NR | 31 min | 150 min | 341 min | NR |
| Ftalato Dibutílico | >8 h | >16 h | >6 h | 2 h | NP | ND | NP | NR |
| Amino Dietílico | 35 min | 47 min | >8 h | NR | NP | 45 min | NP | NR |
| Formamida Dietílica | 8 min | >8 h | >8 h | 10 min | 110 min | NR | 35 min | 25 min |
| Acetato de etilo | NR | 7.6 h | >6 h | 15 min | 34 min | NR | NP | 5 min |
| Éter Etílico | 12 min | 8 min | >6 h | 10 min | 18 min | 2 h | 64 min | NR |
| Formaldehído (37% conc. en agua) | >16 h | >16 h | >6 h | 2 h | >480 min | ND | >480 min | 10 min |
| N-Hexano | >11 h | NR | >6 h | 45 min | 39 min | ND | >480 min | NR |
| Hidracina (70 % agua) | NR | >8 h | >6 h | ND | >480 min | ND | >480 min | 150 min |
| Ácido clorhídrico (conc. 70%) | NP | NP | >6 h | ND | >480 min | ND | >480 min | ND |
| Cloruro de Metileno | 1 h | NR | >6 h | NR | 6 min | NR | NP | NR |
| Cetona Metílico Etílico | NR | >8 h | >24 h | NR | 22 min | NR | 6min | 5 min |
| Nitrobenceno | >8 h | >23 h | >8 h | NR | 60 min | NR | 60 min | 15 min |
| PCB (aroclor 1254) (50%) | >8 h | NP | >8 h | NP >480 min | NP | 343 min | NP | |
| Fenol (85% agua) | >15 h | >20 h | >6 h | 3 h | >480 min | NR | >480 min | 90 min |
| Hidróxido de Sodio (50% conc.) | NP | NP | >6 h | ND | >480 min | ND | >480 min | ND |
| Acido Sulfúrico (25% conc.) | NP | NP | >6 h | ND | >480 min | ND | >480 min | ND |
| Tetracloruro de Etileno | >17 h | NR | >6 h | NR | NP | 5 h | NP | NR |
| Tetrahidrofurano | 4 min | 31 min | 16 min | NR | 11 min | NR | 17 min | NR |
| Tolueno | >16 h | 21 min | >6 h | NR | 14 min | 10 min | 28 min | NR |
| Cloruro Vinílico | 4.4 h | NR | >8 h | NP | NP | NP | NP | NP |
| XYLENE | >8 h | NR | >24 h | NR | 23 min | 75 min | 92 min | NR |

Fuente: Catálogo De Productos Vallen, Guantes Resistentes a Químicos, Pag. 230

La Permeabilidad: Tasa por la cual una sustancia química puede pasar a través del material de un guante a nivel molecular, por el proceso de la absorción, la difusión o la desorción.

Tiempo de Penetración: El intervalo entre el primer contacto químico con la superficie del guante, y la detección de la sustancia química dentro del guante.

ND = No detectado

NR = No Recomendable

NP = No probado

12.6 EQUIPO PARA EL CONTROL DE DERRAMES

GABINETES DE SEGURIDAD

En el área de trabajo o cerca de ella deben existir gabinetes de seguridad con material y equipo que permitan hacer frente a contingencias producidas por accidentes. Existirán gabinetes repartidos dentro de las distintas áreas donde se manipulen residuos peligrosos químicos y que estos sean de rápido acceso en caso de emergencia.

A continuación se enlistan las medidas para el establecimiento de gabinetes de seguridad.

- Los gabinetes de seguridad deben encontrarse provistos de materiales, equipos, dispositivos y equipo de seguridad necesarios para los riesgos presentes en el centro de trabajo.
- Se debe hacer un ejercicio de los posibles escenarios de emergencia para proveer a los gabinetes de todos los elementos necesarios para hacerles frente.
- Establecer un programa permanente de revisión y renovación de los elementos del gabinete.
- Establecer mecanismos de comunicación con los laboratorios, de tal manera que los gabinetes se adecuen a los cambios en el uso de materiales y equipos presentes.
- Establecer registros de los elementos de emergencia provistos en cada gabinete para evitar robos o ubicar accidentes no registrados.
- Establecer un formato para el reporte de accidentes y el procedimiento de documentación y análisis del incidente.

En los gabinetes de seguridad se sugiere existan una serie de elementos mínimos para evitar la que los riesgos sean mayores en caso de accidentes. En un accidente se encontrarán situaciones difíciles de resolver y muchas veces únicas para cada accidente, por lo que no se debe pensar que los gabinetes de seguridad son la solución a los accidentes o emergencias, el entrenamiento y capacitación del personal de la institución será la mejor garantía, en cualquier escenario, incluso para la no incidencia.

A continuación se enlistan algunos elementos que se pueden incluir dentro de los gabinetes de seguridad, sin embargo el mejor gabinete es el que se diseña de acuerdo a los riesgos específicos de cada espacio de trabajo.

1. Absorbentes inertes como la vermiculita, barro, arena. El papel no es muy recomendable para limpiar agentes oxidantes como el ácido nítrico.
2. Agentes neutralizantes para derrames ácidos pueden ser cal, carbonato de sodio y bicarbonato de sodio.
3. Agentes neutralizantes para productos alcalinos como bisulfato de sodio y ácido cítrico
4. Es recomendable contar con palas de plástico grandes, escobas, bolsas, recogedores, etc.
5. Es necesario tener cintas para barricada y avisos de protección contra resbalones, piso mojado, durante y después de la limpieza.
6. Equipo de protección personal, *ejemplos*: Batas, guantes de nitrilo, lentes, mascarillas o respiradores y zapatones desechables.
7. Contenedores para materiales contaminados además de recogedor y pala plásticas.
8. Etiquetas de identificación de residuos peligrosos químicos.
9. Número de teléfonos de emergencia.

13. CAPACITACIÓN

Para un adecuado manejo de residuos peligrosos químicos es necesario contar con un programa de capacitación para el personal involucrado con el manejo y disposición de los mismos. El curso debe estar diseñado de forma que contribuya a la formación de los asistentes con los conocimientos requeridos para la gestión de los residuos peligrosos químicos y en particular, para proporcionar las habilidades que requieren quienes participan en las diferentes actividades relacionadas con la prevención de la contaminación. A continuación se sugiere la siguiente estructura:

| | |
|--|--|
| <p align="center">MODULO I LOS RESIDUOS</p> <p>Generalidades. Historia de la generación de residuos. Características. Clasificación. Composición. Producción. Impacto sobre el medio. Industria química y manufacturera Minería Universidades y centros de investigación</p> | <p align="center">MODULO II ORIGEN Y PROBLEMAS ASOCIADOS A LA GENERACIÓN Y EL MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS.</p> <p>Condiciones naturales. Cambios de volumen y composición. Ciclo de vida. Características y forma de manejo. Problemas ambientales y sanitarios. Problemas económicos-comerciales y ambientales. Problemas estructurales. Problemas Institucionales. Problemas legales.</p> |
| <p align="center">MODULO III MARCO LEGAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS</p> <p>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Reglamento (LGEEPA) en materia de Residuos Peligrosos Normas Oficiales Mexicanas Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Reglamento de la LGPGIR</p> | <p align="center">MODULO IV TECNOLOGÍAS DE MANEJO</p> <p>Minimización Valorización Recolección y transporte Almacenamiento temporal Reúso y Reciclaje Tratamiento Incineración Confinamiento</p> |
| <p align="center">MODULO V EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</p> <p>Vías de entrada de sustancias al organismo Efectos del uso inadecuado de sustancias. Protección ocular. Protección facial. Protección para los pies Protección en las vías respiratorias. Protección de manos y dermis. Equipos especiales en caso de emergencias. Uso de equipos de protección personal. Selección de equipo y evaluación de riesgos.</p> | <p align="center">MODULO VI ACCIDENTES, EMERGENCIAS Y CONTAMINACIÓN</p> <p>Derrames de residuos peligrosos químicos Fugas de gases y manejo de tanques. Accidentes más comunes en el laboratorio Elementos de riesgo en el laboratorio. Procedimientos para emergencias procedimientos en caso de accidentes cultura de orden y limpieza. Manejo de personal y brigadas internas de protección</p> |

El objetivo de esta capacitación será la adquisición de conocimientos en la gestión de residuos peligrosos químicos y el papel que juega la generación de residuos no peligrosos, así como aspectos de la legislación y la normatividad ambiental. Se evaluarán los sistemas de gestión de residuos que diferentes empresas han implementado para alcanzar el cumplimiento de la normatividad aplicable y se identificará el papel y responsabilidades de cada uno de los agentes involucrados en la gestión: productor, transportista, gestor, administrador. Es recomendable que la capacitación a todo el personal se realice anualmente, y de forma inmediata al personal de reciente ingreso.

14. EVALUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS

A continuación se muestra la evaluación elaborada para verificar el grado de riesgo por el manejo de residuos peligrosos químicos en las diversas dependencias de la UNAM. Ésta es una herramienta útil para discernir el grado de riesgo y ubicar áreas de oportunidad de mejora.

En las instituciones educativas y de investigación existe una dinámica de trabajo que conllevan un cambio constante en la experimentación, con la consecuente adquisición de nuevos materiales y equipos que necesitan revisarse constantemente para reformular los procedimientos en su manejo y las medidas de seguridad consecuentes. Por ello es importante evaluar metódicamente y en forma cíclica los sistemas establecidos en el uso de materiales y gestión de residuos peligrosos químicos.

La evaluación que se encuentra a continuación es una guía para que el mismo personal responsable de la institución identifique situaciones de riesgo en la institución y tome las decisiones pertinentes para proteger a las personas, a las instalaciones y el ambiente de trabajo. Es importante realizar evaluaciones periódicas.

**EVALUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS
NIVEL GENERADOR**

| Pregunta | SI | NO | Observaciones |
|--|--------------------------|--------------------------|--|
| ¿Conoce usted las características de peligrosidad de los residuos peligrosos químicos que genera? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| ¿Conoce los tipos de residuos peligrosos químicos que genera? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | C: ____ R: ____ E: ____ T: ____ I: ____ |
| ¿Conoce el volumen de residuos peligrosos químicos que genera? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Semana: ____ Mes: ____ Semestre: ____ Año: ____ |
| ¿En su área de trabajo existen recipientes etiquetados especialmente para residuos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Vidrio: ____ Plástico: ____ Metal: ____ Se recogen juntos: ____ Se recogen por separado: ____ |
| ¿Ha desechado residuos peligrosos químicos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Drenaje: ____ Basura: ____ Otro: ____ |
| ¿Los residuos peligrosos químicos que genera reciben algún tipo de tratamiento? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Interno: ____ Externo: ____ Colaboración: ____ |
| ¿Su laboratorio tiene residuos peligrosos químicos acumulados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Conocidos: ____ Desconocidos: ____ |
| ¿Cuenta con procedimientos y manuales para el manejo de sus residuos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Volumen aprox.: ____ Sólidos: ____ Líquidos: ____ Almacenamiento: ____ Etiquetado: ____ |
| ¿Cuenta con registros del manejo de sus residuos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Accidentes: ____ Recolecta: ____ Bitácora: ____ |
| ¿Existe en su dependencia un almacén temporal de residuos peligrosos químicos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Manifiestos: ____ Por laboratorio: _____ |
| ¿Existe alguna persona en su área de trabajo encargada del manejo y disposición de los residuos peligrosos químicos generados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Toda la dependencia: _____ ¿Cuenta con separación según sus propiedades? _____ ¿Quién?: _____ ¿Qué puesto ocupa?: _____ |
| ¿Cuenta su laboratorio con equipo de protección para el manejo de los residuos peligrosos químicos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Lentes: ____ Guantes: ____ Mascarilla: ____ Otros: ____ |
| ¿Se ha contratado a alguna empresa para el manejo de los residuos peligrosos químicos generados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Nombre de la empresa (única vez / periodicidad): _____ Fue por trato directo o a través de la Dependencia: _____ |

**EVALUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS
NIVEL ADMINISTRATIVO**

| Pregunta | SI | NO | Observaciones |
|--|--------------------------|--------------------------|--|
| ¿Conoce usted las características de peligrosidad de los residuos peligrosos químicos que genera? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| ¿Existe alguna persona encargada del manejo y disposición de los residuos peligrosos químicos generados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | ¿Quién?: _____ ¿Qué puesto ocupa?: _____ Por laboratorio: _____ |
| ¿Existe en la dependencia un almacén temporal de residuos peligrosos químicos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Toda la dependencia: _____ ¿Cuenta con separación según sus propiedades?: _____ Bolsas: _____ Contenedores: _____ Otros: _____ |
| ¿La proporciona recipientes y etiquetas especiales para residuos peligrosos químicos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Etiquetas: _____ |
| ¿Se ha contratado a alguna empresa para el manejo de los residuos peligrosos químicos generados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Nombre de la empresa (única vez / periodicidad): _____ Fue a través de la Dependencia o directamente con el generador: _____ Entrego copia de autorización y manifiesto: _____ |
| SOLICITAR VER LOS DOCUMENTOS | | | |
| ¿Alguna vez ha tenido un accidente donde se haya involucrado un residuo peligroso químico? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**EVALUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS
NIVEL RESPONSABLE DE SEGURIDAD**

| Pregunta | SI | NO | Observaciones |
|--|--------------------------|--------------------------|--|
| ¿Conoce los tipos de residuos peligrosos químicos que genera? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | C: ____ R: ____ E: ____ T: ____ I: ____ |
| ¿Conoce el volumen de residuos peligrosos químicos que genera? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Semana: ____ Mes: ____ Semestre: ____ Año: ____ Vidrio: ____ Plástico: ____ Metal: ____ |
| ¿Su dependencia proporciona recipientes y etiquetas para residuos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Se recogen juntos: ____ Se recogen por separado: ____ |
| ¿Los residuos que genera reciben algún tipo de tratamiento? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Interno: ____ Externo: ____ Colaboración: ____ Conocidos: ____ Desconocidos: ____ |
| ¿La dependencia tiene residuos peligrosos químicos acumulados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Volumen aprox.: ____ Sólidos: ____ Líquidos: ____ Almacenamiento: ____ Etiquetado: ____ |
| ¿Cuenta con procedimientos y manuales para el manejo de sus residuos peligrosos químicos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Accidentes: ____ Recolecta: ____ Bitácora: ____ |
| ¿Cuenta con registros del manejo de sus residuos peligrosos químicos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Manifiestos: ____ Por laboratorio: _____ |
| ¿Existe en su dependencia un almacén para los residuos generados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Toda la dependencia: _____ ¿Cuenta con separación según sus propiedades?: _____ Lentes: ____ Guantes: ____ Mascarilla: ____ Otros: ____ Nombre de la empresa (única vez / periodicidad): _____ |
| ¿La dependencia proporciona equipo de protección para el manejo de los residuos peligrosos químicos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| ¿Se ha contratado a alguna empresa para el manejo de los residuos peligrosos químicos generados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fue por trato directo o a través de la Dependencia: _____ |
| ¿Existe una partida presupuestal específica para el manejo de los residuos peligrosos químicos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Nombre de la partida _____ |
| ¿Alguna vez ha tenido un accidente donde se haya involucrado un residuo peligroso químico? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Describir el evento: _____ |

15. BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Department of Environmental Health & Safety. 2005. Hazardous wastes program. Carnegie Mellon University.
- Department of Environmental Health & Safety. 1998. Hazardous chemical waste management. Reference guide for laboratories. Stanford University.
- EPA. Chemical 1980. Compatibility Chart EPA-600/2-80-076. A method for determining the compatibility of chemical mixtures. EPA.
- EPA. 1997. Handbook for hazardous wastes containers. EEPA, Region 6.
- Hazardous Waste Management. Ramsey County. 2001.
- Lab Safety Supply. 2011. Personal & Industrial Safety. Lab Safety Supply.
- Ministerio de Asuntos Sociales de España, Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. 1998.
- Robert F. Herrick. 2001. Capítulo 31: Protección personal. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Organización Internacional del Trabajo.
- SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio de 2006.
- SEMARNAT. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003.
- SEMARNAT. Reglamento de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006.
- The Office of Radiation, Chemical & Biological Safety. 2006. Waste disposal guide. Michigan State University.
- The protection zone. 2000. Catalog 2000, Products for a safe environment. Cole-Parmer.
- Vallen. 2001. Catálogo de productos de seguridad. Hagemeyer.

16. GLOSARIO

Agente Infeccioso: Microorganismo capaz de causar una enfermedad si se reúnen las condiciones para ello, y cuya presencia en un residuo lo hace peligroso;

Aprovechamiento de los Residuos: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía;

Caracterización de Sitios Contaminados: Es la determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación;

Constituyente Tóxico: Cualquier sustancia química contenida en un residuo y que hace que éste sea peligroso por su toxicidad, ambiental, aguda o crónica.

Co-procesamiento: Integración ambientalmente segura de los residuos generados por una industria o fuente conocida, como insumo a otro proceso productivo;

CRETIB: El acrónimo de clasificación de las características a identificar en los residuos peligrosos y que significa: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico ambiental, inflamable y biológico-infeccioso.

CRIT: El acrónimo de clasificación de las características a identificar en los residuos peligrosos y que significa: corrosivo, reactivo, inflamable y tóxico ambiental.

Disposición Final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos;

Envase: Es el componente de un producto que cumple la función de contenerlo y protegerlo para su distribución, comercialización y consumo;

Evaluación del Riesgo Ambiental: Proceso metodológico para determinar la probabilidad o posibilidad de que se produzcan efectos adversos, como consecuencia de la exposición de los seres vivos a las sustancias contenidas en los residuos peligrosos o agentes infecciosos que los forman;

Extracto PECT: El lixiviado a partir del cual se determinan los constituyentes tóxicos del residuo y su concentración con la finalidad de identificar si éste es peligroso por su toxicidad al ambiente.

Fuente específica: Las actividades que generan residuos peligrosos y que están definidas por giro o proceso industrial.

Fuente no específica: Las actividades que generan residuos peligrosos y que por llevarse a cabo en diferentes giros o procesos se clasifican de manera general.

Generación: Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;

Generador: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;

Gestión Integral de Residuos: Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región;

Gestor: Persona física o moral autorizada en los términos de este ordenamiento, para realizar la prestación de los servicios de una o más de las actividades de manejo integral de residuos;

Gran Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

Incineración: Cualquier proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido o gaseoso, mediante oxidación térmica, en la cual todos los factores de combustión, como la temperatura, el tiempo de retención y la turbulencia, pueden ser controlados, a fin de alcanzar la eficiencia, eficacia y los parámetros ambientales previamente establecidos. En esta definición se incluye la pirólisis, la gasificación y plasma, sólo cuando los subproductos combustibles generados en estos procesos sean sometidos a combustión en un ambiente rico en oxígeno;

Inventario de Residuos: Base de datos en la cual se asientan con orden y clasificación los volúmenes de generación de los diferentes residuos, que se integra a partir de la información proporcionada por los generadores en los formatos establecidos para tal fin, de conformidad con lo dispuesto en este ordenamiento;

LGPGIR: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos;

Lixiviado: Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos;

Manejo Integral: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social;

Material: Sustancia, compuesto o mezcla de ellos, que se usa como insumo y es un componente de productos de consumo, de envases, empaques, embalajes y de los residuos que éstos generan;

Microgenerador: Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

PECT: Procedimiento de Extracción de Constituyentes Tóxicos.

Pequeño Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno;

Proceso Productivo: Conjunto de actividades relacionadas con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios;

Producción Limpia: Proceso productivo en el cual se adoptan métodos, técnicas y prácticas, o incorporan mejoras, tendientes a incrementar la eficiencia ambiental de los mismos en términos de aprovechamiento de la energía e insumos y de prevención o reducción de la generación de residuos;

Producto: Bien que generan los procesos productivos a partir de la utilización de materiales primarios o secundarios. Para los fines de los planes de manejo, un producto envasado comprende sus ingredientes o componentes y su envase;

Reciclado: Transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos;

Remediación: Conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven;

Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;

Residuos Incompatibles: Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos;

Residuos peligrosos resultado del desecho de productos fuera de especificaciones o caducos: Sustancias químicas que han perdido, carecen o presentan variación en las características necesarias para ser utilizados, transformados o comercializados respecto a los estándares de diseño o producción originales.

Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;

Responsabilidad Compartida: Principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social;

Reutilización: El empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación;

Riesgo: Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares;

Separación Primaria: Acción de segregar los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en orgánicos e inorgánicos;

Separación Secundaria: Acción de segregar entre sí los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que sean inorgánicos y susceptibles de ser valorizados;

Sitio Contaminado: Lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha sido contaminado con materiales o residuos que, por sus cantidades y características, pueden representar un riesgo para la salud humana, a los organismos vivos y el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas;

Tratamiento: Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad;

Termólisis: Proceso térmico a que se sujetan los residuos en ausencia o en presencia de cantidades mínimas de oxígeno, que incluye la pirólisis en la que se produce una fracción orgánica combustible formada por hidrocarburos gaseosos y líquidos, así como carbón y una fase inorgánica formada por sólidos reducidos metálicos y no metálicos, y la gasificación que demanda mayores temperaturas y produce gases susceptibles de combustión;

Toxicidad: La propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de provocar efectos adversos en la salud o en los ecosistemas.

Toxicidad Ambiental: La característica de una sustancia o mezcla de sustancias que ocasiona un desequilibrio ecológico.

Toxicidad Aguda: El grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola exposición, daños o la muerte de un organismo.

Toxicidad Crónica: Es la propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de exposiciones continuas o repetidas y que son capaces de producir efectos cancerígenos, teratogénicos o mutagénicos.

Tratamientos por Esterilización: Procedimientos que permiten, mediante radiación térmica, la muerte o inactivación de los agentes infecciosos contenidos en los residuos peligrosos;

Valorización: Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica,

Vulnerabilidad: Conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños al ambiente.

ANEXO I

MANIFIESTO DE ENTREGA, TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, Y RECURSOS NATURALES
 SUB SECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
 DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE MATERIALES Y
 ACTIVIDADES RIESGOSAS

SEMARNAT-07-009

MANIFIESTO DE ENTREGA, TRANSPORTE Y RECEPCIÓN
 DE RESIDUOS PELIGROSOS

| | | | | | | | |
|--|--|---------------------------|------------------------------|----------------|-------------|------------|--|
| GENERADOR | 1.-NÚM. DE REGISTRO AMBIENTAL (o Núm. de Registro como Empresa Generadora) | | 2.-No. DE MANIFIESTO | | 3.- PAGINA | | |
| | 4.- RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA GENERADORA: _____ | | | | | | |
| | DOMICILIO: _____ | | | | C.P.: _____ | | |
| | MUNICIPIO: _____ | | EDO: _____ | | | | |
| | DELEGACIÓN: _____ | | | | | | |
| | TEL. _____ | | | | | | |
| | 5.- DESCRIPCIÓN (Nombre del residuo y características CRETIB) | | | | | | |
| | | CONTENEDOR | | CANTIDAD TOTAL | | UNIDAD | |
| | | CAPACIDAD | | TIPO | | DE RESIDUO | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 6.- INSTRUCCIONES ESPECIALES E INFORMACION ADICIONAL PARA EL MANEJO SEGURO | | | | | | | |
| 7.- CERTIFICACIÓN DEL GENERADOR: | | | | | | | |
| DECLARO QUE EL CONTENIDO DE ESTE LOTE ESTA TOTAL Y CORRECTAMENTE DESCRITO MEDIANTE EL NOMBRE DEL RESIDUO, CARACTERÍSTICAS CRETIB, BIEN EMPACADO, MARCADO Y ROTULADO, Y QUE SE HAN PREVISTO LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA SU TRANSPORTE POR VIA TERRESTRE DE ACUERDO A LA LEGISLACION NACIONAL VIGENTE. | | | | | | | |
| NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE _____ | | | | | | | |
| TRANSPORTE | 8.- NOMBRE DE LA EMPRESA TRANSPORTISTA: _____ | | | | | | |
| | DOMICILIO: _____ | | | | TEL. _____ | | |
| | AUTORIZACIÓN DE LA SEMARNAT: _____ | | NO. DE REGISTRO S.C.T. _____ | | | | |
| | 9.- RECIBI LOS RESIDUOS DESCRITOS EN EL MANIFIESTO PARA SU TRANSPORTE. | | | | | | |
| | NOMBRE: _____ | | FIRMA _____ | | | | |
| CARGO: _____ | | FECHA DE EMBARQUE: _____ | | DÍA MES AÑO | | | |
| 10.- RUTA DE LA EMPRESA GENERADORA HASTA SU ENTREGA. | | | | | | | |
| 11.- TIPO DE VEHÍCULO _____ | | No. DE PLACA: _____ | | | | | |
| DESTINATARIO | 12.- NOMBRE DE LA EMPRESA DESTINATARIA: _____ | | | | | | |
| | NÚMERO DE AUTORIZACIÓN DE LA SEMARNAT: _____ | | | | | | |
| | DOMICILIO: _____ | | | | | | |
| 13.- RECIBI LOS RESIDUOS DESCRITOS EN EL MANIFIESTO. | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: _____ | | | | | | | |
| NOMBRE: _____ | | FIRMA: _____ | | | | | |
| CARGO: _____ | | FECHA DE RECEPCIÓN: _____ | | DÍA MES AÑO | | | |

ANEXO II
LISTAS DE VERIFICACIÓN

En los Términos de Referencia para la elaboración de auditorías ambientales, de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), se elaboró la siguiente guía de autoevaluación ambiental con respecto al cumplimiento normativo en materia de: 1) Suelos contaminados; y 2) Residuos y residuos peligrosos. Estos términos de referencia pueden usarse como guía extensa en el manejo de residuos peligrosos químicos.

SUELOS CONTAMINADOS

| Sección 1. Información básica. | Sí | No | N.A. | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| 1. Derivado de las actividades de generación, manejo y disposición final de materiales o residuos peligrosos que se llevan a cabo en la instalación ¿se ha producido contaminación de suelo? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| Sección 2. Cumplimiento normativo. | Cumple | No cumple | N.A. | E.T. | Fundamento |
| 2. ¿Si se ha producido contaminación de suelos, indicar si se han efectuado estudios de evaluación y/o acciones de restauración? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>LGEEPA Art. 15-IV Art. 152 BIS Art. 170 Reglam. En materia de I.A</i> |
| 3. ¿En caso de contaminación de suelos en dimensiones que pudieran ser significantes, por sus posibles daños al ecosistema; se ha previsto la evaluación del nivel de contaminación del mismo, así como su posible restauración; para el caso en que se llegara a tener el cierre de las instalaciones o un cambio en las actividades o uso del suelo? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>LGEEPA Art. 15-IV Art. 152 BIS Art. 170 Reglam. En materia de I.A</i> |
| 4. En su caso ¿se llevaron a cabo las acciones necesarias para restaurar el mismo? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>LGEEPA, Art. 152-BIS</i> |
| 5. ¿Cumple con la normatividad local en materia de suelo y subsuelo? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>LGEEPA Art. 11</i> |

RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS

Sección 1. Información básica.

Sí

No

1. ¿Se generan residuos peligrosos químicos en la instalación?

2. ¿Alguno(s) de los residuos que se generan en la instalación es peligroso de acuerdo a la Norma 052 SEMARNAT- 1995?

3. Si se generan residuos que no están en la Norma 052- SEMARNAT-2005 ¿Alguno de éstos es Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, y/o Inflamable?

Si las respuestas a las preguntas 2 y 3 fueron NO pasar a la siguiente sección.

Si la respuesta a alguna de las preguntas 1,2 y 3 fue SI contestar las siguientes preguntas.

Sección 2. Cumplimiento normativo.

Cumple

No cumple

N.A.

E.T.

Fundamento

5. ¿Cuenta con registro en SEMARNAT como empresa generadora de Residuos Peligrosos?

Art. 8 frac. I
RLGEEPAMRP

6. ¿Como empresa generadora de residuos peligrosos, se manifiestan éstos ante la SEMARNAT?

Art. 8 frac. I
RLGEEPAMRP

7. ¿Se lleva en bitácora el volumen de la generación mensual de residuos peligrosos?

Art. 8 frac. II R. LGEEPA
MRP

8. ¿Se lleva en bitácora el registro de los movimientos de entrada y salida del área de almacenamiento de residuos peligrosos?

Art. 21 R. LGEEPA MRP

9. ¿Se remite semestralmente a la SEMARNAT el informe de los movimientos de los residuos peligrosos que se efectúan en dicho periodo?

Artículo 8 frac. XI R.
LGEEPA MRP

10. ¿De los residuos peligrosos que se generan en la instalación, se ha determinado si son incompatibles entre sí?

Art. 8 frac. IV R.
LGEEPA MRP
NOM-054-ECOL-93

Incompatibilidad: peligro de generar gases venenosos, incendios, explosión o calor al mezclarse dos o más residuos.

| Sección 2. Cumplimiento normativo. | Cumple | No cumple | N.A. | E.T. | Fundamento |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 11. El almacén temporal de residuos peligrosos cuenta con los siguientes requisitos: | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 R. LGEEPA MRP |
| 11.1. ¿Está separado de áreas de producción u oficinas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 R. LGEEPA MRP |
| 11.2. ¿Se localiza en zonas donde se reduzcan los riesgos posibles de emisiones fugas, incendios o inundaciones? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 R. LGEEPA MRP |
| 11.3. ¿Cuenta con muros de contención? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 R. LGEEPA MRP |
| 11.4. Para los líquidos, ¿se cuenta con fosas de retención para captación de residuos o lixiviados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 R. LGEEPA MRP |
| 11.5. Conforme a la respuesta anterior ¿la capacidad permite contener al menos una quinta parte de los residuos almacenados? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 R. LGEEPA MRP |
| 11.6. ¿Cuenta con trincheras o canaletas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 R. LGEEPA MRP |
| 11.7. ¿Cuenta con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en caso de emergencia? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 R. LGEEPA MRP |
| 11.8. ¿Cuenta con sistemas de extinción contra incendios? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 R. LGEEPA MRP |
| 11.9. ¿Cuenta con letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos en lugares y formas visibles? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 R. LGEEPA MRP |
| Si el área de almacenamiento de residuos peligrosos, es del tipo cerrado pasar a la pregunta 12. | | | | | Art. 16 R. LGEEPA MRP |
| Si el área de almacenamiento de residuos peligrosos, es del tipo abierto pasar a la pregunta 13. | | | | | Art. 16 R. LGEEPA MRP |
| 12. Áreas de almacenamiento cerradas: | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 16 R. LGEEPA MRP |

| Sección 2. Cumplimiento normativo. | Cumple | No cumple | N.A. | E.T. | Fundamento |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 12.1. ¿Existen conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudiera permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 16 R. LGEEPA MRP |
| 12.2. ¿Las paredes están construidas con materiales no inflamables? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 16 R. LGEEPA MRP |
| 12.3. ¿Cuenta con ventilación? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 16 R. LGEEPA MRP |
| 12.4. ¿Es ventilación forzada? En los casos de ventilación forzada debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 16 R. LGEEPA MRP |
| 12.5. ¿Cuenta con iluminación a prueba de explosión? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 y 17 R. LGEEPA MRP |
| 13. Áreas de almacenamiento abiertas: | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 y 17 R. LGEEPA MRP |
| 13.1. ¿El área se encuentra localizada en sitios por debajo del nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 y 17 R. LGEEPA MRP |
| 13.2. Si la respuesta anterior fue si contestar ¿El factor de seguridad es de 1.5? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 y 17 R. LGEEPA MRP |
| 13.3. ¿Los pisos donde se almacenen los residuos son lisos y de material impermeable? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 y 17 R. LGEEPA MRP |
| 13.4. ¿Los pasillos son de material antiderrapante? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 15 y 17 R. LGEEPA MRP |
| 13.5. ¿Cuenta con pararrayos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 14 frac. I, R. LGEEPA MRP |
| 13.6. ¿Cuenta con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible, cuando se almacenen residuos volátiles? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 14 frac. II, R. LGEEPA MRP |

| Sección 2. Cumplimiento normativo. | Cumple | No cumple | N.A. | E.T. | Fundamento |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| 14. ¿Los envases que se utilizan para el almacenamiento o transporte de residuos peligrosos cuentan con condiciones de seguridad adecuadas (sin fugas, cerrados herméticamente, etc.)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 26, R. LGEEPAMRP |
| 15. ¿Se identifican con nombre y características los envases que contienen los residuos peligrosos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 23, frac. I R. LGEEPA MRP |
| 16. ¿Para el transporte de los residuos peligrosos contrata a empresas autorizadas por la SEMARNAT y SCT? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Artículo 151-BIS, LGEEPA |
| 17. ¿Conserva los documentos relativos a autorizaciones, generación, manejo, transporte, y disposición final de los residuos peligrosos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Artículo 12, frac. I RLGEEPAMRP |
| 18. ¿Las empresas de recolección, almacenamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración o disposición final de residuos peligrosos cuentan con autorización-SEMARNAT? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Artículo 12, frac. III RLGEEPAMRP |
| 19. En caso de contar con una autorización de Manejo de Residuos Peligrosos ¿Tiene implementado un programa de capacitación al personal involucrado con el manejo de los residuos peligrosos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 41 RLGEIPA-RP |
| 20. En caso de contar con una autorización de Manejo de Residuos Peligrosos ¿Tiene un programa para la atención de contingencias relacionadas con residuos peligrosos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Art. 153 VI LGEEPA y Art. 55 RLGEIPA-RP |
| 21. En caso de generarse residuos caducos de origen industrial o de uso farmacéutico ¿su manejo se realiza como residuos peligrosos? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | LGEEPA Art. 11 |
| 22. Si la instalación genera residuos peligrosos derivados de la utilización de materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal ¿éstos son retornados al país de procedencia dentro del plazo correspondiente? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | LGEEPA Art. 11 |

DIRECTORIO

Dr. José Narro Robles
Rector

Dr. Eduardo Bárzana García
Secretario General

Lic. Enrique del Val Blanco
Secretario Administrativo



Integrantes del Comité Asesor de Salud, Protección Civil y Manejo Ambiental de la UNAM

Lic. Enrique del Val Blanco
Secretario Administrativo
y Presidente de Comité Asesor

Dr. Héctor Fernández Varela Mejía
Director General de Servicios Médicos
y Secretario Técnico del Comité

Mtro. Miguel Robles Bárcena
Secretario de Servicios a la Comunidad

Dr. Roberto Zozaya Orantes
Director General de Atención a la
Comunidad Universitaria

Lic. Luis Raúl González Pérez
Abogado General

Mtro. Pablo Tamayo Castroparedes
Directora General del Patrimonio Universitario

Dr. Enrique Guadarrama López
Director General de Servicios Generales

Ing. Ana De Gortari Pedroza
Director General de Obras y Conservación

Lic. Juan Gustavo Ramos Fuentes
Director General de Presupuesto

Lic. Cuauhtémoc Solís Torres
Director de Normatividad y Desarrollo Humano
de la Dirección General de Servicios Médicos

Dra. Amanda Gálvez Mariscal
Coordinadora del Programa Universitario
de Alimentos (PUAL)

Dr. Jaime Mas Oliva
Coordinador del Programa Universitario
de Investigación en Salud (PUIS)

Mtra. Mireya Imaz Gispert
Coordinadora del Programa Universitario
del Medio Ambiente (PUMA)