



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

COLECCIÓN BIOSEGURIDAD
DE LA FES IZTACALA

5

**REACTIVOS Y RESIDUOS
PELIGROSOS QUÍMICOS**

GUÍA GENERAL DE MANEJO



Dr. Enrique Luis Graue Wiechers

RECTOR



Dra. Patricia D. Dávila Aranda

DIRECTORA

Dr. Ignacio Peñalosa Castro

SECRETARIO GENERAL ACADÉMICO

CD Rubén Muñiz Arzate

SECRETARIO DE DESARROLLO Y RELACIONES INSTITUCIONALES

Dr. Raymundo Montoya Ayala

SECRETARIO DE PLANEACIÓN Y CUERPOS COLEGIADOS

CP Reina Isabel Ferrer Trujillo

SECRETARIA ADMINISTRATIVA

Dr. Juan Manuel Mancilla Díaz

JEFE DE LA DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

MC José Jaime Ávila Valdivieso

COORDINADOR EDITORIAL

COMISIÓN DE BIOSEGURIDAD

Juan Manuel Arias Montaña, José Guillermo Ávila Acevedo, Martha Patricia Barajas Gutiérrez, Susana Calva Limón, Rodolfo Cárdenas Reygadas, Patricia D. Dávila Aranda, Irma Delfín Alcalá†, Luis Enrique Florencio Martínez, Carlos García Nava, Maximiliano Ibarra Barajas, Juan Manuel Mancilla Díaz, Luz Elena Maya López, Florencio Miranda Herrera, José Luis Muñoz López, Erasmo Negrete Abascal, Juan Gerardo Ortiz Montiel, Mario Arturo Rodríguez Camacho, Luis Felipe Santos Cruz, Francisco José Torner Morales, Areli Margarita Valderrábano Nava.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

COLECCIÓN BIOSEGURIDAD
DE LA FES IZTACALA

5

REACTIVOS Y RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS

GUÍA GENERAL DE MANEJO

FES Iztacala, UNAM
2015



COLECCIÓN BIOSEGURIDAD
DE LA FES IZTACALA

5

REACTIVOS Y RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS

GUÍA GENERAL DE MANEJO

Primera edición: 7 de diciembre de 2015

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México

Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán,
CP 04510, México, Distrito Federal.

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Av. de los Barrios N.º 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla,
CP 54090, Estado de México, México.

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Apoyo Técnico

MC JOSÉ JAIME ÁVILA VALDIVIESO

Cuidado de la edición y corrección de estilo

PLH. JORGE ARTURO ÁVILA GÓMORA

MASTER JORGE ALBERTO CASTRO JÁUREGUI

Corrección de estilo

DG ELIHÚ GAMBOA MIJANGOS

Formación editorial y preliminares

DG HÉCTOR CALDERA ROLDÁN

Diseño de portada

DG CARLOS DOMINGUEZ MORENO

Retoque digital de imágenes

Impreso y hecho en México

Índice



Introducción	1
Responsabilidades	2
Generalidades del trabajo en laboratorios	3
Manejo de productos químicos	9
Tratamiento y disposición de residuos	25
Respuesta a emergencias	37

Introducción



La FES Iztacala ha incorporado a sus actividades de investigación y docencia diversas técnicas que implican el manejo de sustancias químicas peligrosas. Esta situación representa riesgos para la salud de las personas que las manipulan, y para el ambiente, lo cual obliga a los responsables y usuarios directos de éstas a tener un profundo conocimiento sobre su naturaleza y características, con el fin de evitar accidentes.

Los laboratorios y los almacenes, independientemente de su especialidad, deben de tener condiciones mínimas de seguridad. Esta guía general es un instrumento que auxilia en la identificación y análisis de los riesgos asociados al uso de reactivos y residuos peligrosos químicos (RPQ), en los laboratorios de docencia e investigación y en los almacenes de la Facultad, para crear y mantener un ambiente seguro y saludable para todos los integrantes de nuestra comunidad. Por tanto, este instrumento no

pretende sustituir sino complementar los procedimientos generados por un área específica para el empleo de sus residuos.

La disposición responsable contribuirá a reducir amenazas presentes y futuras sobre el medio ambiente, por lo que resulta imperativa la disposición de los RPQ de una manera segura, eficiente y con base en la legislación vigente.

RESPONSABILIDADES

El uso y manejo adecuado de los RPQ comienza con la comprensión, capacitación y concientización por parte de los miembros de la comunidad, y el reconocimiento de las responsabilidades institucionales e individuales de quienes los generan.

Las personas que usen sustancias químicas deberán:

- a) Almacenar los reactivos de manera segura considerando su compatibilidad, con base en la norma NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-054-ECOL-1993
- b) Determinar si un residuo es peligroso o no, siguiendo la norma NOM-052-SEMARNAT-2005
- c) Envasar y etiquetar adecuadamente los residuos, en relación con las normas NOM-007-SCT2-2002 y NOM-003-SCT-2008
- d) Transportar, empacar y almacenar en forma segura los residuos peligrosos
- e) Disponer de manera apropiada los residuos no peligrosos y los previamente tratados
- f) Llevar y mantener un registro adecuado de los RPQ
- g) Mantener un inventario actualizado de los materiales y reactivos disponibles, con sus respectivas hojas de seguridad
- h) Tener disponible en el centro de acopio de RPQ una bitácora en donde se lleve un registro de los materiales recibidos y entregados.

GENERALIDADES DEL TRABAJO EN LABORATORIOS

ORDEN Y LIMPIEZA

El orden y la limpieza son hábitos que se deben establecer en nuestra institución porque ayudan a dos aspectos fundamentales: facilitan el trabajo cotidiano y previenen accidentes.

A continuación se presentan algunas indicaciones generales que contribuyen a mantener en condiciones óptimas el área de trabajo:

- Evitar la sobrecarga de las estanterías y zonas de almacenamiento
- Mantener siempre limpias, libres de obstáculos y debidamente señalizadas las escaleras y zonas de paso
- Evitar el bloqueo de extintores, mangueras y elementos para combatir incendios
- Evitar que se derramen líquidos en las mesas de trabajo o en el piso
- Colocar siempre los residuos y los desechos municipales en los contenedores y los recipientes destinados para ese fin
- Colocar en su sitio los equipos, reactivos y materiales al término del trabajo
- Mantener ordenada y limpia el área de trabajo en todo momento
- Mantener en un lugar accesible los equipos y manuales de seguridad
- Evitar el uso de material de cristalería o plástico en mal estado (roto o con fisuras)
- Avisar al responsable del laboratorio y registrar en la bitácora correspondiente, cualquier falla en el funcionamiento de un equipo
- Mantener en el laboratorio sólo las cantidades necesarias de reactivos

- Los volúmenes mayores se depositarán en los almacenes respectivos
- Los RPQ deberán envasarse y etiquetarse, previo a su transportación al almacén de acopio temporal.

SEÑALIZACIÓN

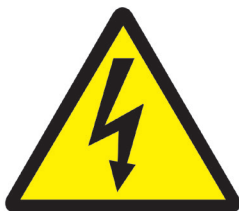
En los laboratorios y almacenes, la señalización indica los riesgos inherentes que pueden presentarse en esos espacios.

Señales de advertencia

La señal internacional de peligro es:



Las señales de peligro de uso común son:
Riesgo eléctrico



Deben situarse en los tableros y registros eléctricos de los laboratorios y almacenes.

Materiales tóxicos

Imagen tóxico



Deben situarse en los estantes destinados al almacenamiento de sustancias tóxicas, incluyendo las cancerígenas y las mutágenas.

Materiales inflamables



Deben situarse en las áreas en que se manipule este tipo de materiales.

Baja temperatura



Deben situarse en la puerta de cuartos fríos o áreas con temperaturas por debajo de 0 °C.

Riesgo biológico



Deben situarse en todas las áreas en que se manipulen agentes biológicos peligrosos.

Riesgo de radiaciones ionizantes



Deben situarse en los espacios autorizados para el manejo de isótopos radiactivos y rayos X.

Señales de prohibición

La señal de prohibición es:



La señal de prohibición de uso común es:

Prohibición de fumar y de encender fuego



Debe situarse en áreas donde se utilicen materiales inflamables y en espacios cerrados.

Señales de obligación

Las señales de obligación de uso común son:

Protección obligatoria de la cara



Debe situarse en áreas donde como consecuencia de su manipulación, exista riesgo de salpicaduras de sustancias peligrosas a la cara.

Protección obligatoria de vías respiratorias



Debe situarse en aquellas áreas de trabajo donde se manipulen productos tóxicos o nocivos susceptibles de ser inhalados.

Protección obligatoria de las manos



Debe exhibirse en aquellos lugares de trabajo donde se manipulen productos corrosivos, irritantes, sensibilizantes por contacto cutáneo, tóxicos y nocivos.

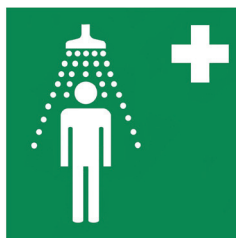
Señales de equipo contra incendios

Las señales de equipo contra incendios más comunes son:



Otras señales

En función de las características del local y teniendo en cuenta sus riesgos específicos, los laboratorios deben exhibir aquellas señales que avisen de la existencia de tales riesgos. Es obligatorio señalar las salidas de emergencia y los elementos de primeros auxilios (botiquín, regaderas de emergencia, lavaojos).



Otra señalización importante es aquella que permite identificar las tuberías por su color (NOM-003-SEGOB-2000 y NOM-026-STPS-1999), en función del fluido que transportan (Cuadro 5.1).

Cuadro 5.1. Identificación de las tuberías

FLUIDO TRANSPORTADO	COLOR DE TRANSPORTACIÓN
Agua	Verde
Aire	Azul
Gas	Amarillo
Vacío	Gris

MANEJO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

GENERALIDADES

Para la aplicación correcta de productos químicos, el usuario tiene que identificar aquellos que puedan ser o no peligrosos. A continuación se exponen algunas definiciones al respecto.

Sustancias. Elementos químicos, compuestos y mezclas en estado natural o aquellos obtenidos mediante cualquier procedimiento en el laboratorio, consultorio, clínica o la industria.





Preparados. Mezclas o soluciones elaboradas con dos o más sustancias químicas.

Sustancias o preparados no peligrosos. Aquellos que por su naturaleza química en condiciones normales son inocuos para las personas y el medio ambiente.

Sustancias o preparados peligrosos. Aquellos que por su naturaleza química en condiciones normales pueden ser riesgosos para los usuarios, la comunidad o el medio ambiente.

El listado de sustancias peligrosas se encuentra en la Norma Oficial NOM-052-SEMARNAT-2005 (Cuadro 5.2.).

Cuadro 5.2. Señalización de sustancias químicas peligrosas

	RIESGO	CARACTERÍSTICAS	PICTOGRAMA
Explosivos	Explosión	Pueden ser explosivos por: choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición	
Comburentes	Incendios	Pueden provocar fuego o explosión en contacto con material combustible	
Extremadamente inflamables	Incendios	Sustancias que tienen un punto de inflamación inferior a los 0 °C y su temperatura de ebullición inferior a los 35 °C	
Fácilmente inflamables	Incendios	Sustancias que tienen un punto de inflamación entre los 0 y 21 °C	

	RIESGO	CARACTERÍSTICAS	PICTOGRAMA
Inflamables	Incendios	Sustancias que tienen un punto de inflamación entre los 21 y 55°C	
Muy tóxico	Envenenamiento o asfixia	Aun en dosis bajas puede absorberse por contacto o inhalación	T+ 
Tóxico	Envenenamiento o asfixia	Dosis bajas o moderadas puede absorberse por contacto, ingestión o inhalación	
Nocivo	Problemas respiratorios o malestar general	Dosis variables puede absorberse por contacto, ingestión o inhalación	

	RIESGO	CARACTERÍSTICAS	PICTOGRAMA
Corrosivos	Quemaduras	Sustancias con pH menor a 2 o mayor a 12.5	
Irritante	Irritaciones a la piel y las mucosas	El daño se produce por contacto o inhalación	
Carcinógenos	Cáncer	Dependiendo de las sustancias y la susceptibilidad Individual	
Mutágenos y teratógenos	Mutaciones y/o malformaciones	Dependiendo de las sustancias y la susceptibilidad Individual	

	RIESGO	CARACTERÍSTICAS	PICTOGRAMA
Tóxicos para la reproducción	Infertilidad, malformaciones	El daño se produce por inhalación, ingestión o contacto	
Sensibilizantes	Alergias	Dependiendo de las sustancias y la susceptibilidad individual	
Peligrosos para el medio ambiente	Deterioro del entorno	Múltiples causas	

Las principales leyendas escritas asociadas a la señalización son:

1. Riesgo de explosión
2. Alto riesgo de explosión
3. Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles
4. Peligro de explosión en caso de calentamiento
5. Puede provocar incendios
6. Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables
7. Se inflama de manera espontánea en contacto con el aire
8. Puede inflamarse con facilidad al usarlo
9. Peligro de fuego al contacto con materiales combustibles
10. Peligro de explosión al mezclarse con materiales combustibles

Tomando en cuenta que en la FES Iztacala existen diversos materiales peligrosos que se utilizan y se generan, es indispensable que los usuarios de cada laboratorio sean responsables del buen manejo de ellos considerando la peligrosidad y las medidas de seguridad aplicables.

EVALUACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) define como materiales peligrosos a “todas aquellas sustancias, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (características CRETIB), representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente”.



Las normas NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-054-ECOL-1993 establecen las características de los materiales y residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen que por su toxicidad una sustancia sea peligrosa para el ambiente. Además, plantean que tomarán como base para determinar la peligrosidad de los residuos, el que éstos se


encuentren comprendidos en los listados que se incluyen en sus anexos y que permiten su clasificación con base en su origen o composición.

Para definir el grado y tipo de riesgo asociado con un material o un residuo químico se debe consultar la norma NOM-052-SEMARNAT-2005; así también las hojas de seguridad de los reactivos contienen los riesgos por el uso de los mismos. La norma NOM-052-SEMARNAT-2005, establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción con el fin de determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Un residuo peligroso químico es cualquier sustancia en estado líquido, gaseoso o sólido que: Es inusual en el ambiente, que excede la concentración aceptada, se encuentra fuera de especificación permitida o exhibe características especiales como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad (CRETI), carcinogénesis y persistencia medioambiental (Cuadro 5.3).

Cuadro 5.3. Características especiales de los RPQ (CRETI)

<p>Inflamabilidad. Un residuo químico exhibe esta característica si posee cualquiera de las siguientes propiedades:</p> 	<p>Líquido cuyo punto de ignición sea menor a 60 °C</p> <p>No es líquido y es capaz de causar fuego a 20 °C y 1 atm de presión bajo la acción de la fricción, absorción de humedad o debido a cambios químicos espontáneos; y cuando se quema es de forma tan vigorosa y persistente que crea un peligro</p> <p>Un sólido, líquido o gas que elimine o libere oxígeno, ya sea a temperatura ambiente o bajo calentamientos tenues. Entre las sustancias químicas que pueden sufrir este fenómeno están: peróxidos, cloratos, percloratos, nitratos y permanganatos</p>
<p>Corrosividad. Un residuo químico exhibe esta característica si posee cualquiera de las siguientes propiedades:</p> 	<p>Una solución acuosa que posee un pH igual o menor a 2.0, o igual o mayor a 12.5</p> <p>Sólidos que cuando se mezclan con agua forman soluciones con un pH igual o menor a 2.0, o igual o mayor a 12.5</p>

<p>Reactividad. Un residuo químico exhibe dicha característica si posee cualquiera de las siguientes propiedades:</p>	<p>Por lo general es inestable y fácilmente realiza un cambio violento sin detonación</p> <p>Reacciona con violencia cuando se mezcla con agua; forma mezclas potencialmente explosivas o genera gases tóxicos en concentraciones suficientes para representar un peligro para la salud</p> <p>Contiene cianuros o sulfuros que, cuando son expuestos a condiciones de pH entre 2.0 y 12.5, pueden generar gases tóxicos en concentraciones suficientes para representar un peligro para la salud</p>		
<p>Toxicidad. Se diferencian las sustancias como muy tóxicas, tóxicas y nocivas, según el criterio siguiente:</p>	<p>DL₅₀</p> <p>DL₅₀</p> <p>CL₅₀</p>		
	<p>Oral en rata</p> <p>mg/kg</p>	<p>Cutánea en rata</p> <p>mg/kg</p>	<p>Inhalación en rata</p> <p>mg/L o ppm</p>
	<p>menos de 25</p>	<p>menos de 50</p>	<p>menos de 0.50</p>
	<p>25 a 200</p>	<p>50 a 400</p>	<p>0.50 a 2</p>
<p>Nocivas</p>	<p>200 a 2000</p>	<p>400 a 2000</p>	<p>2 a 20</p>

DL₅₀ : significa dosis letal 50. Es la cantidad de una sustancia que provoca la muerte del 50% de los animales que han sido sometidos a ésta

CL₅₀ : significa concentración letal 50. Concentración de una sustancia en el aire que por inhalación provoca la muerte del 50% de los animales expuestos

Cancerígeno: químico que se encuentra en la lista de la norma NOM-018-STPS-2000



Persistencia ambiental: productos orgánicos como hidrocarburos alifáticos y aromáticos



MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS O PREPARADOS PELIGROSOS

La manipulación de productos químicos debe realizarse siguiendo con precisión las normas de seguridad, tomando en cuenta los aspectos siguientes:

- Zona de trabajo y actividad desarrollada
- Identificación de la sustancia peligrosa
- Riesgos para el ser humano y el medio ambiente
- Medidas de protección
- Incompatibilidades de almacenamiento
- Medidas en caso de emergencia
- Primeros auxilios en caso de accidente
- Condiciones de disposición y eliminación de residuos.

Almacenamiento de productos químicos en el laboratorio

El almacenamiento adecuado y seguro de los reactivos químicos se basa en los principios siguientes:

Inventario actualizado

Deberá realizarse al menos anualmente, con el fin de eliminar reactivos caducos e innecesarios.

Reducción de las existencias al mínimo operativo

Mantener la mínima cantidad de sustancias peligrosas en almacenamiento constituye una buena práctica preventiva. Ello supone planificar las existencias de los reactivos, de modo que se asegure su suministro en el momento preciso.

Incompatibilidades químicas

La mezcla de algunas sustancias químicas puede ser peligrosa, la mejor manera de evitarlo es almacenándolas por separado. En el caso de que sea necesario mezclar varias sustancias en un recipiente, deberá asegurarse que éstas sean compatibles. Por ejemplo, se evitará almacenar productos

combustibles y oxidantes juntos, porque su contacto provoca reacciones exotérmicas violentas que pueden ocasionar incendios. También hay que evitar almacenar productos tóxicos con productos comburentes o inflamables (Figura 5.1).

En el anexo 1 se muestra una tabla de sustancias químicas utilizadas en diferentes laboratorios de la UNAM y las precauciones que se deben tomar para su manejo. La lista no es exhaustiva y tiene un fin meramente informativo, por lo cual siempre será conveniente consultar la ficha técnica de seguridad correspondiente.



Figura 5.1. Separación de productos.

Como medidas de seguridad adicionales, es necesario tener en cuenta las que están orientadas a la prevención de incendios en las zonas de almacenamiento. Algunas de estas medidas son:

- No fumar
- No utilizar flamas abiertas o fuentes de ignición
- Utilizar únicamente instalaciones eléctricas adecuadas (a prueba de chispa).

Aislamiento o confinamiento de otros materiales

Debido a sus características fisicoquímicas o toxicológicas, algunos materiales requieren almacenarse por separado, entre

éstos se encuentran: las sustancias carcinogénicas, mutagénicas y tóxicas que se almacenarán en un espacio independiente y con acceso controlado.

Infraestructura

Estanterías. Deben ser metálicas, estar fijadas a la pared, con una barrera de protección que impida su posible caída o derrame.

Gabinetes protegidos contra incendios. Es necesario contar con este mobiliario, con el fin de resguardar sustancias inflamables o altamente tóxicas.

Refrigeradores. Su uso deberá ser exclusivo para mantener las sustancias químicas y biológicas que lo requieran, sin contener algún tipo de alimentos.

Trasvase de sustancias químicas

Al trasvasar un producto químico, se considerará que:

- Si el contenedor original dispone de una llave, se efectuará por gravedad abriendo la llave lentamente
- Si no dispusiera de este elemento, se utilizará un aditamento de vacío (sifón). Nunca succionar con la boca para hacer el vacío a través de un tubo
- Una vez trasvasado el producto, el recipiente deberá etiquetarse de igual modo que el envase original
- Durante el desarrollo de la operación se hará uso de los equipos de protección individual indicados en la ficha técnica.

Derrames

En caso de que se produzca un derrame accidental, se procederá como sigue:

- Si se trata de un sólido, se utilizará una aspiradora. Evite barrer, ya que se podría originar la dispersión del producto

- Si es un líquido, se protegerán de inicio los desagües y el derrame se tratará con materiales absorbentes (por ejemplo, arena)
- Cuando sea necesario, antes de coleccionar el derrame líquido con el absorbente, se procederá a dejarlo químicamente inactivo, para lo cual se recomienda consultar la ficha técnica correspondiente.

En todos los casos, los residuos se depositarán en recipientes adecuados para su eliminación.

Fichas técnicas

Para manipular las sustancias se tienen que seguir las instrucciones de la ficha técnica de cada reactivo, la que el fabricante tiene por obligación proporcionar a los usuarios. En el caso de aquellas preparadas en los laboratorios, es necesario elaborar una ficha técnica para el reactivo, así como para los residuos que genera por parte de quien prepara las sustancias (soluciones, reactivos) (Figura 5.2).

Las fichas técnicas contienen información sobre la correcta manipulación de cada producto químico. Es indispensable que en cada laboratorio existan las fichas técnicas de las sustancias existentes. En el anexo 2 del presente documento se muestra, como ejemplo, la ficha técnica del etanol.

La ficha técnica puede incluir la información siguiente:

1. Identificación del preparado y del responsable de su comercialización
2. Composición/información sobre los componentes
3. Identificación de los peligros
4. Primeros auxilios
5. Medidas contra incendio
6. Medidas en caso de vertido accidental
7. Manipulación y almacenamiento
8. Controles de exposición/protección individual

9. Propiedades físicas y químicas
10. Estabilidad y reactividad
11. Información toxicológica
12. Información ecológica
13. Consideraciones para su disposición final
14. Información sobre su transportación
15. Información complementaria.

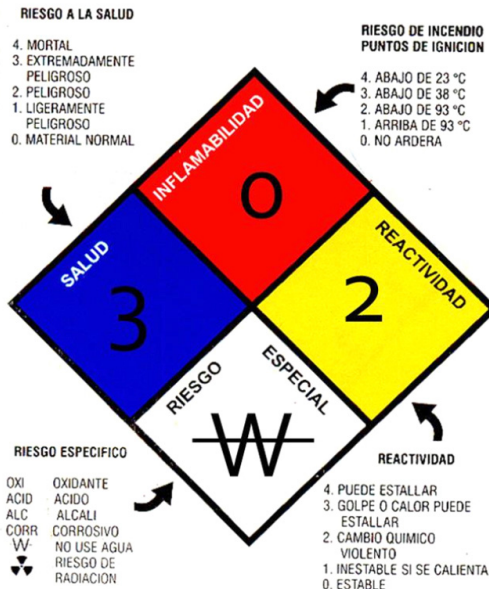


Figura 5.2. Rombo de seguridad: es un resumen informativo de las características del producto, con el que cuentan todos los reactivos en sus etiquetas.

Además, según el caso, cada laboratorio deberá contar con lentes, guantes y cofias para la manipulación y la seguridad en la utilización de reactivos, y el personal tendrá que usar la indumentaria apropiada para minimizar los riesgos, ya que existen sustancias cuyo uso, almacenamiento y desecho lo requieren. Ejemplos de algunas de estas sustancias se presentan en el cuadro 5.4.

Cuadro 5.4. Ejemplos de manipulación de sustancias peligrosas

SUSTANCIA	PROBLEMA	CAUSA DEL PROBLEMA	PRECAUCIONES
Ácido fórmico	El envase puede explotar al intentar abrirlo debido a un exceso de presión	El almacenamiento prolongado puede propiciar que el reactivo se descomponga en dióxido de carbono y agua, creando un exceso de presión al interior	El envase debe ser abierto en la campana de extracción con el vidrio de protección al nivel más abajo posible. El usuario utilizará lentes de protección
Ácido fluorhídrico	El escurrimiento del ácido es sumamente corrosivo	El ácido puede dañar la calidad del plástico, volviéndolo frágil y aumentando el riesgo de escurrimiento	Revisar el estado del envase. En caso de escurrimiento neutralizar con una solución alcalina. Utilizar guantes y mascarilla
Cianuros, isocianatos y tiocianatos	Liberan ácido cianhídrico, gas sumamente tóxico que puede causar la muerte	El manejo de estas sustancias en condiciones ácidas genera el gas	El pH debe ser mayor a 10. Uso obligatorio de mascarilla
Nitrato de plata	Forma azidas y fulminato de plata que se observa como un precipitado blanco	Cuando esta sustancia se combina con amoníaco se forma el precipitado que es muy explosivo	Evitar cualquier manipulación. Avisar a la Coordinación de Laboratorios, la Comisión de Bioseguridad o a vigilancia

En algunos laboratorios de la FES Iztacala se usan sustancias que durante el almacenamiento pueden transformarse en explosivas; entre ellas destacan disolventes que reaccionan con el oxígeno del aire formando peróxidos. La presencia de cristales en el seno del líquido o en las paredes del envase, es un indicio de la formación de peróxidos, los cuales pueden explotar por efecto de un golpe o por calentamiento. A manera de ejemplo, se mencionan algunas sustancias explosivas de mayor riesgo que son o han sido usadas en la Facultad:

- Ácido pícrico
- Alcohol terbutílico
- Azida de sodio
- Benceno
- Ciclohexano
- Ciclopentano
- Dioxano
- Éter etílico
- Éter isopropílico
- Mercaptoetanol
- Metil, etil éter
- Metil-isobutilcetona
- Nitrocelulosa
- Reactivo de Tollens
- Sodio o potasio metálicos
- Tetrahidrofurano
- Xileno

TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Se entiende por residuo, cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, reducción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó. Los residuos de laboratorio pueden dividirse en dos grandes grupos:

- a) Restos de material. Entre los que se encuentran: vidrio roto, frascos vacíos y material de plástico.
- b) Residuos químicos. Que incluyen:
 - 1) restos de reactivos no utilizados y que no deben regresar al envase original para no contaminar su contenido
 - 2) residuos de experimentos de laboratorio
 - 3) sustancias caducadas.

En general, los residuos químicos generados en el laboratorio no deben eliminarse por el drenaje sin antes dejarlos inertes. Esto es importante cuando se trata de sustancias que reaccionan de manera violenta con el agua, las sustancias tóxicas, corrosivas, cancerígenas y mutágenas, así como las no biodegradables y las peligrosas para el medio ambiente.

Los residuos ácidos o alcalinos pueden eliminarse por el drenaje una vez que han sido neutralizados (con pH cercano a 7.0) y diluidos con agua en abundancia. En caso de duda, es recomendable consultar la normatividad vigente, o bien las disposiciones de la Comisión de Bioseguridad de la FESI y los procedimientos utilizados por el área.

Recomendaciones de carácter general sobre la aplicación de residuos:

- No acumular residuos químicos en lugares no destinados para este fin
- Contar en el laboratorio con información e instrucciones para la eliminación de los residuos generados
- No guardar envases vacíos sin lavado previo que hayan contenido reactivos
- No tirar productos químicos, ni papeles o restos de telas impregnados de tales productos en los botes de basura. En caso de derrames consulte la sección de derrames en este mismo documento

- Colocar los residuos químicos en recipientes o en las bolsas de polietileno apropiadas
- Solicitar al personal responsable, el transporte de RPQ al centro de acopio temporal.

RESIDUOS NO PELIGROSOS

Un residuo no peligroso químico es simplemente cualquier sustancia o compuesto químico líquido, gaseoso o sólido que no se encuentra en el listado de las normas NOM-018-STPS-2000, y NOM-052-SEMARNAT-2005, o que no exhibe cualquiera de las características peligrosas CRETI.

Una muestra de materiales comunes que se pueden encontrar en un laboratorio, considerados no peligrosos, y que pueden ser eliminados como desechos municipales, se citan en el cuadro 5.5.

Para aclaración de dudas respecto al mejor manejo de residuos no peligrosos, favor de consultar al Comité de Manejo Integral de Residuos.

MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS

La FES Iztacala pondrá en marcha programas que conduzcan a minimizar los efectos de sustancias y RPQ sobre la comunidad y el medio ambiente. Los programas incluyen la reducción en la fuente, el reciclaje o los tratamientos que conduzcan a la disminución del volumen total o de la diversidad, o a eliminar la toxicidad de los residuos.

Cuadro 5.5. Ejemplos de materiales comunes no peligrosos

SUSTANCIAS ORGÁNICAS	SUSTANCIAS INORGÁNICAS	MATERIALES (NO CONTAMINADOS CON SUSTANCIAS PELIGROSAS)
Carbohidratos (azúcares y almidones)	Sulfatos de: sodio, potasio, litio, magnesio, calcio, estroncio y amonio	Adsorbentes para cromatografías
Aminoácidos o sus sales	Fosfatos de: sodio, potasio, magnesio, calcio, estroncio y amonio	Papel filtro
Ácido cítrico y sus sales: sodio, potasio, magnesio, calcio y amonio	Carbonatos de: sodio, potasio, magnesio, calcio y amonio	Tubo y varilla de vidrio
Ácido láctico y sus sales: sodio, potasio, magnesio, calcio y amonio	Óxidos de: boro, magnesio, calcio, estroncio, aluminio, silicio, titanio, manganeso, hierro, cobalto, cobre y zinc	Tapones de hule
Acetatos de: sodio, potasio, magnesio, calcio y aluminio	Cloruros de: sodio, potasio y magnesio	Cristalería
Tartratos de: sodio, potasio y amonio	Fluoruros de calcio	
	Boratos de: sodio, potasio, magnesio y calcio	
	Talco	

Reducción en la fuente

La actividad más adecuada para cumplir con el objetivo es la reducción en la fuente, con lo que se disminuye la generación de un residuo derivado de un procedimiento experimental. Para ello, es necesaria la implementación de políticas generales de procedimientos y de buenas prácticas.

En el siguiente listado se dan algunas guías que pueden reducir la generación de residuos químicos:

- a) Adquirir material no tóxico o el menos tóxico para el uso requerido
- b) Usar productos compatibles. Por ejemplo, utilizar un sólo disolvente o el mínimo número de ellos para facilitar el reciclaje de los residuos líquidos
- c) Comprar sólo lo necesario: un exceso de reactivos significa tanto una elevada inversión como el riesgo de pérdidas por derrames o por caducidad; adquirir presentaciones de tamaño adecuado y los de caducidad limitada adquirirlos en cantidad suficiente para satisfacer la necesidad
- d) Promover el intercambio de sustancias químicas entre usuarios
- e) Mantener actualizado el inventario de reactivos del laboratorio.

Reciclaje

El reciclaje incluye tanto la reutilización como la recuperación. Puede verse como cualquier actividad que reduce el volumen de residuos peligrosos, a la vez que genera un material valioso o energía utilizable. La reducción, reutilización y reciclaje deben ser las primeras consideraciones antes de clasificar un residuo químico como desecho. Estas actividades incluyen: recuperación de disolventes puros a través de la destilación y redistribución de excedentes de reactivos químicos.

Tratamiento en el sitio de generación

El tratamiento es la reducción o eliminación de la toxicidad de un residuo peligroso químico por:

- a) Conversión de los constituyentes tóxicos del residuo a formas menos tóxicas o no tóxicas
- b) Disminución de la concentración de constituyentes tóxicos en el residuo.

Los pasos de tratamiento deberán formar parte de los procedimientos de laboratorio (tratamiento en el mismo laboratorio en donde los subproductos son generados). Los tratamientos para residuos químicos pueden encontrarse en la sección de manejo de los especiales.

Las opciones de reducción se evaluarán conforme a los criterios siguientes:

Evaluación medioambiental

Determina si la opción propuesta generará un residuo que será ambientalmente menos perjudicial que el original. Algunas preguntas que tendríamos que responder sobre las opciones propuestas son: ¿La opción creará otros problemas ambientales? ¿La opción reduce la actual y futura amenaza a la salud pública?

Evaluación técnica

Determina si la opción propuesta es aplicable en un experimento específico. Todas las demás se tendrán que revisar por los grupos afectados para confirmar su viabilidad y asegurar su aceptación. Algunas preguntas que se responderían sobre las opciones propuestas son: ¿Es la opción segura para la comunidad universitaria (usuarios de laboratorios)? ¿La opción ha sido probada en otros laboratorios o dependencias?

Criterios adicionales de evaluación

Cuando se selecciona una opción para la minimización se deben considerar la frecuencia y cantidad de residuos químicos

generados, los riesgos, la normatividad y los aspectos económicos. Un programa de minimización de residuos es un esfuerzo continuo, no es una acción de una sola ocasión. Las personas generan materiales y residuos químicos como parte integral de la experimentación. Si en un procedimiento experimental puede ser limitado el uso de un reactivo químico o el residuo generado puede ser reciclado o neutralizado, este procedimiento también tiene que ser parte del experimental. En docencia, uno de los propósitos de un experimento es incluir el uso de residuos.

MANEJO DE RPQ

Los RPQ deben manejarse de tal manera que se minimicen los riesgos presentes y futuros sobre la salud humana y el medio ambiente. Algunos se pueden eliminar en el punto de generación o por tratamiento en el laboratorio, como se mencionó antes. Por otro lado, los residuos más peligrosos generados en la Facultad se deberán resguardar temporalmente en un almacén, y luego serán colectados por una compañía certificada que la FESI contrate para la disposición final.

Punto de generación: tratamiento en el laboratorio

El tratamiento en el punto de generación, por ejemplo, el laboratorio, minimiza los riesgos para la salud humana y para el medio ambiente. No es necesario que los pasos para hacer el tratamiento sean autorizados, pero a veces se requiere de la supervisión de un especialista en el empleo de residuos peligrosos.

1. Procedimiento general para neutralizar ácidos concentrados:
 - a) Diluya el ácido concentrado agregándolo lentamente en agua fría en proporción de 1 a 10 v/v (volumen/volumen)
 - b) Mientras se agita, agregue poco a poco bicarbonato de sodio al 10% al ácido diluido, hasta que la solución tenga un pH alrededor de 7 (Figura 5.3).

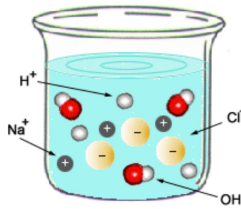


Figura 5.3. Neutralizar ácido concentrado.

Precaución: Se generan calor y vapores durante este procedimiento. Realice esta operación en una campana de extracción, con el equipo apropiado de protección personal. No neutralice ácido fluorhídrico usando este método.

2. Procedimiento general para neutralizar bases concentradas:
 - a) Diluya la base concentrada agregándola lentamente en agua fría en proporción de 1 a 10 v/v (volumen/volumen)
 - b) Mientras se agita, agregue poco a poco ácido diluido (aproximadamente en proporción 1:10) a la base diluida hasta que la solución tenga un pH alrededor de 7.

3. Destrucción de RPQ:

La destrucción estará a cargo de la compañía especializada contratada por la Facultad. Cada investigador y cada laboratorio será responsable de acumular los residuos que genere en un recipiente adecuado y etiquetarlo con base en la norma NOM-003-SCT2-2000.

A continuación, se presentan algunas referencias bibliográficas que describen métodos de destrucción de residuos químicos o de reducción de su toxicidad.

Lunn, G., Sansone, E.(2012). *Destruction of hazardous chemicals in the laboratory*.USA: John Wiley & Sons, Inc.

National Research Council. (1995).*Prudent practices in the laboratory. Handling and disposal of chemicals*. Washington, D.C.: The National Academic Press.

_____. (2011). *Prudent practices in the laboratory. Handling and management of chemical hazards*. Washington, D.C.: The National Academic Press.

4. Reducción de la toxicidad de los RPQ:

La eliminación de la toxicidad por precipitación es una opción viable para reducir el volumen total de residuos peligrosos. El generador debe conocer las propiedades de los componentes de los materiales químicos residuales y los productos que se obtienen del método de precipitación.

La precipitación de un tóxico de una fase acuosa de un residuo producirá un sólido precipitado y una solución acuosa que puede desecharse en el desagüe. El precipitado se considera un residuo peligroso, por lo que tiene que ser manejado, almacenado y desechado de manera correcta. El procedimiento más utilizado es la precipitación del catión tóxico (metal pesado) como óxido o hidróxido, ajustando el pH en el intervalo indicado. El intervalo de pH para precipitación varía ampliamente entre iones metálicos, por tanto, es importante controlar el pH con cuidado.

Manejo de residuos peligrosos, almacenamiento y procedimientos de disposición

Los RPQ que no pueden ser reciclados, reutilizados o tratados se colectan para su disposición final. Cada generador de éstos podrá almacenar en sus propias instalaciones pequeñas cantidades de residuos que ha generado. Los RPQ tienen que ser manejados, etiquetados y almacenados como indica la norma NOM-003-SCT2-2000. En relación con este tema se tiene presente lo siguiente:

- 1) Generadores particulares (laboratorios y almacenes). Deben segregar RPQ en contenedores separados según los tipos de materiales (ácidos, bases o materiales inflamables). La segregación se requiere porque algunos RPQ pueden ser altamente reactivos si se mezclan con un residuo peligroso incompatible, según la norma NOM-054-SEMARNAT-1993. También las mezclas impropias pueden ser no reciclables, o requerir costosos análisis y procedimientos de disposición.

- 2) Los RPQ se empaican en compartimientos cerrados y sellados, contenedores compatibles que no muestren señales de daño, deterioro o goteo. La tapa del contenedor tiene un cerrado de tornillo. Cada contenedor no debe llenarse a más del 80% de su capacidad.
- 3) Los contenedores necesitan estar bajo revisión o control y ubicados en un centro de acopio apropiado.
- 4) Los contenedores se señalan con la etiqueta de “Residuo peligroso”, provista por la Comisión de Bioseguridad de la FES Iztacala, con base en la norma referida. La etiqueta exhibe la composición del residuo, los nombres de quien etiquetó el contenedor, y del departamento generador, edificio, laboratorio y número telefónico, así como la fecha de generación.
- 5) La cantidad de cada tipo de residuo que puede ser acumulada en un área individual no debe exceder de 50 litros para residuos peligrosos, o 0.8 litros para inflamables con riesgo de explosión (éter etílico) o muy reactivos (peróxidos).
- 6) El tiempo de almacenamiento de RPQ en el lugar de trabajo no tendrá que exceder un año desde la fecha de generación.
- 7) Los contenedores usados para acumular RPQ cumplirán con la norma NOM-024-SCT2-2002 (Figura 5.4).



Figura 5.4. Contenedores para acumular RPQ.

Procedimientos de recolección

Cuando el residuo esté listo para su recolección y disposición, se llenará una solicitud de recolección, entregando una copia a la Comisión de Bioseguridad. La solicitud está disponible en la página de la Comisión de Bioseguridad. Los residuos indicados en la solicitud serán colectados conforme el calendario establecido en la misma página.

Para disminuir los riesgos, el personal encargado de la recolección tiene que estar capacitado y conocer ampliamente los riesgos que implica su trabajo. En la Facultad se cuenta con una ruta para el transporte interno de los residuos, misma que está indicada con la señalización correspondiente.

Almacenamiento temporal

Para evitar que los RPQ se mezclen con basura municipal, la Facultad cuenta con un almacén temporal (Figura 5.5).



Figura 5.5. Almacén de RPQ en la Facultad.

MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS ESPECIALES

Esta sección proporciona indicaciones sobre la utilización, almacenamiento y disposición de residuos desconocidos, potencialmente explosivos, materiales contaminados con RPQ y mezclas de residuos.

Residuos desconocidos químicos

El personal involucrado en el uso y generación de RPQ debe proveer una descripción exacta de los materiales sobrantes y residuos químicos. Los residuos mal clasificados o desconocidos representan un serio problema para su manejo, traslado y resguardo. Sin un nombre químico exacto o preciso, no pueden ser manejados ni dispuestos de una manera segura. Tendrán que ser envasados para su recolección, disposición y análisis. Cualquier información de éstos, como su historia y propiedades físicas, que pudiesen ser entregadas al personal encargado de los residuos peligrosos, ayudará a su investigación e identificación. Las compañías de descarga o tratamiento no aceptarán residuos desconocidos sin previo análisis. Los problemas presentados pueden ser disminuidos mediante el examen periódico del inventario de los reactivos químicos almacenados, el etiquetado rápido de contenedores, y la disposición de los residuos y sustancias químicas inusuales.

Residuos potencialmente explosivos

Un gran número de productos químicos relativamente comunes pueden llegar a ser altamente explosivos cuando se almacenan de forma inapropiada o por lapsos excesivos. Algunos ejemplos de estos químicos y de los que se debe contar con información a la mano para prevenir circunstancias peligrosas son:

- 1) Sustancias químicas peroxidables
- 2) Ácido pícrico y otros compuestos polinitroaromáticos
- 3) Reactivo de Tollens
- 4) Azida sódica
- 5) Papel y tubos de nitrocelulosa.

Materiales contaminados con residuos peligrosos

La disposición de materiales de laboratorio se vuelve importante cuando están contaminados con reactivos altamente tóxicos. El término “materiales de laboratorio” se refiere a

aquellos artículos desechables, tales como guantes, cubiertas de mesa, pipetas, tubos de ensayo. La decisión de desechar estos materiales a la basura, con o sin algún tratamiento previo o de desecharlos como un residuo peligroso dependerá de la toxicidad del contaminante. Esta decisión será tomada con base en la peligrosidad.

Mezclas de residuos

Si el residuo químico se encuentra mezclado con residuos biológico-infecciosos contáctese con la Comisión de Bioseguridad. Evite la mezcla entre ambos. Las medidas de protección al ambiente están siendo cada día más restrictivas, por lo cual existen cada vez menos opciones para disponer con seguridad de tales residuos.

RESPUESTA A EMERGENCIAS

En caso de una emergencia relacionada con materiales o residuos peligrosos, se debe notificar cuanto antes al personal de Protección Civil de la FESI, así como al de la Comisión de Bioseguridad.

TRATAMIENTO EN CASO DE DERRAME O VERTIDO QUÍMICO

En caso de derrames de productos químicos hay que actuar con rapidez, recogiendo inmediatamente el producto derramado y evitando su evaporación y posibles daños al personal y a las instalaciones. El procedimiento a emplear está en función de las características del producto (inflamable, ácido, álcali), existiendo actualmente absorbentes y neutralizantes comerciales. La información básica sobre el procedimiento de actuación se describe en las fichas técnicas de cada sustancia.

En todos los casos de vertido, se limitará al mínimo el número de personas expuestas y se asegurará que la entrada de éstas

al laboratorio se realice disponiendo de la ropa y los equipos de protección individual adecuados.

A continuación se dan las medidas que se deben aplicar para derrames o vertidos de algunas sustancias químicas peligrosas:

Ácidos. Neutralizar con carbonato o hidróxido de sodio, diluir con agua, y finalmente recoger con aserrín.

Álcalis. Neutralizar con ácido acético o vinagre comercial, diluir con agua, y al final recoger con aserrín.

Bromuro de etidio. Recoger con carbón activado

Líquidos inflamables. Recoger con arena o carbón activado

Otros líquidos no corrosivos ni inflamables. Recoger con aserrín.

Nota: estos residuos tienen que depositarse en recipientes adecuados en el almacén temporal de RPQ.

PRIMEROS AUXILIOS

La rápida actuación ante un accidente puede salvar la vida de una persona o evitar el agravamiento de las lesiones. Del mismo modo, y especialmente en el caso de vertidos accidentales de productos químicos, es importante poner inmediatamente en marcha medidas de control que impidan el contacto de estos contaminantes con cualquier persona.

Consejos generales

- Mantener la calma para actuar con serenidad y rapidez
- Evaluar la situación antes de actuar, realizando una rápida inspección del entorno
- Proteger al accidentado asegurando que tanto él como la persona que lo auxilie estén fuera de peligro. Esto es en especial importante cuando la atmósfera no es

respirable, se ha producido un incendio, existe corriente eléctrica o una máquina está en marcha. Específicamente habrá que evitar el acceso de cualquier otra persona al área afectada

- Avisar de manera inmediata a los servicios médicos y de vigilancia. El aviso ha de ser claro y conciso, indicando el lugar exacto donde ha ocurrido la urgencia
- Socorrer a la persona o personas accidentadas, sólo si se tienen los conocimientos adecuados
- No mover al accidentado salvo que sea necesario para protegerlo de los riesgos aún presentes en el laboratorio
- No dar de beber ni medicar al accidentado.

En un lugar visible del laboratorio deberá estar disponible la información necesaria para la actuación en caso de accidente o emergencia. En ésta se incluye lo siguiente: 1) consejos generales; 2) números telefónicos de emergencia, servicio de prevención, Comisión Local de Seguridad, mantenimiento, bomberos, responsable del laboratorio.

¿Cómo actuar en caso de derrames?

Si se han producido salpicaduras o el vertido ha afectado a alguna persona, se procederá a lavar con abundante agua la zona afectada, retirando la ropa que haya estado en contacto con el vertido y acudiendo inmediatamente al servicio médico.

¿Cómo actuar en caso de atmósfera contaminada?

La atmósfera de un laboratorio puede ser tóxica, explosiva, cancerígena o biológicamente peligrosa después de un accidente, como la rotura de un frasco, el vertido de un reactivo, o la fuga de gas. Las acciones generales para el control de riesgo son las siguientes:

1. Si el vertido o fuga de un agente químico o cancerígeno es pequeño, hay que recogerlo inmediatamente con

- los medios recomendados en la ficha de seguridad para evitar su dispersión a la atmósfera del laboratorio
2. Si se estaba trabajando en una campana de seguridad química, mantenerla funcionando para asegurar la ventilación; ventilar el laboratorio abriendo puertas y ventanas
 3. Si el vertido o la fuga de un agente químico o cancerígeno es grande, llamar al sistema de emergencia de la Facultad (5623-1350 o 5623-1244)
 4. Evacuar la zona
 5. No apagar ni encender equipos eléctricos
 6. En caso de intervención, usar el equipo de protección adecuado
 7. Si existen personas inconscientes, los equipos de intervención tendrán que extremar las precauciones, protegiéndose del ambiente contaminado con un equipo de protección respiratoria adecuado, y trasladar a las víctimas a un lugar seguro.

¿Cómo actuar en caso de incendio?

El riesgo de incendio está previsto en el plan de emergencia. El local dispone de puertas que se abren hacia el exterior para la evacuación ordenada e inmediata del personal. Cuando concluya la evacuación del laboratorio, se cierran las puertas, a no ser que existan indicaciones en sentido contrario por parte de los equipos de intervención. El laboratorio debe estar dotado de extintores portátiles adecuados a los tipos de fuego posibles, y el personal del laboratorio tendrá que conocer su funcionamiento. Los extintores se colocarán a una distancia de los puestos de trabajo que los haga rápidamente accesibles, sin poner objetos que obstruyan dicho acceso (Figura 5.6).

Los extintores de uso más frecuente en los laboratorios de la FESI son los de clase B, usados para extinguir fuegos causados por solventes orgánicos y gases combustibles, y los de clase C para los causados por equipo eléctrico; en algunos

laboratorios se cuenta con extintores polivalentes que se pueden usar contra cualquier tipo de fuego (Figura 5.7).



Figura 5.6. Evitar poner objetos que obstruyan a los extintores.



Figura 5.7. Extintores y tipos de fuego.

Recomendaciones generales de utilización de extintores:

- Descolgar el extintor
- Quitar el seguro
- Sujetar la manguera y oprimir las manijas
- Dirigir la descarga a la base de las llamas con movimiento de barrido

Para el control de pequeños incendios en los laboratorios son en especial útiles las mantas contra incendio. Si el fuego prende la ropa de alguna persona, utilizar la manta o la regadera de seguridad y trasladar a la persona al servicio médico.

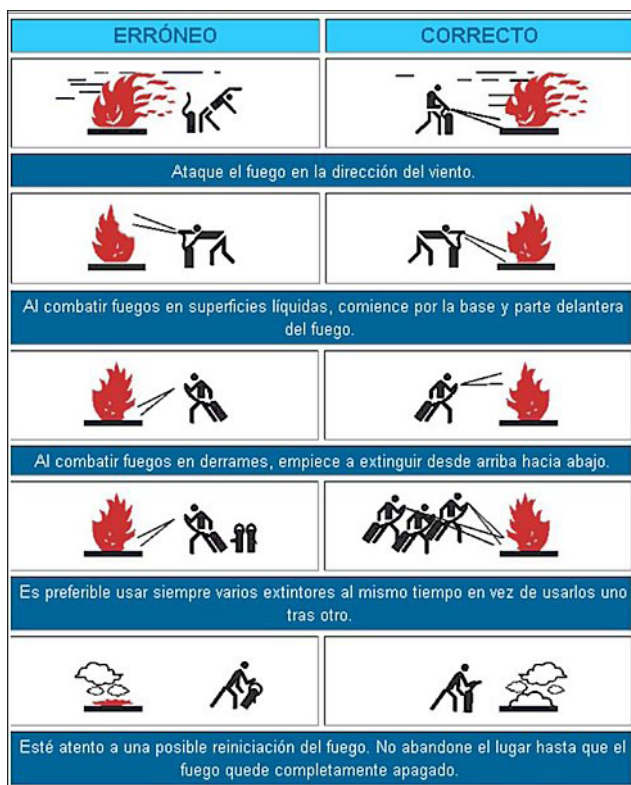


Figura 5.8. Uso correcto e incorrecto de extintores.