

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**

PROPIEDAD DE LA FACULTAD  
DE QUÍMICA DE LA U. A. Q.

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA  
LAS ÁREAS DE TRONCO COMÚN DE LA  
FACULTAD DE QUÍMICA**

FACULTAD DE  
QUÍMICA



**MEMORIAS DE TRABAJO**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIBLOTECA**

**QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO**

**PRESENTA:**

**SANDRA LILIANA DE LA VEGA OLVERA**

**DIRIGIDO POR:**

**Q.M. J. MERCED ESPARZA GARCÍA**

PROPIEDAD DE LA FACULTAD  
DE QUÍMICA DE LA U. A. Q.

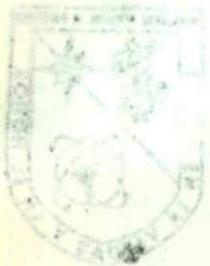
79 QFB M/T

No. Adq. J50385

No. Titulo TS

Clas. 378.1970202

V422m



Faint, illegible text or markings below the crest.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

PROPIEDAD DE LA FACULTAD  
DE QUÍMICA DE LA U. A. Q.

**MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA  
LAS ÁREAS DE TRONCO COMÚN DE LA  
FACULTAD DE QUÍMICA**

**SANDRA LILIANA DE LA VEGA OLVERA**

**DIRIGIDO POR:**

**Q.M. J. MERCED ESPARZA GARCÍA**

FACULTAD DE  
QUÍMICA



BIBLOTECA

**SINODALES:**

**Q.. B. MAGALY AGUILAR ORTIZ**

**Q.. B. SERGIO PACHECO HERNÁNDEZ**

**M. EN C. BLANCA GARCÍA ALMENDAREZ**

**SANTIAGO DE QUERÉTARO, QRO. 1997**

PROPIEDAD DE LA FACULTAD  
DE QUÍMICA DE LA U. A. Q.

No. Adq. \_\_\_\_\_

No. Titulo \_\_\_\_\_

Clas. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



BIBLIOTECA

**DEDICADO A :**

PROPIEDAD DE LA FACULTAD  
DE QUIMICA DE LA U.A.C.

**DIOS QUE ME HA PERMITIDO LLEGAR HASTA  
ESTE MOMENTO TAN IMPORTANTE DE MI VIDA**

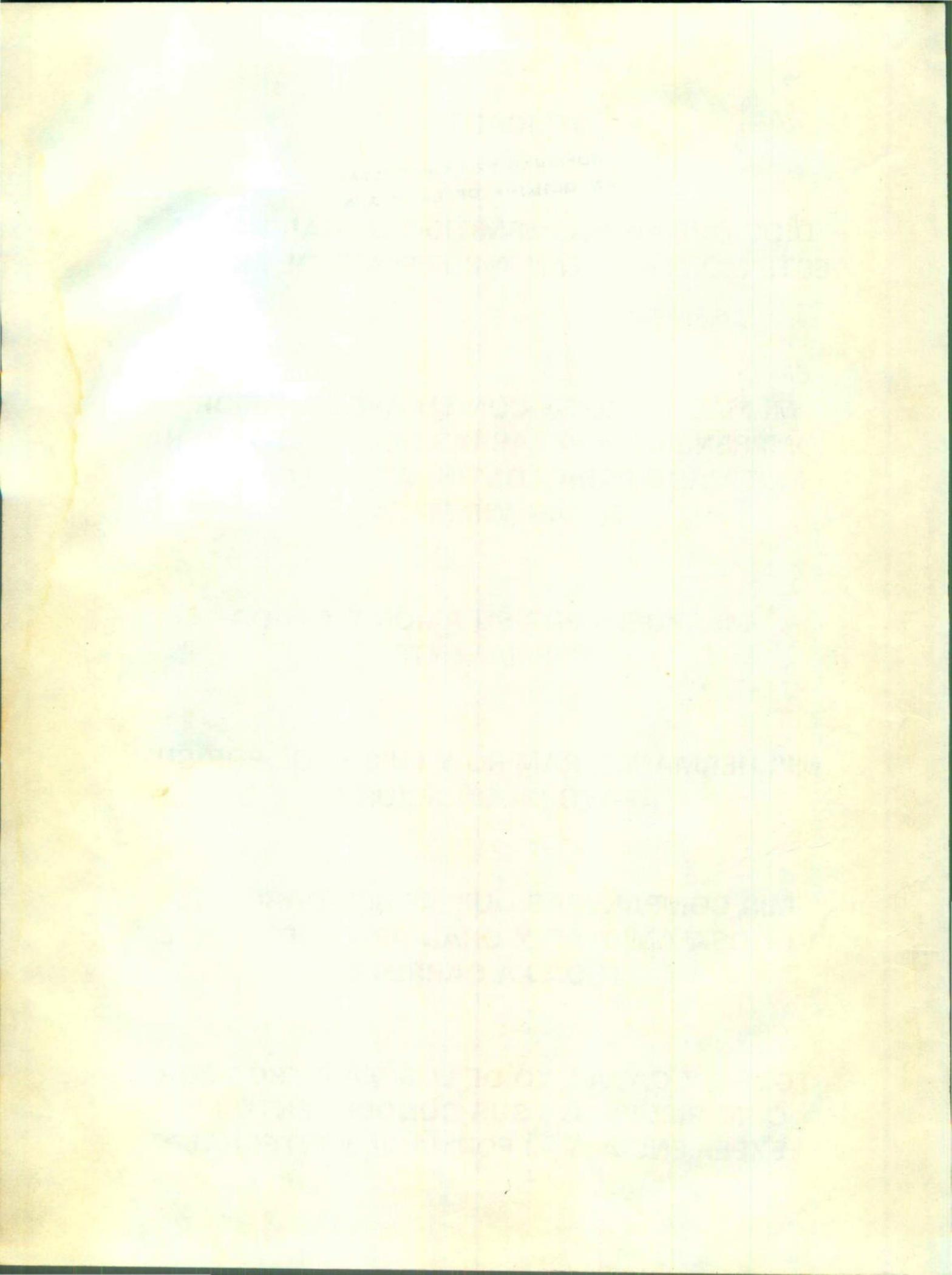
**MI MADRE, QUIEN CON SU APOYO, AMOR,  
COMPRESIÓN Y PALABRAS DE ALIENTO ME HA  
MOTIVADO PARA CONTINUAR Y ALCANZAR  
TODAS MIS METAS**

**MI ABUELA POR SU AMOR Y AYUDA  
PERMANENTE**

**MIS HERMANOS RAMIRO Y LUIS RÁUL POR SU  
APOYO INCONDICIONAL**

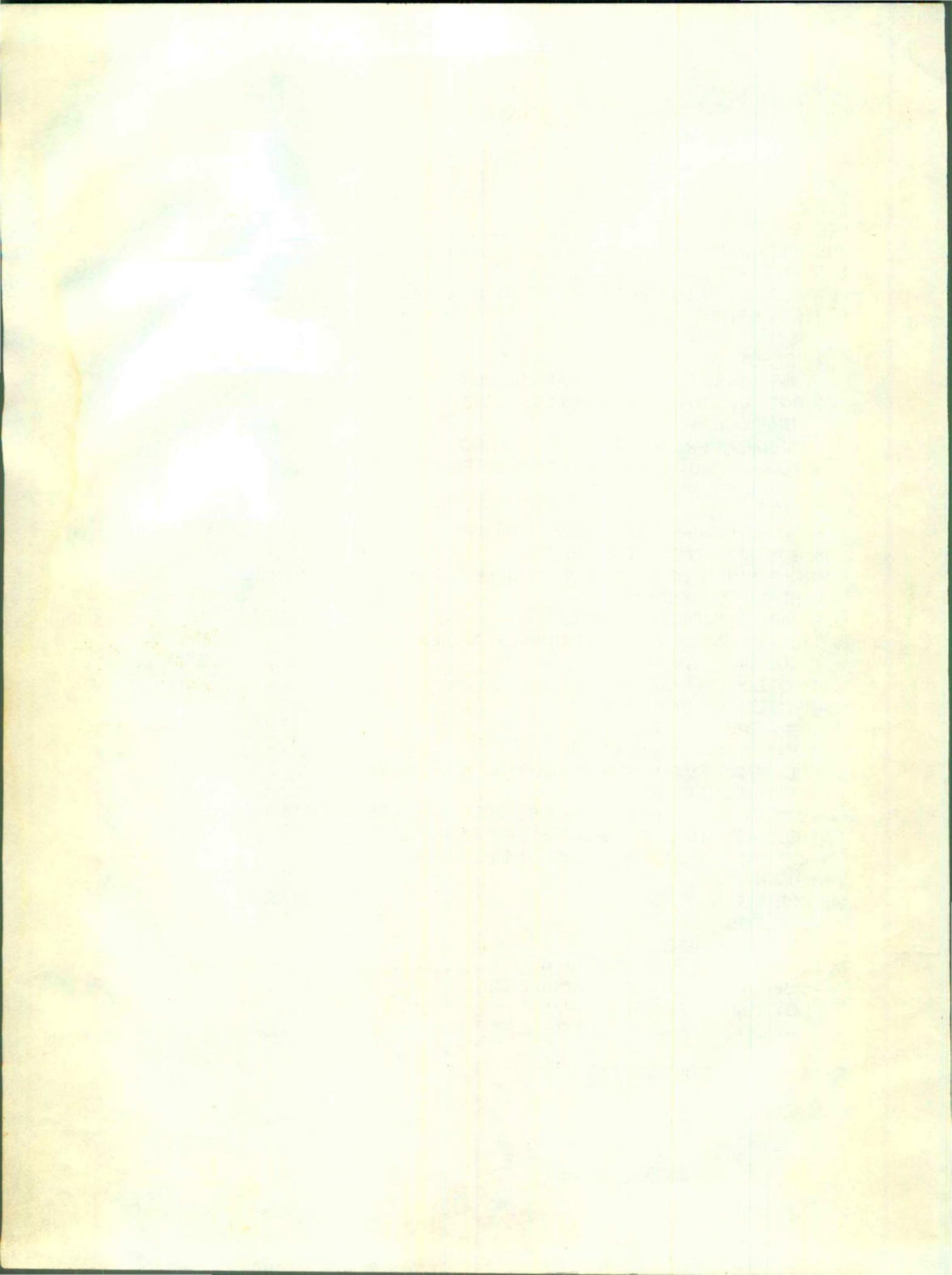
**MIS COMPAÑERAS QUE ME BRINDARON SU  
VALIOSA AMISTAD Y GRAN APOYO DURANTE  
TODA LA CARRERA**

**TODOS Y CADA UNO DE LOS MAESTROS POR  
CONTRIBUIR CON SUS CONOCIMIENTOS Y  
EXPERIENCIA A MI FORMACIÓN INTEGRAL**



# ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVOS.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	5
METODOLOGÍA.....	6
I. RIESGOS DE DIVERSAS SUSTANCIAS QUÍMICAS.....	7
1. SOLVENTES	
* DEFINICIÓN	
* EFECTOS	
* MEDIDAS PREVENTIVAS PARA SU USO	
2. SUSTANCIAS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES	
* DEFINICIÓN	
* MEDIDAS PREVENTIVAS PARA SU USO	
3. SUSTANCIAS CORROSIVAS, IRRITANTES Y TÓXICAS	
* DEFINICIONES	
* EFECTOS	
* MEDIDAS PREVENTIVAS PARA SU USO	
4. SUSTANCIAS CANCERÍGENAS	
II. PROCEDIMIENTOS EN EL MANEJO DE MATERIAL DE RIESGO EN EL	
LABORATORIO QUÍMICO .....	14
III. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS.....	16
IV. REGLAS GENERALES DE SEGURIDAD E HIGIENE .....	19
V. SEGURIDAD PERSONAL.....	21
- PROTECCIÓN OCULAR	
- PROTECCIÓN DE MANOS	
- ROPA PROTECTORA	
- PROTECCIÓN RESPIRATORIA	
VI. PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	25
- REQUERIMIENTOS	
- CLASIFICACIÓN DE LOS FUEGOS Y EQUIPO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	
- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS	
- ACCIONES REQUERIDAS AL INICIARSE UN FUEGO	
VII. ILUMINACIÓN.....	28
VIII. RIESGOS ELÉCTRICOS.....	29
- EFECTOS	
- RECOMENDACIONES	
IX. ACCIDENTES Y PRIMEROS AUXILIOS.....	32
- QUE HACER EN CASO DE ACCIDENTE	
- BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS	
X. CATALOGO DE SUSTANCIAS TÓXICAS.....	34
CONCLUSIONES.....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55



## RESUMEN

La elaboración del manual de seguridad e higiene, enfocado a los laboratorios de tronco común, tiene como finalidad describir las reglas generales de seguridad e higiene, las medidas preventivas en el desarrollo de las prácticas, como son los cuidados en el manejo, almacenamiento y transporte de sustancias inflamables y combustibles, corrosivas, irritantes y tóxicas, además, uso de equipo de protección personal de acuerdo a las condiciones de trabajo. Advertir y proteger contra riesgos que se puedan suscitar en el laboratorio (tales como riesgo de incendio, debido a múltiples factores que rodean a un laboratorio, tal es el caso del empleo de solventes, sustancias inflamables y combustibles, producción de reacciones exotérmicas, utilización de mecheros, etc.; riesgos eléctricos, por el manejo inadecuado de fuentes de electricidad o del equipo que la utiliza; y otros.), así como las condiciones favorables que faciliten el desarrollo integral de las prácticas (relativas a las condiciones de iluminación con la que se debe contar en estos centros de trabajo, y referente a la ventilación, que otorga seguridad y protección en el medio ambiente laboral).

Finalmente, dar a conocer los pasos a seguir en caso de accidente y conscientizar al alumno de lo imprescindible de contar con un botiquín y de saber las primordiales maniobras y procedimientos de aplicación inmediata, tendientes a preservar la vida o limitar el daño, como consecuencia de un accidente, es decir, tener nociones de primeros auxilios. Se pretende también presentar un catálogo de sustancias tóxicas, para que el estudiante advierta la amenaza que representan algunas de éstas y se tomen las medidas pertinentes para su manejo.

## INTRODUCCIÓN

La química es una ciencia experimental y la realización de experimentos en el laboratorio es indispensable para su estudio.

Sin embargo, el trabajo en un laboratorio se halla rodeado de múltiples peligros; exposición a escaldaduras y quemaduras, deglución accidental de venenos corrosivos, a la inhalación de vapores tóxicos, a heridas consecutivas a la rotura de material de vidrio, etc.

La seguridad ( condición o estado en el que se está libre de daño o riesgo, exento de peligro o lesiones), sólo llega a quienes están preparados para recibirla, y la mejor preparación es el conocimiento de los riesgos existentes en los laboratorios de tronco común.

Por ejemplo, las lesiones oculares por salpicaduras químicas y reactivos es un riesgo significativo en el laboratorio. La reducción de la frecuencia y gravedad de estas heridas puede lograrse cumpliendo algunas precauciones sencillas, como es el uso de gafas. Cuando se produce una salpicadura en un ojo, éste debe lavarse en una fuente cercana y de fácil acceso; por eso es que los directores y encargados de los laboratorios están obligados a proveer fuentes especiales para este fin muy cerca de las áreas de riesgo.

Las sustancias químicas y los reactivos usados en el laboratorio causan un porcentaje importante de daños, aunque la mayoría de las personas los consideran riesgos potenciales. La vigilancia personal puede reducir estos daños. Asimismo, la modificación de las metodologías para pruebas debe considerarse como un medio de reducir el riesgo.

El fuego puede ser particularmente devastador en un laboratorio. Las causas principales de incendio son el hábito de fumar y la electricidad. El primero debe restringirse a áreas fuera del laboratorio. La inspección de los cables eléctricos de instrumentos y equipos debe estar a cargo de expertos, pero cualquiera puede reconocer y denunciar cordones eléctricos gastados, deshilachados o calientes al tacto.

Casi todas las sustancias químicas del laboratorio pueden eliminarse sin riesgo por el alcantarillado con abundante agua, pero los materiales inflamables como éter o hexano pueden llenar las alcantarillas con vapores que son un riesgo de incendio. Estos materiales combustibles deben incinerarse o eliminarse por otros medios especiales.

El tener a la mano en el laboratorio ésta y más información va encaminada a evitar o prevenir los accidentes en el lugar de trabajo, por lo que nos permite concluir, que la presencia de un manual de seguridad e higiene en un laboratorio, es imprescindible para que el desarrollo de las actividades en el mismo se lleven a cabo con plena tranquilidad y certidumbre, y sólo con el objetivo de aprender.

## **OBJETIVO GENERAL**

Elaborar un manual de seguridad e higiene que permita a los alumnos y al maestro conocer y combatir los riesgos que rodean un centro de trabajo como lo son los laboratorios de tronco común ( química orgánica, química inorgánica, fisicoquímica y física) con los que cuenta la facultad de química de la Universidad Autónoma de Querétaro.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Dar a conocer al estudiante las reglas de seguridad e higiene en el laboratorio para el pleno desarrollo dentro del mismo.
- Familiarizar al estudiante con los principales riesgos que se presentan al trabajar en un laboratorio de química.
- Normar el comportamiento en el laboratorio para evitar al máximo los accidentes.
- Que el estudiante comprenda la importancia que tiene el cumplimiento de algunas precauciones sencillas que le permiten protección dentro del trabajo de laboratorio.
- Invitar a alumnos y maestros a conocer las técnicas y procedimientos para la reducción, control y eliminación de accidentes en el laboratorio.

## JUSTIFICACIÓN

Como las operaciones que se efectúan en los laboratorios de tronco común (química orgánica, química inorgánica, física y fisicoquímica) involucra ciertos riesgos, se ha visto la necesidad de que el alumno se familiarice con las más elementales normas de seguridad e higiene para la prevención de accidentes.

Un apreciable incremento de accidentes dentro de un laboratorio, puede venir debido a la falta de prevención y al desconocimiento de los riesgos potenciales.

Lo fundamental en cualquier esfuerzo en pro de la seguridad es modificar el ambiente físico, para hacer imposible que hechos no deseados se produzcan y el llevar a la práctica normas mínimas de seguridad e higiene en un centro de trabajo se traduce en un menor número de accidentes.

En algunos otros casos, resulta prácticamente imposible idear un procedimiento seguro de trabajo que garantice no haya probabilidad de que se produzcan lesiones evitables. Es necesario en tal caso, que los alumnos se familiaricen y adquieran la preparación necesaria para prestar primeros auxilios, así como el conocimiento de los riesgos que implica el uso de algunas sustancias químicas y como tratar el contacto accidental con las mismas.

Por tal motivo, se considera que la creación de un manual, el cual incluya los puntos más importantes para que el desarrollo dentro del laboratorio sea seguro y con el éxito esperado, es básico y con la finalidad de guiar tanto a alumnos como a maestros hacia su propia protección.

## METODOLOGÍA

La metodología consiste en presentar el desarrollo de toda aquella información que es fundamental conocer antes de trabajar en un laboratorio.

Así también, aquélla que es importante durante el progreso de las prácticas dentro del mismo.

Abarca del mismo modo, las condiciones en que los laboratorios deben permanecer después de haber terminado el trabajo.

Conocer los elementos básicos de seguridad e higiene en los laboratorios es el origen para la prevención y protección de los accidentes.

A continuación, entonces, se presenta la información que a juicio de conocer los laboratorios de tronco común y sus riesgos asociados, nos permitan controlarlos, manejarlos y sobre todo prevenirlos para mantenernos seguros mientras nos desarrollamos dentro de él.

## RIESGOS DE DIVERSAS SUSTANCIAS QUÍMICAS

### 1. SOLVENTES

Solvente significa "material usado para disolver otro material" e incluye sistemas acuosos y no acuosos.

Los sistemas acuosos son aquellos que tienen como base agua. Los sistemas no acuosos se refieren a los solventes orgánicos comunes que se clasifican como hidrocarburos alifáticos, cíclicos, aromáticos o halogenados, cetonas, ésteres, alcoholes y éteres.

#### *EFFECTOS*

- Los sistemas acuosos son conocidos por sus efectos irritantes luego de una exposición prolongada. Irritación de garganta y bronquios.
  - Los solventes orgánicos se caracterizan por su: afectación al sistema nervioso central: actúan como depresores y anestésicos, y otros efectos.
  - Dependiendo del grado de exposición y del solvente estos efectos varían desde una narcosis suave hasta la muerte por paro respiratorio.
  - Inflamación de la piel: dermatitis, que puede variar desde una simple irritación a un daño sistémico de la misma.
  - Los hidrocarburos aromáticos son irritantes y vasodilatadores, y al absorberse a concentraciones suficientes producen lesiones vasculares y pulmonares severas.
  - El tetracloruro de carbono, altamente tóxico, actúa en forma aguda y produce lesiones en riñones, hígado, sistema nervioso central y tracto gastrointestinal.
  - Los ésteres producen efectos irritantes en la piel y tracto respiratorio, también son anestésicos potentes.
  - La cetonas producen en general una acción narcótica, todas son irritantes para ojos, nariz y garganta.
  - Los alcoholes destacan por su efecto sobre el sistema nervioso central e hígado, pero varían ampliamente en su grado de toxicidad. El metanol ocasiona deterioro de la visión incluyendo lesión en el nervio óptico.
  - La reacción primaria de los éteres alquílicos saturados y no saturados como el éter etílico y divinílico, es anestésica e irritante de las mucosas.
  - Los aldehídos son irritantes de la piel y mucosas y también tienen efecto sobre el sistema nervioso central.
- (MHI, 1992)

AL UTILIZAR UN SOLVENTE EN EL LABORATORIO DEBE SEGUIR LAS SIGUIENTES INDICACIONES:

1. Conocer las características físicas y químicas del solvente a utilizar.
2. El medio más efectivo para controlar los efectos de la exposición de solventes es emplear el menos peligroso. La simple sustitución por un solvente menos tóxico o menos volátil puede reducir a un mínimo o eliminar el peligro.

3. Si es posible, usar una solución acuosa; si el agua no es adecuada, emplear un "solvente seguro", éstos son los hidrocarburos alifáticos con puntos de inflamación altos y los hidrocarburos fluorados.
4. Los solventes con toxicidad mayor a la de los solventes seguros (como el tolueno) deben ser empleados con sistemas de extracción.
5. Para prevenir la inhalación de solventes, contacto con piel, salpicaduras y derrames debes usar tu equipo de protección personal: mascarilla, guantes, lentes y bata.
6. Algunos solventes se absorben fácilmente por la piel produciendo intoxicaciones o dermatitis (nitrobenzeno, compuestos halogenados, aminas, etc.) por lo que deben manejarse con guantes y evitar su contacto directo, si ocurriera, hay que lavarse inmediatamente con abundante agua.
7. Donde se manejen solventes debe existir una ventilación adecuada y si es posible manejarlos bajo campana de extracción.
8. Por ningún motivo deje disolventes volátiles cerca de flamas o encienda cerillos o deje aproximarse a personas con cigarrillos encendidos.
9. No coloque disolventes volátiles en un vaso de precipitado, ni siquiera por poco tiempo.
10. No caliente solventes inflamables (sobre todo éter) a llama directa o cerca de ésta.
11. El calentar o destilar líquidos volátiles e inflamables (éter etílico, bisulfuro de carbono, cloroformo, acetona) se hará siempre calentando sobre baño de agua, aceite, arena, manta de calentamiento, o en parrillas eléctricas con cubierta metálica y preferentemente en la campana de humos.
12. Líquidos como el bisulfuro de carbono y el éter etílico tienen puntos de inflamación muy bajos por lo que no deben verse sobre recipientes o superficies calientes.
13. Cuando el éter está siendo destilado, calentar sobre un baño de agua y usar como receptor un cubo con hielo en un frasco conectado al condensador con un tapón de corcho.
14. Nunca usar disulfuro de carbono, disopropil éter o tetrahidrofurano, excepto con autorización específica del instructor.
15. En caso de inflamarse un líquido hay que procurar cubrir el recipiente con un vidrio de reloj, tela de asbesto, vaso de precipitado o matraz vacío, cerrar las llaves de gas, evitar la diseminación del fuego y conservar la serenidad.
16. Recuerda que los vapores de benceno, metanol, acetona, cloroformo, piridina, etc. son muy tóxicos, no los inhales, tapa los recipientes que los contengan y siempre usa tu máscara de gases.
17. Cualquiera que sea el solvente empleado, una buena higiene personal es muy importante. Derrames y salpicaduras deben ser inmediatamente eliminados con jabón y agua, reemplazo de ropas embebidas o salpicaduras con solventes por otras limpias en forma inmediata. (PIPITONE, 1982/WALTERS, 1990/SCOTT, 1978)

## 2. SUSTANCIAS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES.

LIQUIDO INFLAMABLE. Cualquier líquido con punto de inflamación menor de 38°C y una presión de vapor no superior a 2.8 kg/cm<sup>2</sup>.

LIQUIDO COMBUSTIBLE. Son aquellos cuyos puntos de inflamación están sobre los 38°C. (NOM-005-STPS-1993)

AL UTILIZAR LÍQUIDOS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES DEBES SEGUIR LAS SIGUIENTES INDICACIONES:

1. Todo líquido que va a ser utilizado, cualquiera que sea la cantidad involucrada debe ser identificado (nombre o nombres, punto de inflamación) para establecer su grado de peligro para la salud e inflamabilidad.
2. Para controlar los peligros debe tenerse en cuenta la naturaleza del líquido, la toxicidad, los volúmenes de vapor eliminado, las fuentes de ignición, los tipos de operaciones, la temperatura a la que se usa y la ventilación.
3. Al trabajar con sustancias inflamables es necesario asegurarse siempre, antes de abrir el frasco o recipiente que lo contiene, de que no haya llamas próximas, y esta precaución ha de guardarse todo el tiempo que el frasco permanezca abierto.
4. Nunca calentar líquidos inflamables, aún en pequeñas cantidades, con o cerca de una flama a menos que el solvente esté en un frasco bajo reflujo o conectado a un condensador por destilación. Véase indicación para solventes.
5. No verter líquidos inflamables de un vaso a otro cuando una flama esté cerca.
6. Aislar los líquidos de cualquier fuente de calor.
7. Evitar mezclar accidentalmente líquidos inflamables.
8. Los líquidos inflamables no deben descargarse al drenaje municipal.
9. La ventilación debe ser adecuada para evitar riesgo de incendio.

(PIPITONE, 1982/STEVENS, 1979)

3. SUSTANCIAS CORROSIVAS, IRRITANTES Y TÓXICAS.

SUSTANCIA CORROSIVA. Es la que causa destrucción visible o alteraciones irreversibles en el tejido vivo por acción química en el sitio de contacto.

SUSTANCIA IRRITANTE. Es la que no es corrosiva, pero que causa un efecto inflamatorio reversible en el tejido vivo por acción química en el sitio de contacto.

SUSTANCIA TÓXICA. Es la que puede causar trastornos estructurales o funcionales que provoquen daños o la muerte si la absorben en cantidades relativamente pequeñas los seres humanos, plantas o animales. (NOM-009-STPS-1993)

#### EFECTOS.

- Las sustancias corrosivas pueden ocasionar quemaduras químicas; se caracterizan como *sustancias* que producen una destrucción rápida en los tejidos.
- La piel y los ojos son las zonas más vulnerables, al ataque de sustancias corrosivas. Destruyen la estructura cutánea, dando lugar a quemaduras químicas o úlceras, por ejemplo, mediante ácidos o álcalis concentrados, el fenol o los compuestos de cromo.
- Exposiciones pequeñas repetidas producen dermatitis, cáncer de la piel (por ejemplo, con ciertos aceites minerales).
- En el conducto respiratorio las sustancias corrosivas producen irritación.
- Una ingestión accidental es un riesgo potencial. Los agentes corrosivos ocasionan quemaduras químicas que dan lugar a hemorragia o perforación del conducto.
- La gravedad de las quemaduras por ácidos se relacionan con el pH de la solución y la habilidad de los aniones ácidos para combinarse con la proteína. Provocando quemaduras graves.
- Con las soluciones alcalinas, la gravedad del daño se relaciona con el pH de la solución y con el tiempo de exposición: "Cuanto más elevado es el valor del pH, más breve es el tiempo requerido para producir un daño". Causando también quemaduras; un contacto inicial aparentemente leve, puede incidir posteriormente en graves daños.
- Los vapores y gases irritantes causan daño en las células e inflamación en el sistema respiratorio. Al atacar la parte alta del mismo producen laringitis, por ejemplo el amoníaco, vapores alcalinos, cloruro de hidrógeno y fluoruro de hidrógeno. El ataque a bronquios da lugar a bronquitis, por ejemplo, los gases halógenos. El defecto en alvéolos produce edema pulmonar y neumonía, por ejemplo los óxidos de nitrógeno.
- El daño causado por gases irritantes puede tener como consecuencia la reducción de la capacidad de los pulmones para llevar a cabo un cambio eficaz de gases.
- En el conducto gastrointestinal las sustancias irritantes que ocasionan inflamación dan lugar a una gastroenteritis, por ejemplo, el Bario, el Clorometano, Fluoruros.
- La piel puede ser quemada en forma severa y la superficie ocular puede ser dañada hasta el punto de afectar la visión, esto debido a sustancias tóxicas.
- Las sustancias tóxicas pueden producir una sensibilización de la piel.

- En el tracto respiratorio, la superficie que tapiza la tráquea y los pulmones puede resultar lesionada debido a la inhalación de cantidades tóxicas de vapores, humos, polvos y mezclas.
- Narcosis, irritación del sistema respiratorio y sofocación caracterizan el efecto agudo producido por exposición a gases tóxicos.
- El monóxido de carbono es un sofocante químico, su acción consiste en combinarse con la hemoglobina formando carboxihemoglobina que no sirve para llevar oxígeno a los tejidos.
- La acción de muchos compuestos aromáticos aminosos y nitrosos consiste en oxidar el hierro (II) en la hemoglobina, convirtiéndolo en hierro (III). Esto reduce la eficiencia con la que el oxígeno pasa por la sangre, ya que la hemoglobina oxidada se hace inactiva.
- La acción tóxica del ion de cianuro se produce por la desactivación de las enzimas que tienen lugar en la reacción que permite que el  $O_2$  se utilice por el tejido celular.
- El ion de fluoruro se absorbe rápidamente por la piel, y penetra seguidamente en la capa de tejidos profundos ocasionando necrosis (muerte de las células) de los tejidos blandos. También puede producirse la descalcificación y la corrosión del hueso.
- El sulfuro de hidrógeno actúa directamente sobre el sistema nervioso, ocasionando parálisis del centro respiratorio. Paraliza igualmente el sistema olfatorio.
- Al inhalar vapores de mercurio, éstos son absorbidos por el tejido pulmonar, en donde se oxidan formando iones de mercurio. De allí se distribuyen en forma bastante uniforme por todo el cuerpo, acumulándose más adelante en los riñones. El primer efecto tóxico de los compuestos de mercurio en el sistema nervioso consiste en el enlace con grupos de azufre en las enzimas, para interferir así en sus reacciones. También los vapores de mercurio producen desórdenes en la conducta y temblores, como consecuencia de las reacciones químicas que se producen en el cerebro.
- El fenol tiene una elevada toxicidad, y puede llegar a matar todos los tipos de células biológicas. Su acción se produce de dos maneras:
  - a) Como agente corrosivo. Al ponerse en contacto con la piel, desnaturaliza las proteínas, poniendo la piel blanca y a continuación roja, lo que se ve seguido por la eliminación de la piel ya muerta. Cuando la absorción es profunda pueden producirse quemaduras graves.
  - b) Como agente tóxico. El fenol es absorbido rápidamente en el sistema sanguíneo, produciendo una acción tóxica sistémica. Ataca preferentemente los riñones pudiendo producirse la muerte si se ha contaminado una superficie amplia de tejido, incluso durante un breve periodo.

- Muchos elementos tóxicos pueden almacenarse en diversas partes del cuerpo largos periodos de tiempo. En muchos casos el órgano afectado es el hígado o el riñón y varias sustancias afectan a la vez el hígado y los huesos, por ejemplo, el plomo absorbido en el cuerpo, se deposita en los huesos.
- La acción tóxica en la sangre puede ser directa o indirecta. La acción directa se produce como consecuencia de una destrucción de los glóbulos rojos (hemólisis), ocasionado por la fenilhidracina. El efecto indirecto es la formación de carboxihemoglobina  
( HACKETT, 1982)

AL UTILIZAR ESTAS SUSTANCIAS EN EL LABORATORIO DEBES SEGUIR LAS SIGUIENTES INDICACIONES:

1. Conocimiento de las propiedades de las sustancias químicas que se van a utilizar, así como las precauciones recomendadas para su manejo.
1. Identificar las sustancias correctamente, esto es, debidamente rotuladas.
2. Los reactivos que se hayan sacado del frasco y no se hayan usado no deben verterse de nuevo en aquéllos, puesto que todo el contenido puede contaminarse. Por consiguiente, las cantidades de reactivo que se saquen no deben exceder de las necesarias para el experimento.
3. En el manejo de estas sustancias debes obligatoriamente usar tu equipo de protección personal.
4. Los reactivos corrosivos como ácidos y álcalis fuertes, deben manejarse siempre con precaución, especialmente cuando están concentrados o calientes.
5. Estas sustancias no deben pipetarse succionando directamente con la boca; a tal efecto debe utilizarse una pera de succión de goma o un tubo conectado a un aspirador.
6. Nunca viertas el agua sobre el ácido porque provoca salpicaduras.
7. Todas aquellas operaciones que requieran el trabajo con líquidos o vapores corrosivos, tóxicos, o molestos (cloruro de tionilo, sulfato de dimetilo, ácido sulfúrico concentrado, bromo, mercaptano, etc.) se realizarán en la campana de extracción y usando máscara de gases.
8. Numerosas sustancias orgánicas e inorgánicas son corrosivas (bromo, ácido sulfúrico, fenol etc.), que se absorben fácilmente por la piel produciendo intoxicaciones o dermatitis, por lo que deben manejarse con guantes y evitar su contacto directo.

9. El mejor tratamiento cuando se vierten sobre la piel ácidos o álcalis fuertes, u otro reactivo corrosivo cualquiera, es lavarse inmediatamente con gran cantidad de agua.
10. Cuando se ha sufrido una proyección de ácidos o álcalis en los ojos es conveniente proceder, después del lavado con agua, a mitigar la picazón mediante un lavado con una disolución de ácido bórico o de bicarbonato sódico.
11. Las salpicaduras de ácido en las prendas de vestir pueden limpiarse con hidróxido amónico muy diluido, cuyo exceso se evaporará al secarse la prenda.
12. Las salpicaduras de álcalis en la ropa deben limpiarse con ácido acético diluido y después con hidróxido amónico diluido.
13. Los reactivos corrosivos que se viertan en la mesa o en el suelo deben limpiarse inmediatamente, si se vierte una cantidad considerable de reactivo avítese enseguida al instructor.
14. Los reactivos altamente corrosivos, como los ácidos y álcalis concentrados, deben verterse directamente en el vertedero, mejor que en la pila, y diluirse añadiendo mucha agua. El no hacerlo así puede dar lugar a averías en la tubería.

(PIPITONE, 1982/WALTERS, 1990)

## SUSTANCIAS CANCERÍGENAS.

**CARCINÓGENO.** Se define como una sustancia que inducirá un tumor maligno en el hombre luego de una exposición razonable.

**CÁNCER.** Puede definirse como la formación de un tumor ocasionado por el crecimiento incontrolado de células anormales que en su momento se extiende a costa de las células normales, y de no ser detenido ocasiona la muerte. La formación de las células cancerosas es consecuencia del ataque por el carcinógeno sobre el mecanismo que controla la reproducción de las células normales.

**USO.** Las sustancias cancerígenas para el hombre deben ser controladas: su uso debe ser prohibido, cambiándolas por sustitutos seguros, sólo permitir su uso bajo un control higiénico riguroso.

Algunos cancerígenos más comunes son: benceno, arsénico, sales inorgánicas de metales como cromo y en menor grado níquel, aceite de antraceno, ceras, aceites de parafina, cloroformo, hidracina, tetracloruro de carbono, bencidina, etc. (HACKETT, 1982)

## PROCEDIMIENTOS EN EL MANEJO DE DIVERSOS MATERIALES DE RIESGO EN EL LABORATORIO QUÍMICO.

*La química trata con muchas sustancias que conllevan riesgos en su manejo: corrosivos, irritantes, carcinógenos y otras sustancias tóxicas. Algunos riesgos pueden ser reducidos o esencialmente eliminados por dilución acuosa, como en el caso de ácidos y bases, pero para muchas otras sustancias de riesgo, la dilución no necesariamente reduce o modifica cualquier efecto dañino.*

En relación a esto, los procedimientos a seguir para algunos riesgos son:

**RIESGO 1.** La determinación de la solubilidad de una sustancia en un solvente no polar usando benceno, un carcinógeno conocido, el cual causa leucemia en las personas.

**ALTERNATIVA:** Usar solventes como el tolueno, éter de petróleo, ciclohexano y 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoroetano. En cada caso consultar los posibles carcinógenos y los manuales de seguridad para los posibles riesgos. Si va a ser usado un solvente de riesgo, se sugiere usar cantidades semi-micro, con las precauciones debidas y ventilación adecuada.

**RIESGO 2.** Determinación del punto de ebullición de un líquido volátil para la identificación de una sustancia, o la calibración de un termómetro usando líquidos como: acetona, tetracloruro de carbono, etanol, hexano y otros líquidos inflamables o tóxicos que contaminen la atmósfera.

**ALTERNATIVA:** Usar un equipo cerrado con salida directa de los vapores a través de un tubo hacia una campana de humos. Una mejor alternativa es un microaparato, que utiliza muestra en el rango de 0.1-0.3 mL.

**RIESGO 3.** Cristalización fraccional del dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ), con precauciones insuficientes en relación a los riesgos de manejo de soluciones de dicromato caliente o el contacto con el polvo de dicromato debido a salpicaduras. Los productos de reducción del cromo(VI) son probablemente carcinogénicos.

**ALTERNATIVA:** Sustituir con nitrato de sodio,  $NaNO_3$ , ácido benzoico, u otras sales con solubilidad similar al dicromato de potasio. Las sustancias de referencia pueden ser usadas para examinar la pureza del compuesto recristalizado.

**RIESGO 4.** El uso de agua clorada y agua bromada en la determinación de la actividad de los halógenos. El agua no es un solvente adecuado para los halógenos porque emite el escape de gases a la atmósfera.

**ALTERNATIVA:** Usar un solvente como: 1,1,2-tricloroetano o 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoroetano. Mantener las soluciones en área bien ventilada y evitar el contacto con la piel. Si las soluciones acuosas van a ser utilizadas, mantenerlas diluidas y en baño de hielo para reducir la velocidad de evaporación.

**RIESGO 5.** La preparación de un compuesto usando un metal con azufre para la determinación empírica de una fórmula, o la reducción de un sulfuro por calentamiento. En ambos casos se forman óxidos de azufre tóxicos.

ALTERNATIVA: Al realizar estos experimentos utilizar la mínima cantidad de azufre y tener una ventilación adecuada

RIESGO 6. La reacción de un metal con azufre, ignición de magnesio, sobre tela de asbesto en el laboratorio abierto con las precauciones inadecuadas siguiendo el procedimiento: "Un cuidado razonable en el ejercicio, y no cerrar, porque la mezcla arde rápidamente".

ALTERNATIVA: Realizar este experimento sólo como una demostración, en una campana para humos con la protección adecuada. Prevenir a los estudiantes de no ver directamente la combustión del magnesio.

RIESGO 7. Calentar clorato de potasio,  $\text{KClO}_3$ , para análisis del volumen molar de oxígeno. Este experimento tiene riesgo de explosión.

ALTERNATIVA: Para la determinación del volumen molar de oxígeno, la reducción de una solución 3% de peróxido de hidrógeno con bióxido de manganeso,  $\text{MnO}_2$  es una alternativa segura. Otra posibilidad es la reducción del óxido de cobre en un quemador de gas.

RIESGO 8. Preparación de una solución de hidróxido de sodio para una titulación ácido-base, disolviendo 50 gr de hidróxido de sodio en 50 mL de agua. Se produce una reacción altamente exotérmica y se forma una solución extremadamente cáustica de concentración 25 molar.

ALTERNATIVA: Hacer que el estudiante diluya a una solución stock 6 M de hidróxido de sodio para preparar la solución base para la estandarización. Usar lentes de seguridad y guantes de caucho cuando se maneje hidróxido de sodio 6 M.

RIESGO 9. Calentar un líquido en un vaso de precipitado en un soporte con anillo. Esto es una causa común de quemaduras y/o cortadas debido a que resbalan.

ALTERNATIVA: Siempre usar un segundo anillo alrededor del vaso para prevenir que el vaso resbale y caiga.

RIESGO 10. Redacción mediocre del procedimiento experimental, como "adicionar...ácido sulfúrico, y entonces... permanganato de potasio en solución a...solución de oxalato de sodio, pero antes...". Los estudiantes generalmente adicionan los reactivos en el orden listado sin leer primero el procedimiento completo. Esto puede dar lugar a reacciones violentas o exotérmicas.

ALTERNATIVA: Siempre enlistar en el procedimiento experimental todos los reactivos, en el orden en el cual van a ser adicionados para la reacción estudiada.

(KATZ, 1982)

## ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Los residuos resultantes de los procesos analíticos se pueden clasificar por su naturaleza en :

- Residuos inorgánicos.
- Residuos orgánicos.
- Residuos complejos resultantes de los accidentes, derrames de reactivos, etc.

Asimismo pueden clasificarse por su estado físico en :

- Residuos sólidos.
- Residuos líquidos.

### Residuos inorgánicos.

Pueden estar constituidos por ácidos, bases y sales derivados de material inorgánico. Los dos primeros deben neutralizarse antes de su eliminación. Los residuos inorgánicos pueden ser diluidos o arrastrados con agua para su separación del material del laboratorio pero no podrán vaciarse en el drenaje.

Especial cuidado deberá tenerse con residuos que contengan sodio, potasio, cianuros, sales de mercurio, ácido sulfúrico y en general sustancias que puedan considerarse potencialmente tóxicas o peligrosas.

### Residuos orgánicos.

Las sales, ácidos y bases se someterán a un tratamiento similar al indicado para residuos inorgánicos.

Gran cuidado debe tenerse con residuos orgánicos con alto potencial de toxicidad como los que contengan metanol, piridina, dimetil-fomamida, fenol y cloroformo. Su eliminación deberá efectuarse de manera particular (ver ejemplo del fenol en la tabla).

### Residuos complejos derivados de accidentes, derrames de reactivos, etc.

El tratamiento de estos residuos deberá ser especial en cada caso. Ante todo se debe tratar de conocer que reactivos están involucrados y el pH de los productos resultantes de su combinación. Una vez determinado éste se procederá a neutralizar utilizando ácidos o bases débiles. Finalmente se recogerán, diluyendo de preferencia con abundante agua y para su eliminación, se recibirán en recipientes de material adecuado (generalmente vidrio o plástico).

### Residuos sólidos.

Los residuos sólidos una vez tratados, se recogerán en recipientes de material de vidrio o de plástico para proceder a su eliminación.

### Residuos líquidos.

Los desechos líquidos resultantes del tratamiento de los residuos inorgánicos y orgánicos, se recogerán en recipientes adecuados de vidrio o plástico que puedan cerrarse herméticamente para ser eliminados posteriormente.

## DESECHO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

NOMBRE Y FORMULA	RIESGOS ASOCIADOS	ELIMINACION
2-AMINOFENOL(C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> OHNH <sub>2</sub> )	Puede ocasionar dermatitis y es tóxico cuando se ingiere.	Dispersar en gran cantidad de agua, y enviar ésta al alcantarillado.
COMPUESTOS DE BARIO. (Ej. BaCl <sub>2</sub> )	Tóxico. Todas las sales solubles de bario deben considerarse tóxicas.(BaSO <sub>4</sub> no es soluble en el agua)	Las sales solubles pueden disolverse en grandes cantidades de agua, y enviar ésta al alcantarillado. El sulfato puede eliminarse en la forma normal en que se eliminan los cuerpos sólidos.
BROMO	Causa quemaduras graves, muy corrosivo e irritante para la piel, y el aparato respiratorio.	Evitar respirar sus vapores; evítese contacto. Trátese con carbonato sódico, mezclándolo cuidadosamente con mucha agua y eliminando por el alcantarillado.
CROMATOS (VI) Ej. K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> Y DICROMATOS (VI) Ej. K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	El polvo irrita los ojos y el sistema respiratorio. Una exposición prolongada de la piel puede ocasionar úlceras. El contacto con materia combustible orgánica puede dar lugar a un fuego.	Disolver en mucha agua, o formar una suspensión en agua y eliminar ésta por el alcantarillado.
CIANUROS (Solubles en agua).	Tóxico por ingestión, inhalación del gas HCN (producido por la acidificación) y por absorción de la piel.	Sólidos: Colocarlos cuidadosamente en un recipiente, disolverlos y agregar solución de clorato de sodio (I):Dejar descansar durante un día, y a continuación eliminar por el alcantarillado. Enjuagar bien con agua abundante. Soluciones: Agregar solución de clorato de sodio (I) (o polvo de blanquear), dejar descansar durante un día y eliminar, como antes se indica, por el alcantarillado.
FLUORURO DE HIDROGENO Y ÁCIDO FLUORHÍDRICO.	Muy corrosivo por inhalación, ingestión, o absorción por la piel. Ocasiona graves quemaduras químicas.	Evitar respirar el vapor y evitar el contacto. Tratar lo derramado con carbonato de sodio. Mezclar con agua abundante, y eliminar por el alcantarillado.
OXALATOS	Tóxico	Diluir con mucha agua, y eliminar por el alcantarillado.
FENOL	Tóxico por ingestión y por absorción por la piel. Ocasiona quemaduras químicas, causa daños graves en los ojos.	Evitar el contacto. Mezclar con arena, recoger en un recipiente y quemar en un lugar seguro.
METALES DE ALCALI	Reacción violenta con el agua dando lugar a la evolución del hidrógeno, el cual puede arder.	Sodio: agregarse cantidades pequeñas a una cubeta de etanol, en campana para humos. Mantenerlo a distancia de cualquier llama; cuando cesa la reacción o se produzca una solución clara, se neutraliza, se diluye con agua y se elimina por el alcantarillado. Potasio: Es más reactivo que el sodio. Unas pinzas pequeñas se cubren con glicerol, dejando que reaccione lentamente. Disuelto el potasio, se agregan cuidadosamente pequeñas cantidades de etanol, para que reaccione con el potasio que aún no haya reaccionado. Se agrega el etanol hasta que no se observe reacción. Se diluye cuidadosamente con buena cantidad de agua y se elimina por el alcantarillado.

HIDRÓXIDO DE AMONIO.(NH <sub>4</sub> OH).En forma concentrada contiene 35% de amoniaco en agua.	Ocasiona quemaduras químicas, es irritante a la piel, ojos y sistema respiratorio.	Evitar el contacto. Evitar respirar los vapores. Ventilar cuidadosamente la zona. Diluir con gran cantidad de agua y eliminar por el alcantarillado.
HIDRÓXIDO DE POTASIO, KOH. HIDRÓXIDO DE SODIO, NaOH.	Sólido y en solución ocasiona graves quemaduras químicas.	Evitar el contacto. Sólido: Recoger y transferir a un gran volumen de agua. Mezclar para disolverlo y eliminarlo por el alcantarillado acompañado por mucha agua. Solución: Diluir cuidadosamente y eliminar.
ACIDO CLORHÍDRICO. HCl, en forma concentrada contiene 36.5% de HCl en agua dando una solución de aproximadamente 11 M.	Produce quemaduras químicas. Los humos ácidos del HCl son irritantes para la piel, ojos y sistema respiratorio.	Evitar contacto. Evitar respirar vapor. Diluir con grandes cantidades de agua. Neutralizar la solución diluida con carbonato sódico. Echar al alcantarillado con mucha agua.
ACIDO NÍTRICO. El HNO <sub>3</sub> concentrado es aproximadamente 16 M.	Produce quemaduras químicas, los humos son ácidos. Agente oxidante muy fuerte. Durante las reacciones produce frecuentemente óxidos tóxicos de nitrógeno.	Evitar respirar los humos. Evitar el contacto. Eliminar como en el caso del ácido clorhídrico.
ACIDO SULFÚRICO. El H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado es aproximadamente 18 M.	Produce quemaduras químicas, reacciona vigorosamente con el agua.	Evitar el contacto. Evitar respirar los humos. Espolvorear carbonato sódico sobre cualquier derrame. Diluir con gran cantidad de agua para eliminar.
AGUA REGIA: 4 partes de HCl concentrado; 1 parte de HNO <sub>3</sub> .	Todos los riesgos de los ácidos por separado, más la posibilidad de formación de vapor de cloruro de nitrosilo, NOCl, con escaso aviso previo, este compuesto es muy tóxico.	Tratarlo con HCl concentrado.
CLORURO DE ALUMINIO, AlCl <sub>3</sub>	Se descompone violentamente con el agua produciendo gas HCl. Ocasiona quemaduras químicas, irrita la piel, los ojos y el sistema respiratorio.	Evitar contacto. Mezclar con cantidades de arena seca, recoger en una vasija, agregar pequeñas cantidades de la mezcla a un gran volumen de agua, (en una campana para humos), diluir con gran cantidad de agua, y eliminar por el alcantarillado.
HIDRUROS (NaH, LiAlH <sub>4</sub> , NaBH <sub>4</sub> )	Reacciona vigorosamente con el agua, formando hidrógeno gaseoso.	NaH: Agregar pequeñas cantidades a un gran volumen de agua (en campana para humos). LiAlH <sub>4</sub> , NaBH <sub>4</sub> : Dejarle que absorba la humedad atmosférica, exponiéndolo al aire en una campana para humos. Mantener alejados de las llamas.
ÓXIDOS Y PERÓXIDOS	Los óxidos/peróxidos metálicos de álcali reaccionan vigorosamente con el agua como formando soluciones alcalinas y un aerosol del hidróxido metálico en el aire. La inhalación de este aerosol es dañina.	Pueden agregarse pequeñas cantidades al agua que corre desde un grifo hacia el vertedero.

(HACKETT, 1982)

## REGLAS GENERALES DE SEGURIDAD E HIGIENE

1. Usar el equipo de protección personal.\*
2. Al iniciar un experimento, asegurarse de la identidad de los reactivos, conocer su toxicidad y las precauciones recomendadas para su manejo.
3. Nunca trabajar en el laboratorio sin otra persona presente o que te pueda auxiliar de inmediato. Los accidentes menores pueden convertirse en desastre si la ayuda no está disponible.
4. No llevar a cabo reacciones que no estén autorizadas por el instructor.\*
5. Nunca probar un compuesto químico. Nunca pipetear un líquido con la boca.\*
6. No comer, beber o fumar en el laboratorio. Nunca colocar comidas o bebidas en el refrigerador. No usar los vasos u otros utensilios utilizados en las operaciones del laboratorio para comer o beber.
7. Evitar el contacto con la piel de cualquier sustancia química. Si una sustancia química se derrama en tus manos, lávate completamente con agua y jabón, no enjuagarse con un solvente ya que esto puede causar una absorción más rápida.
8. Cuando no use el mechero apáguelo, pues además de derroche de gas, alguien puede descuidarse y quemarse un brazo o una mano o puede dejarse prendido olvidado con la consiguiente posibilidad de incendio.
9. El cabello debe ser atado. De preferencia los zapatos deben ser cerrados, evitar usar huaraches o zapatos abiertos cuando se vaya a trabajar en el laboratorio, para prevenir cualquier lesión en caso de derrames o rompimiento de algún material de vidrio. Evitar piel desprotegida, usar bata de manga larga.
10. Considerar no calentar o mezclar cualquier cosa cerca de la cara. Mantener la cara tan lejos como sea posible durante toda la operación de calentamiento o mezclado.\*
11. Nunca dirija un tubo de ensayo o la boca de un matraz con líquido en ebullición o material en reacción hacia el vecino o así mismo, puede proyectarse el contenido.\*
12. Cuando se trabaje con químicos inflamables, eliminar fuentes de ignición que pudieran estar suficientemente cerca para causar fuego o explosión.
13. Mantener el área de trabajo limpia y desocupada antes y después de la práctica.\*
14. Familiarizarse con la localización y operación de regaderas de seguridad, extinguidores de fuego y otros equipos de emergencia en el laboratorio.\*

15. Los frascos de pared delgada pueden romperse por el contacto con la llama directa de un mechero; siempre debe utilizarse una tela metálica con asbesto.
16. Los frascos de fondo redondo son mucho más seguros que los de Erlenmeyer para calentar líquidos, porque su pared sufre menos.
17. Se puede disminuir la ebullición violenta y las proyecciones de líquidos colocando canicas de cuarzo (o pedacera de vidrio) en el recipiente antes de iniciar el calentamiento. Se conocen en el comercio como "canicas de ebullición lenta). Impiden que se sobrecaliente el líquido.
18. Nunca abandone aparatos funcionando sin vigilancia. \*
19. Antes de introducir un tubo de vidrio en un tapón o tubo de hule asegúrese que el orificio tiene el diámetro adecuado. Emplee agua, jabón, glicerina o vaselina como lubricante.
20. Para impedir que los tapones o los tubos de hule se peguen al recipiente de vidrio es conveniente quitarlos cuando aún está caliente el recipiente.
21. Los tapones de hule pueden protegerse de la acción de los halógenos cubriéndolos con vaselina.
22. Para evitar que se endurezcan los tapones de hule, es conveniente humedecerlos de vez en cuando con tolueno.
23. Nunca pese las sustancias poniéndolas directamente sobre los platillos de la balanza. Ponga un papel delgado. Procure doblar el papel en forma de caja.
24. Para verter con limpieza un material pulverulento de un envase, haga girar rápidamente el frasco, ligeramente inclinado, en la mano derecha y de tal modo que la sustancia se vaya acomodando en el interior del envase hacia la boca. Luego, con golpes ligeros, lentamente saldrá del envase el material. Si los polvos son muy ligeros es preferible extraerlos con una espátula.
25. Para transvasar polvo o granulados, use una hoja de papel blanco, liso, doblado en forma de U para que corra la sustancia. No se doble por el centro en V, pues la sustancia correrá con dificultad.
26. Antes de introducir un termómetro en un líquido observe si la temperatura que ha de medir no es superior a la más alta de la escala del termómetro. Ya que la columna de mercurio de un termómetro nunca debe ascender hasta el tope, pues puede explotar el termómetro.
27. Para ebulliciones prolongadas nunca llene el recipiente más de un tercio de su capacidad. \*

(DOMÍNGUEZ, 1989/PECSOK, 1983)

## SEGURIDAD PERSONAL.

La protección personal debe considerarse siempre como una segunda línea del control de seguridad. Resulta esencial la protección personal si el riesgo de lesión ha de reducirse hasta niveles aceptables, por ejemplo, cuando se utilizan productos químicos peligrosos.

Los químicos de riesgo pueden causar daño cuando entran al cuerpo en suficiente cantidad, vía inhalación, ingestión, absorción de la piel o inyección.

La naturaleza de los químicos de riesgo y las rutas por las cuales entran o se absorben en el cuerpo determinan los tipos de control que se necesitan.

Cuando se utiliza protección personal es importante comprobar que el equipo brinde en realidad una protección adecuada, de acuerdo con el propósito para el que fue diseñado, cuidando también que su empleo en sí mismo no cree nuevos riesgos.

### Protección ocular.

Hay muchos tipos de protección de los ojos, pero es importante utilizar el tipo correcto de acuerdo con la tarea que se lleve a cabo. En el trabajo general en el laboratorio, las gafas con pantalla lateral brindan una protección adecuada.

Cuando se utilice protección para los ojos deberá tenerse cuidado de que las gafas se ajusten bien alrededor de los ojos. Un ajuste defectuoso puede no impedir el paso de sustancias peligrosas hasta los ojos. Si la exposición es a vapores irritantes será necesario que el dispositivo de protección no solamente sienta bien alrededor de la cuenca del ojo, sino que habrá de estar completamente cerrado, para que los vapores en el aire no hagan contacto con el ojo. (HACKETT, 1982)

Los materiales utilizados en la construcción del equipo protector de los ojos deberá ser no corrosivo, fácil de limpiar, y en muchos casos no inflamable, y la parte transparente, deberá ofrecer el campo de visión más amplio posible, sin distorsión apreciable o efecto de prisma.

Se ha observado un aumento en el empleo de plástico transparente para la protección de ojos y caras ante una variedad de exposiciones. En los casos en que se usen plásticos contra los productos químicos, los materiales plásticos pueden mostrar una reacción superficial a ciertos productos químicos, pero invariablemente detendrán con éxito las salpicaduras y darán a los ojos la protección deseada.

Hay una gran variedad de equipos disponibles para la protección de los ojos, cada uno de los cuales posee ciertas ventajas para una aplicación adecuada. (LLANES, 1994)

## Tipos de equipo para la protección de los ojos

TIPO	DESCRIPCIÓN
GAFAS	Copas de forma anatómica, que se mantienen cerca de la cuenca del ojo mediante una banda elástica.
GAFAS QUÍMICAS	Construidas con materiales resistentes a la corrosión, y en los que se utilizan lentes resistentes al impacto, utilizando pantallas laterales con ventilación indirecta; protegen contra salpicado y riesgo en cualquier dirección, utilizadas en operaciones tales como el manejo de productos ácidos o cáusticos.
GAFAS PARA VAPORES QUÍMICOS	Lentes que están moldeados en una armadura de goma que se acomoda al contorno de la parte superior de la cara. No cuenta con ventilación, y las gafas, por lo tanto, ofrecen protección contra gases, humos o vapores: para reducir el empañado de los vidrios, este tipo está con frecuencia equipado con una copa de agua interconstruida para cada lente. El usuario elimina el empañado inclinando la cabeza, haciendo que el agua caiga sobre los lentes. Utilizados para el manejo de ácidos.

(LLANES, 1994)

### Protección de manos.

Por la aparente vulnerabilidad de las manos, con frecuencia se necesita usar equipo protector. El tipo más común es el guante. (LLANES, 1994)

Deberá tenerse el mayor cuidado en el empleo de los guantes protectores. En muchos casos puede generar riesgos mayores que aquellos contra los que están diseñados. En los laboratorios pueden manejarse muchas sustancias, poniendo un poco de cuidado y sin usar guantes, y si se vierte algo deberá disponerse de las facilidades adecuadas para lavar el contaminante eliminándolo de la piel antes de que se produzca un daño grave. El ácido sulfúrico concentrado, el ácido nítrico concentrado, y el ácido clorhídrico concentrado pueden tratarse de esta forma sin gran riesgo, lo que ocurre también con muchos solventes orgánicos que representan riesgos poco importantes en cuanto a lesiones en las manos. cuando se utilizan las sustancias mencionadas anteriormente en forma que puedan producirse quemaduras por ácidos corrosivos, o dermatitis, deberá cambiarse el sistema básico de trabajo, hasta lograr un método seguro que no requiera el empleo de guantes protectores.

Hay muchas situaciones que sí requieren el empleo de guantes, por ejemplo: el manejo de ácido fluorhídrico, líquido muy peligroso y corrosivo, o sustancias dañinas por absorción para la piel, por ejemplo, el fenol. Cuando se produce tal situación es vital no solamente

utilizar guantes, sino el tipo adecuado de éstos, comprobando además que no tienen perforaciones de alfiler. Los fabricantes de guantes protectores suministran la información adecuada en cuanto al tipo de guantes que se requieren para cada necesidad, por ejemplo, los guantes de goma pueden ser satisfactorios en el caso de los álcalis y ácidos, pero no son los convenientes para los solventes orgánicos. (HACKETT, 1982)

Los guantes deben ajustarse con firmeza al antebrazo, para evitar que se atrapen algunas salpicaduras, introduciéndose el líquido en el guante. Es aconsejable que las mangas de la bata queden colocadas por fuera de los guantes.

### **Tipos y descripción del equipo protector de manos**

TIPO	DESCRIPCIÓN
GUANTES	Ofrece completa protección de la mano, evitando que los materiales se deslicen dentro del mismo. Se utilizan distintos materiales para su fabricación.
GUANTES DE PLÁSTICO	Hechos para resistir la penetración del agua, aceite, y ciertos productos químicos. Puede ser utilizado en trabajo general, como protección contra salpicado de soluciones irritantes.
GUANTES DE NITRILO	Ofrece protección superior para las manos contra gran variedad de solventes, productos químicos corrosivos, sustancias grasas y petroleras. También ofrece una excelente resistencia a las cortaduras, rasgaduras, perforaciones y abrasiones.
GUANTES DE NEOPRENO	Amplia resistencia a muchas sustancias químicas. Resiste la mayoría de los ácidos, grasas y cáusticos.

(LLANES, 1994)

#### Ropa protectora.

El empleo de bata de laboratorio brinda una primera línea de protección contra sustancias peligrosas que puedan verterse.

En el caso de un derrame accidental, son fáciles de quitar, de forma que la habilidad de la sustancia para penetrar hasta la piel se reduce considerablemente. (HACKETT, 1982)

#### Protección respiratoria.

En el laboratorio, por lo general, el tipo de protección respiratoria a encontrar es una máscara facial contra polvos o vapores, la que cubrirá la nariz y la boca (media cara). Al utilizar dichas máscaras deberá comprobarse siempre:

- Que el sistema de filtro está diseñado de acuerdo con el polvo o vapor de que se trate. No deberá nunca utilizarse una máscara contra el polvo para hacer frente a un riesgo ocasionado por un vapor. (HACKETT, 1982)
- La clase de peligro respiratorio (incluyendo propiedades físicas y químicas, propiedades de advertencia, efectos psicológicos sobre el organismo, concentración del material tóxico presente en el aire, concentración máxima permisible ponderada en tiempo y concentración tóxica que representa un peligro para la vida o la salud.
- El periodo durante el cual será necesario contar con protección respiratoria.
- El funcionamiento y características físicas de los distintos tipos de respiradores.
- Su ajuste.
- Los respiradores deberán limpiarse y desinfectarse con regularidad.
- Los respiradores se guardarán en un lugar adecuado, limpio e higiénico. (MHI, 1992)

Se requiere protección contra algunas sustancias que pueden causar daños al sistema respiratorio. Se debe considerar que el equipo respiratorio puede salvar la vida por el simple hecho de usarlo.

Los fabricantes ofrecen una amplia variedad de equipos protectores de la respiración. Cada tipo es adecuado para una o varias aplicaciones. Todos los respiradores ofrecen protección específica al riesgo para el cual fueron diseñados.

En los laboratorios tanto de inorgánica como de orgánica la situación puede considerarse de no emergencia, es decir, corresponden en general a operaciones normales o de rutina en las cuales no se expone a los alumnos a atmósferas que representen un peligro rápido y grave contra la vida o la salud, pero que pueden producir enfermedades crónicas, incomodidad muy marcada, daños físicos, o incluso la muerte después de exposiciones repetidas o prolongadas.

Los *respiradores con cartuchos químicos* pueden ser considerados como máscaras de gas de baja capacidad. Están formados por una máscara que se acopla a la boca y a la nariz del usuario, y a la que está directamente unido un pequeño filtro reemplazable formado por un cartucho químico.

Los empleos comunes de este tipo de equipo protector de la respiración se hace en ocupaciones en que se produce una exposición a vapores solventes y donde pueda encontrarse una concentración baja de gases ácidos. (LLANES, 1994)

Cuando se utiliza equipo protector personal existe siempre la tentación de eliminarlo, por razón de su incomodidad o porque su empleo dificulta realizar el trabajo. Deberá resistirse esta tentación. Muchas investigaciones relativa a los informes sobre accidentes indican que las lesiones se produjeron cuando no estaba siendo utilizado el sistema protector.

(HACKETT, 1982)

## PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

### *Requerimientos:*

- a) Conocer el grado de riesgo de cada una de las sustancias que se manejen en el laboratorio.
- b) Se debe contar con equipo de extinción seleccionado de acuerdo a las sustancias que se manejen.
- c) Conocer la ubicación del equipo de extinción.
- d) Las salidas deben estar libres de obstáculos, para permitir el desalojo en un tiempo mínimo.
- e) Dar acceso a espacios libres de riesgo de incendio. Las salidas y pasillos a recorrer deben tener una iluminación adecuada.
- f) Identificar mediante avisos y señales visibles la dirección y ubicación de las salidas.
- g) Las puertas de salida deberán abrirse fácilmente por cualquier persona, para lo cual deben estar libres de candados, picaportes o cerraduras con seguros puestos durante sus labores.

### *EQUIPO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS.*

Los centros de trabajo deben estar provistos de equipo para la extinción de incendios en relación al grado de riesgo y la clase de fuego que entrañen las materias, productos o sustancias que se manejen o transporten en ellos. (NOM-002-STPS-1993)

### *Los tipos de fuego son:*

1. FUEGO CLASE A. Son fuegos en materiales combustibles sólidos ordinarios: madera, papel, derivados de celulosa, telas, fibras, hule y muchos plásticos.

EXTINCIÓN. El enfriamiento logrado por agua o soluciones que contienen grandes porcentajes de ella tales como la espuma es lo más adecuado para su extinción. El polvo químico seco (de multiuso) extingue rápidamente las llamas y forma una capa que retrasa la combustión. Si fuese imperiosa una extinción total se recomienda continuar con agua u otro agente de la clase A.

2. FUEGO CLASE B. Son los fuegos en materiales combustibles derivados de los hidrocarburos y en líquidos y gases inflamables como: aceites, grasas, ceras, pinturas: base aceite (base disolvente), lacas, alquitrán, butano, propano, hidrógeno, etc.

EXTINCIÓN. El uso de agua en forma de chorro para extinguir esta clase de fuego generalmente extiende el fuego, por lo cual este método es peligroso y no debe utilizarse. Es indicado el empleo de polvo químico seco, CO<sub>2</sub>, espuma e hidrocarburos halogenados. Es importante limitar el aire (oxígeno) e inhibir los efectos de la combustión.

3. FUEGO CLASE C. Son los fuegos donde se incluyen aquellas situaciones con las cuales se involucran equipos energizados eléctricamente.

EXTINCIÓN. Se deben usar agentes extintores no conductores. El polvo seco, el CO<sub>2</sub> y los líquidos evaporables son aptos para esta clase de fuego. No debe usarse espuma ni chorro de agua, ya que estos son buenos conductores de la electricidad y exponen a quien lo usa a recibir una fuerte descarga eléctrica.

4. FUEGO CLASE D. Son los fuegos en metales combustibles tales como: magnesio, titanio, sodio, potasio, litio y circonio.

EXTINCIÓN. Extintores generalmente a base de cloruro de sodio con aditivos fosfato tricálcico o compuestos de grafito y cobre. No deben usarse agentes extintores comunes sobre fuegos metálicos, ya que existe el peligro, de aumentar la intensidad del fuego debido a una reacción química entre algunos de los agentes extintores y el metal que se está quemando. (MPA, 1994)

AGENTE EXTINTOR. Agente en estado sólido, líquido o gaseoso, que en contacto con el fuego en la cantidad adecuada, apaga a éste.

EQUIPO CONTRA INCENDIO. Conjunto de aparatos y dispositivos que se utilizan para la prevención, control y combate de incendios.

INCENDIO. Fuego que se desarrolla sin control en el tiempo y el espacio.

(NOM-002-STPS-1993)

#### *MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS.*

1. No fumar en el interior del laboratorio. Las zonas de prohibido fumar deben marcarse con letreros que llamen la atención. En los recipientes, puertas de lugares donde exista peligro de incendio, deben colocarse dichos carteles. Los cerillos y cigarrillos arrojados descuidadamente son causas principales de incendio.
2. Usar los materiales menos inflamables y menos riesgosos para la práctica a realizar.
3. Mantenga los combustibles separados de los oxidantes.
4. Evite las flamas, fuentes de ignición en las cercanías de combustibles o en atmósferas que los pueden hacer inflamables.

5. Evitar usar materiales que puedan servir como catalizadores en proximidad con los combustibles.
6. El equipo eléctrico debe ser conectado a tierra. Una causa predominante de fuegos eléctricos es la instalación eléctrica temporal o improvisada, particularmente si es defectuosa o está sobrecargada. Los cables sobrecargados y los que están parcialmente conectados a tierra se pueden calentar lo suficiente como para encender combustibles sin quemar los fusibles ni accionar los interruptores del circuito.
7. Aísle o proteja las superficies calientes que podrían ser focos de ignición por fugas de combustible.
8. Asegurarse de que las personas en el laboratorio conozcan los riesgos que el manejo de materiales inflamables implica.
9. Orden y limpieza en el laboratorio.
10. Capacitar al personal de laboratorio en el manejo de extinguidores, prevención de incendios, así como las técnicas de evacuación y auxilio en caso de emergencia.
11. Mantener alejados y tapados los materiales y vapores inflamables de cualquier fuente de calor.

#### *ACCIONES REQUERIDAS AL INICIARSE UN FUEGO.*

1. Identificar el tipo de fuego.
2. Seleccionar el extinguidor adecuado más cercano.
3. Combatir el fuego inmediatamente.
4. Cierre todas las puertas y ventanas con el fin de privar de oxígeno al fuego.
5. Aísle el material que no ha sido alcanzado por el fuego.
6. Si el fuego no está controlado al quedar descargado el extinguidor, o si el fuego va en aumento, deberá evacuarse el área tan rápidamente como sea posible.
7. Buscar la salida más alejada del fuego.
8. Camine, no corra.

Avise al servicio contra incendios.

(BLAKE, 1990)

## ILUMINACIÓN.

El propósito de iluminar un recinto, es el de hacer visibles los objetos que ahí se localicen. Es necesario contar con una iluminación adecuada de acuerdo a las actividades que se lleven a cabo en el centro de trabajo.

La iluminación es un factor importante en la prevención de accidentes y en la seguridad del estudiante.

La iluminación la podemos definir como el flujo luminoso recibido por una unidad de área, su unidad de medida es el lux y es equivalente a la densidad de flujo luminoso sobre una superficie de una esfera igual a  $1\text{m}^2$ , con un radio de 1 m, producida por un manantial puntiforme cuya intensidad luminosa es de 1 candela en el centro.  $1\text{ lux} = 1\text{ lumen}/\text{m}^2$ . El lumen se define como el flujo luminoso emitido dentro de la unidad de ángulo sólido, por una fuente puntual uniforme con intensidad de 1 candela.

La cantidad de luz óptima para cualquier instalación particular depende en primer lugar de la naturaleza del trabajo que se está haciendo. Cuando se aumenta la iluminación del lugar de trabajo, se incrementa igualmente la facilidad, velocidad y seguridad para su ejecución. A continuación se encuadran los niveles adecuados de iluminación para las instalaciones descritas.

ZONA	NIVEL DE ILUMINACIÓN (LUX)
Accesos a laboratorios y servicios	100
Escaleras	100
Laboratorio	200
Mesa de trabajo	300

En la mayoría de los accidentes atribuibles a iluminación inadecuada, la causa es la calidad muy deficiente de la iluminación o la ausencia casi total de iluminación. Pero hay otros factores como: el deslumbramiento directo, el reflejado, las sombras oscuras (todas las cuales molestan a la vista y juntos causan sobreimágenes) y la fatiga visual excesiva, que por si sola puede originar accidentes.

Se deberá establecer un sistema de mantenimiento regular y programado para que los aparatos de iluminación y las superficies en general estén limpias y en condiciones apropiadas.

Cuando se usan colores apropiados en las paredes, techo, piso y equipo se mejoran las condiciones de percepción y visibilidad. Se consigue una utilización más completa de la luz disponible aprovechando las cualidades de reflexión de la luz sobre las distintas superficies. Además, los colores bien elegidos favorecen la eliminación de los contrastes duros en el campo visual de la persona, contribuyendo así a una mejor visión.

(IMSS, 1990)

## RIESGOS ELÉCTRICOS.

La electricidad es una importante fuente de energía en la vida cotidiana y laboral del ser humano, sin embargo, también es un factor potencial de riesgo, cuando no se observan las medidas de seguridad, particularmente las de carácter preventivo.

Los riesgos como consecuencia de la electricidad se dividen en dos categorías generales:

1. A las personas: por descarga eléctrica, quemaduras directas y por lesiones secundarias consecuencia de descargas no mortales.
2. A las propiedades: consecuencia de fuegos y explosiones.

El cuerpo de un individuo puede entrar en contacto con la corriente eléctrica en forma directa o indirecta.

**CONTACTO DIRECTO.** Es aquel que se presenta cuando el cuerpo de una persona entra en contacto con partes activas (conductores) de aparatos e instalaciones eléctricas.

**CONTACTO INDIRECTO.** Es el producido cuando el cuerpo de un individuo entra en contacto con partes metálicas de aparatos o instalaciones eléctricas que se encuentran accidentalmente bajo tensión.

Los *efectos* del paso de la corriente por el cuerpo humano se pueden clasificar en :

a) Efectos fisiológicos directos. Son las consecuencias fisiológicas inmediatas que presenta el cuerpo de un individuo al sufrir un choque eléctrico, las más importantes son:

1. Umbral de percepción. Este se encuentra comprendido entre 1 y 3 miliamperes, valores que no se consideran peligrosos.
2. Electrización. Este fenómeno se presenta cuando una corriente de aproximadamente 8 miliamperes que aparece en forma repentina provoca generalmente movimientos reflejos que pueden provocar efectos secundarios.
3. Tetanización muscular. El paso de la corriente a través del cuerpo de un individuo provoca contracciones musculares, tetanización de los músculos de las manos y brazos, lo que ocasiona que la persona no pueda soltar los objetos que tiene asidos.
4. Fibrilación ventricular. Este efecto se origina cuando la corriente pasa por el corazón del cuerpo bajo contacto, lo cual origina alteración del ritmo cardiaco (contracción no coordinada), por lo que la circulación se interrumpe y puede ocurrir la muerte.
5. Paro respiratorio. Se presenta cuando la corriente circula de la cabeza a algún miembro, atravesando el centro nervioso respiratorio, estado que frecuentemente continúa hasta algún tiempo después de haber sido liberada la víctima del circuito.
6. Asfixia. Este efecto se presenta como consecuencia de la contracción de los músculos del tórax, de manera que interrumpe la respiración, y muy probablemente cause la muerte si la exposición es prolongada.

b) Efectos fisiológicos indirectos. Son las consecuencias o trastornos patológicos que se presentan después de la electrización y que pueden llegar a ser mortales, se pueden mencionar los siguientes:

1. Trastornos cardiovasculares. Un choque eléctrico puede provocar perturbaciones en el ritmo cardiaco, pudiendo originar un infarto al miocardio, taquicardia, etc.
2. Quemaduras internas. Se originan como consecuencia del efecto de calor (efecto joule) desarrollado por una corriente intensa que destruye los tejidos, nervio y músculos como si se hubiera puesto en contacto con el fuego.
3. Quemaduras externas o de superficie. Este tipo de quemaduras son producidas generalmente por la elevada temperatura del arco eléctrico (4000°C aprox.)
4. Manifestaciones renales. Las quemaduras producidas por la corriente eléctrica, pueden originar un bloqueo de riñones, ya que éstos se ven obligados a eliminar las grandes cantidades de mioglobina y hemoglobina con que cuentan después de abandonar los músculos afectados, así como las diversas sustancias tóxicas resultantes de la descomposición de los tejidos obstruidos como consecuencia de quemaduras externas.
5. Otros trastornos: Oculares, auditivos, nerviosos, etc.

c) Efectos secundarios indirectos. Son los efectos originados por la acción involuntaria del cuerpo como resultado de un choque eléctrico, principalmente se consideran los siguientes:

1. Caídas de altura
2. Golpes contra objetos.
3. Proyección de materiales.

Un incendio o explosión puede producirse (por parte de la electricidad), en primer lugar, si un circuito está sobrecargado, la energía eléctrica excedente se transforma en energía térmica. En segundo lugar, cuando se produce una chispa o arco, el riesgo de explosión aumenta en gran medida, por razón de la energía térmica adicional que se libera. Esta situación puede producirse cuando el aislamiento se rompe como consecuencia de la sobrecarga del circuito, o por razón de su propio envejecimiento. Otra fuente de chispas es la que se observa en los interruptores cuando se conecta y desconecta la corriente. Las clavijas eléctricas que hagan mal contacto pueden dar lugar al mismo problema. Por esta razón, cuando la atmósfera es inflamable deben utilizarse interruptores especialmente diseñados.

#### *RECOMENDACIONES:*

1. El equipo y los aparatos eléctricos deben escogerse con cuidado, ser instalados correctamente y mantenidos en forma adecuada.
2. Siempre se debe considerar que todo el equipo y circuitos tienen corriente.
3. Conectar a tierra las carcasas metálicas y aparatos, canalizaciones, así como las herramientas y equipo eléctrico que lo requiera.

4. Evitar al máximo las instalaciones eléctricas provisionales y en el caso de que sea indispensable la implementación de una, ésta debe contar con medidas de seguridad aceptables.
5. El empleo de adaptadores dobles, triples o múltiples deberá evitarse siempre que sea posible.
6. Nunca tirar del cable para sacar una clavija del contacto, ya que el alambrado puede dañarse.
7. Cualquier equipo eléctrico deberá estar apagado, y desconectado de la clavija, cuando dicho equipo no esté en uso, o antes de ser desplazado o inspeccionado.
8. Cuando sea necesario se debe utilizar equipo de protección personal.
9. Nunca se tocará un aparato eléctrico con las manos húmedas.
10. En la rotura de un frasco o de un vaso sobre una placa de calentamiento eléctrico, el agua puede producir un corto circuito en la resistencia, llegando así electricidad a la camisa de protección. En estos casos, siempre debe desconectarse el aparato antes de limpiar el líquido derramado.

#### *DEFINICIONES.*

**CORRIENTE.** Es el volumen total de electricidad que circula por un determinado punto en un lapso de tiempo dado. La corriente eléctrica se mide en amperios.

**TENSIÓN.** Puede considerarse como la presión existente en el circuito. Se mide en voltios.

**RESISTENCIA.** Es cualquier condición que contribuye a retardar o dificultar el caudal. Se mide en ohmios.

(IMSS, 1994)

## ACCIDENTES Y PRIMEROS AUXILIOS.

Un ACCIDENTE puede definirse como "un acontecimiento no planeado, imprevisto e inesperado, que produce lesiones a las personas o daños a cosas directa o indirectamente, tanto si la lesión o daño se produce o no".

Se denominan PRIMEROS AUXILIOS a aquellas maniobras y procedimientos de aplicación inmediata y carácter provisional, tendientes a preservar la vida, limitar el daño físico y evitar en lo posible futuras complicaciones, en aquellas personas en quienes se presenta en forma súbita alguna lesión orgánica y/o perturbación funcional que la incapacite para continuar normalmente con su actividad, como consecuencia de un accidente o enfermedad. (NOM-020-STPS-1993)

*Los procedimientos a seguir en caso de los accidentes más comunes en el laboratorio son:*

⇒ *Quemaduras con ácidos fuertes, cloro o bromo.*

Si las quemaduras han sido causadas por ácidos fuertes, excepto ácido sulfúrico o ácido fluorhídrico, se debe lavar la zona afectada con abundante agua y, después con una solución acuosa de bicarbonato de sodio al 5%. Luego se cubre con gasa esterilizada, impregnada con picrato de butesina, ungüento bórico o gelatina de petróleo esterilizada.

Si hay quemaduras con ácido sulfúrico se debe secar, sin frotar la zona afectada, cuidadosamente o con papel absorbente y luego proceder como se indicó antes con respecto a quemaduras con ácidos fuertes.

⇒ *Quemaduras por bases fuertes, peróxido de sodio, sodio o potasio metálicos.*

Se recomienda lavar de inmediato con abundante agua fría y luego con una solución acuosa de ácido acético al 5% o vinagre (contiene aprox. 4% de ácido acético). En seguida se debe cubrir la zona afectada con gasa embebida en picrato de butesina o equivalente.

⇒ *Aspiración de gases tóxicos.*

Inhalación de vapores y gases tóxicos, incluidos vapores de amoníaco, bromo, cloro, cloruro de hidrógeno, fluoruro de hidrógeno y óxido de nitrógeno.

Se recomienda sacar de inmediato a la víctima a respirar aire fresco, pero no frío y mantenerla en reposo absoluto y abrigada. De ser necesario se ha de aplicar respiración artificial durante cuatro horas.

Si la víctima estuviera consciente conviene hacerla inhalar ácido acético diluido, en el caso de intoxicación con vapores de amoníaco o bien, hacerla inhalar hidróxido de amonio diluido, si se trata de intoxicaciones con bromo, cloro, ácido nítrico o clorhídrico.

⇒ *Venenos y antídotos.*

Cuando se reconoce de inmediato la índole del envenenamiento hay que seguir el tratamiento específico apropiado. Sin embargo, se pueden adoptar ciertas medidas de orden general, se conozca o no la clase de veneno que lo ha causado. Si éste se ha ingerido, es necesario evacuar el estómago. Si el paciente está consciente el vómito puede inducirse con la ingestión de eméticos. Algunos eméticos son: sal común (dos cucharadas en 200 mL

de agua caliente); mostaza (1 cucharada en 200 mL de agua caliente); gruesas escamas de jabón de lavar en agua caliente; sulfato de zinc(1 mg en 200 mL de agua caliente).

En el caso de un paciente en estado inconsciente o de uno consciente que se preste a ello, puede evacuarse el estómago con ayuda de una sonda. Si se trata de venenos corrosivos y de pacientes convulsos o en coma profundo, sería peligroso introducir una sonda gástrica. Después de haber evacuado el estómago, debe administrarse repetidamente el antídoto universal compuesto por: carbón activado pulverizado(o pan quemado en polvo), dos partes; ácido tánico (o té concentrado), una parte; y óxido de magnesio(o crema de magnesia), una parte. Si todos los ingredientes están secos, se administra una cucharada de la mezcla disuelta en agua.

En caso de depresión respiratoria, úsese cafeína. Si la parálisis es inminente, colóquese al paciente si es posible en un respirador; de lo contrario, recúrrase a la respiración artificial. Úsese atropina cuando ocurran secreciones excesivas.

Si el veneno no se reconoce, debe obtenerse información a fin de identificarlo cuanto antes para empezar de inmediato el tratamiento específico.

⇒ *Quemaduras con fuego.*

Si la ropa está adherida a la zona quemada se recomienda cortar con cuidado alrededor de dicha zona.

En casos de quemaduras leves, enfriar con agua fría y cubrir la zona quemada con gasa esterilizada impregnada con picrato de butesina, luego se debe vendar firmemente sin ajustar. Una opción es cubrir la quemadura con gasa empapada en agua helada y rociarla cada tanto con agua fría, para mantener baja la temperatura durante media hora.

Si la quemadura es grave, se recomienda llamar de inmediato al médico o trasladar al paciente a un centro asistencial. Se puede cubrir la parte quemada con gasa esterilizada embebida en una solución de picrato de sodio al 5%. No deben abrirse las ampollas que pudieran formarse en las zonas afectadas. (BORJA, 1994)

## **BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS.**

Los botiquines de primeros auxilios deben estar situados en lugares análogos en todo el edificio, con el propósito de que el personal se habitúe y conozca dichos lugares.

El contenido mínimo de material para la atención de los primeros auxilios será el siguiente:

1. Vendas de gasa estéril.
2. Solución de bicarbonato sódico al 5%.
3. Solución de ácido bórico al 5%.
4. Pomada para quemaduras (picrato de butesina, jalea de ácido tánico)
5. Solución de yodo al 3.5%.
6. Antídoto universal.
7. Ácido acético al 5% o vinagre.

El contenido podrá completarse de acuerdo al estudio y análisis de los riesgos de trabajo que puedan presentarse. (HACKETT, 1982/NOM-020-STPS-1993)

## CATÁLOGO DE SUSTANCIAS TÓXICAS.

✓ ACETATO DE ETILO. Es un solvente volátil, inflamable, de baja toxicidad. Actúa como un irritante causando hiperemia de riñones y bazo, deprime el sistema nervioso central y provoca irritación del tracto respiratorio. Su acción desengrasante puede provocar dermatitis.

Las exposiciones a concentraciones muy superiores a 400 ppm pueden provocar en muchas personas irritación de los ojos, nariz y garganta pero no se observan síntomas de anestesia en niveles de 400 a 600 ppm aún después de 2 ó 3 horas de exposición.

No se conoce la concentración atmosférica que representa un peligro inmediato para la vida humana, aunque 8,600 a 20000 ppm han sido consideradas peligrosas para exposiciones breves.

Se considera que la concentración máxima permisible de 400 ppm proporciona un nivel con un factor amplio de seguridad desde el punto de vista de la salud, pero puede resultar levemente irritante para algunas personas no acostumbradas a la exposición.

✓ ACETATO DE METILO. Se utiliza ampliamente como un solvente de baja temperatura de ebullición. Es irritante para las membranas mucosas de los ojos y vías respiratorias.

Los estudios en animales indican que puede producirse un envenenamiento general y efectos posteriores de larga duración cuando se inhala acetato de metilo en concentraciones inferiores a las que producen narcosis. Si la exposición es grave pueden originarse hemorragias y edema pulmonar además de lesiones de los vasos. Los síntomas de exposición son inflamación de los ojos, nerviosismo, opresión de tórax, palpitación cardíaca, agotamiento y dificultad para respirar.

Sus efectos irritantes son comparables a los del acetato de etilo pero es un narcótico más débil. No se conocen datos sobre las concentraciones sobre las concentraciones máximas que pueden ser toleradas por el hombre durante periodos breves sin producir signos de enfermedad.

Se desconoce la concentración atmosférica que representa un peligro inmediato para la vida.

ACETILENO. Produce una amplia gama de concentraciones inflamables en el aire. Es un narcótico suave y se lo ha usado como anestésico.

No existe evidencia de una forma de intoxicación crónica ni aún después de la recuperación de una anestesia aguda.

No se conoce la tolerancia a exposiciones cortas. Una concentración de 10% o 100000 ppm de acetileno puro tiene un leve efecto tóxico y con 200000 ppm se produce una intoxicación marcada que representa un peligro inmediato.

La concentración atmosférica que representa un peligro inminente para la vida es de 350000 ppm, la que causa inconsciencia en 5 minutos.

✓ ACETONA. Es un líquido inflamable que debe ser manejado y almacenado tomando precauciones contra incendios y explosiones.

Una exposición excesiva a sus vapores puede provocar una moderada irritación de los ojos, nariz y garganta, así como cefaleas, sopor y una sensación general de opresión. La acetona absorbida se elimina lentamente y los síntomas son persistentes.

El contacto prolongado con acetona presenta la posibilidad de ser un peligro sistémico, así como irritante directo de la piel.

Una exposición de 10000 ppm probablemente será tolerada sin síntomas durante 30 a 60 minutos, sin embargo, puede producir cierta irritación pasajera de ojos y nariz. Se recomienda un nivel de concentración máxima permisible de 1000 ppm.

**ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL (Concentrado).** Puede penetrar fácilmente en la piel produciendo ampollas, dermatitis y úlceras. A temperatura ambiente, el vapor es fuertemente irritante para los ojos, nariz y garganta. Si se ingiere produce una sensación ardiente en la boca y el esófago, seguida de dolor de estómago, que puede extenderse rápidamente a todo el abdomen. El dolor y otras molestias pueden durar unos pocos días o varias semanas, según la concentración y la cantidad de ácido ingerida. Los signos en los casos graves suelen ser vómitos, respiración dificultosa y ruidosa, tos e incluso el colapso. La ingestión de dos cucharadas soperas de ácido puede provocar la muerte de un adulto. Sin embargo, no se conoce en forma definitiva la dosis letal. Es uno de los pocos productos que como el agua se dilatan al congelarse, por cuya razón, para evitar la rotura de los recipientes, debe almacenarse el ácido puro por encima de su punto de congelación, 16°C.

Una concentración de 200 a 500 ppm es muy irritante pero algunas personas pueden tolerarla durante periodos breves.

No se conoce la concentración que representa un peligro inmediato para la vida. La exposición forzada al vapor o líquido pulverizado caliente puede causar un edema pulmonar. Para prevenir irritación indebida se recomienda un nivel de concentración máxima permisible de 10 ppm.

**ÁCIDO CLORHÍDRICO.** En soluciones concentradas o diluidas corroe rápidamente la mayoría de los metales con los que se pone en contacto. No es inflamable y es difícil de reducir.

Produce principalmente irritación de las vías respiratorias superiores; las concentraciones más altas irritan los ojos. El contacto con la piel puede causar la irritación de las áreas expuestas de la piel.

**ÁCIDO CRÓMICO.** Es un agente fuertemente oxidante. Por contacto puede inflamar alcohol etílico u otros líquidos parecidos y carbonizar madera y materiales análogos. Debe aislarse de sustancias fácilmente oxidables.

Dado que el ácido crómico es venenoso e irritante para la piel han de adoptarse las precauciones par evitar todo contacto, así como contra la inhalación del polvo del sólido o de nieblas de las soluciones.

El nivel de concentración máxima permisible es de 0.5 mg/m<sup>3</sup>.

**ÁCIDO FÓRMICO.** Es un agente fuertemente reductor y el vapor es inflamable. No debe almacenarse junto con sustancias oxidantes. La exposición a su vapor es irritante y puede

dañar los riñones. El ácido es irritante para la piel formando ampollas las que se extienden aun después de que se ha eliminado de la piel.

**ÁCIDO NÍTRICO.** Debe aislarse de materiales reductores o de sustancias tales como madera o papel, ya que sus soluciones concentradas pueden causar explosión o combustión por contacto.

En la solución de materiales orgánicos el ácido nítrico concentrado produce densas nubes rojas o marrones de óxidos de nitrógeno; puesto que la inhalación de éstos en cantidades peligrosas sólo produce irritación suave de los órganos respiratorios, es posible inhalar una concentración peligrosa sin sufrir muchas molestias o lesiones aparentes. Los síntomas derivados de los pulmones afectados aparecen después de varias horas, el resultado de la exposición puede ser sumamente grave.

No se conoce la tolerancia a exposiciones breves especialmente para el ácido nítrico, pero los humos nitrosos de bióxido de nitrógeno pueden provocar irritación inmediata de la garganta en concentraciones de 62 ppm.

El nivel de concentración máxima permisible es de 2 ppm.

**ÁCIDO OXÁLICO.** Es un buen agente reductor, se utiliza como blanqueador para madera, paja y materiales similares. La solución tiene una acción cáustica sobre la piel, causa fragilidad y azulamiento en contacto.

Su ingestión produce un sabor ácido y dolor semejante al de una quemadura en la garganta y estómago. Generalmente se producen vómitos de mucosidad o de mucosidad mezclada con sangre. Si la dosis es grande, se produce un colapso rápido. Una dosis insuficiente para producir la muerte causará dolores de cabeza, calambres, convulsiones y delirio. El tiempo de recuperación es largo.

Cuando se ha ingerido ácido oxálico el tratamiento de primeros auxilios es la administración de un emético, siempre que no se hayan producido ya vómitos, a lo cual seguirá el empleo de leche de magnesia o magnesia calcinada.

El nivel máximo de concentración permisible que se recomienda es de  $1 \text{ mg/m}^3$ .

**ÁCIDO PERCLÓRICO.** Por sus fuertes propiedades oxidantes constituye un peligro de incendio y explosión, principalmente en concentraciones superiores del 76%. No es muy volátil salvo en estado anhidro.

**ÁCIDO PÍCRICO (2,4,6-trinitrofenol).** Es un sólido amarillo que en estado seco es sensible a los impactos; por tanto se transporta con un mínimo de 10% de agua en envases de vidrio o madera. Debe evitarse que entre en contacto con metales y amoniaco para impedir la formación de picratos más sensibles a la explosión que el ácido pícrico. Los envases deben marcarse claramente con la indicación "explosivo-mantener alejado del fuego y de las llamas-".

La exposición al polvo puede provocar irritación de nariz y garganta y especialmente de los ojos llegando hasta la ulceración de la córnea. Se recomienda un nivel de concentración máximo permisible (CMP) de  $0.1 \text{ mg/m}^3$  debido a que los efectos sobre la piel son intensos en concentraciones muy inferiores a las asociadas con el envenenamiento sistémico que resulta de su ingestión.

**ÁCIDO SULFÚRICO.** Es un líquido viscosos y aceitoso con gran afinidad por el agua que extrae de la materia orgánica y, por tanto, carboniza y destruye los tejidos animales y vegetales. Las clases que se venden como oleum que contiene 20% o más de trisulfuro de azufre disuelto en el ácido desprenden humos intensos a temperatura ambiente y las otras clases sólo a temperaturas superiores. Estos humos y la pulverización o niebla de las soluciones son sumamente irritantes, tanto para la piel como para las membranas mucosas.

El ser humano puede tolerar  $5 \text{ mg/m}^3$  en forma de gotitas de 1 micra durante cinco minutos sin sufrir daños permanentes. Se recomienda un CMP de  $1 \text{ mg/m}^3$  para evitar la irritación de vías respiratorias y daño de los dientes.

✓ **ALCOHOL ETÍLICO (Etanol).** Cuando se absorbe por el organismo se metaboliza rápidamente de modo que se necesita una exposición intensa para lograr una concentración importante en los tejidos. La exposición a concentraciones elevadas de vapor producirá irritación de las membranas mucosas, cefaleas, nerviosidad, mareos, temblor, fatiga, náuseas y pérdida de la consciencia. Si la exposición es excesiva y repetida puede provocar daño hepático.

Por encima de 5500 ppm aparece cierta irritación de ojos y nariz. Se recomienda un CMP de 1000 ppm.

✓ **ALCOHOL METÍLICO.** Los signos de intoxicación incluyen cefalea, náusea, vómitos, dolores abdominales violentos, movimientos descontrolados, pupilas dilatadas, a veces delirio y síntomas oculares tales como dolor, sensibilidad al presionar, y ocasionalmente, ceguera. La acción directa del líquido sobre la piel y membranas mucosas puede provocar irritación e inflamación. Es un depresor del sistema nervioso central y causa edema cerebral. Una de las características del envenenamiento por metanol es su acción excepcionalmente severa sobre el nervio óptico, causando neuritis óptica y atrofia del nervio óptico.

Se ha calculado que la exposición repetida durante 8 horas a 3000 ppm producirá un aumento de la concentración de metanol en el organismo. La exposición de seres humanos durante parte de un día de trabajo a 40000 ppm puede causar muerte tardía. El CMP de 200 ppm permite un margen amplio de seguridad contra efectos graves.

**AMINAS.** La exposición al líquido o vapor puede producir efectos irritantes en piel, ojos y membranas mucosas, así como daño a los ojos y dermatitis alérgica por contacto. El tracto respiratorio superior es irritado por exposiciones a altas concentraciones de vapor.

**AMONIACO.** Es un ingrediente importante de muchos compuestos orgánicos que contienen nitrógeno. Se emplea en la producción de ácido nítrico, acetileno, urea, explosivos, etc.

Es un irritante fuerte y puede producir la muerte instantánea por espasmo bronquial. Las concentraciones suficientemente pequeñas para no ser muy irritantes son absorbidas con rapidez a través del tracto respiratorio y se metabolizan de modo que ya no actúan como amoniaco.

Se ha encontrado que concentraciones de 5000-10000 ppm son fatales y exposiciones de 30 minutos a concentraciones entre 2500-6000 ppm son peligrosas para la vida. Se establece un CMP de 25 ppm para proteger contra la irritación de ojos y tracto respiratorio.

**ANHÍDRIDO ACÉTICO.** Su vapor es más irritante aún que el del ácido acético. La exposición a grandes concentraciones produce severa irritación conjuntival y nasofaríngea, tos y cierta disnea. La exposición a vapores desprendidos de una mezcla en ebullición produce grave irritación ocular y lagrimeo.

**ANILINA (Fenilamina).** Líquido inflamable de alto punto de ebullición, absorbido fácilmente a través de piel intacta. Puede provocar envenenamiento por inhalación de su vapor e ingestión del líquido. Tóxico de la sangre y del sistema nervioso. Los signos más notables de intoxicación son una respiración rápida seguida de una coloración azul (especialmente en labios, orejas y puntas de los dedos), atontamiento, marcha tambaleante y habla balbuceante y obsesiva. En intoxicación grave puede causar temblores y convulsiones y detención de la respiración.

Las personas con síntomas de envenenamiento con anilina sin haber tenido contacto cutáneo con el líquido deben transportarse a una zona con aire limpio, administrárseles un estimulante suave como café negro (nunca alcohol) y mantenerse tranquilos y abrigados; deben ser atendidos por un médico y estar en observación. Si la ropa se satura con anilina los síntomas de intoxicación aparecen repentinamente, el envenenamiento puede ser avanzado y el afectado no tener más signos que la coloración azul; el primer síntoma es una cefalea severa y persistente.

Se recomienda un CMP de 5 ppm para prevenir la formación de metahemoglobina en el individuo.

**ANTIMONIO.** El antimonio y sus compuestos irritan la piel y las membranas mucosas y son venenos sistémicos. Produce un sabor metálico, vómitos, cólicos, pérdida de apetito y peso, aunque la diarrea es más común. Produce dermatitis que puede progresar a la formación de pus, dejando cicatrices queloides.

**ARSÉNICO.** El trióxido de arsénico produce inflamación de estómago e intestinos. Las personas que manejan compuestos sólidos de arsénico pueden sufrir ronquera, tos, perforación de tabique nasal, ulceración de la piel, caída del cabello y uñas, verrugas.

El arsénico es un tóxico acumulativo que se deposita en muchos tejidos del cuerpo, en mayores cantidades en hígado y riñón.

**AZIDA SODICA.** Sólido estable, cristalino, muy soluble en agua, a partir del cual se libera ácido hidrazoico. Es menos tóxico que el correspondiente cianuro. Se recomienda un CMP de  $0.2 \text{ mg/m}^3$  de azida sódica o 0.1 ppm de vapor de ácido hidrazoico para un factor razonable de seguridad contra cefaleas y proteger de una disminución de la presión sanguínea.

**AZUFRE.** Es prácticamente atóxico, no existen evidencias de envenenamiento sistémico debido a la inhalación de azufre en polvo. Aunque el polvo es capaz de irritar las superficies

internas de los párpados, pocas veces produce irritación cutánea. El azufre fundido puede contener sulfuro de hidrógeno, que es tóxico en concentraciones bajas.

El peligro principal al manejar azufre sólido es que el polvo suspendido en el aire se inflama fácilmente.

**BARIO.** En forma de sales solubles es tóxico tanto por ingestión como por inhalación, siendo fuertemente cáustico cuando se aplica sobre la piel. el carbonato y el sulfuro son suficientemente solubles, por lo que son tóxicos sin ser demasiado cáusticos.

Estas sales producen estimulación violenta de todos los músculos; por tanto, su ingestión provoca severos desórdenes del sistema digestivo. Luego de su absorción, las *sales de bario* aumentan la presión sanguínea por constricción de músculo arterial, disminuyen el ritmo cardiaco y primero excitan y luego paralizan el sistema nervioso central.

El bario es un metal pesado y el polvo de sus sales insolubles se deposita en los pulmones, dando origen a una baritosis.

✓ **BENCENO.** Líquido incoloro, inflamable y volátil, con olor aromático bastante agradable. Su máxima peligrosidad se halla en el envenenamiento crónico por inhalación de cantidades relativamente pequeñas durante un largo periodo.

Actúa principalmente sobre los órganos hematopoyéticos, produciendo anemia grave, hemorragias subcutáneas y reduciendo considerablemente la capacidad de coagulación de la sangre.

Una única e intensa exposición a vapores de benceno puede producir un efecto agudo grave, semejante a un anestésico, con afinidad especial por el sistema nervioso central. Los primeros síntomas suelen ser euforia seguida de insomnio, desvanecimientos, vómitos, temblores, alucinaciones, delirio e inconsciencia. En caso de envenenamiento agudo, la persona debe ser llevada al aire libre, hacerla inhalar oxígeno y mantener la temperatura del cuerpo.

Debe evitarse el contacto de la piel con el benceno, ya que, al igual que otros solventes poderosos, produce sequedad y agrietamiento de la piel, pero principalmente, porque probablemente, conlleva inhalación excesiva de vapores.

**BENCIDINA.** Junto con sus sales ha sido incluida en las normas federales para carcinógenos. Debe evitarse todo contacto con ellas. Se ha informado casos de dermatitis de contacto debidos a una irritación o sensibilización primaria.

La bencidina es un carcinógeno para el tracto urinario del ser humano, con periodos de latencia promedio de 16 años. Los primeros síntomas del cáncer de vejiga generalmente son hematuria, mixiones frecuentes o dolor.

**BERILIO.** Es tóxico en pequeñas cantidades. Se encuentra entre los elementos más tóxicos por acción química que se ha estudiado hasta el momento. Con cantidades del orden de milimicrogramos se han obtenido efectos agudos en animales. Evidencias surgidas de encuestas de campo indican que aún en cantidades más pequeñas puede producir efectos crónicos en el ser humano. Los niveles de exposición "seguros" para el berilio podrán finalmente ser fijados por debajo de 1 microgramo por metro cúbico de aire.

Tolerancia mínima (menos de 30 minutos):  $0.025 \text{ mg/m}^3$ .

Se recomienda un CMP de  $0.002 \text{ mg/m}^3$  debido a las severas consecuencias de la enfermedad por berilio y a la inseguridad con respecto a las concentraciones mínimas que provocan enfermedad.

**BISMUTO Y SUS COMPUESTOS.** El Bismuto es un metal rosa plateado, duro y quebradizo. Se encuentra como metal libre en minerales como bismutita y bismutinita y en minerales de plomo. Es soluble en algunos ácidos minerales e insoluble en agua. Sin embargo, la mayoría de sus compuestos son solubles en agua.

Los compuestos de bismuto se encuentran principalmente en productos de uso farmacéutico como antisépticos, antiácidos, antilúéticos y en medicamentos para el tratamiento de la angina aguda .

**BORO Y SUS COMPUESTOS.** El boro es un polvo negro pardusco y puede ser cristalino o amorfo. No aparece libre en la naturaleza, pero se le encuentra en minerales de bórax, colemanita, boronatrocalcita y boracita.

En ciertas condiciones el boro es levemente soluble en agua.

El ácido bórico  $\text{H}_3 \text{BO}_3$  , es un polvo amorfo blanco. Su solubilidad en agua fría es  $1.195 \text{ gr/100 mL}$ . Se usa en la fabricación de vidrio, jabones, cosméticos, etc.

Los compuestos del boro pueden producir irritación de las membranas mucosas nasales, del tracto respiratorio y de los ojos. Dichos efectos varían mucho según el tipo de compuesto. Los signos son náuseas, dolor abdominal, diarrea y vómito violento, a veces sanguinolentos, que pueden ser acompañados por cefaleas y debilidad. En los casos graves se presenta un shock con caída de la presión arterial, taquicardia y cianosis. Puede existir una irritación marcada del sistema nervioso central, oliguria y anuria. La dosis letal oral para adultos es mayor de 30 gramos. No se tienen mayores datos acerca de la intoxicación gastrointestinal leve, pérdida de apetito, desórdenes en la digestión, náuseas, posiblemente vómito y un exantema eritematoso que puede ser duro. También se ha observado sequedad en la piel y membranas mucosas, enrojecimiento de la lengua, agrietamiento de los labios, pérdida de pelo, conjuntivitis y lesión renal.

**BROMO.** Es un líquido rojo oscuro de bajo punto de ebullición que a temperatura ambiente y superiores produce grandes cantidades de vapores muy irritantes, no inflamable. Sus efectos fisiológicos son semejantes a los del cloro, irritación de todas las membranas mucosas y de los pulmones y espasmos de la glotis (espacio entre las cuerdas vocales) cuando se los inhala en concentraciones relativamente grandes. Para exposiciones breves se considera peligrosa una concentración de 40 a 60 ppm.

La acción irritante del bromo se ejerce sobre el sistema nervioso central y se observan dificultades en el habla y en el caminar, somnolencia y diversas perturbaciones psíquicas que dependen de la personalidad del individuo.

La concentración atmosférica que constituye un peligro inmediato para la vida es de 40 a 60ppm para exposiciones breves, y de 1000 ppm son rápidamente fatales luego de una exposición corta.

Se recomienda un CMP de 0.1 ppm para prevenir la irritación de las vías respiratorias y lesión de pulmones.

Las salpicaduras de bromo líquido sobre la piel causa ampollas y úlceras que cicatrizan lentamente.

**BUTANO** (metil-etil-metano). Es un gas incoloro e inflamable que se usa como combustible. También se emplea en síntesis químicas y como intermediario en combustibles de alto número de octano. Fundamentalmente es un depresor del sistema nervioso central.

**CADMIO**, metal. En forma de polvo o de partículas quema fácilmente dando óxido finamente pulverizado, que es muy venenoso.

Se recomienda un CMP de  $0.05 \text{ mg/m}^3$  para evitar efectos sistémicos.

**CALCIO**. Es un metal liviano muy activo, que suele encontrarse en estado puro. Generalmente sus compuestos no son tóxicos. El óxido (cal viva) es altamente alcalino y cáustico en su acción sobre la piel y es un irritante intenso para las membranas mucosas del sistema respiratorio.

**CETONAS**. Son solventes que poseen muchos usos en común. Se emplean como intermediarios químicos, en las industrias de pinturas, barnices, lacas, plásticos, etc.

Estos solventes luego de repetidas exposiciones pueden producir una dermatitis seca, escamosa y agrietada. Las concentraciones de vapor muy altas pueden irritar la conjuntiva y membranas mucosas de la nariz y garganta.

**CIANUROS Y NITRILOS**. Esta clase de compuestos contiene el grupo  $-\text{CN}$  e incluye además de cianuros y nitrilos, sustancias relacionadas como cianógenos, isocianatos y cianamidas.

El cianuro de hidrógeno y sus sales solubles son venenos de acción rápida. El ion cianuro, al ser liberado en el organismo, puede inhibir muchas enzimas, siendo la más sensible la citocromo oxidasa. Las muertes por exposición aguda se deben a asfixia a nivel celular.

El cianuro de sodio es un sólido blanco levemente higroscópico con una reacción alcalina capaz de producir una dermatitis severa cuando la piel es expuesta al polvo o a sus soluciones. La dosis letal para el cianuro de sodio es aproximadamente  $9 \text{ mg/kg}$  de peso. Los síntomas de envenenamiento son vértigo, cefalea, sensación de opresión en el pecho, sequedad e irritación de garganta, palpitations del corazón, respiración dificultosa y a veces vómito seguidos de pérdida del sentido y convulsiones.

En concentraciones altas los nitrilos ( $\text{R-CN}$ ) pueden causar síntomas semejantes pero más tardíos.

✓ **CICLOHEXANO**. Es un hidrocarburo que se encuentra entre las series alifáticas y aromática, pero con respecto a su toxicidad está relacionada más estrechamente con los alifáticos.

No se conoce la tolerancia a exposiciones cortas en el hombre. Se ha informado que 300 ppm son detectables por el olor y algo irritantes para los ojos y membranas mucosas.

El CMP de 300 ppm representa el límite de irritación.

**COLORO.** Se usa como blanqueador. Dado que también es un desinfectante poderoso, se usa ampliamente en purificación del agua de bebida, desinfección de piscinas y tratamiento de agua servidas.

Es un gas pesado, amarillo verdoso, no inflamable, que se licúa fácilmente. Debido a su solubilidad en agua relativamente baja, es irritante tanto del tracto respiratorio superior como inferior.

Una persona expuesta al cloro debe ser sacada del área contaminada y mantenida tan quieta como sea posible, pues el reposo es esencial; abrigada, acostada sobre su espalda y la cabeza elevada. Debe llamarse de inmediato a un médico. Algunos efectos graves pueden aparecer tardíamente y las personas que han sido expuestas a vapores de cloro deben mantenerse en observación durante 24 horas por lo menos.

La leche puede aliviar la irritación de garganta que se produce en casos leves.

Se recomienda un CMP de 1 ppm para reducir al mínimo las alteraciones crónicas de los pulmones, el envejecimiento acelerado y la erosión de los dientes.

**COBALTO.** Es un metal que desde el punto de vista químico es semejante al hierro y al níquel; tanto el cobalto como el níquel son capaces de causar ocasionalmente dermatitis por hipersensibilidad en personas susceptibles. Se recomienda un CMP de  $0.05 \text{ mg/m}^3$  de humos metálicos y de polvo de cobalto.

**COBRE.** En pequeñas cantidades es indispensable para la vida y no es nocivo; cuando se ingieren dosis relativamente grandes (10-20 gramos) tiene una acción tóxica aguda. Se ha observado que la inhalación de polvo de cobre provoca alteraciones en las encías y membranas mucosas de la boca, lo que probablemente se debería a una acción local directa sobre los tejidos y no a una toxicidad general.

Un CMP de  $0.2 \text{ mg/m}^3$  de aire parecería ser lo suficientemente bajo para evitar una irritación, dando margen de seguridad razonable.

**CROMO** (sales cromosas y crómicas solubles, como cromo). Se le ha adjudicado un CMP de  $0.5 \text{ mg/m}^3$ .

**DIETILAMINA.** Se usa principalmente en la industria de los colorantes. En contacto con la piel provoca rápidamente la aparición de ampollas y necrosis. Penetra fácilmente por la piel.

No se conoce la concentración atmosférica que representa un peligro inmediato para el humano. La concentración de saturación de vapor durante cinco minutos es letal para las ratas.

Se considera que un CMP de 25 ppm es suficientemente bajo para evitar una irritación severa de los ojos y mucosas de los trabajadores.

**DIFENILAMINA** (N-Fenilnilina). Es un sólido incoloro, en forma de hojuelas casi insoluble en agua pero soluble en compuestos orgánicos. Es mucho menos tóxica que la anilina y no es absorbida tan fácilmente por la piel y el tracto respiratorio. El

envenenamiento se manifiesta clínicamente por síntomas en la vejiga, taquicardia, hipertensión y problemas cutáneos.

Se ha sugerido un CMP de  $10 \text{ mg/m}^3$  para el polvo de difenilamina, que es suficientemente bajo para evitar el envenenamiento sistémico.

**DIOXIDO DE AZUFRE.** Es un irritante de olor pungente que se produce en grandes cantidades en la combustión del azufre o de sus compuestos. Dado que es soluble en agua, su acción es probable que está limitada a la irritación de las membranas mucosas o del tracto respiratorio superior.

Las concentraciones que son soportables pueden ser toleradas durante largos periodos sin peligro apreciable para la salud. En concentraciones entre 1 a 10 ppm aumentan el ritmo respiratorio y el pulso.

El CMP de 2 ppm evitará la irritación del tracto respiratorio en la mayoría de los trabajadores y causará sólo efectos mínimos en aquellos sensibilizados a gases irritantes.

**DIOXIDO DE CARBONO.** A 30 000 ppm es levemente narcótico, disminuyendo la agudeza de la audición y aumentando la presión sanguínea y el pulso. Una exposición de 30 minutos a 50000 ppm puede ser tóxica, y entre 70 000 y 100 000 ppm es capaz de causar inconsciencia en unos pocos minutos.

Generalmente no se le considera un gas tóxico. Está presente en la atmósfera en concentraciones de unas 300 ppm. El aire de los pulmones contiene aproximadamente 5.5% (55 000 ppm) de  $\text{CO}_2$ .

La concentración atmosférica que representa un peligro inmediato para la vida: 100 000 ppm (10% en volumen). El CMP de 5000 ppm para exposiciones diarias de 8 horas de bióxido de carbono proporciona un buen margen de seguridad contra asfixia y estrés metabólico indebido, siempre que el aire inhalado contenga la cantidad normal de oxígeno.

**DIOXIDO DE NITRÓGENO.** Es el constituyente tóxico de los humos rojos desprendidos del ácido nítrico cuando se pone en contacto con materiales reductores. Es una gas nocivo para los pulmones, que no posee buenas propiedades de advertencia, de modo que puede inhalarse sin mayores molestias una cantidad peligrosa, que provoca edema pulmonar.

Concentración atmosférica que representa un peligro inmediato para la vida: 200-700 ppm son rápidamente letales. Se considera un CMP de 5 ppm como techo para reducir el riesgo de acelerar el desarrollo de tumores pulmonares.

**DISULFURO DE CARBONO.** Es un líquido muy volátil e inflamable, con una temperatura de ignición extremadamente baja y un amplio ámbito explosivo. Debe ser manejado siguiendo estrictamente las reglas dadas para los líquidos inflamables más peligrosos.

Las operaciones en las que se emplea el disulfuro de carbono deben ser totalmente cerradas, tanto por su alta toxicidad como por el peligro de incendio. Puede producir envenenamiento por contacto con la piel, ingestión o inhalación.

En los casos leves o subagudos, los únicos signos pueden ser intoxicación y cierto estupor. Si el envenenamiento es algo más intenso puede existir una palidez marcada,

desvanecimiento, náuseas, vómitos repetidos y a veces diarrea, inestabilidad o marcha tambaleante, alucinaciones y manía.

Luego de la inhalación de altas concentraciones de vapor, el colapso y la muerte pueden aparecer muy rápidamente.

El CMP es 10 ppm y aunque protege contra efectos sistémicos severos parecería tener un margen de seguridad pequeño para aquellos con dietas deficientes en minerales.

**ESTAÑO Y SUS COMPUESTOS.** Algunas de sus sales inorgánicas son irritantes leves de la piel y membranas mucosas. Pueden ser fuertemente ácidas o básicas, dependiendo del catión o anión presente. Los compuestos orgánicos de estaño, especialmente los de tributilo y dibutilo, pueden provocar quemaduras agudas en la piel, no muy dolorosas pero sí pruriginosas, que curan sin dejar cicatriz. La ropa contaminada con vapores o líquidos pueden causar lesiones subagudas una dermatitis eritematoide difusa en la parte inferior del abdomen, muslos e ingles. Las lesiones desaparecerán rápidamente al suspender el contacto. Raramente son afectados los ojos, pero salpicaduras accidentales con tributil estaño ha causado lagrimeo y edema conjuntival que se ha prolongado varios días, pero sin dejar daños permanentes.

Se ha comprobado que la exposición a los polvos o humos de estaño inorgánico provoca una neumoconiosis benigna (estannosis) que produce alteraciones radiológicas progresivas en los pulmones mientras dura la exposición, pero no existe una fibrosis definida o complicaciones especiales.

Algunos compuestos orgánicos de estaño, especialmente los alquil estaño, son muy tóxicos cuando se ingieren.

Para los compuestos inorgánicos, excepto  $\text{SnH}_4$  y  $\text{SnO}_2$  se recomienda un CMP de  $2 \text{ mg/m}^3$  como Sn.

El CMP para los compuestos orgánicos es  $0.1 \text{ mg./m}^3$  como Sn.

**ESTERES.** Son compuestos orgánicos de estructura  $\text{R-COOR}'$  que generalmente se producen como resultado de la reacción entre un ácido orgánico o inorgánico y un alcohol con eliminación de agua, pero otras reacciones, por ejemplo entre un alcohol y un haluro ácido, también pueden formar ésteres. El ácido orgánico puede ser alifático o aromático y tener otros sustituyentes.

Se conocen cuatro tipos básicos de efectos fisiológicos de los ésteres que generalmente pueden relacionarse con su estructura: a) anestesia e irritación primaria con características de los ésteres alifáticos más simples; b) lagrimeo, producción de vesículas e irritación pulmonar se deben al átomo de halógeno en los ésteres halogenados; c) lesiones orgánicas acumulativas del sistema nervioso central o neuropatía pueden ser causadas por algunos, pero no todos, los ésteres de fosfato; y, d) la mayoría de los ésteres alifáticos y aromáticos que se emplean como plastificantes son fisiológicamente inertes.

**ETANOLAMINA.** No se conoce la tolerancia del ser humano a exposiciones breves. Concentración atmosférica que representa un riesgo inmediato para la vida: las concentraciones de saturación de vapor generadas a temperatura ambiente por cualquiera de las tres etanolaminas no son peligrosas para la vida. Sin embargo, los aerosoles y las nieblas

desprendidas a temperaturas elevadas pueden ser peligrosas. Se puede fijar un CMP de 3 ppm.

**ÉTER ETÍLICO.** Es irritante en las concentraciones narcóticas inferiores. Constituye un peligro de accidente debido a la confusión y alteraciones en los reflejos que induce. La inhalación de éter al 3.5% durante 30 a 40 minutos producirá inconsciencia, y al 7-7.5% una irritación del tracto respiratorio que provocará tos.

Concentración atmosférica que representa un peligro inmediato para la vida: concentraciones de 10% o mayores pueden ser fatales para el hombre.

Se sugiere un CMP de 400 ppm. La exposición regular a esta concentración no debe causar daños demostrables para la salud ni producir irritación ni signos de narcosis.

**ETILENGLICOL.** A causa de su baja presión de vapor, no constituye un riesgo de inhalación. Se ha producido envenenamiento grave por la ingestión inadvertida o intencionada de anticongelante a base de glicol. Daña gravemente los riñones y lesiona el cerebro, principalmente porque es catabolizado, dando ácido oxálico, que precipita oxalato de calcio en los riñones y tejido cerebral. No es particularmente irritante para la piel y no se absorbe gran cantidad de éste a través de la misma. El CMP de 100 ppm para el vapor debe proporcionar suficiente protección contra la depresión del sistema nervioso central y contra la falla renal, pero puede no ser suficientemente bajo para prevenir irritaciones leves.

**ETILENO.** Es un gas incoloro e inflamable muy conocido, con un olor característico, ampliamente usado en síntesis químicas, procesado de frutos y vegetales y como anestésico. Es asfixiante y depresor del sistema nervioso central y puede causar arritmias cardíacas en algunas personas.

**FENOL (Ácido carbólico).** Es un sólido inflamable, pero no constituye gran peligro de incendio a causa de su elevado punto de inflamación.

Se absorbe fácilmente a través de la piel intacta y ésta es la causa usual de envenenamiento. Puesto que el sólido no puede triturarse fácilmente para formar polvo y tiene una presión de vapor baja, la inhalación del vapor no es de gran importancia.

Una cantidad de fenol suficiente para causar un envenenamiento grave puede ser absorbida fácilmente a partir de prendas saturadas con soluciones diluidas. Los síntomas aparecen rápidamente. Un envenenamiento agudo leve producirá vértigo, cefalea, delirio, sudor frío y una respiración muy irregular y ruidosa. Cuando se ha absorbido una cantidad mayor puede seguir debilidad muscular, pérdida del conocimiento y muerte por fallo respiratorio.

El fenol líquido en contacto con la piel produce sensación de hormigueo seguida de pérdida de percepción sensorial. La piel se vuelve blanca y arrugada, para más tarde adquirir un color marrón oscuro y desprenderse. Esta no constituye una verdadera acción corrosiva sino que se trata de una gangrena local causada por la destrucción del aporte de sangre a la zona afectada.

Para evitar quemaduras y la posible absorción, el fenol debe quitarse de la piel inmediata y completamente. La persona afectada deberá colocarse inmediatamente debajo de una ducha copiosa de agua. Después deberá lavarse con abundante agua y jabón. Una vez que se

haya lavado con agua puede emplearse etanol para diluir el material que quede sobre la piel, pero nunca antes de que la zona afectada se haya lavado abundantemente. Si se emplea una cantidad de etanol inadecuada se incrementará la zona de contaminación y, por consiguiente, la absorción.

En caso de que el fenol o una solución de fenol penetre en los ojos deberá lavarlos inmediatamente con un chorro de agua a baja presión. El lavado debe continuar por lo menos durante 10 minutos y los ojos recibirán inmediatamente los cuidados de un oftalmólogo para evitar lo que pudiera constituir una lesión sumamente grave.

El CMP de 5 ppm proporciona un margen de seguridad suficientemente amplio para evitar el envenenamiento sistémico si se previene la absorción por la piel.

**FLÚOR.** Es un gas amarillo muy reactivo que se combina con el agua o con la humedad del aire, formando fluoruro de hidrógeno y, posiblemente, fluoruro de oxígeno, que es más tóxico que el flúor. El flúor se ha clasificado como extra peligroso para la salud en exposiciones agudas y altamente peligroso en exposiciones crónicas. Se recomienda un CMP de 1 ppm.

**FLUORUROS.** Se expresan como F (ion fluoruro); pueden causar: a) envenenamiento sistémico agudo, generalmente por ingestión; b) quemaduras corrosivas en ojos, nariz, garganta y piel; c) alteraciones crónicas en los huesos.

Algunos difluoruros (fluoruro ácido de sodio y fluoruro ácido de potasio) en solución acuosa liberan fluoruro de hidrógeno (HF). El contacto con ellos puede ser muy irritante para los ojos, nariz y garganta, y producir quemaduras extensas y dolorosas en piel. Los fluoruros menos solubles pueden no ser irritantes a menos que se acidifiquen.

El fluoruro absorbido es eliminado parcialmente de la sangre por el sistema óseo y una excesiva acumulación en los huesos puede llegar a ser incapacitante.

Un CMP de  $2.5 \text{ mg/m}^3$  es suficientemente bajo para evitar la irritación local y no parece llevar a una acumulación importante de flúor en los huesos.

**FORMALDEHÍDO.** Es un antiséptico, germicida, fungicida y conservador poderoso que se usa ampliamente en el curtido y conservación de cueros y pieles.

Es un gas pungente, incoloro, preparado usualmente como solución acuosa al 37% (en peso) de formaldehído y una pequeña cantidad de alcohol metílico como conservador. El gas y ésta solución (conocida como formalina) provoca un efecto irritante sobre la piel. El contacto prolongado con formalina diluida tornará las uñas escamosas y quebradizas y la matriz de las mismas se engrosará e inflamará.

Es un gas que en concentración de 50 ppm en aire resulta extremadamente irritante para el sistema respiratorio.

Debe evitarse el contacto con la piel con el formaldehído líquido o formalina. Las salpicaduras del líquido deben ser lavadas inmediatamente. La exposición a 10-20 ppm produce una casi inmediata irritación ocular y aguda sensación de quemadura en nariz y garganta que puede asociarse a estornudos, dificultad para respirar profundamente y tos.

En vista de las manifestaciones generalizadas de irritación debidas a niveles muy inferiores a 5 ppm de las sustancias, se recomienda un CMP límite de 2 ppm.

**FÓSFORO.** Comercialmente se le encuentra como un polvo rojo oscuro o un sólido ceroso translúcido, amarillo claro. El fósforo rojo es inocuo, ya que no reacciona con el aire, y es extremadamente insoluble. En cambio el fósforo amarillo funde a temperatura próxima a la del cuerpo y es muy inflamable. El líquido se enciende espontáneamente en presencia de aire y se han producido muchas quemaduras dolorosas al tomar trozos de fósforo con los dedos desnudos. Usualmente se almacena como un sólido bajo agua y se transfiere como un líquido.

Siempre que sea posible, las salpicaduras de fósforo deben cubrirse inmediatamente con agua.

El fósforo amarillo es tóxico y aunque puede provocar envenenamiento por vía oral, la única forma más importante de absorción es por vía inhalatoria.

El envenenamiento crónico puede producir un debilitamiento general con anemia, pérdida de apetito, problemas digestivos y tos crónica debido a la irritación del sistema gastrointestinal y degeneración grasa del hígado.

El CMP de  $0.1 \text{ mg/m}^3$  para el fósforo amarillo es probable que sea suficientemente bajo para prevenir lesiones graves, pero es posible que no proporcione un amplio margen de seguridad contra efectos indeseables.

**HIDROCARBUROS HALOGENADOS.** Son anestésicos potentes y tóxicos moderados. los síntomas más comunes luego de una exposición a concentraciones altas son náuseas, vómitos, diarrea, cefalea e inconsciencia. Esta última puede estar seguida por una muerte súbita debida a la fibrilación cardíaca o fallo respiratorio. Luego de la exposición a grandes cantidades pero no suficientes para producir muerte súbita, puede presentarse un grave daño hepático o renal que eventualmente llevará a la muerte.

Los hidrocarburos halogenados más comunes en orden creciente de toxicidad aguda son : cloruro de vinilo, cloruro de metilo, cloruro de etilo, bromuro de etilo, tetracloruro de carbono, diclorometano, metil cloroformo, bromuro de metilo y tetracloroetano.

→ **HIDRÓXIDO DE POTASIO.** Es un sólido blanco sumamente soluble en agua se suministra principalmente como solución concentrada y como sólido en escamas, gránulos o barras.

Las lesiones más comunes sufridas con el hidróxido de potasio son quemaduras de la piel o de los ojos, causadas por partículas sólidas y salpicaduras de la solución concentrada al intentar disolver el sólido en agua caliente. el álcali sólido genera tanto calor al disolverse que frecuentemente se produce ebullición local, aunque se utilice agua fría.

Los primeros auxilios para quemaduras con álcalis consiste en lavar bien la zona para eliminar el sólido o la solución utilizando grandes cantidades de agua fría, preferiblemente bajo ducha copiosa y tratando la lesión como quemadura por calor. El lavado de las quemaduras por álcalis debe efectuarse en forma particularmente cuidadosa a causa de la tendencia de los álcalis para penetrar cuando cree que se han eliminado mediante el lavado.

Los ojos dañados con hidróxido de potasio deben lavarse con un chorro suave de agua durante quince minutos por lo menos y someterse inmediatamente a una atención médica.

Se recomienda un CMP de  $2 \text{ mg/m}^3$ , esta concentración puede ser levemente irritante.

**HIERRO**, sales de (solubles). Las sales férricas, específicamente el cloruro y el sulfato férricos, son muy tóxicas en forma instantánea cuando se inyectan por vía endovenosa. La inhalación de sales de hierro en forma de polvos y nieblas irrita el tracto respiratorio.

Para reducir la posibilidad de irritación del tracto respiratorio y los efectos cutáneos de los aerosoles, se recomienda un CMP de  $1 \text{ mg/m}^3$  como hierro.

**IODO**. Es un sólido cristalino color púrpura, sublima con facilidad (aún a temperatura ambiente) dando un vapor tan irritante para el sistema respiratorio como el cloro y, dado que es poco soluble en agua, penetra fácilmente en los pulmones produciendo irritación y edema.

Existe mayor probabilidad que el yodo provoque una irritación cutánea debido a la aplicación de tintura de yodo, que es un irritante primario, a que la cause por ingestión de la solución o inhalación del vapor. La tintura es un excelente antiséptico para la piel, pero debe ser usada con cuidado, pues puede producir enrojecimiento, inflamación y desprendimiento de trozos grandes de piel, especialmente si se aplica con frecuencia o en gran cantidad.

La absorción continua del yodo ejerce un efecto sobre las membranas mucosas diferente de su acción local sobre la piel. Provoca irritación e inflamación de la piel y membranas mucosas y parece favorecer la reactivación de infecciones menores.

La CMP de 0.1 ppm debe ser suficientemente bajo para prevenir cualquier respuesta grave, pero, es posible que no evite la irritación ocular.

**MAGNESIO**. Es uno de los metales ligeros utilizados como material de construcción.

El ion magnesio es un constituyente normal de un determinado número de tejidos y una cierta cantidad de magnesio en la dieta resulta imprescindible para la vida. Se sabe que cantidades excesivas son tóxicas y se han registrado lesiones y muertes debidas al uso médico de sales de magnesio.

La inhalación de humos de óxido de magnesio recién producido ha originado fiebre de humos metálicos. La exposición intensa a óxido de magnesio es irritante para los ojos, nariz y garganta, pero el material no es un irritante primario grave.

El magnesio en polvo fino constituye un peligro de incendio y se han originado graves lesiones y muertes como consecuencia de la ignición de magnesio en polvo en las prendas de trabajadores que los utilizan.

Se recomienda una CMP de  $10 \text{ mg/m}^3$ , porque este valor representa un límite máximo deseable para polvos que representan un peligro relativamente menor.

**MANGANESO**. Se encuentra en una gran variedad de minerales. El bióxido es el compuesto inorgánico más común y se emplea como intermediario químico, aditivo para esmaltes y desecante.

La probabilidad de una intoxicación por manganeso es baja, pero sus efectos son graves; una incapacitación total puede ser el resultado de la exposición de unos pocos meses a concentraciones altas.

En general el peligro principal se debe a la inhalación de dióxido de manganeso, que puede producir lesiones neurológicas. los síntomas son varios y semejantes al síndrome de Parkinson: incluyen debilidad, inestabilidad, dificultad para caminar, parálisis facial, una

habla monótona e intermitente y risa espasmódica. La exposición a polvo puede provocar neumonitis.

El nivel de  $5 \text{ mg/m}^3$  debe considerarse como un límite techo y todas las concentraciones de polvo de manganeso de tamaño respirable deben fluctuar por debajo de este valor.

**MERCURIO.** Este metal y sus compuesto no se utilizan tanto como los compuestos de plomo y, por consiguiente, el envenenamiento por mercurio no es tan conocido ni tan frecuente como el provocado por el plomo. el mercurio metálico es un líquido a temperatura ambiente, con una elevada presión de vapor, suficiente para producir envenenamiento si se expone al aire una superficie considerable del metal.

El tipo común de intoxicación por mercurio se caracteriza por un temblor de las manos, irritación de las membranas mucosas de la boca, excesiva salivación y cambios de personalidad.

Para los compuestos inorgánicos y orgánicos no alquílicos de mercurio la CMP es  $0.05 \text{ mg/m}^3$ , para los compuestos alquílicos es  $0.01 \text{ mg/m}^3$ .

**MONÓXIDO DE CARBONO.** Es un gas incoloro e inodoro que resulta de la combustión de los combustibles corrientes con aire insuficiente o cuando la combustión es incompleta debido a ciertas circunstancias, tales como el choque de los gases de combustión contra paredes frías.

El envenenamiento se produce sólo por inhalación del gas y puede sobrevenir casi sin síntomas en un individuo que está relativamente tranquilo. Los síntomas más corrientes de asfixia completa son: violentos latidos del corazón, cefalea, visiones relampagueantes ante los ojos, mareos, zumbido de oídos, náusea y en algunos casos convulsiones.

La lesión es debida a la combinación del monóxido de carbono con la hemoglobina disponible. Esta acción tiende a excluir el oxígeno y a sofocar a la víctima, al descender la capacidad de la sangre para transportar oxígeno. El primer auxilio requerido es reducir la pérdida de calor del cuerpo y suministrar oxígeno tan pronto como sea posible.

Concentración atmosférica inmediatamente peligrosa para la vida: una concentración de 5 000 ppm causa rápidamente un colapso, inconsciencia y muerte dentro de pocos minutos.

La CMP recomendada de 50 ppm está basado en la concentración en aire que no debe provocar niveles de monóxido de carbono superiores al 10%.

**NÍQUEL.** Debe tenerse en cuenta el potencial carcinogénico a largo plazo de todos sus compuestos.

Se recomienda una CMP de  $0.1 \text{ mg/m}^3$  para los polvos o humos de níquel y las sales solubles de níquel; la evidencia epidemiológica sugiere que el peligros de los compuestos insolubles de níquel no es tan grande. Posiblemente el límite no es lo suficientemente bajo para prevenir la dermatitis o la sensibilización debida a sales solubles y nieblas.

**NITROBENCENO.** Es un líquido amarillo claro, con fuerte olor a almendras y alto punto de ebullición, de modo que la probabilidad de envenenamiento por inhalación de vapores del líquido frío no es muy alta. Es una sustancia muy tóxica y producirá un envenenamiento agudo por absorción de una cantidad grande durante un periodo corto o crónico, por exposición continua a cantidades pequeñas.

Puede ser absorbido por inhalación o ingestión, pero el peligro mayor lo constituye la absorción por la piel. La inhalación produce un envenenamiento grave y puede ocurrir especialmente cuando se desprenden vapores durante un proceso en caliente.

el nitrobenzeno es fundamentalmente un veneno para la sangre y el sistema nervioso; se combina con la hemoglobina dando metahemoglobina, la cual no transporta oxígeno, y en consecuencia, lleva a la asfixia tisular. También deprime o paraliza el sistema nervioso central.

La intoxicación que sigue rápidamente al contacto con esta sustancia se caracteriza por un color azul intenso de los labios, uñas y orejas y por una respiración dificultosa. En los casos más leves los signos son somnolencia, cefalea y marcha tambaleante.

El contacto repetido con la piel o la inhalación durante un periodo prolongado puede producir un envenenamiento crónico con fatiga, cefalea, pérdida del apetito y una anemia leve.

El nitrobenzeno puede ser casi inmediatamente letal si áreas importantes del cuerpo entran en contacto con el líquido o con ropa saturada por el mismo. Una CMP de 1 ppm debe ser suficientemente bajo para prevenir alteraciones hemáticas importantes y aún síntomas leves de intoxicación.

**OXIDO DE CALCIO.** Se presenta como terrones blanco-grisáceos o polvo granuloso. La presencia de hierro se confiere un tono amarillento o pardusco. Es soluble en agua y en ácidos.

La CMP sugerida,  $5 \text{ mg/m}^3$ , corresponderá a la alcalinidad total de  $7 \text{ mg/m}^3$  de hidróxido de sodio. Debe ser suficientemente bajo para proteger contra irritaciones indebidas.

**PERÓXIDO DE HIDRÓGENO.** Es un líquido claro, incoloro, de aspecto semejante al agua. en solución diluida se lo usa ampliamente en la industria como agente blanqueador y oxidante. Su peligrosidad se debe fundamentalmente a su naturaleza oxidante (puede producir la combustión espontánea cuando se lo deja en contacto con materiales orgánicos fácilmente oxidables) y no a su toxicidad. La solución al 30% es capaz de causar quemaduras graves.

Si es ingerido, puede desprender oxígeno y causar una distensión aguda del esófago o estómago y su acción localizada es capaz de provocar hemorragias internas.

No se conoce la concentración atmosférica que representa un peligro inmediato para la vida, pero 1 000 ppm probablemente resultarán fatales luego de unos pocos minutos.

Para reducir al mínimo la posibilidad de : a) irritación; b) decoloración del pelo, se recomienda una CMP de 1 ppm de vapor de  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

**PIRIDINA.** Es un solvente orgánico líquido e incoloro con un olor pungente característico. En bajas concentraciones el olor es nauseabundo, pero el sentido del olfato se va embotando tan rápidamente que no puede dependerse del olor como advertencia de una concentración peligrosa. Presenta peligros tanto de incendio como para la salud.

La piridina tanto en fase líquida como en gaseosa, es un fuerte irritante local sin gran toxicidad sistémica. Produce fácilmente dermatitis por contacto con la piel y puede causar serias lesiones por contacto con los ojos. En dosis mayores tiene acción narcótica. Las

personas expuestas a cantidades peligrosas acusarán dificultades en la respiración y temblores.

La CMP de 5 ppm debe ser suficientemente bajo para prevenir efectos sistémicos, siempre que no se permita la absorción por piel, pero no evitará las quejas debidas al dolor.

**PLATA Y SUS COMPUESTOS.** La plata es un metal blanco, muy dúctil y maleable, insoluble en agua pero soluble en ácido sulfúrico y nítrico calientes.

El polvo y las soluciones de nitrato de plata son muy corrosivas para la piel, ojos y tracto intestinal; el polvo puede causar irritación local de la piel, quemaduras en la conjuntiva y ceguera; también puede presentarse una pigmentación localizada de la piel y ojos. El tabique nasal y las amígdalas también pueden ser pigmentadas.

Se sugiere una CMP de  $0.01 \text{ mg/m}^3$  para este metal.

**PLOMO.** Fue uno de los primeros materiales reconocidos como un grave peligro para la salud, y todavía es el responsable de muchos casos de incapacitación. El plomo penetra principalmente por inhalación de polvo.

Los compuestos de plomo pueden causar envenenamiento cuando son ingeridos, pero la absorción a través del tracto digestivo es lenta e ineficiente, de modo que para producir su efecto son necesarias grandes cantidades de la mayoría de ellos. en cambio, la absorción a través del tracto respiratorio es rápida y completa.

El envenenamiento producido por la inhalación de compuestos inorgánicos de plomo generalmente causa síntomas de cólico y anemia.

Se recomienda una CMP de  $0.15 \text{ mg/m}^3$  como plomo para la exposición de polvos de plomo inorgánico y humos de arseniato de plomo. El cromato ha sido incluido en la lista de posibles carcinógenos humanos.

**SALES DE HIERRO (solubles).** Las sales férricas, especialmente el cloruro y el sulfato férrico, son muy tóxicas en forma instantánea cuando se inyectan por vía endovenosa. La inhalación de sales de hierro en forma de polvos y nieblas irrita el tracto respiratorio.

Para reducir la posibilidad de irritación del tracto respiratorio y los efectos cutáneos de los aerosoles se recomienda una CMP de  $1 \text{ mg/m}^3$  como hierro.

**SODIO.** Las únicas lesiones conocidas causadas por sodio son quemaduras por acción térmica y alcalina provocadas por contacto del metal con la piel y ojos, en presencia de humedad. al entrar en contacto con el agua, el sodio libera hidrógeno y se produce suficiente calor como para que éste se inflame. el resultado inmediato es una quemadura térmica grave.

**SULFURO DE HIDRÓGENO.** Es un gas incoloro que tiene olor a huevos podridos.

La inhalación de una concentración elevada de sulfuro de hidrógeno producirá envenenamiento repentino; el individuo cae aparentemente inconsciente en forma inmediata y puede morir sin recuperar el movimiento. En un envenenamiento menos agudo, los síntomas pueden ser náuseas, dolor de estómago, eructos, tos, dolor de cabeza, vértigo, irritación de los ojos y formación de ampollas en los labios. El mal olor característico del

sulfuro de hidrógeno no puede considerarse como signo de advertencia, ya que la sensibilidad a este olor desaparece rápidamente al respirar una pequeña cantidad del gas.

Concentración atmosférica que significa un peligro inmediato para la vida: 400 a 700 ppm son peligrosas luego de 30 a 60 minutos de exposición y las concentraciones superiores a 600 ppm son rápidamente fatales. La CMP es 10 ppm.

✓ **TETRACLORURO DE CARBONO.** Es un hidrocarburo halogenado que se usa como desengrasante, solvente e intermediario de reacciones químicas. El envenenamiento agudo puede sobrevenir a causa de una exposición intensa, como es, luego de su empleo como anestésico.

En general el envenenamiento agudo se caracteriza por una súbita inconsciencia, probablemente debida al efecto del tetracloruro de carbono sobre el corazón, que provoca una intensa taquicardia, contracciones desordenadas (fibrilación), sin latidos efectivos. Si la víctima recupera la inconsciencia, es probable que sufra cefaleas, náuseas, vómitos y taquicardia durante corto tiempo. El envenenamiento crónico se debe a la absorción continua y prolongada de pequeñas cantidades de tetracloruro de carbono durante un periodo largo, se caracteriza por molestias digestivas, embotamiento mental y cirrosis del hígado además de degeneración grave de las células hepáticas.

Puede ser absorbido en cierto grado a través de piel y también causar una dermatitis por contacto con la misma y sin embargo el problema más importante en la prevención de lesiones es evitar la inhalación.

Se recomienda una CMP de 10 ppm junto con la advertencia de que las exposiciones punta no deben exceder las 25 ppm. el margen de seguridad que proporciona el límite de 10 ppm probablemente sea inversamente proporcional al consumo de alcohol de los trabajadores expuestos.

**TIOCIANATOS (alifáticos).** Son compuestos orgánicos sintéticos utilizados únicamente como insecticidas. Su toxicidad es suficientemente baja, de manera que la inhalación de la pulverización de un aerosol común no resulta particularmente peligrosa y, que se sepa, no son absorbidos a través de piel intacta. Cuando son ingeridos producen un envenenamiento caracterizado por depresión, dificultad respiratoria y azulamiento en los labios, colapso circulatorio y convulsiones.

La dosis letal por vía oral es de 10 a 60 mL de material puro, o unos 200 mL de solución al 5% en aceite.

✓ **TOLUENO.** Rara vez constituye una causa de envenenamiento grave si bien su toxicidad aguda inherente es algo mayor que la del benceno. Es un líquido incoloro, inflamable, de olor aromático bastante fuerte, que en cierta medida sirve como advértencia de la elevada concentración.

en concentraciones de 500 a 1000 ppm es fuertemente irritante para los ojos y sistema respiratorio, y en concentraciones superiores resulta narcótico y los signos de envenenamiento agudo son dolor de cabeza, embriaguez, náuseas, vómitos y finalmente pérdida del conocimiento.

El tolueno puede provocar depresión de la médula ósea en menor grado que el benceno. El primer signo de una excesiva exposición al tolueno en los seres humanos es el aumento de tamaño del hígado, con una ligera disminución de hematies.

Concentración atmosférica que representa un peligro inmediato para la vida: 8 000 a 12 000 ppm son rápidamente letales para los ratones; no existen datos comprobados en seres humanos. Actualmente se recomienda una CMP de 100 ppm.

TOLUIDINA (Metilnilina). Es el amino derivado del tolueno y tiene una acción semejante a la anilina. Los efectos fisiológicos son algo diferentes debido a la mayor tendencia de la toluidina a interferir con la función renal. Es absorbida rápidamente a través de la piel intacta y en muchos casos las salpicaduras de este compuesto han causado envenenamientos graves.

Para prevenir la toxicidad sistémica se recomienda una CMP de 5 ppm, el mismo que para la anilina.

ZINC Y SU ÓXIDO. La inhalación de cantidades considerables de humos recién formados, producirá la "fiebre por humos metálicos", que es muy incapacitante, pero de la cual el paciente se recupera completamente dentro de las 24 horas.

Se recomienda una CMP de  $5 \text{ mg/m}^3$  para los humos de óxido de zinc. Se considera que la incidencia de la fiebre por humos metálicos será baja y cualquier ataque, leve, si las concentraciones se mantienen por debajo de ese nivel.

(MPA, 1994)

## CONCLUSIONES

Conocer perfectamente la operación del equipo a utilizar, planear el desarrollo de la práctica: reactivos que se van a emplear (características físicas y químicas de las sustancias), condiciones experimentales, método, etc.; nos pone al tanto de los riesgos a los que nos exponemos y de su gravedad, pudiendo tomar las medidas pertinentes para evitarlos.

Un manual de seguridad e higiene es un requisito indispensable con el que debe contar todo laboratorio, para marcar el conjunto de medidas técnicas y educacionales, empleadas para prevenir los accidentes y condiciones inseguras del ambiente e instruir o convencer a las personas sobre la implantación de medidas preventivas.

Este proyecto, por tanto, es de utilidad a todos los alumnos , y al mismo tiempo maestros, que con motivo de trabajar en un laboratorio de química se ven involucrados con los riesgos suscitados dentro de él.

Sirve también de consulta, ya que cuenta con generalidades sobre algunas sustancias químicas, sobre todo, riesgos que se corren por su manejo, así como la eliminación adecuada de las mismas.

El proyecto, no sólo puede ser de utilidad dentro de la facultad de química, ya que lo pueden adoptar todos aquellos centros escolares, en los cuales el laboratorio de química, es un método de enseñanza aplicada. Tal es el caso de secundarias, bachilleratos, tecnológicos, etc.

## BIBLIOGRAFÍA

- MANUAL DE HIGIENE INDUSTRIAL. Consejo interamericano de seguridad, 1992. pp. 140, 146-58, 736.
- HACKETT W., J. Manual técnico de seguridad. Representaciones y servicios de ing., México, 1982. pp. 45-50, 54-55, 58-63, 153-157, 190-199, 201-202.
- BLAKE R. Seguridad industrial. edit. Diana. México, 1990. pp. 357-450.
- BORJA R. G. Control de calidad en análisis clínicos. Tesina. UAQ. 1994. pp. 160-162.
- MANUAL DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES PARA OPERACIONES INDUSTRIALES. Consejo interamericano de seguridad, 1994. pp. 1045-1139, 1441-1479.
- PIPITONE, David A. " Safe chemical storage: a pound of prevention is worth a ton of trouble". Journal of chemical education. Vol. 59, No. 5, 1982. pp. 159-164.
- SCOTT, Robert B. " Control of hazards in laboratories". Journal of chemical education. Vol. 55, No. 3, 1978. pp. 129-134, 140-144, 193-198.
- LLANES, L. E. Seguridad industrial. Edit Pax, 1ª ed., México, 1994. pp. 474-477, 479-481, 491.
- IMSS, folleto. Aspectos generales de radiaciones visibles. 1990.
- PECSOK, Robert L. Métodos modernos de análisis químico (experimentos). Edit. Limusa, 1983. pp. 1-6.
- WALTERS, D. B. Laboratory health and safety handbook. Wiley-interscience publication. U.S.A, 1990. pp. 1-5.
- DOMINGUEZ S., X. A. Experimentos de química orgánica. Edit. Limusa, México, 1989. pp. 11-14.
- KATZ, David A. Identifying and dealing with hazardous materials and procedures in the general chemistry laboratory. Journal of chemical education. Vol. 59, No. 4, 1982. pp. 127-130.
- STEVENS, A. Flammable liquids- why the hazard?. Journal of chemical education. Vol. 56. No. 3, 1979. pp. 119-124.
- IMSS, folleto. Seguridad en instalaciones eléctricas. 1994.

- Normas oficiales mexicanas en seguridad, higiene y medio ambiente laboral:

- NOM-001-STPS-1993 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo.
- NOM-002-STPS-1993 Relativa a las condiciones de seguridad para la prevención contra incendios en los centros de trabajo.
- NOM-005-STPS-1993 Relativa a las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles.
- NOM-009-STPS-1993 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas en los centros de trabajo.
- NOM-017-STPS-1993 Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.
- NOM-020-STPS-1993 Relativa a los medicamentos, materiales de curación y personal que presta los primeros auxilios en los centros de trabajo.
- NOM-025-STPS-1993 Relativa a los niveles y condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo.