

Buenas Prácticas para Usuarios de Laboratorio de Ciencias



Javier Emmanuel Castillo Quiñones
Raudel Ramos Olmos

ISBN-13: 978-607-00-8691-5

ISBN-13	TÍTULO
978-607-00-8691-5	Buenas prácticas para usuarios de laboratorios de ciencias

INDICE

	Página
CAPÍTULO I GENERALIDADES	4
1.1.- Introducción	4
1.2.- Protección personal	5
1.2.1.- Protección de ojos	5
1.2.2.- Vestimenta	5
1.2.3.- Guantes	6
1.2.4.- Tipos de guantes (NMX-S-039-SCFI-2000)	7
1.2.5.- Clasificación de los guantes (NMX-S-039-SCFI-2000)	8
1.3.- Higiene personal	10
1.4.- Recomendaciones generales de seguridad en el laboratorio	10
1.5.- Orden y limpieza	11
1.6.- Limpieza de cristalería	11
1.7.- Transporte interno de sustancias químicas o materiales	12
1.8.- Manejo adecuado de residuos peligrosos	13
1.9.- Características de peligrosidad de materiales y residuos	15
1.10.- Precauciones al manejar equipo dentro del laboratorio	19
1.11.- Campanas y extractores	19
1.12.- Ventilación dentro de los laboratorios	20
1.12.1.- Requisitos básicos	20
1.12.2.- Ventilación previa al inicio de actividades dentro del laboratorio	20
1.12.3.- Requisitos de ventilación para operaciones específicas	24
1.13.- Refrigeradores	26
CAPITULO II USO DE EQUIPO	28
2.1.- Uso de campanas	28
2.2.- Precauciones al usar equipos eléctricos	28
2.3.- Electricidad estática y peligros de chispas	29
2.4.- Centrifugas	30
2.5.- Lámparas de luz ultravioleta	30
2.6.- Peligros por materiales peligrosos radioactivos	31
2.7.- Gases comprimidos	31
2.8.- Control de temperatura	33
2.9.- Baños de aceite y arena	33
2.10.- Baños de enfriamiento y trampas de enfriamiento	34
2.11.- Operaciones con presión reducida	36
CAPITULO III GUÍA DE PELIGROS CON SUSTANCIAS QUÍMICAS	37
3.1.- Toxicidad	37
3.2.- Rutas de entrada de las sustancias químicas peligrosas	38
3.3.- Efectos tóxicos	39

	Página
3.4.- Fuentes de información	41
3.4.1.- Etiquetas	41
3.4.2.- Etiquetas Modelo rombo y rectángulo	42
3.4.3.- Código de colores y grado de riesgo	44
3.4.4.- Hojas de seguridad de material (MSDS).	46
3.4.5.- Contenido de las hojas de seguridad	47
3.5.- Prevención de riesgos químicos	50
3.6.- Incompatibilidad química	51
3.6.1.- Disolventes	52
3.6.2.- Ácidos y bases	53
3.6.3.- Otros materiales tóxicos	55
3.6.4.- Peróxidos orgánicos y sus formadores	57
CAPITULO IV EQUIPO DE SEGURIDAD Y PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA	60
4.1.- Información general	60
4.2.- Incendios	61
4.2.1.- Prevención de Incendios	61
4.2.2.- Control de un Incendio	61
4.2.3.- Personas lesionadas en Incendios	63
4.3.- Derrames de sustancias químicas	63
4.3.1.- Prevención de contacto en piel de sustancias químicas	66
4.4.- ¿Qué hacer en caso de derrame de mercurio?	66
4.5.- Otros accidentes que involucran lesiones al personal	67
4.6.- Algunas buenas prácticas en el manejo y tratamiento de residuos de laboratorios	68
4.6.1.- Criterios para el manejo racional y efectivo de reactivos y disolventes	69
4.6.2.- Precauciones previas al manejo de residuos	70
4.6.3.- Manejo de residuos de laboratorios	70
4.6.4.- Buenas prácticas, condiciones y exigencias para un tratamiento efectivo	72
4.6.5.- Tratamientos de residuos	73
4.7.- Normas genéricas de trabajo en laboratorios	84
4.7.1.- Indicaciones sobre hábitos personales a respetar en laboratorios y talleres	84
4.7.2.- Indicaciones sobre hábitos de trabajo a respetar en laboratorios y talleres	84
Bibliografía	85
Referencias	86

MANUAL DE BUENAS PRACTICAS PARA USUARIOS DE LABORATORIOS DE CIENCIAS

CAPITULO 1 GENERALIDADES

1.1.- INTRODUCCIÓN.

La seguridad es un factor importante que debemos considerar cada uno de nosotros como usuarios de laboratorio. Es una responsabilidad colectiva que requiere el apoyo y la cooperación de todos en cualquier área donde se manejen sustancias químicas. Sin embargo la máxima prevención y cuidados de seguridad recaen en la persona que esté efectuando algún procedimiento donde se involucre el uso de las sustancias químicas o el manejo de los residuos peligrosos; en el caso de un laboratorio académico, normalmente es el estudiante, docente o investigador. Los accidentes en general son el resultado de una mala práctica, la falta del sentido común o en su caso, no seguir instrucciones de seguridad.

Cada estudiante debe tener en cuenta lo que están haciendo sus compañeros, porque cualquiera puede ser víctimas del error de otra persona. No hay que dudar en solicitar a los estudiantes que trabajen de manera segura si están realizando prácticas de una manera inadecuada. Si es necesario hay que notificarle al instructor, para que indique o de instrucciones para trabajar con seguridad.

Este documento establece una serie de recomendaciones que se deben realizarse y otras que no se deben hacer, con el fin de minimizar los problemas de inseguridad y daño a la salud asociados que se puedan generar con el trabajo experimental en el laboratorio. El manual también provee una forma de comprender prácticamente las ideas y conceptos sugeridos. Sin embargo, se espera que el lector se involucre más y sugiera soluciones.

Las siguientes son instrucciones generales para todos los usuarios de laboratorio:



Llevar a cabo todas las actividades siguiendo las instrucciones de seguridad.

-  Conocer con precisión la ubicación y uso de las instalaciones de seguridad como son las salidas de emergencia, regaderas, lavaojos, etc.
-  Familiarizarse con los peligros a que están expuestos en el manejo de los compuestos químicos que se están usando, conocer sus propiedades, las precauciones de seguridad y procedimientos de emergencias antes de empezar cualquier trabajo donde se involucre su uso.
-  Conocer las operaciones químicas y los peligros involucrados antes de empezar la operación, con el fin de minimizar el riesgo.

1.2.- PROTECCIÓN PERSONAL.

1.2.1.- Protección de ojos.



Todos los usuarios del laboratorio incluyendo visitantes autorizados, deben utilizar equipo de protección personal adecuado si están expuestos a alguna sustancia química. Dado el peligro para los ojos, se requiere el uso de lentes de seguridad, se prohíbe usar lentes de contacto en el laboratorio, porque podrían retener materiales en la cornea. Además pueden ser difíciles de remover en caso de una salpicadura de sustancias químicas. Lentes de contacto suaves presentan un peligro particular porque pueden absorber y retener vapores de sustancias químicas.



Si el uso de lentes de contacto es necesario para razones terapéuticas deberá usar gafas de protección debidamente ajustadas. Cuando se realicen trabajos a presiones reducidas o donde hay riesgo de explosión, implosiones o salpicaduras, debe usar protectores para los pies y cara que protejan cuello, así como para los oídos.

1.2.2.- Vestimenta.



La vestimenta usada en el laboratorio deberá ofrecer protección contra salpicaduras y fácil de remover en caso de un accidente, como mínimo deberá ser resistente al fuego. El tipo de tela debe ser resistente al fuego, no inflamables y no porosos ofrecen la protección satisfactoria. Las batas de laboratorio deberán usarse totalmente abotonada. Evitar usar batas de poliéster o de tela que pueda quemarse, de preferencia use bata de algodón.



No se deben usar zapatos de suela alta o tacón en el laboratorio, abiertos de las puntas, sandalias o de materiales tipo tejidos, así como shorts, pantalones cortos y minifaldas. El cabello largo y ropa suelta deben ser sujetados, evite trabajar con el cabello suelto. La joyería como anillos, brazaletes y relojes no se debe de usar, mientras esté trabajando en el laboratorio, esto con el fin de prevenir daños a la salud o la acumulación de sustancias químicas debajo de ellos, el contacto con fuentes de electricidad, atascamiento en equipo y daño a la misma joyería.

1.2.3.- Guantes.



Los guantes son el equipo de protección personal, que consiste en una funda adaptada a la forma de la mano, destinado a proteger dicha parte del cuerpo y que comprende desde los dedos hasta el antebrazo, según el tipo de guante.



Los guantes cuando son usados correctamente, sirven como una protección personal importante. Se debe verificar que los guantes no tengan perforaciones antes de usarlos. Para prevenir la propagación de sustancias químicas, los guantes deberán ser removidos de sus manos antes de salir del área de trabajo y antes de tocar cosas personales como teléfonos, perillas de puerta, instrumentos para escribir, libretas de laboratorio. Los guantes pueden ser limpiados

para reúso o desecharlos, dependiendo del uso que tuvieron o su grado de contaminación o deterioro.

Una gran variedad de guantes se encuentran disponibles para protección contra exposición a sustancias químicas. Debido a la permeabilidad de los guantes de material similar, entre diferentes productores, no hay recomendaciones específicas para usar de algún tipo o marca. Se debe tener cuidado de que un agente químico penetre en los guantes, para evitar que las sustancias químicas estén en contacto directo con las manos del trabajador o usuarios de los laboratorios.

1.2.4.- Tipos de guantes (NMX-S-039-SCFI-2000).

- Guante ambidiestro: Guante de forma plana que puede usarse indistintamente en ambas manos.
- Guante anatómico: Son aquellos diseñados para adaptarse a la posición natural de la mano, es decir, siguiendo una ligera curvatura en la parte de los dedos.
- Guantes con forro afelpado: Son aquellos confeccionados en su interior con fibras de algodón o cualquier otro material apropiado, adheridas a la capa del material protector.
- Guantes con refuerzo interno: Son aquellos confeccionados en su interior con tela y recubiertos de material protector.
- Guantes de uso doméstico: Son aquellos guantes que resisten trabajos abrasivos ligeros y exposiciones a los agentes químicos diluidos en periodos cortos.
- Guantes de uso general: Son aquellos guantes que resisten trabajos abrasivos ligeros y exposiciones a los agentes químicos en periodos intermitentes.
- Guantes de uso industrial: Son aquellos guantes que resisten trabajos abrasivos y exposiciones a los agentes químicos en periodos equivalentes a una jornada normal de trabajo.
- Guantes sin forro y sin refuerzo: Son aquellos confeccionados exclusivamente por el material protector.

- **Guantes de Nitrilo.**



Se utiliza para manipulación de recipientes que contengan sustancias químicas durante la preparación de soluciones, almacenamiento o identificación de diferentes sustancias. Este tipo de guantes está compuesto por nitrilo (material sintético) muy resistente frente a un determinado tipo de producto químico. No produce alergias por ser un material sintético, muy resistente tanto al corte como a productos químicos.

Inconvenientes: Menor flexibilidad, adaptabilidad y tacto. También son los más caros. Normalmente son azules sin talco.

➤ **Látex de caucho natural.**

Es un líquido lechoso que contiene partículas extremadamente pequeñas de hule (Cis-1, 4 poliisopreno) suspendidas o dispersas en un medio acuoso.



Aplicaciones típicas: Guantes de látex con revestimiento de p-aramida sin costura, utilizados para manipulación de metales afilados y piezas y componentes de plástico, papel, vidrio, cerámica, azulejos, madera y materiales de construcción.

Precauciones: No lavar con sosa caústica (NaOH). Almacenar en un lugar frío y oscuro sin exposición a la luz solar directa.

➤ **Látex de acrilonitrilo.**

Guantes hechos de copolímeros de butadieno y de acrilonitrilo o productos en que estos monómeros copolimerizados son los principales componentes.

➤ **Látex de neopreno.**

Es el nombre genérico del policloropreno (poli-2-cloro-1,3-butadieno) o de productos en que el cloropreno polimerizado es el principal compuesto.

1.2.5.- Clasificación de los guantes (NMX-S-039-SCFI-2000).

a) Clases de guantes

En función a los materiales usados, los guantes se clasifican de la siguiente manera:

Clase	Designación
I	Hule natural o sintético
II	Neopreno
III	Butadieno / acrilonitrilo
IV	PVC

b) Clasificación de los guantes según su uso

En función de su uso y características, se clasifican en:

Tipos	Uso	Características
A	Doméstico	Ultraligeros y ligeros
B	General	Ligero y medio
C	Industrial	Medio, pesado, rudo y extra rudo

c) Subtipos de guantes

En función a la resistencia química, se subdividen en:

Subtipo	Resistentes a:	Nota:
1	Ácidos minerales	Un tipo de guante puede cumplir con varios subtipos, los cuales deben estar especificados en el envase primario.
2	Ácidos orgánicos	
3	Álcalis	
4	Alcoholes	
5	Hidrocarburos aromáticos	
6	Hidrocarburos alifáticos	
7	Hidrocarburos clorados	
8	Cetonas	
9	Esteres	
10	Aceites minerales	

d) Almacenamiento y precauciones especiales de los guantes

- ❖ Los guantes deben conservarse en su empaque primario, acomodarse horizontalmente y procurando que no se maltraten.
- ❖ Se debe almacenar en lugar fresco y seco, como por ejemplo en las partes inferiores de los anaqueles.
- ❖ Se debe conservar lejos de los rayos solares; de calderas, radiadores y de cualquier fuente de calor.
- ❖ Se debe almacenar en lugares donde no se presente el ozono (el ozono existe regularmente en sitios en donde se hacen operaciones de alta tensión) o procesos industriales donde se genere.

1.3.- HIGIENE PERSONAL.

Todas las personas que trabajen en un laboratorio químico deberán estar conscientes de los peligros de tener disponible al organismo cualquier sustancia química peligrosa, ya sea por ingestión, por vía respiratoria o cutánea. Estas precauciones de sentido común ayudaran a minimizar la posibilidad de tal exposición:



a) No preparar, almacenar (ni temporalmente), o consumir comida o bebidas dentro de cualquier laboratorio.



b) No fumar dentro del laboratorio, adicionalmente se debe ser consciente que productos de tabaco en paquetes abiertos pueden absorber vapores de sustancias químicas.



c) Nunca pipetear con la boca. Siempre usar equipos de ayuda o bulbos de succión (perillas).

d) No se apliquen cosméticos cuando este dentro del laboratorio.



e) Lavarse las manos y brazos rigurosamente antes de salir del laboratorio aunque se hayan utilizado guantes.

f) Lavar por separado de la ropa casual, las batas de laboratorio donde ha tenido derrames de sustancias químicas.



g) Nunca usar o llevar una bata de laboratorio a áreas donde la comida está siendo consumida o a cualquier área que potencialmente pueda contaminar. La bata solo debe usarse dentro del laboratorio y quitarsela al salir de el.

1.4.- RECOMENDACIONES GENERALES DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO.

Javier Emmanuel Castillo Quiñones

Raudel Ramos Olmos

El laboratorio es un lugar de aprendizaje y de trabajo, donde no se debe jugar. Variaciones en los procedimientos incluyendo cambios en cantidades de reactivos pueden ser peligrosas. Tales alteraciones deben ser hechas con el consentimiento y aprobación del instructor o encargado del laboratorio.

1.5.- ORDEN Y LIMPIEZA.

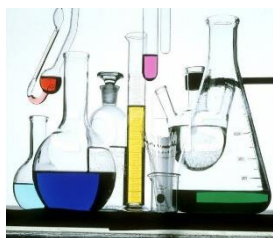


En el laboratorio y en cualquier parte, mantener limpia las cosas y ordenadas generalmente lleva a un ambiente seguro. Evitar riesgos innecesarios manteniendo los gabinetes y cajones cerrados mientras trabaja.

Nunca almacenar ni de manera temporal los materiales químicos en el suelo. Los espacios de trabajo y áreas de almacenamiento deberán estar libres de vidrio, reactivos químicos sobrantes y pedazos de papel. Mantener pasillos libres de obstrucciones como pueden ser sillas, cajas, y botes de basura. Evitar peligro de resbalarse manteniendo los pisos libres de materiales y líquidos.

Realice el procedimiento requerido para manejar apropiadamente los residuos peligrosos.

1.6.- LIMPIEZA DE CRISTALERÍA.



Previo al lavado de material, verifique que esté lo más libre posible de sustancias químicas. Si el material que va a lavar contiene sustancias químicas, viértalos previamente en el contenedor adecuado. Si no sabe donde diponerlo, pregunte al instructor o al encargado de laboratorio.

- Lavar el material de vidrio en los lugares destinados del laboratorio para tal efecto (fregaderos), usar agua caliente si está disponible, jabón o cualquier detergente.
- Usar los guantes apropiados y en buen estado.
- Usar cepillos que sean de acuerdo a lo rígido y tamaño del material.

Evitar acumular demasiados artículos en el área de limpieza. Usualmente el espacio de trabajo alrededor del fregadero es limitado y amontonar varias piezas de cristalería limpia o sucia puede provocar accidentes.

Recordar que el agua turbia en el fregadero puede esconder bordes dentados de piezas de cristal que estuvieron intactas antes de ponerlas en el agua. Use guantes para trabajos pesados para remover pedazos de vidrio, pero se debe tener cuidado ya que pueden contaminar el guante. Para prevenir que se le rompa la cristalería en el fregadero deberán tener protección de plástico o caucho, evitando obstruir el cedazo del fregadero.



Evitar el uso de agentes fuertes de limpieza como sería de ácido nítrico, ácido de crómico, ácido sulfúrico, oxidantes fuertes, o cualquier sustancia química con el prefijo “per” en su nombre (como el ácido perclórico, persulfato de amonio, etc.) a menos de que se encuentre indicado para usarlos y utilizando el equipo de protección personal adecuado.

Se han reportado algunas explosiones que involucran el uso de soluciones oxidantes de limpieza como serían mezclas de ácido sulfúrico y crómico.

Tratar de no usar disolventes inflamables y cuando sean utilizados se deben tener las precauciones necesarias, tales como estar alejado de fuentes de ignición o equipos que puedan acumular corriente estática.

1.7.- TRANSPORTE INTERNO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS O MATERIALES.



En el transporte de todas las sustancias químicas se debe utilizar un contenedor dentro de otro contenedor. Esto servirá de protección en caso de algún golpe o cambios de movimiento repentinos. Contenedores grandes de material corrosivo deberán ser transportados del almacén en recipientes resistente a agentes químicos o cualquier contenedor desarrollado para ese propósito.

Al subir o bajar escaleras deberán ser recorridas cuidadosamente. Los elevadores, al menos que sean específicamente indicados o designados, no deberán ser usados para cargar o transportar sustancias químicas. No es permitido fumar cerca de sustancias químicas y aparatos en tránsito, áreas de trabajo, en espacio cerrados o en áreas de reunión pública.

Cuando se transite por el laboratorio, visualice cualquier obstáculo o cambio de dirección de otras personas. Si te tropiezas o caes mientras cargas cristalería o sustancias químicas, trata de moverlos lejos de ti y de otras personas.



Cuando los líquidos inflamables son extraídos de tibores de metal de 200 litros, o cuando estos se llenan, tanto los contenedores como el equipo utilizado para tal efecto deberán contar con cableado eléctrico conectado entre si y aterrizado a tierra para evitar el posible acumulamiento de carga estática. Solo pequeñas cantidades deberán ser transferidas a contenedores de vidrio; si se está transfiriendo de un contenedor metálico a uno de vidrio, el contenedor de metal deberá estar aterrizado a tierra.

1.8.- MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

El manejo de subproductos generados en reacciones, residuos químicos y materiales contaminados es una parte muy importante en los procedimientos de seguridad en laboratorios. Cada trabajador en el laboratorio es responsable de asegurarse de que los residuos peligrosos sean manejados de una manera apropiada para minimizar los peligros o riesgos personales y reconocer eventos potenciales que lleven a la contaminación del ambiente.



Los laboratorios deberán tener manuales de cada una de las asignaturas que se imparte de manera clara para que los estudiantes puedan seguirlos y de esta manera se pueda minimizar la generación de residuos peligrosos. Típicamente, para reacciones que en donde se tengan subproductos, estos deben ser neutralizados o desactivados como parte del procedimiento experimental. Los residuos peligrosos deberán ser manejados acorde a su forma específica designada por regulaciones ambientales y de seguridad e higiene.

Algunas recomendaciones generales son:



RESIDUOS PELIGROSOS
SI LO ENCUENTRA, AVISE A LA AUTORIDAD DE SEGURIDAD PÚBLICA MÁS CERCANA, O SEMARNAT

NOMBRE DEL RESIDUO: _____
FECHA INICIAL DE ALMACENAMIENTO: ____/____/____
CLAVE CRETIB / DESCRIPCIÓN: _____

INFORMACIÓN DEL GENERADOR:
NOMBRE: _____
DIRECCIÓN: _____ ESTADO: _____ CP: _____
TELÉFONO: _____
NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN DE SEMARNAT: _____ NÚMERO DEL MANIFIESTO DE ENVÍO: _____

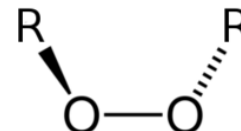
**RESIDUOS PELIGROSOS
MANEJESE CON CUIDADO**
NUESTRAS REGLAMENTACIONES EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS
PROHIBEN EL MANEJO INAPROPIADO DE RESIDUOS

a) Manejo de los residuos peligrosos apropiadamente. Cuando se manejen los residuos peligrosos químicos, aplique el siguiente principio básico: Mantener cada clase de residuo peligroso químico en un contenedor diferente, etiquetado claramente.

b) Nunca poner residuos peligrosos químicos en el fregadero o tirarlos por el drenaje a menos que hayan sido desactivados o neutralizados y que sea permitido por regulaciones ambientales locales en el sistema de drenaje. Nunca a excepción de agua y disoluciones acuosas de sustancias no tóxicas podrán ser desechadas por el fregadero.

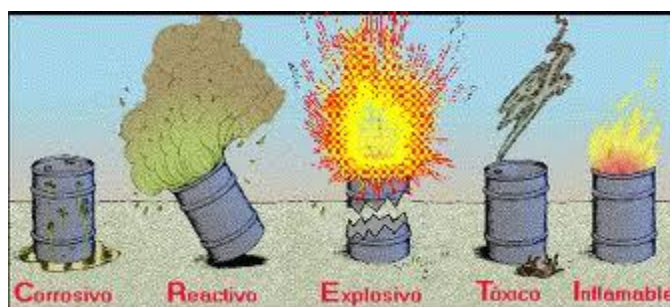
c) Poner el papel ordinario en un contenedor de basura separado de los contenedores de residuos peligrosos químicos en estado sólido (vidrio, plástico, papel impregnado de sustancias químicas). Si una pieza de papel es contaminada como sería papel usado para limpiar algún derrame, deberá ser tratado como un residuo peligroso químico y se deberá disponer en un contenedor especial marcado para esa situación.

- d) Cristalería o vidrio que fue roto deberá disponerse en su propio contenedor de desecho. En el caso de termómetros rotos que contienen mercurio en los fragmentos deberán tener su propio contenedor que se cierre en forma hermética y que tenga la leyenda en su etiqueta de “termómetros rotos”.
- e) Los peróxidos debido a su reactividad y su impredecible naturaleza de formación en un laboratorio han atraído una atención considerable. La disposición de cantidades grandes (25 g o más) de estas sustancias requiere la asistencia de un experto. Para la disposición de pequeñas cantidades ver como lo tienen planificado en su facultad o administración. Considerar cualquier caso individualmente para el manejo y disposición.



La Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) clasifica como residuo peligroso a cualquier material de desecho que presente al menos alguna característica tal como corrosivo, reactivo, explosivo, toxico, inflamable y biológico infeccioso (CRETIB). Un listado más completo de residuos peligrosos está definido en las normas oficiales mexicanas NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-087-SEMARNAT-SSA-2002.

1.9.- CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD DE MATERIALES Y RESIDUOS.



- ❖ **Corrosividad:** Esta clasificación incluye ácidos comunes y bases. Deberán ser recolectados en contenedores que no se puedan corroer o ser propensos a fugas como serian los contenedores de plástico. A veces es apropiado neutralizar residuos ácidos con residuos alcalinos, cuando es permitido por regulaciones

locales disponer de los materiales neutralizados en el drenaje. De nuevo la naturaleza del material neutralizado debe ser considerada para asegurar que no involucre un daño ambiental como son las sales de cromo u otro metal pesado (Zn, Ni, Pb, Mn, etc.).

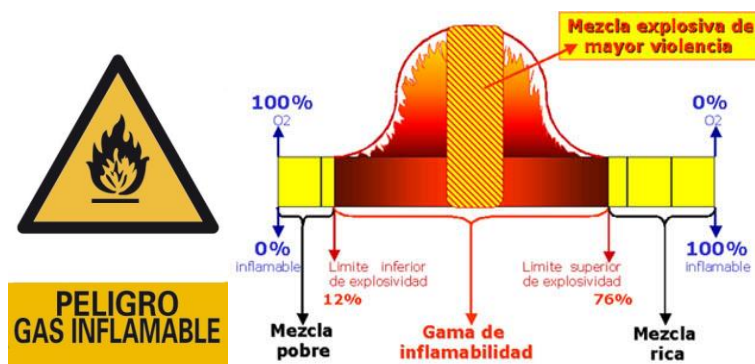


- ❖ **Reactividad:** Estas sustancias incluyen metales reactivos como es el sodio metálico y varios de agentes reactivos al agua. Compuestos como los cianuros o sulfuros son incluidos en esta clase debido a que pueden convertirse en gases tóxicos rápidamente como es el cianuro de hidrogeno y el sulfuro de hidrogeno. En su recolección para su disposición es muy importante manejarlos con cuidado. Cuando se presentan en pequeñas cantidades, es muy recomendado desactivar metales reactivos con mucho cuidado haciéndolos reaccionar con alcoholes apropiados y para desactivar ciertos componentes que contengan cianuro o sulfuro se puede hacer a través de procesos de oxidación. Los procedimientos específicos según sea el caso deberán ser consultados con expertos.



- ❖ **Inflamabilidad:** Estas sustancias generalmente incluyen a los disolventes inflamables y ciertos líquidos. Los disolventes inflamables nunca deberán ser desechados por el drenaje. Deberán ser recolectados en un contenedor apropiado para disolventes. En algunos casos que sea factible se puede recuperar y reusar los

disolventes por medio de destilación. En la recuperación de disolventes debe incluir precauciones apropiadas de seguridad y atención a peligros potenciales como contaminación debido a formación de peróxidos.



<http://www.contraincendioonline.com/operaciones/limites.php3>

- ❖ **Toxicidad:** Aunque SEMARNAT o la EPA tienen procedimientos específicos para determinar la toxicidad, todos los compuestos químicos pueden ser tóxicos a una cierta concentración. Los procedimientos apropiados deberán ser establecidos en cada laboratorio para su recolección y su disposición.



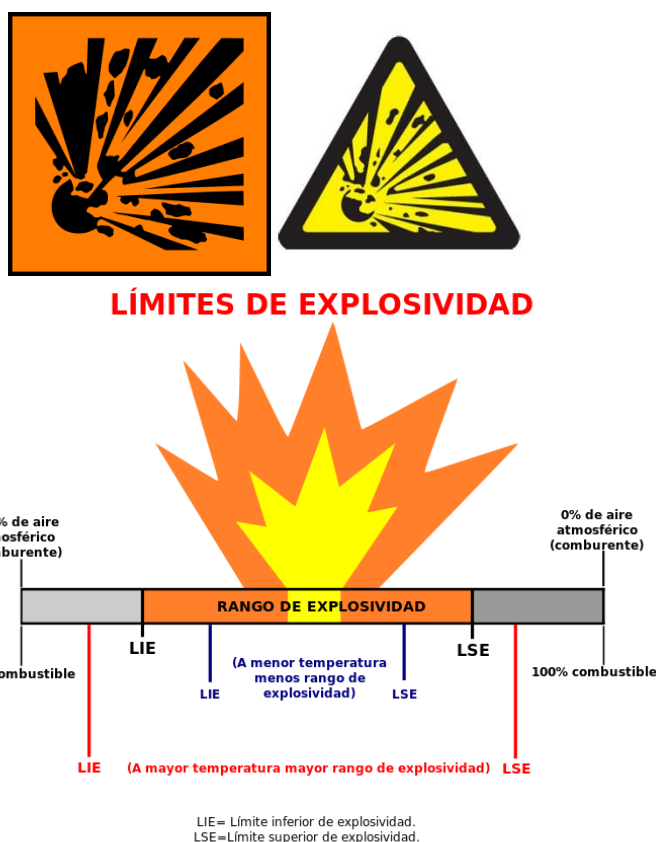
<http://equip06.blogspot.com/2011/02/toxicidad.html>

❖ Explosividad:

Javier Emmanuel Castillo Quiñones

Raudel Ramos Olmos

Una atmosfera explosiva es toda mezcla de aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gas, vapor, niebla o polvo en las que tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada.



❖ Biológico infeccioso.

Los materiales biológico infecciosos son aquellos que pueden contener agentes biológicos infecciosos que se definen como “cualquier microorganismo capaz de producir enfermedades cuando está presente en concentraciones suficientes (inóculo), en un ambiente propicio (supervivencia), en un hospedero susceptible y en presencia de una vía de entrada”.

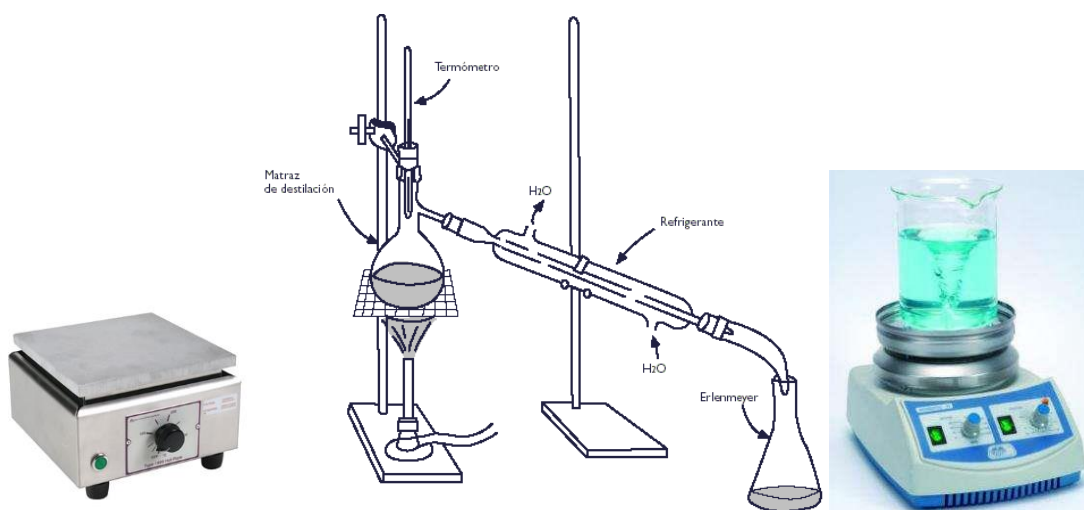
Los residuos peligrosos biológico infecciosos (RPBI), son aquellos que se generan durante las actividades asistenciales a la salud de humanos o animales en los centros de salud, laboratorios clínicos o de investigación, bioterios, centros de

enseñanza e investigación, principalmente; que por el contenido de sus componentes puedan representar un riesgo para la salud y el ambiente.



1.10.- PRECAUCIONES AL MANEJAR EQUIPO DENTRO DEL LABORATORIO.

No dejar equipo sin supervisión; como agitadores, parrillas eléctricas, mantas de calentamiento y condensadores con agua en funcionamiento en todo momento o durante la noche sin una supervisión y sin el consentimiento del instructor. Verificar de manera periódica la evolución de reacciones. Siempre dejar una nota pegada sobre el material con el número de teléfono donde se pueda localizar al usuario o al instructor en el caso de una emergencia. Recordar que durante la noche el personal de emergencias depende de instrucciones específicas e información.



1.11.- CAMPANAS Y EXTRACTORES.



Un gran número de sustancias comunes presentan peligro agudo respiratorio y no deberían de ser usados en un área confinada en grandes proporciones. Deberán ser manejados o usados en lugares donde existe un buen sistema de ventilación, como sería la campana. Una ventilación adecuada es definida como la ventilación que es suficiente para evitar la concentración de una sustancia química por debajo del valor límite del umbral o su exposición permisible límite.



Si percibes el aroma de una sustancia química, es obvio que las estas inhalando, aunque el olor no necesariamente indique que es una concentración peligrosa. En contraste muchas sustancias químicas pueden ser presentarse en concentraciones peligrosas sin haber percepciones de olor.

1.12.- VENTILACIÓN DENTRO DE LOS LABORATORIOS

Los laboratorios pueden contener atmósferas inflamables, tóxicas o cuyo nivel de oxígeno se ha agotado o enriquecido con algún contaminante toxico o inflamable. En ocasiones, la ventilación natural es generalmente insuficiente para lograr remover el aire contaminado de adentro del laboratorio y cambiarlo por aire fresco del exterior. La falta de intercambio de aire ocurre particularmente en los laboratorios que tienen pocas aberturas de acceso y por la misma configuración del laboratorio. Se pueden ventilar con efectividad con aparatos que mueven el aire y sacan el aire contaminado, introduciéndole aire limpio, respirable y controlando el nivel de los peligros que crean los contaminantes en el laboratorio o los que surgen de las operaciones que se hacen dentro del mismo.

1.12.1.- Requisitos básicos

Se debe reconocer que el objetivo de la ventilación en los laboratorios es:

- 1) Para sacar el aire contaminado (inflamable o tóxico) del laboratorio y mantener niveles seguros de concentración en términos de los límites de exposición

permitidos (PEL) o los Límites Explosivos Inferiores (LEL), usando el que más nos convenga.

- 2) Para proporcionar aire fresco, respirable y crear un ambiente más confortable dentro del laboratorio.

1.12.2.- Ventilación previa al inicio de actividades dentro del laboratorio

Se deben ventilar los laboratorios antes de ingresar a laborar dentro del laboratorio, hasta el grado que sea necesario para reducir las sustancias inflamables y tóxicas a niveles aceptables y para proporcionar un contenido apropiado de oxígeno dentro del laboratorio.

Los requisitos de ventilación para entrar y trabajar en los laboratorios dependen de la naturaleza del espacio, su contenido y las operaciones que se van a llevar a cabo dentro del mismo. Las operaciones que se llevan a cabo dentro de un laboratorio pueden requerir la aplicación de un sólo tipo de ventilación, tal como una ventilación general, o pueden requerir la aplicación de dos tipos, tales como una ventilación general, en combinación con un sistema local de extracción de aire.

- **Ventilación general.**- A menudo se usa ventilación general intercambiándola con la dilución del aire. Sin embargo, nos referiremos a la ventilación general como la acción de sacar o suplir aire respirable y para control de la climatización dentro del laboratorio, o sea la ventilación para controlar el calor.
- **Ventilación con extracción local del aire.**- Un sistema local de extracción de aire consta de un arreglo mediante el cual la toma del aire (abertura con ducto o campana) se coloca cerca del punto del trabajo donde se generan los contaminantes. Un sistema local de extracción de aire captura los contaminantes a medida que estos se generan, los lleva hasta el ducto del sistema y los saca del ambiente de trabajo. Para sacar los contaminantes que se generan en un solo punto, como en la soldadura, o en las limpiezas localizadas con disolventes, son más efectivos los sistemas locales de extracción de aire.
- **Ventilación por dilución del aire.**- Esta se hace incorporando aire no contaminado dentro de un espacio para diluir el aire contaminado que está dentro del mismo hasta lograr un nivel aceptable. La ventilación mediante la dilución se refiere a la dilución del aire contaminado con aire no contaminado en un área general, cuarto o edificio, con el fin de controlar cualquier peligro o molestia para la salud. Sin embargo, usualmente **la ventilación por dilución del aire no es un control de un peligro para la salud tan satisfactorio como la ventilación con extracción local.** Sin embargo, ocasionalmente ocurren circunstancias en las que se debe usar este mecanismo de ventilación si la operación o el proceso que se lleva a cabo prohíben el uso de la extracción local.

El uso de la ventilación con dilución del aire tiene los siguientes factores limitantes:

- La cantidad del contaminante que se genera no debe ser demasiado, porque de lo contrario no será adecuado el volumen de aire que se necesita para la dilución.
- Los trabajadores deben estar suficientemente alejados del lugar donde se genera el contaminante, o esta emisión debe ser de una concentración suficientemente baja de manera que la exposición de los docentes y alumnos no sea mayor que el valor del límite del umbral de exposición (siglas en inglés “TLV”) (ver hojas de seguridad de las sustancias químicas).
- El contaminante debe ser de baja toxicidad.
- La ventilación con dilución del aire se aplica raramente con éxito a los gases y polvos porque:
 - Las toxicidades altas que a menudo se encuentran exigen una dilución de aire en grandes cantidades;
 - La velocidad y el ritmo en que se generan son por lo general muy altos;
 - Es muy difícil, si no imposible, obtener datos sobre la cantidad de la producción de los polvos y vapores. (El polvo se forma cuando se desmenuzan los materiales sólidos, como al taladrar, esmerilar o triturar. Los vapores ocurren cuando un metal o plástico se calienta y luego se enfría rápidamente, al soldar, fundir o hacer trabajos en calderas, etc.).

Cuando se usa la dilución para controlar la vaporización de sustancias tóxicas o inflamables y el personal puede quedar expuesto, se puede diluir la atmósfera a menos del límite de exposición permitido (PEL) o el límite explosivo inferior (LEL), o sea el menor de cualquiera de estos dos. Si la atmósfera no se puede diluir a menos del PEL, se debe proteger al trabajador con equipo de protección personal.

A menos que las pruebas de las muestras y las evaluaciones establezcan claramente que las concentraciones de los contaminantes están a los niveles aceptables de exposición, se debe equipar al personal con aparatos de protección respiratoria certificados por el “NIOSH” y aprobados por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, si es necesario, apropiados para la exposición en cuestión.

- **Ventilación de atmósferas inflamables.**- Los abanicos, ventiladores, motores y demás equipos que se usan para ventilar las atmósferas que contienen vapores, emanaciones, neblinas, polvos, etc., inflamables o explosivos, deben ser equipo que sea intrínsecamente seguro por su diseño, antichispa. El equipo debe estar

debidamente aislado y conectado a tierra, según corresponda, para controlar la acumulación de electricidad y descargas.



- **Mantenimiento del sistema de ventilación.-** Se deben dar mantenimiento preventivo y/o correctivo de los sistemas de ventilación para que proporcionen la mejor distribución de aire que sea posible por todo el espacio y el aire deberá ser de calidad respirable para que reemplace el aire contaminado que se extrae del laboratorio.
- **Circulación del aire.-** La ubicación de las tomas de los ductos de extracción y de las tomas del aire para el intercambio es extremadamente importante para lograr la distribución apropiada del aire por todo el laboratorio. Muy poco se logra con ubicar un abanico extractor sin un ducto o con un ducto corto en la parte superior de un espacio cerrado con una única abertura profunda (por donde el aire de reemplazo entra al espacio por la misma abertura en donde está ubicado el abanico). Lo que ocurriría sería un cortocircuito en el movimiento del aire, ya que éste sacaría la mayor parte del aire de reemplazo que entraría al espacio, antes que este aire de reemplazo circule por todo el laboratorio. En este caso, se podría mejorar mucho la distribución del aire extendiendo un ducto desde la toma del abanico de extracción hasta el fondo del espacio. La distribución y la circulación del aire se puede mejorar grandemente cuando el aire de reemplazo y el aire que se extrae se mueven a través de aberturas separadas dentro del espacio.
- **Salidas del aire extraído.-** Se debe ventilar a la atmósfera exterior el aire extraído que contienen sustancias inflamables o tóxicas, en un lugar donde se puedan diluir y dispersar los contaminantes. Las salidas del aire extraído no deben colocarse en lugares donde éste contamine los espacios adyacentes, o se acumule o forme bolsas en áreas bajas, o expongan al personal a atmósferas tóxicas o peligrosas. El aire extraído debe descargarse en dirección del viento, lejos de las tomas de aire y de las posibles fuentes de ignición. Ciertos sistemas pueden requerir la filtración del aire extraído (como en el caso de la limpieza con chorro de arena), antes de botar el aire a la atmósfera exterior. A dichos sistemas se les deben

instalar aparatos de filtración o separación apropiados, según el contaminante en cuestión.

- **Contaminantes que son más livianos o pesados que el aire.-** En un espacio cerrado, los contaminantes más livianos o pesados que el aire tienden a acumularse en mayor concentración en las áreas más altas o más bajas, respectivamente. Puede ocurrir una cierta cantidad de difusión que dispersará el contaminante en diversos grados de concentraciones, pero las mayores concentraciones ocurrirán en las porciones más altas o más bajas del espacio.

Las temperaturas más altas que ocurren con los procesos calientes o por causas naturales aumentan la evaporación y la convección, hacen que los vapores o gases se difundan o se eleven a las porciones superiores del espacio. Se deben considerar estas características al hacer los arreglos de ventilación y colocar las salidas de extracción del aire y las tomas del aire de reemplazo. Cuando están presentes **contaminantes más pesados que el aire de reemplazo**, se debe poner la salida de extracción de aire cerca del fondo del espacio y la toma del aire de reemplazo en la parte superior del espacio cerrado.

Cuando los **contaminantes son más livianos que el aire** o cuando haya temperaturas muy elevadas, se debe invertir el sistema y poner la salida de extracción en la parte superior del espacio y la toma del aire de reemplazo en el fondo del espacio. Estos arreglos permitirán que el sistema de ventilación capte y saque los contaminantes en el punto de mayor concentración, con un mínimo de dispersión de los contaminantes en el espacio.

1.12.3.- Requisitos de ventilación para operaciones específicas

Aspectos Generales

Esta sección se describe los requisitos de ventilación de ciertas operaciones. Sin embargo, se debe recalcar que estos requisitos son mínimos y sólo sirven de guía. Sólo se puede determinar si la ventilación es efectiva para reducir y mantener niveles seguros de sustancias inflamables y o tóxicos, y para proporcionar aire apropiado para respirar, tomando las muestras apropiadas de la atmósfera dentro del espacio.

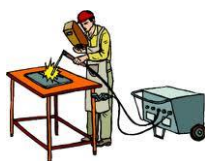
El cumplimiento con los requisitos mínimos de ventilación no garantiza, en sí, que no vaya a haber peligros de sustancias inflamables o tóxicas, ya que existen muchas variables que pueden afectar cualquier situación de trabajo en particular. En muchos casos puede ser necesario usar ventilación conjuntamente con los aparatos apropiados de protección respiratoria. Por ejemplo, se puede usar ventilación con dilución del aire para mantener los vapores inflamables a una concentración del 10% o menor del Límite inferior de explosividad (LEL). La ventilación que se proporciona puede no ser suficiente para diluir

Javier Emmanuel Castillo Quiñones

Raudel Ramos Olmos

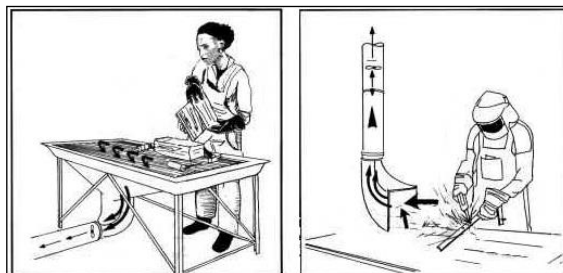
el contaminante hasta lograr niveles aceptables de exposición del personal, porque normalmente se necesita un volumen de aire mucho más alto para diluir los valores hasta el nivel de exposición permitido (PEL). En dichos casos, se puede usar la ventilación para controlar las concentraciones inflamables de vapores y se puede usar equipo aprobado de protección personal para proteger al personal de la exposición a los tóxicos. El personal competente calificado o el higienista industrial deben evaluar cada situación de trabajo, para asegurarse que la ventilación que se proporciona está logrando el efecto deseado.

 Los requisitos de ventilación para la soldadura, corte, quemado o similares (Hot Work).



Cuando se llevan a cabo operaciones de soldadura, corte, quemado o similares dentro de los espacios confinados, se debe proporcionar ventilación con extracción local cuando sea posible, para captar y sacar los contaminantes en el punto en que se generan.

Se debe equipar al personal con aparatos de protección respiratoria certificados por el “NIOSH”, y conforme a la NOM aplicable; apropiados para la exposición, a menos que las pruebas y evaluaciones de las muestras establezcan claramente que las concentraciones de contaminantes dentro de las zonas donde los trabajadores respiran están dentro de los límites permitidos de exposición (PEL).



Cuando la operación tenga metales altamente tóxicos u otros materiales, es posible que se necesite un mayor flujo de aire en la succión para garantizar que se capten debidamente los contaminantes y para proporcionar una mayor dilución. El personal debe estar equipado siempre con aparatos de protección respiratoria; cuando tienen que trabajar con materiales altamente tóxicos, ya que aún la menor interferencia o falla del sistema de ventilación puede causarle una exposición significativa al personal. Estos materiales tóxicos incluyen, entre otros, los siguientes: Plomo, Mercurio, Berilio, Cadmio (es obligatorio usar respiradores con línea de aire), Zinc, Cromo, Compuestos de fluoruro, Compuestos de limpieza y desgrasadores, aceros inoxidable con fundente químico, polvo de hierro, soldadura protegida de arco de metal o soldadura de arco de metal con gas inerte e Hidrocarburos halogenados.

Pintura, revestimiento, uso de disolventes.

Frecuentemente la pintura y los disolventes de limpieza, los disolventes líquidos para las pinturas y revestimientos de preservación y materiales similares son tóxicos o inflamables. Cuando las operaciones en las que se usan dichos materiales se llevan a cabo en espacios confinados, se debe usar ventilación para controlar los peligros. Generalmente, los contaminantes que estos tipos de operaciones generan se dispersan por un área amplia en lugar de un punto fijo de generación. En dichas operaciones, la ventilación con extracción local no es tan eficaz para controlar los contaminantes. Si es posible, se debe usar la ventilación

Foto:

<https://www.fda.gov/oc/ohrt/ohrt-500>

con dilución y extracción de aire (entrada y salida o mejor conocidas como "push-pull").

Limpieza con Abrasivos.



Los contaminantes producidos por las limpiezas con abrasivos en los espacios confinados no se pueden controlar de manera razonable mediante la ventilación. El personal que hace estas operaciones debe estar equipado con aparatos de protección respiratoria certificados por el "NIOSH" y demás equipo de protección personal recomendado o en concordancia con la NOM que aplique. Se debe proporcionar la ventilación con suficiente flujo de aire para sacar de la atmósfera las partículas de polvo suspendidas, aumentando así la visibilidad dentro del espacio.

1.13.- REFRIGERADORES.

Las sustancias químicas almacenadas en refrigeradores deberán estar selladas, estar doblemente empacadas si es posible, y etiquetadas con el nombre del material, la fecha de cuando fue puesto en el refrigerador y el nombre de la persona que almaceno el material. Se debe tener un inventario actualizado. Sustancias químicas que hayan caducado deberán ser dispuestas apropiadamente. No deberán ser usados refrigeradores caseros para el almacenamiento de sustancias químicas.

Si es usado para almacenar materiales radiactivos, el refrigerador deberá ser marcado con el símbolo estándar de radioactividad y con la leyenda de material radiactivo, y deberá tener revisión rutinaria para asegurar que el material radiactivo no ha contaminado el refrigerador.

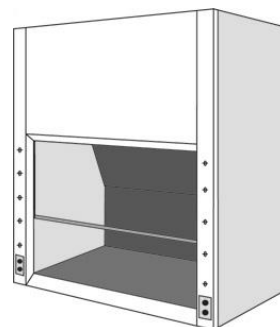
Jamás se deberá almacenar comida en los refrigeradores donde se almacenan sustancias químicas. Estos refrigeradores deberán estar etiquetados con la leyenda **“No introducir comida o cualquier alimento”**, los refrigeradores para alimentos convencionales deberán estar siempre separados y lejos de las áreas de trabajo donde se utilizan sustancias químicas y deberán tener señalamientos que indiquen de uso para almacenar comida o cualquier alimento.



CAPITULO II USO DE EQUIPO

2.1.- USO DE CAMPANAS

Las campanas sirven para controlar la exposición de vapores de sustancias tóxicas, irritantes e inflamables. Los equipos que se usen en las campanas deberán tener condensadores, trampas o lavadores para contener o coleccionar los disolventes de desecho o vapores tóxicos. La campana no es un lugar apropiado para la disposición de sustancias químicas, ni tampoco es un almacén de reactivos químicos. Los reactivos químicos almacenados pueden interferir con la eficiencia de la campana. Al ocurrir un accidente o fuego todos los elementos en la campana serán involucrados.



Antes de usar la campana asegurar que esté funcionando correctamente. Una forma de probar si funciona es utilizar una tira de papel puede asegurar que está trabajando la campana. El flujo de aire adecuado y ausencia de turbulencia excesiva son necesarias para la operación segura de una campana.

El flujo de aire de una campana puede ser interrumpido por las corrientes por ventanas o puertas. Los usuarios deberán mantener su cabeza fuera de las campanas y mantenerse en alerta por si hay cambios en el flujo de aire. Los equipos deberán ser puestos en la parte trasera de la campana. Finalmente para ahorrar energía es posible

apagar el ventilador y cerrar las entradas cuando no se utiliza la campana. Deberá hacerse cuando el balance de aire del edificio no afectara.

2.2.- PRECAUCIONES AL USAR EQUIPOS ELÉCTRICOS.

La corriente eléctrica de poco amperaje y voltaje, bajo ciertas condiciones puede resultar en una descarga letal. Voltajes tan bajos como 24 volts de corriente alterna pueden ser peligrosos y presentar una amenaza letal. Los circuitos de bajo voltaje corriente directa normalmente no presentan un peligro a la vida humana, aunque puede provocar quemaduras severas. El tiempo de contacto con un circuito vivo afecta el grado de daño, especialmente si se habla de quemaduras. Las recomendaciones para minimizar los peligros eléctricos son los siguientes:



- a) Solo personas con entrenamiento o experiencia deberán dar mantenimiento a equipo eléctrico o electrónico.
- b) Jamás deberán usarse como soporte cables eléctricos y no deben ser jalados.
- c) Cualquier falla eléctrica o evidencia de calentamiento forzado en un equipo deberá ser reportado inmediatamente al instructor o al jefe inmediato.
- d) Todo equipo eléctrico deberá ser revisado periódicamente para estar seguro de que los cables y conexiones están en condiciones seguras y que tenga triple cable con tierra física, doble aislamiento, o cableado aislado que se usa en aplicaciones de 110 V a 115 V de corriente alterna (AC).

2.3.- ELECTRICIDAD ESTÁTICA Y PELIGROS DE CHISPAS.

Alguna protección contra electricidad estática y chispazos en áreas peligrosas y donde se manejan disolventes inflamables y otros compuestos químicos es conectando a tierra los contenedores, anaqueles metálicos y equipos; además de eliminar los gases inertes cuando sea necesario.

Algunas fuentes que pueden generar chispas y descargas electrostáticas son:

- Contenedores o tanques subterráneos de metal
- Prendas o contenedores hechos de plástico o materiales sintéticos
- Instalar o reparar circuitos eléctricos mientras el circuito esta energizado (interruptor, jalar cordón)

- Sistemas de control temperatura en platos calientes
- Recubrimientos en base metal, niples o cableado sin mango que sea anti conductor
- Al descargar contenedores cilíndricos de gas presurizado.
- Motores de fricción y secadores de aire caliente.



<http://aisasa-afi2fol.blogspot.com/>

2.4 CENTRIFUGAS.

Si una centrifuga de mesa es usada, asegurarse que esta fija o puesta correctamente en un lugar donde sus vibraciones no causaran que botellas, materiales o equipos se caigan. Las siguientes reglas aplican para su operación segura de centrifugas.

- Cada que realice una operación de centrifugación, asegúrese que estén balanceados los tubos, esto es, siempre que coloque un tubo en el carrusel, debe estar otro en el extremo opuesto y con la misma cantidad de material a centrifugar.
- Siempre cerrar la cubierta o tapa de la centrifuga durante su operación
- No desatender la centrifuga hasta que alcance la velocidad de operación requerida y la centrifuga este funcionando sin problemas y vibrando en forma segura.
- Parar la centrifuga inmediatamente y checar los balances de carga si presento vibraciones. Checar los contenedores que estén libres y con buen soporte.
- Se recomienda limpiar los rotores y contenedores con soluciones no corrosivas.



2.5 LÁMPARAS DE LUZ ULTRAVIOLETA.

Dos clases de peligros están involucrados en el uso de lámparas ultravioleta los que son adquiridos por radiación y los que son asociados con la operación de la lámpara.



Todas las radiaciones de una longitud de onda de 250 nm deberán ser consideradas como peligrosas. Se deben utilizar lentes de protección absorbentes de luz Ultravioleta, cuando los ojos pueden estar en contacto por accidente en estas regiones de longitud de onda. Se deben operar los sistemas de irradiación de luz ultravioleta en una caja completamente cerrada de la radiación. Si la piel es expuesta a la iluminación de las lámparas UV, puede recibir quemaduras dolorosas. Este tipo de quemaduras no son iguales que las quemaduras por el sol por lo cual se deben tomar precauciones.

Al final de la vida útil de la lámpara, puede haber acumulamiento de películas absorbentes de rayos ultravioleta en el interior de las paredes de la lámpara de arco con mercurio puede causar que aumente la temperatura de las de condiciones seguras de operación. Por lo cual se deberán incorporar medidores de tiempo para sus corridas para saber cuánto tiempo de vida útil le queda. Y cuando sea posible se debería enfriar adecuadamente y operar dentro de un sistema cerrado, diseñado para prevenir accidentes o daño por explosión con fragmentos de vidrio y derrames de vapores de mercurio.

2.6.- PELIGROS POR MATERIALES PELIGROSOS RADIOACTIVOS.

Todo trabajo que requiere uso de materiales radiactivos deberá ser realizados bajo la dirección de la persona responsable del laboratorio y coordinado por el oficial de instituto de seguridad de radiación. Materiales radiactivos, los recipientes en los cuales se usaron, y el área de trabajo deberán ser categorizados como peligros potenciales de radiación.



Cualquier uso de materiales radiactivos deberá consultar a la persona encargada por algún tipo de consejo sobre las regulaciones sobre la obtención, uso y disposición. Todos los materiales de desecho o materiales sospechosos de ser radiactivos deben de ser dispuestos por la persona responsable de acuerdo con el estado y regulaciones federales, que establece la Secretaria de Energía. Todas las personas que pretendan trabajar con materiales radiactivos deberán llevar un curso de manejo seguro de materiales antes de empezar a usarlos.

2.7.- GASES COMPRIMIDOS

Los gases usados en el laboratorio son suministrados en cilindros de alta presión. Su uso crea riesgos químicos potenciales. Las reglas para el uso apropiado de gases comprimidos incluyen:

- a) Manejar cilindros de gases como fuentes de alta energía, por lo cual son explosivos.
- b) Sujetar los cilindros de todos los tamaños, vacíos o llenos, individualmente o varios, cadenas o una manera sutil de prevenir que se caigan.
- c) Cuando se estén almacenando o moviendo los cilindros debe tener la capa protectora sobre las válvulas de corriente.
- d) No exponer al cilindro a temperaturas > 50 grados Celsius. Algunas rupturas de equipos en los cilindros se liberan a los 65 grados Celsius.
- e) Nunca usar cilindros que no estén identificados.
- f) Nunca lubricar, modificar, forzar o manipular con las válvulas de los cilindros
- g) Usar en la campana todos los gases tóxicos, inflamables o gases reactivos.
- h) Nunca dirigir gases de alta presión hacia las personas.
- i) Nunca usar gases comprimidos o aire para remover polvo o suciedad, las partículas flotantes serán peligrosas.
- j) Estar prevenido en caso de liberación de gases comprimidos, puede acumularse una carga estática que puede prender el combustible.
- k) No apagar la flama involucrada con un gas de alta combustión hasta que la fuente de gas ha sido apagada o cerrada, si no puede volver a prender y causar una explosión.
- l) Cerrar correctamente las válvulas principales de los cilindros cuando no estén en uso.
- m) Remover los reguladores de cilindros vacíos y remplazar las tapas de protección inmediatamente. Así como marcar el cilindro como vacío.
- n) Nunca dejar los cilindros completamente vacíos. Dejar un poco de presión para mantener los contaminantes en el exterior.
- o) Usar el regulador apropiado para cada cilindro de gas. Las conexiones reguladores son diseñados para evitar uso inapropiado. Adaptadores o modificaciones caceras pueden ser peligrosas.
- p) No poner aceite o grasa en el lado de alta presión un oxígeno, cloro, o cualquier otro agente oxidante. Puede resultar en una explosión de fuego.
- q) Siempre usar lentes de protección cuando se maneja o usen gas comprimido.



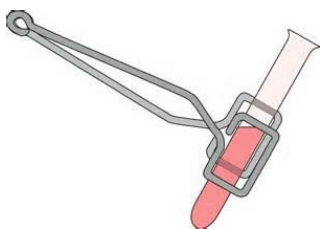
- r) Observas las siguientes reglas especiales cuando se trabaja con cilindros de acetileno:
- Siempre almacenar cilindros de acetileno en posición vertical.
 - Nunca usar un cilindro que haya sido almacenado o manejado en una posición diferente a la vertical. Si lo manejo en posición diferente dejar en reposo por lo menos 30 minutos
 - Nunca exceder la presión límite indicada en la línea de advertencia en el manómetro (franja roja).
 - Usar el tipo de tubería correcta para transportar el acetileno gaseoso. Algunos tubos de ciertos materiales pueden formar compuestos explosivos.

2.8.- CONTROL DE TEMPERATURA.

Muchas reacciones químicas pueden iniciarse por calentamiento. Como la mayoría de las reacciones incrementan su velocidad cuando incrementa la temperatura. Las reacciones altamente exotérmicas pueden convertirse en reacciones peligrosas a menos, que se hayan hecho los ajustes adecuados de enfriamiento. Al comenzar una reacción, si se adicionan grandes cantidades de reactivos, pueden provocar que se lleve a cabo una reacción violenta y puede ser necesario contar con un sistema efectivo de captura de vapores o un buen baño de enfriamiento que se debe aplicar rápidamente al recipiente de proceso.



Los líquidos viscosos pueden transferir calor pobremente y requieren precauciones especiales. Algunas reacciones requieren usualmente controles de temperatura y el aparato utilizado para el control de temperaturas debe ser ensamblado de tal manera que tanto calentar o enfriar pueda ser aplicado o se pueda retirar fácilmente.



Los tubos de ensaye deberán ser sujetados con pinzas para tubo de ensaye y cuando sean calentados se debe hacer cuidadosamente por los lados del tubo y no en el fondo, para minimizar sobrecalentamiento el cual puede ocasionar la proyección de los contenidos. Evitar colocar el tubo en posición tal que quede la boca del tubo en dirección hacia uno mismo o cualquier persona cercana. Si es posible el tubo de ensaye debe ser calentado colocándolo en un baño apropiado de agua caliente o aceite.

2.9.- BAÑOS DE ACEITE Y ARENA.

Cuando los aceites o arenas son usadas para un propósito de calentamiento, se deben tomar precauciones extremas tomadas en consideración para evitar problemas con el baño y problemas de derrames peligrosos causados por la caída de agua sobre el aceite o arena caliente, humos son producidos por la descomposición del aceite o algún material orgánico en el aceite, y el fuego es causado por el sobrecalentamiento del aceite que lo hace prenderse. Utilizar etiquetas apropiadas las cuales incluyen el nombre de los aceites y sus temperaturas de trabajo seguras. Al utilizar baños no deben de ser dejados sin supervisión y sin las etiquetas de “peligro aceite caliente” y debe tener un interruptor de alta temperatura. Las precauciones deberán ser tomadas en cuenta para contener cualquier derrame de aceite caliente causado por algún tipo de problema en el baño.

Es importante tener estas consideraciones cuando se trabaja con este tipo de baños incluir:

- Tamaño y localización del baño
- Temperatura de operación y dispositivos de control de temperatura
- Tipo de aceite usado
- Ventilación disponible
- Método de enfriamiento del aceite caliente
- Almacenamiento del aceite para su reúso
- Colocarlos alejados de sustancias químicas o derrames de agua.

2.10.- BAÑOS DE ENFRIAMIENTO Y TRAMPAS DE ENFRIAMIENTO

Cuando el baño de no es lo suficientemente fría para usarse en los baños, se puede utilizar sal y hielo. Para obtener temperaturas aun más bajas, hielo seco puede ser usado con un disolvente orgánico. Un líquido ideal de enfriamiento para usarse con hielo seco deberá tener las siguientes características:

- (1) Vapores no tóxicos
- (2) Baja viscosidad
- (3) No inflamable
- (4) Baja volatilidad

Éter, acetona y butanona son demasiados volátiles e inflamables. La elección final del líquido también depende en la temperatura requerida. Aunque no cualquier sustancia cumple con todas estos criterios. Los siguientes son los sugeridos (el numero entre paréntesis significa el criterio que no cumplen).

- Etilen glicol o propilen glicol en proporciones 3:2 con agua y alcohol isopropilico diluido (2)
- Alcohol isopropilico (3)
- Algunos glicol éteres (2)



Agrega el hielo seco al líquido o el líquido al hielo seco en pequeñas cantidades. Esperar para que el burbujeo pare antes de proceder con la adición. La proporción de adición puede ser incrementada gradualmente mientras el líquido se enfría.

Refrigerantes criogénicos deberán siempre ser usados con precaución; los líquidos criogénicos deberán ser manejados de una forma apropiada en contenedores ventilados. Tener precaución que bajas temperaturas pueden condensar el oxígeno y causar una explosión con los materiales combustibles. Use de guantes y mascarilla y sumergir lentamente el objeto a enfriar para evitar ebullición vigorosa y sobre flujo del refrigerante. El material de vidrio deberá ser de tipo boro silicato y protegido con cubierta de protección o enchaquetado para evitar fricción o por cinta adhesiva resistente o cubierta de metal para contener pedazos que podrían salir volando por una explosión. Evitar derramar líquido frío en la orilla del matraz o contenedor de vidrio al llenarlo porque el matraz puede quebrarse y explotar. Por la misma razón no derramar nitrógeno líquido en el exterior del matraz; usar presión de aire o un sifón. Son preferibles matraces de metal o plástico para eliminar este problema, nunca usar botellas o termos de casas en lugar del matraz.

No bajar la cabeza hacia el hielo seco. Debido que se desplaza el oxígeno y puede sofocar. No manejar el hielo seco con las manos sin protección si la piel está un poquito húmeda puede ocasionar quemaduras. Usar guantes para manejar el material. Y cuando se está partiendo el hielo seco usar gafas de protección.

2.11.- OPERACIONES CON PRESIÓN REDUCIDA.

Los desecadores de vacío deberán estar protegidos cubiertos con chaqueta, cinta adhesiva adecuada, en una caja y si se puede un dispositivo de escudo en caso de una implosión. Solo sustancias químicas siendo deshidratados deberán ser almacenadas en el desecador. Antes de abrir el desecador que está a presión reducida asegurarse que se ha restaurado a la presión atmosférica.

Todas las líneas de vacío deberán estar cubiertas y debe utilizarse cuando mascarilla algún equipo está a presión reducida.

Las bombas de vacío son utilizadas para propósitos de filtración. Nunca aplicar presión reducida a matraces de fondo plano, a menos que este recubierto fuertemente el filtro diseñado para ese propósito. Poner una trampa y una válvula check entre el aspirador y el aparato para que el agua no pueda ser succionada hacia el sistema si la presión de agua se reduce inesperadamente mientras se filtra. Estas recomendaciones deberán aplicar para un evaporador rotatorio.

Cuando se usa una bomba de vacío, una trampa de frío deberá ser puesta entre el aparato y la bomba para que las volatilidades de una reacción o destilación no entren al aceite de la bomba o hacia la atmósfera del laboratorio. Si la bomba tiene una fuga deberá ser ventilado en la campana. Las bandas en las bombas deben ser protegidas para evitar que la ropa suelta o el cabello se atoren en las poleas.

CAPITULO III

GUÍA DE PELIGROS CON SUSTANCIAS QUÍMICAS

3.1.- TOXICIDAD

Todo puede ser venenoso o toxico, todo depende del tiempo de exposición y la dosis. Paracelsus escribió esa frase en el siglo XV. Desde hace mucho tiempo se sabe que cualquier cosa que ingerimos en una determinada cantidad puede ser letal.

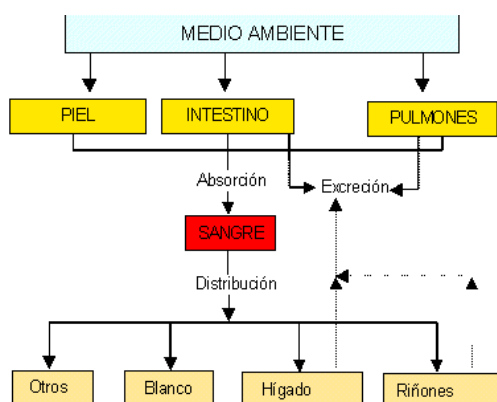


La toxicidad es normalmente subdividida en toxicidad aguda y efectos crónicos. La toxicidad aguda, produce un efecto inmediato usualmente de una sola dosis. El Sulfuro de hidrogeno en altas concentraciones es considerado un veneno agudo. Los efectos crónicos resultan por una dosis pequeña que se acumula por largos periodos de tiempo. Compuestos carcinógenos y algunas neurotóxicas son normalmente considerados venenos crónicos.

Todas las personas que manejan sustancias químicas, deberán conocer a detalle toda la información documentada con detalles específicos aplicable a sus actividades diarias en su área de trabajo.

Cualquier sustancia puede ser dañina a un organismo vivo. Así como hay grados de peligro también hay grados de seguridad. Una relación compleja existe entre un material y su efecto biológico en humanos, que involucra consideraciones como la dosis (la cantidad de la sustancia a la que uno puede estar expuesto), el tiempo expuesto al material, la ruta de exposición y otros factores como es el sexo, etapa en el ciclo de reproducción, edad, tipo de vida, sensibilidad previa, factores alérgicos y descomposición genética.

3.2.- RUTAS DE ENTRADA DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS



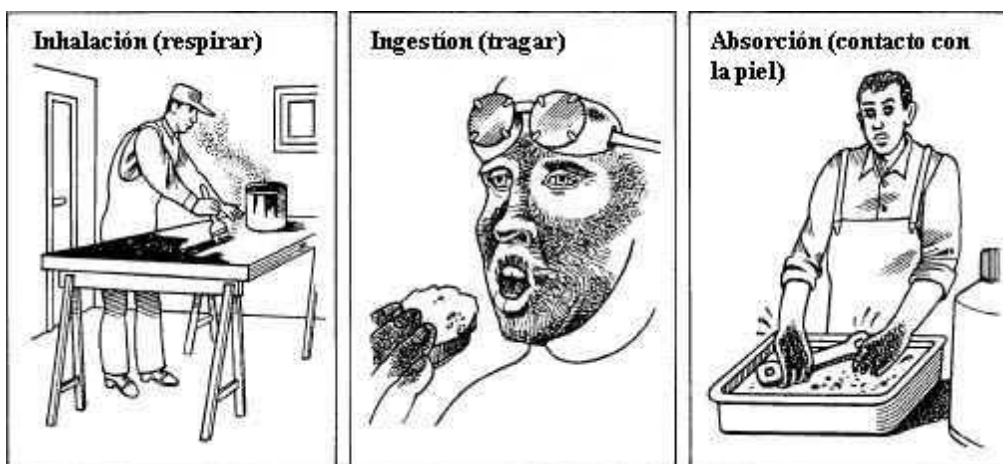
Hay cuatro rutas principales por las cuales las sustancias químicas pueden ingresar a nuestro cuerpo:

- **Absorción a través del sistema respiratorio** (pulmones) por inhalación; esta es la ruta más importante en términos de gravedad.
- **Absorción a través del sistema digestivo.** Esto puede ocurrir mientras se come o fuma con las manos contaminadas o en áreas contaminadas.
- **Absorción a través de la piel.** Esta es una de las causas más comunes de enfermedades como dermatitis.
- **Inyecciones percutáneas por la piel.** Esto puede ocurrir por el uso de materiales punzocortantes (filosos) especialmente jeringas hipodérmicas. Los efectos tóxicos pueden ser inmediatos o retardados; los cuales pueden ser reversibles o irreversibles; local o sistemático.



<http://www.monografias.com/trabajos89/contaminantes-biologicos-ambito-laboral/contaminantes-biologicos-ambito-laboral.shtml>

Los efectos tóxicos de las sustancias químicas pueden variar desde leve y reversible, con dolor de cabeza en un solo momento, por inhalar vapores. En ocasiones desaparece el dolor cuando la víctima toma aire fresco. También puede haber un efecto serio e irreversible, como defectos de nacimiento por exposiciones excesivas durante el embarazo o cáncer por exposición a compuestos cancerígenos.



3.3.- EFECTOS TÓXICOS.

Estos son algunos efectos tóxicos:

Javier Emmanuel Castillo Quiñones
Raudel Ramos Olmos

- **El envenenamiento agudo** es caracterizado por la absorción rápida de una sustancia y exposición severa, por ejemplo: monóxido de carbono o envenenamiento con cianuros.
- **El envenenamiento crónico** es caracterizado por exposición prolongada o frecuente con duraciones de días, meses o años. Los síntomas no aparecen inmediatamente como ejemplos: plomo o envenenamiento por mercurio y pesticidas.
- **El envenenamiento bioacumulativo** es caracterizado por materiales que tienden a acumularse en el cuerpo como resultado de exposiciones crónicas; estos efectos no se perciben hasta que se convierten en una carga para el cuerpo, como ejemplo son los metales pesados.
- **La combinación de sustancias** se da cuando dos o más materiales peligrosos están presente al mismo tiempo, el efecto resultante puede ser más grande de lo previsto, comparado con el efecto de la sustancia individual. Esto se le llama **sinergismo** o efecto potencial; un ejemplo sería la exposición a alcohol y disolventes clorados.

Los efectos tóxicos por la exposición a una sustancia química, depende del tiempo de exposición. Generalmente mientras más tiempo es expuesto a la sustancia, más severo es el resultado.

Los límites de exposición están expresados como el valor de límite umbral (TLV) o límite de exposición permisible (PEL). El TLV es recomendado como estándar de exposición ocupacional, el cual es promovido por la conferencia América del gobierno de higienistas industriales de Estados Unidos (ACGIH). TLV son expresados como parte por millón de gas o vapor en aire por volumen (ppm) o como aproximación en miligramos por partícula en metro cubico de aire (mg/m^3). Los TLV es la concentración promedio de una sustancia química que puede estar expuesta una persona mientras trabaja sin efectos a la salud. El límite de exposición permisible (PEL) es un estándar legal emitido por la OSHA. El PEL para una sustancia química determinada es casi idéntico que el TLV.

Las Hojas de Datos de Seguridad de materiales (HDS) para sustancias peligrosas y mezcla de sustancias peligrosas, indican los TLV o PEL para las sustancias químicas o mezclas presentes. El encargado de seguridad e higiene debe asegurar que las medidas de seguridad implementadas aseguran que la gente que respire el aire donde trabaja está expuesta a concentraciones menores a los TLV o PEL.

Una variedad de alérgenos (agentes que pueden producir una reacción inmunológica) pueden ser expuestos en el laboratorio, si no se tienen las precauciones

necesarias. Algunas sustancias químicas provocan reacciones inmunológicas a los individuos sensibles a ellas. La respuesta típica normalmente es dermatitis y Asma.

Normalmente no hay una reacción física en el momento en que ocurre el contacto inicial, aunque en ese momento puede ocurrir la sensibilización. Las reacciones físicas pueden realizarse después del siguiente contacto o alguna exposición subsecuente. Desafortunadamente no hay listado de componentes que fueron observados a actuar como alérgenos. Se recomienda revisar las hojas de seguridad de los materiales.

Hay muchos factores que influyen en la toxicidad de las sustancias químicas. Algunas son conocidas y otras aun no se les pueden conocer por completo. Por lo que, todos los compuestos químicos deberán ser manejados con peligro potencial. La piel, los ojos y las vías respiratorio siempre deberán estar protegidos por una posible exposición y usando controles de ingeniería, incluyendo campanas y ventilación del área, y equipo de protección apropiado y las practicas de trabajo seguro que incluyen higiene personal, no comer, no tomar, no fumar y no aplicarse cosméticos en el área de trabajo donde son manejados o almacenados.

Al finalizar las sesiones de laboratorio se debe hacer un riguroso lavado con jabón y agua de material de laboratorio, equipo utilizado y una buena higiene personal de manos. Estas precauciones pueden prevenir una intoxicación no deseada.

3.4. FUENTES DE INFORMACIÓN.

3.4.1.- Etiquetas



1. Identificación del producto (nombre químico de la sustancia o nombre comercial del preparado).
2. Composición (para la preparada relación de sustancias peligrosas presentes, según concentración y toxicidad).
3. Responsable de la comercialización (Nombre, dirección y teléfono).
4. Identificación de peligros.
5. Descripción del riesgo.
6. Medidas preventivas.

La gran mayoría de los reactivos se consideran y se evalúan los riesgos químicos en 4 categorías los cuales son: tóxico, inflamable, corrosivo y reactivo. Las etiquetas de los contenedores generalmente contienen la información de riesgo. Todo contenedor de sustancia química deberá estar etiquetado. Antes de usar cualquier compuesto químico, es importante leer y comprender lo indicado en la etiqueta. Aunque en el caso de riesgos múltiples, la etiqueta normalmente muestra el más inmediato.



3.4.2.- Etiquetas Modelo rombo y rectángulo.

Clasificación del riesgo

Los riesgos que presentan las sustancias químicas en su manejo se clasificarán de acuerdo con los posibles daños a la salud de los trabajadores, susceptibilidad de la sustancia a arder, a liberar energía o cualquier otro tipo de problema en:

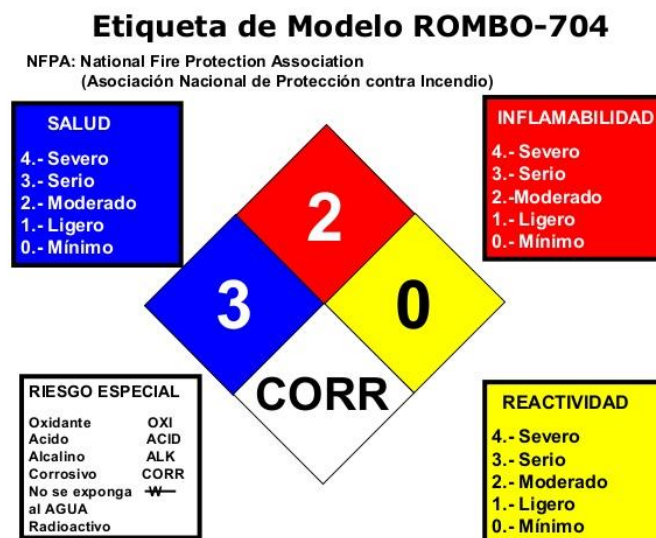
- **Riesgo de Salud**
- **Riesgo de Inflamabilidad**
- **Riesgo de Reactividad**
- **Riesgo Especial**

La facultad debe tener un listado de las sustancias químicas que se utilizan en el centro de trabajo con la clasificación de riesgo correspondiente (inventario).

Modelo Rectángulo: Se presentará es el propuesto por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios de Estados Unidos [*National Fire Protection Association* (NFPA)] y de manera específica el Sistema de Normas para la Identificación de Riesgos de Incendio de Materiales, NFPA 704, el cual se emplea para tanques de almacenaje y recipientes pequeños (instalaciones permanentes).

NOMBRE DE LA SUSTANCIA	
SALUD	
INFLAMABILIDAD	
REACTIVIDAD	
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	
RIESGO ESPECIAL	

Modelo Rombo: Se usa exclusivamente para depósitos y tanques transportados en la comercialización de los materiales peligrosos. El Departamento de Transporte (DOT) de los Estados Unidos de América es responsable de este sistema, apoyado en los lineamientos del sistema de clasificación propuesto por las Naciones.



3.4.3.- Código de colores y grado de riesgo

Javier Emmanuel Castillo Quiñones

Raudel Ramos Olmos

Cuando ocurrían accidentes tanto de derrames como incendios en los cuales estaban involucradas las sustancias químicas, los bomberos no sabían que hacer al respecto, ya que ni siquiera sabían como poder minimizar el incidente.

Debido a esto y a una serie de accidentes provocados tanto por negligencia de las industrias como en forma accidental; los bomberos de Estados Unidos de Norteamérica, con ayuda de algunos científicos desarrollaron un código de colores, los cuales se ponen en un rombo el cual está dividido en cuatro partes. Cada parte tiene un color diferente y también números los cuales van del 0 al 4, para indicar el grado de riesgo.

Cada color y número tiene un significado, los números indican la peligrosidad de la sustancia química en la cual tenemos que el número 0 sería de menor peligro, mientras que las que tienen el número 4 presentan un riesgo mayor. Los colores son cuatro: azul, rojo, amarillo y blanco.

El azul indica el daño que la sustancia química produce hacia la salud.

El color rojo indica la inflamabilidad del compuesto o sustancia química.

El amarillo indica que tan reactivo es el compuesto o sustancia química.

El color blanco se ponen indicaciones especiales tales como:

W	reactivo con el agua
OXI	oxidante
ACI	ácido
ALC	alcalino
CORR	corrosivo
U	desconocido
BI	biológico infeccioso
RAD	radiactivo

GRADO DE RIESGO	DAÑOS A LA SALUD	INFLAMABILIDAD	REACTIVIDAD
4	Material cuya pequeña exposición puede causar la muerte, se requiere rápida atención médica.	Material que se vaporiza a temperatura ambiente y rápidamente se dispersa en el aire, puede causar incendio a temperatura ambiente.	Material que puede producir explosión o reacción violenta a la temperatura ambiente.
3	Material que causa daños severos al organismo, aun después de haber dado atención médica a la víctima.	Líquidos o sólidos que pueden prender aún a temperatura ambiente.	Material que puede causar explosión o reacción violenta pero lo hace en combinación con otra sustancia, reacciona fuertemente con el agua.
2	Material cuya sobreexposición puede causar alergias o severas irritaciones, se requiere tratamiento médico por tiempo prolongado.	Material que ligeramente se calienta a temperatura ambiente con posibilidades de causar un incendio.	Material que es inestable y que puede causar explosión o reacción violenta cuando ocurre un cambio químico o que reacciona en forma violenta con el agua.
1	Material cuya exposición puede causar daño temporal al organismo, aún después de haber dado atención médica.	Material que necesita calor para poder reaccionar.	Material que es estable pero puede reaccionar a elevadas temperaturas y presión. Reacciona con el agua con liberación de energía pero no en forma violenta.
0	No daña a la salud	No inflamable ni arde	Estable y no reactivo al agua

3.4.4.- Hojas de seguridad de material (MSDS).

Javier Emmanuel Castillo Quiñones

Raudel Ramos Olmos



Una hoja de seguridad deberá estar disponible en el área de trabajo para cada sustancia química que se use en el centro de trabajo. Las hojas de seguridad representan la base de la información conocida en el momento de la preparación y el instructor podrá agregar información complementaria a cualquier área.

Las Hojas de Datos de Seguridad (HDS): es la información sobre las condiciones de seguridad e higiene necesarias, relativa a las sustancias químicas peligrosas, que sirve como base para programas escritos de comunicación de peligros y riesgos en el centro de trabajo.

El patrón (fabricante, importador, distribuidor y consumidor) tendrá disponible una hoja de datos de seguridad por cada producto químico que maneja en su centro de trabajo.

El patrón informará a los trabajadores el riesgo que representa el manejo de sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas, además de capacitarlos para prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.

Las HDS deben incluir el nombre, dirección y número telefónico del productor o importador u otra parte responsable de la preparación y distribución de la hoja de datos, que pueda proveer información adicional de la sustancia peligrosa y procedimientos de emergencia.

Para mezclas de compuestos con similar riesgo y contenido (por ejemplo, que los ingredientes químicos sean esencialmente los mismos, pero la composición específica varía de mezcla a mezcla), el patrón puede preparar una hoja de datos para aplicarla a todas estas mezclas similares.

El patrón que prepara la hoja de datos debe asegurarse que la información vaciada en ella refleje exactamente la evidencia científica usada en la determinación del riesgo. Dicha hoja de datos de seguridad deberá actualizarse siempre que exista nueva información sobre la peligrosidad de la sustancia en cuestión o de las formas de protección contra el riesgo.

3.4.5.- Contenido de las hojas de seguridad

Título: hoja de datos de seguridad. HDS y el nombre de la sustancia. En todas las páginas de la HDS debe aparecer, arriba a la derecha, el nombre de la sustancia.

SECCION I Datos generales de las HDS:

- a) fecha de elaboración;
- b) fecha de actualización;
- c) nombre o razón social de quien elabora la HDS;
- d) datos generales del fabricante o importador de la sustancia química peligrosa;
- e) a donde comunicarse en caso de emergencia.

SECCION II Datos de la sustancia química peligrosa, contemplando al menos:

- a) Nombre químico o código;
- b) nombre comercial;
- c) familia química;
- d) sinónimos;
- e) otros datos relevantes.

SECCION III Identificación de la sustancia química peligrosa:

III.1 Identificación:

- a) No. CAS;
- b) No. ONU;
- c) LMPE-PPT, LMPE-CT y LMPE-P;
- d) IPVS(IDLH).

III.2 Clasificación de los grados de riesgo:

- a) a la salud;
- b) de inflamabilidad;
- c) de reactividad;
- d) especial.

III.3 De los componentes riesgosos: nombre y porcentaje de los componentes riesgosos, incluyendo su identificación y la clasificación de los grados de riesgo.

SECCION IV Propiedades físicas y químicas:

- a) temperatura de ebullición;
- b) temperatura de fusión;

- c) temperatura de inflamación;
- d) temperatura de autoignición;
- e) densidad;
- f) pH;
- g) peso molecular;
- h) estado físico;
- i) color;
- j) olor;
- k) velocidad de evaporación;
- l) solubilidad en agua;
- m) presión de vapor;
- n) porcentaje de volatilidad;
- o) límites de inflamabilidad o explosividad;
 - 1) límite superior;
 - 2) límite inferior;
- p) otros datos relevantes.

SECCION V Riesgos de fuego o explosión:

V.1 Medio de extinción:

- a) agua;
- b) espuma;
- c) CO₂;
- d) polvo químico;
- e) otros medios.

V.2 Equipo de protección personal específico a utilizar en labores de combate de incendios.

V.3 Procedimiento y precauciones especiales durante el combate de incendios.

V.4 Condiciones que conducen a otro riesgo especial.

V.5 Productos de la combustión que sean nocivos para la salud.

SECCION VI Datos de reactividad:

VI.1 Condiciones de:

- a) estabilidad;
- b) inestabilidad.

VI.2 Incompatibilidad.

VI.3 Productos peligrosos de la descomposición.

VI.4 Polimerización espontánea.

VI.5 Otras condiciones que se deben procurar durante el uso de la sustancia química peligrosa, a fin de evitar que reaccione.

SECCION VII Riesgos a la salud y primeros auxilios:

VII.1 Según la vía de ingreso al organismo:

- a) ingestión;

b) inhalación;

c) contacto.

VII.2 Sustancia química considerada como:

a) carcinogénica;

b) mutagénica;

c) teratogénica.

VII.3 Información complementaria:

a) CL₅₀;

b) DL₅₀.

VII.4 Emergencia y primeros auxilios.

VII.4.1 Medidas precautorias en caso de:

a) ingestión;

b) inhalación;

c) contacto.

VII.4.2 Otros riesgos o efectos a la salud.

VII.4.3 Antídotos.

VII.4.4 Otra información importante para la atención médica primaria.

SECCION VIII Indicaciones en caso de fuga o derrame.

VII.1 Procedimiento y precauciones inmediatas.

VII.2 Método de mitigación.

SECCION IX Protección especial específica para situaciones de emergencia.

IX.1 Equipo de protección personal específico.

SECCION X Información sobre transportación. De acuerdo con:

X.1 El Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

X.2 La NOM-004-SCT2-1994.

X.3 Las Recomendaciones de la Organización de las Naciones Unidas, para el Transporte de Mercancías Peligrosas.

X.4 La Guía Norteamericana de Respuesta en Casos de Emergencia.

SECCION XI Información sobre ecología.

XI.1 De acuerdo con las disposiciones de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, en materia de agua, aire, suelo y residuos peligrosos.

SECCION XII Precauciones especiales:

XII.1. Para su manejo, transporte y almacenamiento.

XII.2 Otras precauciones.

3.5.- PREVENCIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS.

A continuación se da una descripción generalizada de conceptos y precauciones que se debe tener en cuenta:

- **Evitar contacto con las sustancias:** como regla general, todos los reactivos químicos, aunque sean considerados no riesgosos. Por lo que se deben manejarse con mucho cuidado, no respirar los vapores, evitar contacto con la piel y ojos de cualquier sustancia química. Utilizar equipo de protección personal apropiado.
- En el caso de sustancias corrosivas, pueden dañar tejido vivo y puede destruir equipo que este en contacto con este tipo de sustancias, como precauciones se tienen: No respirar los vapores y evitar contacto con piel, ojos y ropa. Usar equipo protección personal.
- Los reactivos explosivos son sustancias que liberan su energía manifestándose como proyección de su contenido en ciertas condiciones. Se debe tener precauciones tales como: Evitar golpes, fricción, chispas y calor. Aislarlos de otros reactivos químicos que se convierten peligrosos al derramarse.
- Las sustancias inflamables son sustancias que expiran vapores, que se encienden bajo condiciones de trabajo. Se deben considerar las siguientes precauciones: para evitar inflamabilidad espontanea, evitar contacto con aire los líquidos inflamables, gases y vapores se deberán mantener alejados de calor, chispas, y flamas abiertas.
- Las sustancias irritantes son aquellas que tienen efecto de irritación en la piel, ojos y vías respiratorias. Como precauciones se tienen no respirar estos vapores y evitar contacto con piel y ojos. Se deben tener las siguientes precauciones: trabajar bajo campana y no respirar los vapores, evitar contacto con la piel, ojos y evitar calentamiento.
- Las sustancias mutagénicas son agente físico o químico que causa alteraciones genéticas. Se deben manejar con mucho cuidado y no respirar vapores, así como evitar contacto con piel, ojos y ropa.
- Las sustancias formadoras de peróxidos son sustancias que forman peróxidos o hidroperóxidos al tener o en contacto con el aire. Como los peróxidos son explosivos, no abrir la botella si hay un residuo presente en el exterior de la tapa o dentro de la botella.

- Los veneno son sustancias las cuales pueden tener un efecto grave o irreversible en el cuerpo. Son sustancias peligrosas que al ser respiradas, consumidas, o en contacto con la piel y en suficiente cantidad puede llevar a la muerte. Se debe evitar contacto con el cuerpo cuando se esté manejando, usar equipo de protección personal.
- Las sustancias teratogénicas son sustancias que pueden provocar defectos físicos en el desarrollo del feto o embrión. Se deben manejar con mucho cuidado, intentar no respirar vapores y evitar contacto con piel, ojos y ropa. Usar equipo de protección personal para su manejo.
- Las sustancias tóxicas son sustancias, las cuales son peligrosas para la salud al respirar, ingestión, o en contacto con la piel. Puede tener un daño serio a la salud en exposición corta o prolongada. Se debe evitar todo contacto con el cuerpo, cuando se manipulen usar equipo de protección personal.
- Los tipos de protección personal, como son ropa, guantes y de protección respiratoria deberán estar en optimas condiciones. Las sustancias deberán manejarse siempre en la campana y usando guantes apropiados.

3.6.- INCOMPATIBILIDAD QUÍMICA

La reactividad de los compuestos químicos se debe incluir en la información de incompatibilidad con ciertas sustancias. Los estudiantes deberán entender la bases por lo cual se da esa recomendación y viendo la compatibilidad de los compuestos químicos como una aplicación práctica. Como ejemplo el acido acético no deberá ser mezclado con oxido crómico, acido nítrico, acido perclórico, permanganato de potasio, ya que se genera calor y fuego. Por lo cual no deberá almacenar acido acético junto con acido nítrico.

Se debe conocer los componentes de los reactivos químicos y deben clasificarse basándose en sus propiedades químicas, y que cierta clase de componentes puede reaccionar con otro para producir combinaciones de toxicidad, calor, fuego y explosiones. Algunos ejemplos de clases deberán ser considerados en planeación de seguridad como los siguientes:

- Agentes oxidantes y agentes reductores
- Corrosivos como los ácidos y bases
- Reactivos químicos que reaccionan con agua
- Reactivos químicos que reaccionan con aire
- Reactivos químicos altamente tóxicos



Explosiva



Oxidante



Inflamable



Tóxica



Irritante



Nociva



Corrosiva

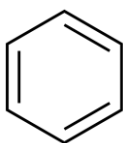


Peligroso para el ambiente

Por ejemplo el ácido nítrico es un ácido pero también es un agente oxidante. Ácido crómico, ácido nítrico, ácido perclórico, permanganato de potasio son agentes oxidantes. Estas dos tipos de clases (agentes reductores y oxidantes) son muy común que reaccionen entre ellos. Por lo cual si se pueden poner componentes por clases y conocer ciertas mezclas que son incompatibles uno puede predecir situaciones de riesgo.

3.6.1.- Disolventes

Los disolventes son los componentes más comunes, los cuales presentan un peligro de inflamabilidad; puede prenderse fácilmente y quemarse rápidamente. Un líquido inflamable por sí mismo no se quema. Es el vapor del líquido el cual se quema. El flujo en el cual el líquido produce vapores inflamables depende en la presión de vapor. El ritmo de vaporización incrementa cuando la temperatura incrementa. Por lo cual, un líquido inflamable es más peligroso a temperaturas elevadas que a temperaturas normales. La gran mayoría de los disolventes son orgánicos como la acetona y hexano, los cuales deben ser mantenidos fuera de contacto con una fuente de ignición o agentes oxidantes.



El benceno y muchos hidrocarburos halogenados son considerados como cancerígenos. Un envenenamiento crónico puede ocurrir por inhalación de una cantidad pequeña de benceno sobre un periodo largo de tiempo. Se debe evitar la exposición al líquido y los vapores. Hidrocarburos halogenados como otros disolventes pueden ser absorbidos por la piel. El contacto de los

disolventes con la piel, provoca resequedad y craqueos en la piel, el cual abre la vía para infecciones y respuestas alérgicas. La hoja de seguridad deberá ser consultada antes de proceder con el experimento que involucra estas sustancias. Muchos disolventes comunes especialmente éteres, pueden formar peróxidos explosivos. Estos disolventes son particularmente peligrosos cuando son evaporados a sequedad.

3.6.2.- Ácidos y bases.

Los ácidos y bases representan la clase de componente más común, el cual representa riesgos de corrosión, pueden causar destrucción visible o alteración irreversible en los sitios de contacto. Estos reactivos químicos corrosivos atacan la piel y pueden causar daño permanente a los ojos.



ÁCIDOS:	BASES:
- Tienen sabor agrio, como el vinagre. - Son corrosivos para la piel. - Enrojecen ciertos colorantes vegetales, como el tornasol. - Las disoluciones concentradas destruyen la materia orgánica. - Atacan a los metales, desprendiendo hidrógeno. - Neutralizan los efectos de las bases.	- Tiene sabor amargo. - Son suaves al tacto, pero corrosivos con la piel. - Dan color azul a ciertos colorantes vegetales. - Las disoluciones concentradas destruyen la materia orgánica. - Con los metales, generan sólidos insolubles (hidróxidos). - Neutralizan los efectos de los ácidos.
En disolución acuosa, conducen la corriente eléctrica.	



Todos los halogenuros son ácidos y todos son irritantes severos para las vías respiratorias. El fluoruro de hidrogeno posee un peligro especial. Tanto en gas como en solución es tóxico y es rápidamente se absorbe por la piel, penetra profundamente en los tejidos del cuerpo. El contacto con una solución diluida de fluoruro de hidrogeno, puede provocar daño o dolor prolongado con resultado de quemaduras serias. En todos los casos se debe hacer lavado inmediato y riguroso con agua y atención inmediata por un médico que está preparado en los tratamientos de quemaduras por fluoruro.

Los oxiácidos como son el sulfúrico y nítrico tienen propiedades muy diferentes entre sí. El ácido sulfúrico es muy fuerte como agente deshidratante y está disponible como material puro o como ácido sulfúrico fumante (Óleum). Cuando se prepara la solución siempre agrega el ácido al agua y recordar que la solución genera calor y lo cual va incrementar la temperatura. El ácido nítrico es un agente oxidante muy fuerte, el cual actúa rápidamente y provoca que la piel expuesta se ponga café por una reacción de desnaturalización.

El ácido perclórico es un agente oxidante poderoso que puede actuar explosivamente con un componente orgánico y otros agentes reductores. Puede ser usado

solamente en una campana. Las inspecciones frecuentes deberán ser hechas para prevenir el ácido perclórico y la acumulación de perclorato en el sistema de salida de la campana. No usar mesas de madera. Mantener el ácido perclórico en botellas de vidrio o cerámicas que sean suficientemente grandes para tener todo el ácido en la botella aunque se rompa. La materia orgánica deberá ser digerida con ácido nítrico antes de su adición de ácido perclórico. Nunca calentar el ácido perclórico con ácido sulfúrico porque se puede producir deshidrogenación y puede producir ácido perclórico anhídrido el cual es explosivo. Los ésteres perclorato tienen el mismo efecto de descomposición como nitroglicerina. Metal de transición percloratos son capaces de explotar.



El ácido pícrico seco es altamente explosivo y deberán ser adquirido solo cuando es necesario específicamente y entendiendo de sus peligros. Aunque no es explosivo al ser mojado. Soluciones ácido pícrico pueden evaporarse y dejar un sólido peligroso. Contenedores viejos de ácido pícrico, los cuales pueden ser encontrados en almacenes, deberán ser dispuestos con la asistencia de un experto.

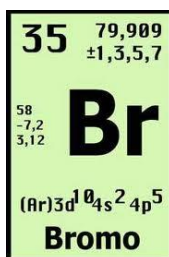
Las bases más comunes encontradas en los laboratorios académicos incluyen metales alcalinos hidróxidos y soluciones acuosas de amonio. Hidróxidos de potasio y sodio son extremadamente destructibles para tanto la piel, tejidos y ojos. Las precauciones son requeridas cuando se preparan soluciones concentradas de las bases, ya que la liberación de calor en la solución aumenta la temperatura a niveles peligrosos. Los vapores de las soluciones de amonio son altamente irritantes que deberán trabajarse en campanas.

3.6.3.- Otros materiales tóxicos



Los halógenos son todos tóxicos. Cloro es un gas que deberá ser manejado con trampas apropiadas y buena ventilación.

El bromo es un líquido que es considerado lacrimógeno puede causar quemaduras serias en contacto con piel.



El mercurio es un metal venenoso bioacumulativo. El hecho de que el mercurio metálico es usado desde la primaria hasta la Universidad, justifica una alerta especial a sus peligros. El mercurio cuando se derrama va a rodar; cuando haga contacto con una superficie solida, puede romperse en lagunas muy pequeñas. Y las que son visibles se pueden adherir a superficies verticales planas, por lo cual la limpieza tiene que ser rigurosa.

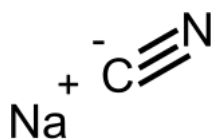
El mercurio derramado deberá ser limpiado inmediatamente y rigurosamente, usando un bulbo como aspirador o un dispositivo tipo aspiradora. Si una unidad de limpieza de mercurio está disponible, tenerla a la mano y saber su ubicación precisa para usarla en el momento que se requiera.

El mercurio derramado en el suelo, puede formar amalgamación con zinc en polvo. Las aspiradoras domesticas no deberán ser utilizadas porque pueden dispersar los aerosoles de mercurio y propagar la contaminación.

El formaldehído es incoloro, purgante, gas irritante que es soluble en agua y es comercializado mayormente entre 37-56% en solución acuosa, comúnmente conocido como formalina. También se vendo como un sólido polímero (p-formaldehído) que se descompone a un monómero en cuanto es calentado. La inhalación de los vapores puede resultar en una irritación severa de la vía respiratoria superior y edema. El formaldehído es un irritante severo de ojos, los cuales provocan efectos retardados que no son apreciables y disminuidos



con solo lavarse los ojos, la sensibilización de la piel pueda resultar por exposiciones repetidas. La exposición múltiple de formaldehído, puede llevar a una alergia de formaldehído. Evitar contacto con la piel, usar guantes apropiados de neopropeno.



Los cianuros y nitrilos son muy tóxicos. Los síntomas de toxicidad ocurren con estos materiales si son ingeridos, inhalados, absorbidos por la piel. Un poco de inhalación de cianuro es fatal. Cianuros metálicos son convertidos a cianuros hidrogenados en la presencia de ácidos. Los laboratorios que usan cianuros deberán tener antidotos (nitrito y tiosulfato) disponibles, para usarse de forma inmediata cuando sea requerido.

3.6.4.- Peróxidos orgánicos y sus formadores

Los peróxidos orgánicos son un compuesto especial, los cuales poseen un problema inusual de estabilidad. Estos peróxidos están entre los químicos más peligrosos normalmente son manejados por laboratorios químicos en manufactura. Como una clase de peróxido orgánico son explosivo de baja potencia. Son peligrosos por su sensibilidad a un golpe, chispa o cualquier forma accidental de ignición. Muchos peróxidos que son manejados rutinariamente en el laboratorio, son más sensibles a chispas que explosivos primarios como el TNT o dinamita. Los peróxidos tienen una vida media específica o un ritmo de descomposición dada ciertas condiciones. A bajos ritmos de descomposición pueden auto acelerar en una explosión violenta. Especialmente en cantidades a granel de peróxidos. Son sensibles a calor, fricción, impacto y luz también como agentes oxidantes fuertes y reductores.



Compuestos conocidos que forman peróxidos:

- Aldehídos
- Éteres, especialmente éteres cíclicos, o derivados de alcoholes primarios o secundarios, es importante específicamente etiquetar los contenedores de etil o isopropil éter con la fecha que fueron abiertos, para que los contenidos en el contenedor sean destruidos por el usuario dentro de 3 meses. Éteres nunca deberán ser destilados al menos que se sepa que sean libres de peróxidos.
- Componentes conteniendo átomos de hidrogeno bencílico, tales componentes son especialmente susceptibles a la formación de peróxido si el hidrogeno en un carbón ternario con respecto a su átomo ejemplo cumeno.
- Componentes conteniendo alquenos estructuras con doble ligadura

- Cetonas y especialmente las cíclicas
- Vinil y componentes de vinil acetato o cloruros

Ejemplos específicos de los reactivos químicos que se pueden formar en concentraciones peligrosas de peróxidos con exposición con el aire son:

- Ciclohexano
- Ciclooctano
- Decalino (decahidronaftaleno)
- P-dioxano
- Éter etil
- Éter isopropil
- Tetrahidrofurano
- Tetralina (tetrahidronaftaleno)

Hay varias pruebas colorimétricas disponibles para peróxidos en éteres. Si hay suficiente peróxido presente para formar un precipitado, el contenedor y su contenido deberán ser descartados con cuidado extremo. Se ha sugerido que si es necesaria una prueba para la presencia de peróxidos, para material que se ha mantenido por un periodo muy largo y deberías disponer de él inmediatamente en una forma apropiada. Una prueba para peróxidos solo debe intentarse si es evidente que no resultaría ningún peligro al mover o abrir el contenedor. Si se observan sólidos en el líquido o cerca de la tapa pueden ser indicadores del almacenamiento de peróxidos peligrosos. Almacena los formadores de peróxido lejos de calor y luces en contenedores cerrados, preferentemente en el contenedor que provee el proveedor.

Las siguientes precauciones deben ser seguidas cuando se maneje peróxidos orgánicos e hidroperóxidos:

- a) Lee y sigue las precauciones especificadas por el proveedor de la sustancia antes de usar.
- b) Almacena los peróxidos a las temperaturas mínimas de seguridad para minimizar la razón de descomposición. CUIDADO: No se debe refrigerar el líquido o soluciones de peróxido a temperaturas más bajas de la cual se congela o precipita. Los peróxidos en estas últimas formas son ultrasensibles al calor y shock.
- c) Limita la cantidad de peróxido que se maneja a la mínima requerida. No regresar al contenedor el peróxido que no se uso.

- d) Limpia todos los derrames inmediatamente siguiendo los procedimientos adecuados. El primer paso usualmente es diluir o dispersar el peróxido con una sustancia inerte.
- e) La sensibilidad de la mayoría de los peróxidos al shock y calor puede ser reducido diluyendo con un disolvente inerte como hidrocarburos alifáticos (por ejemplo, aceite mineral) pero NUNCA con acetona.
- f) Evita usar soluciones de peróxido en disolventes volátiles cuando es posible que el disolvente se evapore y por lo tanto incremente la concentración de peróxido.
- g) Nunca uses una espátula metálica con peróxidos orgánicos. La contaminación por metales puede causar la descomposición explosiva. Usar espátulas de cerámica o plástico.
- h) No debe permitirse fumar, flamas abiertas, equipo que produzca chispa o cualquier otra fuente de calor intenso cerca de peróxidos.
- i) Evita la fricción, el moler, y toda forma de impacto, especialmente con peróxidos sólidos orgánicos. NUNCA uses contenedores de vidrio con tapa de rosca o de vidrio. En lugar de ellos, usa contenedores de plástico (polietileno) botellas y selladores.
- j) Debido a que los compuesto que contienen peróxidos son por lo general irritantes, evita ingerirlos, inhalarlos, y el contacto con la piel. Trata cualquier área de contacto como si fueran quemaduras y consigue atención médica.

CAPITULO IV

EQUIPO DE SEGURIDAD Y PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

4.1.- INFORMACIÓN GENERAL



Los laboratorios de química tienen una variedad de equipo de seguridad que se usa en el caso de que ocurra un accidente. Cada persona en el laboratorio debe familiarizarse con la localización y procedimientos para usar estos equipos. Los equipos de seguridad normalmente incluyen una fuente para el lavado de los ojos, una regadera de seguridad, extinguidores y una alarma o sistema de comunicación telefónica. El laboratorio tendrá un plan de contingencia a seguir si es necesaria en alguna ocasión la evacuación. Asegúrate de que conozcas las rutas de evacuación principales como alternativas como también los procedimientos de conteo para cada persona en el laboratorio.



Tanto como sea posible, sigue los procedimientos que se han establecido y practicado. Cuando se ayude a otra persona, recuerda evaluar el peligro potencial a tu persona antes de entrar en acción. Cuando una emergencia ocurre, las siguientes acciones se recomiendan:

- a) Reporta la naturaleza y localización de la emergencia al instructor y si es necesario, a autoridades correspondientes para incendios y atención medica; da tu nombre, número de teléfono y dirección. Comunica donde te reunirás con el equipo de emergencia. Si hay personas involucradas, reporta la cantidad, aun si están inconscientes, quemados, atrapados; si ocurre una explosión, y si hubo o hay un incendio causado por electricidad o sustancias químicas.
- b) Comunica a otros en el área sobre la naturaleza de la emergencia.
- c) No muevas a las personas lesionadas a menos que estén en peligro inmediato por exposición a sustancias químicas o fuego. Mantener a las personas calientes. Movimientos innecesarios pueden complicar severamente lesiones de cuello y fracturas.
- d) Espera y reúnete con la ambulancia o equipo para combate al fuego en el lugar que indicaste. Manda a alguien más si no puedes ir tu mismo.
- e) No hagas cualquier otra llamada telefónica a menos que se relacionen directamente al control de la emergencia.

4.2.- INCENDIOS.

4.2.1.- Prevención de Incendios.

La mejor forma de combatir incendios es previniéndolos. Los incendios se pueden prevenir y la severidad se puede reducir considerablemente si se siguen procedimientos adecuados de mantenimiento y reflexión consciente de lo que estás haciendo. Esto incluye la remoción de basura, la separación de líquidos inflamables de materiales combustibles como cajas de cartón y toallas de papel, almacenamiento de cantidades limitadas de material inflamable, aparte de tener pasillos y salidas sin obstáculos. Da un paso atrás, mira a tú alrededor, y pregunta:

- ¿Hay cables dañados?
- ¿Se está usando un agitador motorizado que genera chispas para agitar un líquido inflamable?
- ¿Están esas botellas muy cerca a la orilla de la mesa?
- ¿El área de trabajo esta desordenada?
- ¿Entiendo cada uno de los peligros potenciales en lo que estoy por realizar?
- ¿Estoy preparado para tomar medidas preventivas?

4.2.2.- Control de un Incendio.

Cuando un incendio ocurre, las siguientes acciones son recomendadas:

- a) Un incendio en un recipiente pequeño usualmente puede ser sofocado simplemente cubriendo el recipiente. No levantes el recipiente. No cubras el recipiente con toallas secas o trapos. Remueve material cercano inflamable para evitar la propagación del fuego.
- b) Si el incendio esta sobre un área muy grande para que el incendio se pueda sofocar de forma rápida y sencilla, todas las personas deben evacuar el área excepto por aquellos entrenados y equipados para combatir incendios estructurales. No usar elevadores para salir de los edificios; usa las escaleras.
- c) Activa la alarma de incendio. Notifica a los compañeros e instructor. Llama al departamento de bomberos. Tan pronto como sea posible, sigue los procedimientos que se han establecido y practicado.

- d) Si te han entrenado en el uso de un extinguidor de fuego, combate el fuego desde una posición de la cual puedas escapar, y solamente si estás seguro que tendrás éxito en combatir y apagar el incendio. Incendios pequeños que acaban de iniciar por lo general pueden ser apagados, sin embargo no siempre es así. Si no se pueden apagar, un incendio puede arriesgar de forma rápida tu vida y la de tus compañeros. Recuerda que es fácil subestimar la magnitud de un incendio.
- e) Gases tóxicos y humo pueden estar presentes durante un incendio y aquellas personas que intenten controlar el incendio deben evitar respirar gases y humo. Estos incendios deben combatirse solamente por personal entrenado adecuadamente y equipado.
- f) Para sofocar incendios en los que se involucra metales reactivos con grafito en polvo o con un extinguidor diseñado para incendios de metales. Los extinguidores de Dióxido de carbono y de químicos secos intensificarán los incendios de bases, tierra alcalina, y ciertos otros metales, incluyendo aluminio, magnesio, zirconio, hafnio, torio y uranio.
- g) Se debe informar a los bomberos del tipo de sustancias químicas que se involucraron, o cuales se pueden involucrar o reaccionar. Es necesaria una lista actualizada del inventario de las sustancias, debe existir una copia disponible fuera del área de trabajo.
- h) Los incendios que incluyan reactivos químicos, incrementan la posibilidad de explosiones. Se debe tener cuidado para mantener alguna chispa o fuego e inclusive calor excesivo lejos de los disolventes volátiles, cilindros de gas comprimido, metales reactivos y compuestos explosivos.
- i) Inmediatamente después del incendio, todos los extinguidores que fueron usados se deben recargar o reemplazar con extinguidores llenos.

4.2.3.- Personas lesionadas en Incendios.

Si la ropa de una persona se prende, esa persona debería usar la regadera de seguridad. Si la regadera de seguridad no está disponible o lista para uso, baña al individuo con agua o envuelve a la persona con una tela, abrigo, cobija o cualquier prenda que pueda ayudar a extinguir el fuego y has que de vueltas en el piso. Las cobijas para incendio deben ser usadas con cuidado porque al envolver el cuerpo puede forzar las flamas hacia la cara y cuello. Rápidamente remueve cualquier prenda contaminada con sustancias químicas. Tomar precaución cuando se remuevan camisas de cuello que se jalen o suéteres para prevenir la contaminación hacia los ojos. Bañar con agua para remover calor y colocar telas o trapos limpios y húmedos en el área o piel quemada. Envuelve a la persona lesionada para prevenir un shock y exposición. Conseguir atención médica inmediata.

4.3.- DERRAMES DE SUSTANCIAS QUÍMICAS.

Para derrames que cubran una cantidad mínima en la piel, inmediatamente enjuagar con agua por no menos de 15 minutos. Si no hay una quemadura visible, enjuagar con agua tibia y jabón, removiendo cualquier pieza de joyería para facilitar la remoción de cualquier material residual. Revisar las hojas de seguridad (MSDS) para ver si hay efectos secundarios. Se recomienda buscar atención médica para quemadura inclusive si son menores.

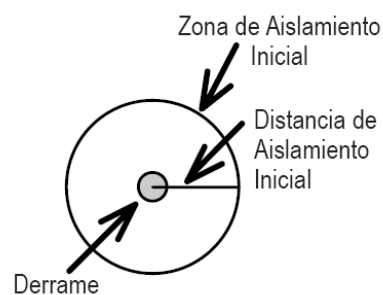
Para derrames en la ropa, no intentar tallar o limpiar la ropa. Rápidamente quitarse toda la ropa contaminada, zapatos y joyería mientras usas la regadera de seguridad. Los segundos cuentan y no se debe perder tiempo por ser modesto o cordial. Se debe tener cuidado de no esparcir el reactivo químico en la piel, o especialmente en los ojos. Tomar precauciones cuando se quite la ropa, como sudaderas y camisas de cuello que jalamos ya que se tiene que prevenir la contaminación de los ojos. Puede ser más conveniente cortar la vestimenta. Inmediatamente enjuaga el área afectada del cuerpo con agua a temperatura ambiente por lo menos 15 minutos. Prosigue a enjuagar si el dolor persiste. No uses cremas, lociones o pastas. Acude a atención médica tan pronto como sea posible. Lava las prendas contaminadas por si solas, es decir separada de las prendas sin contaminar.

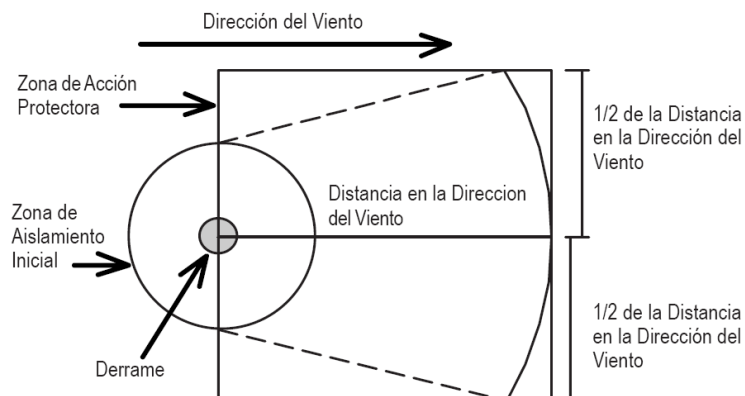
El instructor debe asegurarse que el personal médico entienda exactamente que sustancia química se involucro y también que el personal médico (doctores, enfermeras y paramédicos) reconozcan y usen el tratamiento apropiado para dicha exposición. De preferencia esto se debe hacer antes de cualquier emergencia potencial. El nombre exacto de la sustancia química debe ser comunicado. Por ejemplo, la exposición a acido

clorhídrico es muy diferente en términos médicos a la exposición de ácido fluorhídrico, sin embargo en ocasiones solo los llamamos ácidos.

Para gotas o salpicaduras a los ojos, inmediatamente enjuaga el ojo con agua potable a temperatura ambiente de una fuente de agua que fluye de forma calmada por lo menos 15 minutos. Mantener los párpados abiertos, mover el ojo hacia arriba, abajo y a los lados para enjuagar completamente la parte detrás de los párpados. Se debe usar una regadera o fuente para ojos, pero si no hay disponibles, las personas lesionadas deben ser recostadas a sus espaldas y se vacía agua hacia sus ojos con gentileza por lo menos por 15 minutos. Los primeros auxilios deben ser seguidos, después se busca tratamiento por un miembro del personal médico o un oftalmólogo que ha sido avisado de la situación y que esté familiarizado con lesiones debidas a sustancias químicas.

Todos los derrames deben ser limpiados de forma inmediata, de forma adecuada y eficiente. Advertir a todas las personas de informar apropiadamente del peligro si se involucran. No solamente se evita que se expongan al reactivo químico, sino también evitar la expansión del derrame químico. Para derrames químicos en la piel o en los ojos, el tratamiento debe ser inmediato. En ocasiones el volumen que se derrama no es tan importante como la toxicidad de la sustancia. Por lo tanto, los procedimientos locales deben ser establecidos y seguidos para determinar cuándo es necesaria una evacuación y si el personal del laboratorio o una brigada de control de derrames deben hacerse cargo del derrame y su limpieza.





Contener el derrame de forma rápida es la preocupación primordial, ya que entre más pequeña el área involucrada, es más sencilla la limpieza. Se recomienda la construcción de diques alrededor del área involucrada con un material absorbente. Después de que el derrame se ha contenido y controlado, se puede limpiar con los materiales apropiados. Equipos de control de derrames ya sean comerciales o hechos a medida pueden ser de utilidad en estos casos.



Si no hay peligro de incendio y el material no es volátil o tóxico, limpiarlo como lo indique el instructor. Consultar la hoja de seguridad apropiada. Para facilitar la limpieza de líquidos, usar un material absorbente que neutralice los líquidos si es posible (fosfato de sodio, arena seguida de una solución de bicarbonato o polvos para ácidos, y una solución de tiosulfato de sodio para bromuro, etc.). Absorbentes comerciales (por ejemplo Dri-Oil y Zorb-all), vermiculita (mineral que se expande con calor) o partículas pequeñas (cerca de 30 mesh) arena para gato o cualquier otro absorbente satisfactorio puede ser

usado. Arena seca no es tan efectiva. Un recogedor para polvo y escoba o cepillo debe ser usado. Usar guantes protectores. Mientras se usan los guantes, limpia el área contaminada con jabón y agua y mapear hasta que quede seco. Si el derrame se encuentra en el piso, se debe espolvorear material absorbente en el lugar para prevenir que se resbale alguien. Debe considerar que la vermiculita y otros absorbentes pueden crear un riesgo de resbalarse cuando están mojados.

Si un material volátil, inflamable o toxico se derrama, inmediatamente debes alertar a todos para extinguir las flamas y apagar todo equipo que produzca chispa, como motores. Apaga todo el equipo y retírate del área hasta que este descontaminada. La vestimenta que se haya contaminado por el derrame o salpicaduras debe ser removida de forma inmediata para prevenir que penetre hasta la piel. El instructor será responsable para designar la magnitud de la evacuación y el procedimiento de limpieza adecuado. Durante la limpieza, las personas designadas, deben evitar el contacto con la piel, y prevenir la inhalación, debe ser usado una mascarilla y equipo adecuado para la respiración.

Muchos de los derrames menores de líquidos (<100 mL) pueden ser absorbidos con toallas de papel, arena, o un absorbente. Sin embargo, las toallas de papel pueden incrementar el área de superficie y la evaporación, incrementando a la vez el riesgo de incendio. La mayoría de los derrames de sólidos pueden ser recogidos con un cepillo y disponerse en contenedores de apropiados para residuos sólidos, sin embargo se debe tomar cuidado para evitar combinaciones reactivas. No dejes toallas de papel o otros materiales que hayan sido usados para limpiar un derrame en botes de basura abiertos en el área de trabajo.

Después de limpiar, todos los materiales, incluyendo las toallas de papel usadas en la limpieza, se deben disponer como residuos. Debes ser particularmente cuidadoso que los líquidos inflamables que se hayan absorbido durante el procedimiento de limpieza no presente un riesgo de incendio.

4.3.1.- Prevención de contacto en piel de sustancias químicas

- ❖ Evite absorber las sustancias peligrosas, especialmente las corrosivas con trapos o papel.
- ❖ Neutralizar las sustancias corrosivas con productos adecuados.
- ❖ No emplear aserrín para absorber líquidos inflamables.

- ❖ No verter a la red de alcantarillado sustancias peligrosas o contaminantes sin tratar previamente.
- ❖ Emplear equipos de protección personal en especial manos y ojos.
- ❖ Mantener en orden y la limpieza en donde de manejen sustancias peligrosas.

4.4.- ¿QUÉ HACER EN CASO DE DERRAME DE MERCURIO?

Todas las personas que se encuentran en la zona del derrame deben salir evitando caminar sobre el mercurio derramado. Abra todas las ventanas y puertas que dan al exterior, y cierre todas las puertas a otras partes del área.

El mercurio puede ser limpiado fácilmente de las siguientes superficies: madera, linóleo, baldosas, vidrio y en general todas las superficies lisas.

Si ocurre un derrame en la alfombra, cortinas, tapizados u otras superficies absorbentes, sino puede ser limpiadas efectivamente deber ser desechados.

Elementos necesarios para limpiar un pequeño derrame de mercurio (aproximadamente lo que contiene un termómetro).

- bolsas de nylon que puedan ser cerradas herméticamente
- Guantes de limpieza (goma, látex o similar)
- Toallas de papel
- Cartón o lampazo de goma
- Cinta adhesiva

Instrucciones de limpieza

- 1.- Póngase los guantes de limpieza
- 2.- Si hay pedazos de vidrio u objetos cortantes, recogerlos con cuidado. Coloque todos los objetos rotos en una toalla de papel. Doble la toalla de papel y colóquela en una bolsa de nylon. Cierre la bolsa Busque gotas de mercurio visibles. Use un cartón o papel para recoger las gotas de mercurio, lentamente para evitar que el mismo se disperse.

Nota:

El mercurio puede moverse a grandes distancias en superficies duras, planas, así que asegúrese de inspeccionar toda la habitación.

Utilice cinta adhesiva para recoger pequeñas gotas difíciles de ver. Coloque la cinta adhesiva en la bolsa con el resto de los residuos con mercurio.

Recuerde que debe mantener el área bien ventilada por lo menos 2 horas después de la limpieza

4.5.- OTROS ACCIDENTES QUE INVOLUCRAN LESIONES AL PERSONAL.

Cualquier persona que se encuentre rodeada por humo y humaredas debe ser retirada a aire descontaminado y debe ser tratado por shock. Recuerda evaluar la posibilidad de tener una lesión y peligro al rescatista antes de entrar o continuar en un área con ambientes tóxicos. Si se tragan sustancias químicas peligrosas, seguir los primeros auxilios que se muestran en la etiqueta de la hoja de seguridad. Nunca se debe dar nada por la boca a personas inconscientes. Intentar aprender exactamente que sustancias fueron las que se ingirieron e informa al personal médico (mientras la víctima se encuentra en camino a un hospital, si es posible). El centro más próximo sobre envenenamientos puede dar consejos útiles.



Si la persona lesionada no se encuentra respirando, practicar la resucitación de boca a boca.

El siguiente procedimiento se recomienda: Poner a la víctima en su espalda en una superficie lisa y dura, limpiar la boca de cualquier obstrucción y afloja la vestimenta. Poner la palma de una mano en la frente de la víctima. Con la otra mano, levantar la barbilla e inclinar la cabeza hacia atrás de tal forma que la barbilla apunte hacia arriba. Sostener y apretar la nariz de la víctima para prevenir fugas y sopla a través de la boca de la víctima (un sellado bueno es muy importante) con suficiente fuerza para permitir que el pecho se expanda. Si el pecho de la víctima no se expande, revisa si la boca tiene obstrucciones, reposiciona la cabeza y resume a soplar hacia la boca (una vez más creando un buen sello). Después de dos respiraciones efectivas de forma consecutivas separadas por solo 4 a 5 segundos, revisar la arteria carótida por el pulso. Si no se encuentra el pulso, administrar resucitación cardiopulmonar (CPR).

Si una persona tiene una hemorragia severa, controlar la hemorragia aplicando presión en la herida con un trapo o lo que esté disponible. Elevar la lesión sobre el nivel del corazón. Si la sangre sigue emanando, poner un parche o gasas directamente en la cortada y aplica presión firme. Envolver a la persona lesionada para evitar que entre en choque y conseguir atención médica inmediatamente. En el caso de que la cortada no sea tan severa, enjuagar la cortada y remover cualquier fragmento de vidrio, envolver a la víctima para evitar que entren en shock (excepto cuando la cortada es mínima) y conseguir

atención médica. Un parche o gasa debe ser aplicado con presión en la lesión. Los torniquetes deben ser usados solamente por personas entrenadas en primeros auxilios.

No se debe tocar a una persona en contacto con un circuito eléctrico con voltaje. Desconectar la fuente de electricidad primero o el rescatista puede resultar lesionado severamente.

4.6.- ALGUNAS BUENAS PRÁCTICAS EN EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE LABORATORIOS

El manejo adecuado de los residuos químicos es un problema que deben enfrentar los laboratorios de las universidades y centros de investigación, para hacer frente a los requerimientos de la autoridad ambiental y de la sociedad en general.

4.6.1.- Criterios para el manejo racional y efectivo de reactivos y disolventes

En la medida que el manejo de reactivos y disolventes se haga de una manera programada y sistematizada, se contribuye a generar menos desechos, tanto de compuestos químicos como de los recipientes que los contienen. Por esta razón, se establecen algunos criterios para disminuir el empato ambiental provocado por estos, principalmente las universidades, que deben enseñar dando el ejemplo.

a) Comprar en cantidades necesarias y para el tiempo requerido.

Ha sido tradicional que por economía de escala se compre más de lo necesario para un periodo dado. Ahora, sin embargo, debe considerarse que el tratamiento de lo que sobra tiene un costo. El exceso se produce porque se desconfía de los contenidos de frascos destapados o porque se utilizó menos cantidad de la que se había programado para el periodo considerado.

b) Almacenamiento centralizado e inventario digitalizados.

Debe tenderse de algún almacén central donde se tenga la mayor parte de los compuestos químicos debidamente clasificados, con conocimiento inmediato de su existencia, fabricante, cantidad, calidad, tipo y numero de envases. Lógicamente la mejor herramienta para llevar este tipo de inventarios es la computadora.

Esta gestión presenta varias ventajas: mayor orden, mejor aprovechamiento de espacios, economía en las compras, disponibilidad de compuestos para las diferentes unidades y un factor muy importante: mayor seguridad.

A este respecto, es aconsejable tener presente que la clasificación debe hacerse en función de la seguridad más que de la estructura química. Se debe almacenar en zonas compartimentalizadas dependiendo si los compuestos son: inflamables, explosivos, corrosivos, reactivos, oxidantes, tóxico o si no tienen estas propiedades.

c) Reciclaje de disolventes.

Pese a la tendencia a utilizar solo disolventes recién destapados, su empleo siempre deja remanentes que se pueden y deben utilizar. Un simple análisis espectral o de otro tipo bastara para conocer su calidad; su utilización disminuirá el impacto ambiental y generara menos gastos económicos.

d) Disminución de reactivos y disolventes en cada practica

La disminución cuantitativa de los compuestos que se utilizan en control o preparación en los procesos o prácticas en universidades, no solo produce beneficios económicos y de seguridad, sino que contribuye a aminorar el problema de manejo de residuos.

4.6.2.- Precauciones previas al manejo de residuos

Para un manejo eficiente y seguro se debe:

- Establecer instrucciones de manejo de sustancias químicas peligrosas, para prevenir los riesgos.
- Todos los compuestos orgánicos deben ser considerados inflamables y tóxicos y partir de la base que los volátiles tienen la capacidad de formar mezclas explosiva en espacios cerrados.
- Si no hay información previa como, por ejemplo, frascos sin etiquetas, todos los compuestos deben ser considerados como: tóxicos, volátiles, inflamables y cancerígenos.
- Al diseñar experiencias, se debe considerar la disposición del residuo, antes de realizar el trabajo experimental.

4.6.3.- Manejo de residuos de laboratorios

Javier Emmanuel Castillo Quiñones

Raudel Ramos Olmos

Los residuos que se generan en los laboratorios son de amplia naturaleza, por lo que su manejo no es sencillo y depende del quehacer de los laboratorios. Una vez que se han producido, sin haber sido posible su prevención o reciclaje, el manejo de residuos se reduce a clasificarlos, reunirlos y, si se puede, tratarlos. Si son peligrosos deben ser transformados en inocuos o en formas tales que el peligro ambiental este controlado.

La clasificación de estos residuos se puede realizar en función de su tratamiento, disposición final o ambas. Según este criterio se reúnen en los siguientes grupos o corrientes.

- ❖ Disolventes
- ❖ Compuestos con metales tóxicos
- ❖ Substancias en general

La recuperación de un disolvente tiene dos costos asociados, que siempre deben considerarse. Costo de adquisición y costo de tratamiento del residuo que dejó el disolvente que se va a reponer. Por lo tanto, si técnicamente es posible recuperar un disolvente y si su costo de purificación es aceptable, siempre debe ser recuperado; en consecuencia, todo laboratorio debe disponer de un equipo de destilación con una columna de fraccionamiento eficiente.

Si no es posible la recuperación, entonces, el tratamiento que procede es la incineración; en este caso la clasificación de los disolventes a tratar se hace en función de este proceso. Debido a la tendencia de los éteres y otras substancias, de formar peróxidos explosivos por contacto con el oxígeno del aire durante su almacenamiento, debe realizarse un pretratamiento que elimine dichos peróxidos mediante reducción química. Para ello se agitan con soluciones acuosas al 5 - 10% de un reductor barato, como el sulfato ferroso, y se mantienen sobre esta solución durante el almacenamiento, agitando ocasionalmente el contenedor.

Dado que la incineración de los disolventes clorados genera cloro y cloruro de hidrogeno, que tienen un impacto especialmente negativo en la atmosfera, es preciso retenerlos mediante absorción de los gases de combustión; por esta razón requieren un tratamiento especial.

Por lo expuesto, los disolventes se acopian en los siguientes grupos:

- Hidrocarburos
- Disolventes clorados
- Disolventes oxigenados (con excepción de éteres)

➤ Éteres

Como se aprecia, esta clasificación de los disolventes no considera algunos casos especiales, como el disulfuro de carbono y de disolventes nitrogenados, los cuales pueden asimilarse a los disolventes oxigenados.

En términos de seguridad, esta clasificación ha hecho abstracción del punto de inflamación, el cual dependerá de la proporción del disolvente más peligroso en la mezcla de disolventes; sin embargo, es un factor importantísimo de considerar en el tratamiento.

Los compuestos que contienen metales tóxicos (Cd, Cr, Hg, Pb, Cu, Ni, Zn) y Arsénico; deben agruparse para formar un acopio aparte, con el objetivo de transformarlos en compuestos altamente insolubles y luego disponerlos en envases y sitios autorizados.

El tratamiento de compuestos agrupados como sustancias en general, dependerá de su naturaleza, la cual determina la peligrosidad y toxicidad que condicionaran el proceso de eliminación.

Expuestos los criterios de clasificación, el paso siguiente en el manejo de residuos es reunirlos o acopiarlos según esta agrupación. Conviene realizar acopios menores para que cada persona integrante de una unidad vierta sus residuos en recipientes claramente identificados, según la clasificación. A su vez, las personas encargadas de la recolección interna de los desechos de la institución, realizaran acopios en recipientes mayores con la misma identificación de los menores. Recipientes adecuados para estos efectos son los de boca ancha, fabricados con polietileno de media o alta densidad.

4.6.4.- Buenas prácticas, condiciones y exigencias para un tratamiento efectivo

Para lograr un tratamiento efectivo de los residuos deben cumplirse las siguientes condiciones y exigencias:

- a) El operador debe emplear guantes, anteojos protectores y mascara apropiada al tipo de tratamiento.
- b) Los tratamientos no incinerables deben realizarse siempre en una campana provista de un eficiente sistema de extracción inferior y superior de gases.
- c) El tratamiento debe ser hecho con las menores cantidades posibles. Cantidades entre 0.5 a 1 kg o L deben operarse en porciones para evitar desprendimientos indeseables de calor.

- d) La transformación del residuo peligroso debe ser completa.
- e) La efectividad de la técnica a emplear debe analizarse por un método fácilmente verificable.
- f) El equipo requerido para tratamientos no incinerables debe ser seguro de usar, los reactivos deben ser baratos y la operación debe ser breve.
- g) La incineración debe ser hecha en un horno provisto de doble cámara de combustión, para que esta sea lo más completa posible, y estar provisto de un sistema de depuración para retener los gases tóxicos que se produzcan.

Equipos apropiados para tratamientos no incinerables, aparte del típico matraz de vidrio de fondo redondo provisto de agitación mecánica, pueden ser recipientes como: ollas o lavatorios de fierro enlozado o bateas de cemento-asbesto. En lo posible deben tener gran capacidad, porque muchos tratamientos implican trabajar con gran volumen de soluciones acuosas. La condición de capacidad es que el recipiente quepa en el interior de la campana y que su operación sea fácil.

Reactivos usuales de tratamiento, todos de grado técnico, son: ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, hipoclorito de sodio, sulfuro de sodio, sulfito de sodio, carbonato de sodio, sulfato ferroso y metanol.

Para verificar la efectividad del tratamiento, las soluciones acuosas que provienen de tratamiento de metales tóxicos, deben ser analizadas antes de verterlas al alcantarillado. Las condiciones de operación de un incinerador para residuos de laboratorios dependen de sus características, pero, en general, se opera a temperaturas del orden de 1000 C, con alta proporción de oxígeno.

4.6.5.- Tratamientos de residuos

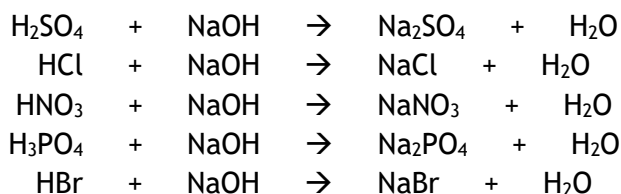
La aplicación de los métodos para tratar residuos producidos en laboratorios debe ser dirigida y supervisados por un profesional competente del área química, para prevenir los riesgos inherentes al tratamiento.

Tratamientos característicos de residuos

Residuo: Ácidos inorgánicos y disoluciones ácidas libre de metales pesados o sustancias tóxicas.	Ejemplos: H ₂ SO ₄ , HCl, HNO ₃ , H ₃ PO ₄ , HBr	 Corrosive
--	--	--

Tratamiento:

Se diluye en agua, adicionándola lentamente por las paredes del recipiente, ya que es exotérmica la reacción (se desprende calor) y si se vierte en forma directa se puede proyectar la sustancia. Posteriormente neutralizar con NaOH al 20 - 30% hasta que el pH se ajuste entre 5 - 7 unidades y luego se vierte al sistema de alcantarillado.

Reacciones:

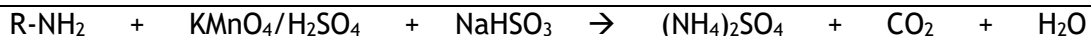
Residuo: Alcoholes	Ejemplos: Metanol (CH ₃ OH), Etanol (CH ₃ CH ₂ OH), alcohol isopropílico, etc.	
Tratamiento: Se incineran en condiciones controladas y en planta apropiada.		
Reacciones: $\text{R-CH}_2\text{-OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}$		

Residuo: Ácidos orgánicos y disoluciones ácidas libre de metales pesados o sustancias tóxicas.	Ejemplos: Ácido fórmico, ácido acético, ácido oxálico, etc.	 
Tratamiento: Se diluye en agua, adicionándola lentamente por las paredes del recipiente, ya que es exotérmica la reacción (se desprende calor) y si se vierte en forma directa se puede proyectar la sustancia. Posteriormente neutralizar con NaOH al 20 - 30% hasta que el pH se ajuste entre 5 - 7 unidades y luego se vierte al sistema de alcantarillado.		
Reacciones: $ \begin{array}{rclclcl} \text{R-COOH} & + & \text{NaOH} & \rightarrow & \text{R-COONa} & + & \text{H}_2\text{O} \\ \text{HCOOH} & + & \text{NaOH} & \rightarrow & \text{HCOONa} & + & \text{H}_2\text{O} \\ \text{CH}_3\text{COOH} & + & \text{NaOH} & \rightarrow & \text{CH}_3\text{COONa} & + & \text{H}_2\text{O} \\ \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 & + & \text{NaOH} & \rightarrow & \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 & + & \text{H}_2\text{O} \end{array} $		

Residuo: Aldehídos	Ejemplos: Metanal (HCHO), Etanal (CH ₃ CHO), benzaldehído (C ₆ H ₅ CHO), furfuraldehído, etc.	
Tratamiento: Se cubre con Na ₂ SO ₃ y se mezclan con agua. Concluida la reacción se diluyen con agua y se vierten al sistema de alcantarillado. También pueden ser incinerados en condiciones controladas y en planta apropiada.		
Reacciones: $\text{R-CHO} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}$		

Residuo: Cloruro de Aluminio	Ejemplos: AlCl ₃	
Tratamiento: Se agregan pequeñas cantidades a un gran exceso de agua, con agitación y luego que haya terminado la reacción, se vierte al sistema de alcantarillado.		
Reacciones: $\text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al(OH)}_3 + \text{Cl}^- + \text{H}^+$		

Residuo: Aminas	Ejemplos: C ₆ H ₅ NH ₂ , (C ₂ H ₅) ₂ NH	
Tratamiento: Se neutralizan con H ₂ SO ₄ al 5 - 10%, después de la reacción, se vierte al sistema de alcantarillado. Las que requieran ser destruidas (cancerígenas) se incineran o tratan con KMnO ₄ en H ₂ SO ₄ , previa disolución en HCl si son insolubles en agua. Luego de 10 h se decolora la disolución con ácido ascórbico o con bisulfito de sodio, se neutraliza y se vierte al sistema de alcantarillado.		
Reacciones: $\text{R-NH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_x + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$		



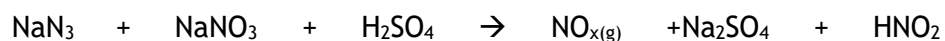
Residuo: Anhídridos	Ejemplos: $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$	 
Tratamiento: Se agregan cantidades pequeñas del anhídrido a un exceso de agua, en esta mezcla se forma el ácido orgánico, que posteriormente se trata como tal, mezclando y agitando lentamente con NaOH al 5% hasta disolución completa y una vez neutra se vierte al sistema de alcantarillado.		
Reacciones: $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{CH}_3\text{COOH}$ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$		

Residuo: Compuestos de Arsénico	Ejemplos: As_2O_3 , AsCl_3	
Tratamiento: Se agregan sobre un exceso de solución de NaOH al 10%, luego se adiciona solución de Na_2S al 10% con agitación prolongada. Se filtra y el precipitado se seca al aire. Se guarda en recipiente de vidrio hermético y este se introduce, rodeado de arena, en un recipiente de polietileno.		
Reacciones: $\text{S}^{2-}/\text{OH}^- + \text{As}^{+3} \rightarrow \text{As}_2\text{S}_3(\text{s}), \text{ color amarillo}$		

Residuo: Azida de sodio	Ejemplos: NaN_3	
Tratamiento: Se disuelve en agua (3 g en 100 mL), se agrega NaNO_3 y luego H_2SO_4 al 20% hasta disolución ácida. Cuando cese el desprendimiento de NO_x se moja papel de yodo-		

almidón con la solución. Si el papel se pone azul (indica presencia de HNO_2) se desecha la mezcla.

Reacciones:



Residuo: Bases orgánicas, hidróxidos, lejías	Ejemplos: $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2^+\text{N}(\text{CH}_3)_3^-\text{OH}$, KOH	  Corrosive
Tratamiento: Se diluye con agua, se neutralizan con H_2SO_4 hasta pH 5 - 7 y se vierte al sistema de alcantarillado.		
Reacciones: $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{sal}$		

Residuo: Compuestos de Berilio	Ejemplos: BeO	
Tratamiento: Se agrega exceso de amoníaco concentrado sobre soluciones acuosas de sales de Be. El precipitado formado se mezcla con tierra de diatomeas, se filtra y la mezcla insoluble se guarda en recipiente de vidrio y este se introduce, rodeado de arena, en un recipiente de polietileno. Se deposita en sitio autorizado.		
Reacciones: $\text{Be}^{2+} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Be}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4^+$		

Residuo: Compuestos de Cadmio	Ejemplos: Cd	
Tratamiento: La mezcla se agita y luego se calienta a ebullición durante 5 a 10 min con un agente precipitante (Hidróxido, sulfuro, carbonato). Se filtra, el precipitado se seca al aire y		

se guarda en recipientes de polietileno que se fabrican para la venta de reactivos químicos. Se depositan en sitio autorizado.

Reacciones:



Residuo: Cloratos y percloratos	Ejemplos: KClO_3 , $\text{Ba}(\text{ClO}_4)_2$	
Tratamiento: Se mezclan con Na_2SO_3 sólido, luego se adiciona agua con agitación y luego de 3 a 4 horas se agrega con cuidado un poco de ácido sulfúrico diluido. Terminada la reducción se diluye con agua y se vierte al sistema de alcantarillado.		
Reacciones: $2 \text{KClO}_3 \rightarrow 2 \text{KCl} + 3 \text{O}_2$		

Residuo: Cetonas	Ejemplos: CH_3COCH_3 , $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$	
Tratamiento: Se incineran en plantas apropiadas y en condiciones controladas.		
Reacciones: $\text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$		

Residuo: Cloruros de ácidos	Ejemplos: CH_3COCl , $\text{C}_5\text{H}_5\text{COCl}$	 
Tratamiento: Se agregan pequeñas cantidades sobre exceso de agua, se agita y luego se adiciona NaOH al 5% hasta disolución completa. Se vierte a la red de desagüe.		
Reacciones: $\text{RCOCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NaOH} \rightarrow \text{RCOONa} + \text{NaCl}$		

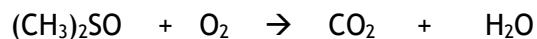
Residuo: Cromatos y dicromatos	Ejemplos: Na_2CrO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	
Tratamiento: Se mezclan con gran exceso de Na_2SO_3 sólido, luego se adiciona agua con agitación y después de 3 a 4 horas se agrupa con cuidado una pequeña cantidad de ácido sulfúrico diluido. Cuando todo el cromo esta como Cr^{+3} se adiciona NaOH para que precipite como hidróxido. Se filtra y al filtrado se agrega Na_2SO_3 y luego NaOH para asegurarse de tener todo el cromo en forma insoluble. El precipitado de cromo se filtra, se seca al aire y se guarda en recipientes de polietileno. Se deposita en sitio previamente autorizado.		
Reacciones: $\begin{array}{rcllcl} \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 & + & 6\text{NaOH} & \rightarrow & 2\text{Cr}(\text{OH})_{3(s)} & + & 3\text{Na}_2\text{SO}_4 \\ \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 & + & 3\text{Ca}(\text{OH})_2 & \rightarrow & 2\text{Cr}(\text{OH})_{3(s)} & + & 3\text{CaSO}_4 \\ \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 & + & 3\text{Na}_2\text{CO}_3 & + & 3\text{H}_2\text{O} & \rightarrow & 2\text{Cr}(\text{OH})_{3(s)} & + & 3\text{Na}_2\text{SO}_4 & + & 3\text{CO}_2 \\ 2 \text{Cr}(\text{OH})_3 & + & 3 \text{H}_2\text{SO}_4 & \rightarrow & \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_{3(s)} & + & 6 \text{H}_2\text{O} \end{array}$		

Residuo: Cianuros inorgánicos	Ejemplos: NaCN , $\text{Zn}(\text{CN})_2$	
Tratamiento: Se diluyen en agua, se agrega NaOH al 5%, y luego NaClO concentrado (10 al 12%) en exceso. Se deja reaccionar toda la noche y luego se vierte en el sistema de alcantarillado.		
Reacciones: $\text{CN}^- + \text{OCl}^- \rightarrow \text{OCN}^- + \text{Cl}^-$		

Residuo: Dimetilsulfoxido	Ejemplos: $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$	
Tratamiento:		

Se incineran en plantas apropiadas y en condiciones controladas.

Reacciones:



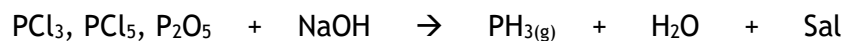
Residuo: Estroncio y sus compuestos	Ejemplos: SrCl_2	
Tratamiento: Se agrega sobre exceso de ácido sulfúrico al 10%. El precipitado de SrSO_4 se filtra, se seca al aire y se guarda en recipiente de plástico para su colocación en depósito autorizado.		
Reacciones: $\text{Sr}^{+2} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SrSO}_{4(s)} + \text{H}^+$		

Residuo: Fluoruros inorgánicos	Ejemplos: HF , NaF	
Tratamiento: Se agrega sobre un exceso de solución de cloruro de calcio. El precipitado de CaF_2 formado se filtra, se seca al aire y se guarda en recipiente de plástico para su traslado y colocación en depósito autorizado.		
Reacciones: $\text{F}^- + \text{Ca}^{+2} \rightarrow \text{CaF}_2$		

Residuo: Tricloruro de fosforo, pentacloruro de fosforo, pentóxido de fosforo	Ejemplos: PCl_3 , PCl_5 , P_2O_5	
Tratamiento:		

Se agregan pequeñas cantidades de PCl_3 , PCl_5 o P_2O_5 sobre un gran volumen de NaOH al 5% con agitación manual suave y luego se vierte la solución resultante en la red de desagüe.

Reacciones:



Residuo: Mercaptanos	Ejemplos: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SH}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}$	
Tratamiento: Se vierte sobre un exceso de solución de hipoclorito de sodio al 5 a 10% con agitación prolongada. Si el residuo es gaseoso se hace pasar por una batería de absorbentes que contienen NaOCl al 5%, dispuesto en serie.		
Reacciones: $\text{RSH} + 3\text{OCl}^- \rightarrow \text{RSO}_3\text{H} + 3\text{Cl}^-$		

Residuo: Mercurio, elemento y compuestos	Ejemplos: HgCl_2 , HgSO_4 , Hg	
Tratamiento: El mercurio metálico derramado se mezcla con azufre en polvo y se revuelve para su conversión en HgS. Los compuestos de Hg se vierten sobre un exceso de solución de NaOH al 5% y luego se agrega solución de Na_2S del 10 al 20%. Se filtra el precipitado de HgS y se seca al aire. Se guarda en recipientes herméticos de vidrio, que se introducen, rodeados de arena, en recipientes de polietileno para depositarlos en sitios autorizados.		
Reacciones: $\text{Hg} + \text{S} \rightarrow \text{HgS}$		

Residuo: Nitrilos	Ejemplos: C_6H_5CN , $CH_2=C(CH_3)CN$	
Tratamiento: Se vierten, en pequeñas cantidades, sobre un exceso de solución de hipoclorito de sodio del 5 al 10% con agitación prolongada hasta transformación completa.		
Reacciones: $RCN + OCl^- \rightarrow ROCN + Cl^-$		

Residuo: Peróxido de hidrogeno	Ejemplos: H_2O_2	
Tratamiento: Se diluye en agua y luego se agrega cloruro férrico sólido a la solución para acelerar la descomposición. Se deja estar una noche y luego se vierte en el alcantarillado.		
Reacciones: $H_2O_2 \rightarrow H_2O + 1/2O_2$		

Residuo: Compuestos de plomo	Ejemplos: $Pb(OCOCH_3)_2$	
Tratamiento: Se vierte sobre un exceso de solución de NaOH al 10% a la cual se adiciona Na_2S al 10%. Se agita, se filtra el precipitado, se seca y se guarda en recipientes de polietileno para trasladarlos a un depósito autorizado.		
Reacciones: $Pb^{2+} + S^{2-} \rightarrow PbS_{(s)}$		

Residuo: Sodio metálico	Ejemplos: Na	
Tratamiento: Se agrega, en pequeñas cantidades, sobre isopropanol o butanol secos, cuidando que la temperatura no suba demasiado, para evitar inflamación. Se agita cuidadosamente y cuando todo el sodio se ha descompuesto, se agrega agua. La solución resultante se lleva a pH entre 5 y 7, luego se vierte en el sistema de alcantarillado.		
Reacciones: $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$		

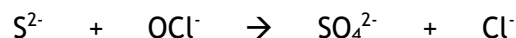
Residuo: Sulfuros orgánicos	Ejemplos: R-S-R	
Tratamiento: Se disuelve en isopropanol. Esta solución alcohólica se vierte en porciones sobre un exceso de solución de hipoclorito de sodio al 5%, con agitación prolongada. La mezcla se acidula y se vierte al alcantarillado. Alternativamente, se incineran en plantas apropiadas.		
Reacciones: $\text{S}^{2-} + \text{OCl}^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$		

Residuo: Sulfuros inorgánicos solubles	Ejemplos: Na_2S , Na_2S_x	
Tratamiento: Se agregan lentamente sobre una solución de NaOCl al 10%, con agitación. Se vierte la mezcla en el sistema de alcantarillado. La adición de la cloro es un método efectivo y muy utilizado para oxidar el sulfuro de hidrógeno, especialmente si el pH del agua es de 6.0-8.0. El cloro regularmente se administra como hipoclorito de sodio, el cual reacciona con el		

sulfuro, sulfuro de hidrógeno y bisulfito para formar compuestos que no causan sabor u olores desagradables en el agua.

La cantidad de hipoclorito que se utilizará depende de la concentración de sulfuro de hidrógeno, sin embargo se recomienda una dosis de 2.0 mg/l de cloro por cada 1.0 mg/l sulfuro de hidrógeno. El Cloro se le debe añadir al sistema antes de mezclar en el tanque, y se debe proveer suficiente almacenamiento para permitir que el agua esté en contacto con el cloro por veinte minutos. Agua tratada puede que le queden olores y sabores causados por la formación de ciertos productos derivados o residuos de cloro. Después del tiempo requerido de contacto, por lo tanto, el agua se debe pasar por un filtro de carbón activado para eliminar el sulfuro suspendido ó cloro adicional que permanezca.

Reacciones:



Residuo: Yodo	Ejemplos: I_2	
Tratamiento: Se agrega sobre solución de NaOH al 10% con agitación hasta decoloración. Se vierte al sistema de alcantarillado.		
Reacciones: $I_2 + 2e^{-} \rightarrow 2I^{-}$		

4.7.- NORMAS GENÉRICAS DE TRABAJO EN LABORATORIOS

4.7.1.- Indicaciones sobre hábitos personales a respetar en laboratorios y talleres.

- Prohibición de fumar
- Prohibición de comer
- Prohibición de beber
- No guardar alimentos ni bebidas en los refrigeradores del laboratorio.
- No realizar reuniones o celebraciones.
- Mantener abrochados batas y vestidos.
- Llevar el pelo recogido.

- No llevar pulseras, collares, mangas anchas ni prendas sueltas que puedan engancharse en montajes, equipos o máquinas.
- Lavarse las manos antes de dejar el laboratorio.
- No dejar objetos personales en las superficies de trabajo.

4.7.2.- Indicaciones sobre hábitos de trabajo a respetar en laboratorios y talleres.

- Obligación de llevar equipos de protección individual determinados.
- Obligatoriedad de llevar ropa específica para el trabajo (bata, mono de trabajo).
- No trabajar solo.
- No pipetear con la boca.
- Obligación de leer la etiqueta o consultar las fichas de seguridad de productos antes de utilizarlos por primera vez.
- Etiquetar adecuadamente los frascos y recipientes a los que se haya transvasado algún producto o donde se hayan preparado mezclas, identificando su contenido, a quién pertenece y la información sobre su peligrosidad (reproducir el etiquetado original).
- No tocar con las manos desnudas ni probar los productos químicos.
- No llenar los tubos de ensayo más de dos o tres centímetros.
- Calentar tubos de ensayo de lado y utilizando pinzas.
- Encender mecheros con encendedores piezoeléctricos largos, nunca cerillas ni encendedores.
- Utilizar siempre gradillas y soportes.
- No trabajar separado de las bancadas.
- No tomar nunca los tubos de ensayo con las manos, siempre con pinzas.
- Comprobar la temperatura de los materiales antes de tomarlos directamente con las manos.
- Utilizar las campanas para extracción de gases siempre que sea posible.
- Asegurar la desconexión de equipos, agua y gas al terminar el trabajo.
- Recoger materiales, reactivos, equipos, etc., al terminar el trabajo
- Asegurar la desconexión de equipos, agua y gas al terminar el trabajo.
- Emplear y almacenar sustancias inflamables en las cantidades imprescindibles.
- Mantener las superficies de trabajo limpias y sin productos, libros, cajas o accesorios innecesarios para el trabajo que se está realizando.
- Disponer de sus residuos adecuadamente.
- Dejar las superficies de trabajo limpias al terminar la sesión.

BIBLIOGRAFIA

- Juan Carlos Vega de Kuyper, MANEJO DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA QUIMICA Y AFIN. Segunda edición, editorial Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México d.f., 1999.

- SAFETY in academic chemistry laboratories, publicado por The American Chemical Society. Fourth printing, United States of America, June 1993. ISBN: 0-8412-1763-7.
- Petia Mijaylova Nacheva, Socorro López Armenta, Lina Cardoso Vigueros, Esperanza Ramírez Camperos. TRATAMIENTO DE EFLUENTES DEL PROCESO DE CURTIDO AL CROMO. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Ray U. Brumblay. ANALISIS CUALITATIVO. 14 edición. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., México D.F., 1985.
- Committee on Prudent Practices for Handling, Storage, and Disposal of Chemicals in Laboratories. PRUDENT PRACTICES IN THE LABORATORY, HANDING AND DISPOSAL OF CHEMICALS. 3a edición, National Academy Press. Enero 2000. ISBN: 0-309-05229-7.
- NMX-S-039-SCFI-2000 Guantes de protección contra sustancias químicas - especificaciones y métodos de prueba.
- NOM-018-STPS-2000 Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. D.O.F. 27-X-2000.
- NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características el procedimiento de identificación clasificación y los listados de los residuos peligrosos. D.O.F. 23-VI-2006.
- NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 Protección ambiental salud ambiental residuos peligrosos biológico infecciosos clasificación y especificaciones de manejo. D.O.F. 17-II-2003.
- NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. D.O.F. 25-XI-2008.
- NOM-005-STPS-1998 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. D.O.F. 2-II-1999.

REFERENCIAS

<http://www.sprl.upv.es/Guiapracalumquim.htm#anexo2> (Guía de prácticas de alumnos en Laboratorios con riesgos químicos) de la Universidad Politécnica de Valencia, Febrero 2010.

<http://www.excelwater.com/esp/b2c/h2s.php>

<http://www.contraincendioonline.com/operaciones/limites.php3>

<http://equip06.blogspot.com/2011/02/toxicidad.html>

<http://www.escueladerestauracion.es/?p=586>

Javier Emmanuel Castillo Quiñones

Raudel Ramos Olmos

<http://aisasa-afi2fol.blogspot.com/>

<http://www.monografias.com/trabajos89/contaminantes-biologicos-ambito-laboral/contaminantes-biologicos-ambito-laboral.shtml>

http://es.wikipedia.org/wiki/Descomposici%C3%B3n_qu%C3%ADmica