

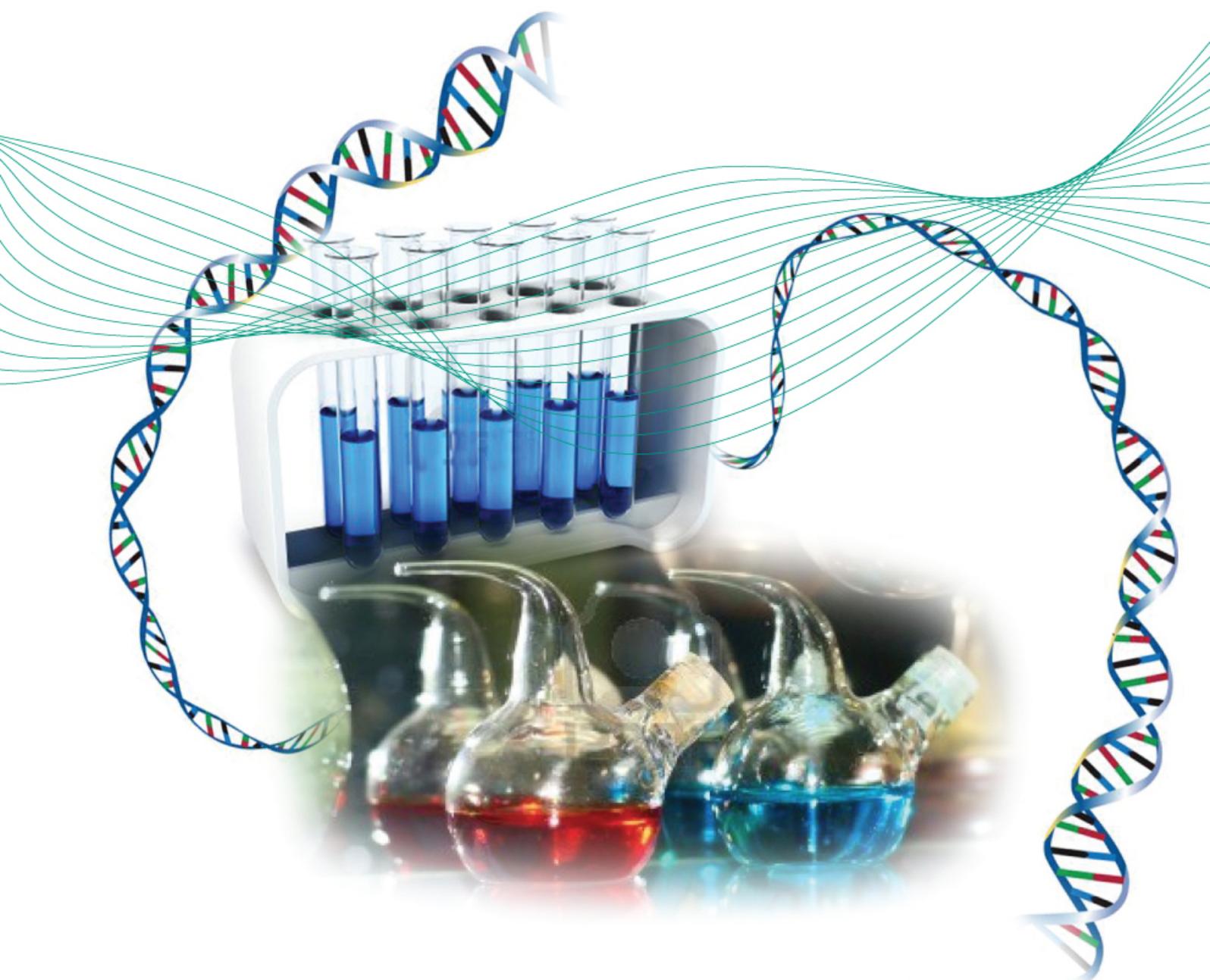
Serie didáctica

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia

Manipulación de Reactivos Químicos en los Laboratorios

Dra. Ana María Calderoni

Dr. Carlos A. Menendez



Manipulación de Reactivos Químicos en los Laboratorios

Universidad Nacional de San Luis

Rector: Dr. José Luis Riccardo

Vicerrectora: Esp. Nelly Mainero

Nueva Editorial Universitaria

Directora: Lic. Jaquelina Nanclares

Nueva Editorial Universitaria

Avda. Ejército de los Andes 950 - 2° Piso

Tel. (+54) 0266-4424027 Int. 109/110

www.neu.unsl.edu.ar - e-mail: neu@unsl.edu.ar



Dra. Ana María Calderoni

Dr. Carlos A. Menendez

Manipulación de Reactivos Químicos en los Laboratorios

San Luis - Argentina - 2013

Menéndez, Carlos. Manipulación de reactivos químicos en los laboratorios Serie Didáctica . Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia UNSL / Carlos Menéndez y Ana María Calderoni. - 1a ed. - San Luis : Nueva Editorial Universitaria - U.N.S.L., 2013.

111 p. ; 29x21 cm.

ISBN 978-987-1852-66-6

1. Química. I. Calderoni, Ana María II. Título

CDD 540

Equipo Editorial

Directora:

Lic. Jaquelina Nanclares

Coordinación y Administración:

María del Carmen Coitinho

Guillermo Scarpuzza

Diseño y Diagramación:

Enrique Silvage

José Sarmiento

Logística

Edgardo Tejero

Impresión:

Dirección de Impresiones

Universidad Nacional de San Luis

Edición 2013

Universidad Nacional de San Luis - San Luis - Argentina.

Impreso en Argentina- Printed in Argentina.

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11723.

ISBN 978-987-1852-66-6

©Nueva Editorial Universitaria.

Universidad Nacional de San Luis.

Avda. Ejército de los Andes 950 -

San Luis - República Argentina.

El material para este Manual fue compilado y compaginado por:

Dra. Ana María Calderoni

Prof. Toxicología
Prof. Educación para la Salud

Dr. Carlos J. A. Menéndez

Prof. Asoc. Área Química General e Inorgánica
Prof. Legislación en Seguridad e Higiene
Prof. Curso Posgrado Seguridad e Higiene
en los Laboratorios Químicos y Biológicos

Directora Departamento Bioquímica y Ciencias Biológicas:

Dra. Nidia Gómez

Directora Departamento Farmacia:

Dra. Alejandra María

Director Departamento Química:

Dr. José R. Saad

Decano Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia:

Dr. Julio Raba

PRÓLOGO

Este manual ofrece una guía básica para la manipulación de reactivos químicos en los laboratorios utilizados con fines académicos e incluyendo laboratorios de investigación.

En los laboratorios pueden detectarse posibilidades de riesgos, que dependerán de las instalaciones existentes y de las operaciones que se realizan en ellos.

En general, los riesgos existentes no son suficientemente valorados y tienen características propias. Conocerlas es de gran importancia para tomar las medidas necesarias de prevención a la hora de manipular productos químicos y saber reaccionar en caso de un accidente. Tener un conocimiento previo a la hora de manejar sustancias químicas, además de prevenir problemas de salud o incluso la muerte, es también importante para evitar daños irreparables al **medio ambiente**, tema de gran preocupación a nivel mundial.

Introducción Legislativa

En la República Argentina, los temas inherentes a la gestión de los productos químicos y de los residuos peligrosos son administrados a través del cumplimiento de los compromisos asumidos por el país en los acuerdos multilaterales medioambientales, que son parte integrante del ordenamiento jurídico nacional, y para cuya implementación se ha actualizado y adecuado la normativa preexistente:

- Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes;*
- Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos objeto de Comercio Internacional;*
- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos peligrosos y su eliminación;*
- Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono;*
- Protocolo de Montreal con las Enmiendas de Londres, Copenhague, Montreal y Beijing;*
- Enfoque Estratégico para la Gestión de los Productos Químicos a Nivel Internacional, entre otros, constituyen los marcos regulatorios esenciales para la gestión ambientalmente racional de los productos químicos y los residuos peligrosos a través de su ciclo de vida.*

- La ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587/72 y su Decreto Reglamentario N° 351/7, tiene como principal función ORGANIZAR las actividades de seguridad e higiene en el trabajo en las relaciones laborales empleador-empleado y también establece algunas condiciones de seguridad e higiene; esta normativa es única en el país, no hay otra normativa, al menos a nivel nacional, que organice legalmente este tema.

- La Ley N° 24557 (Actualizada por decreto 1278/2000) Ley sobre Riesgos del Trabajo (LRT). Esta Ley establece derechos y obligaciones de los empleadores, los trabajadores y las aseguradoras. Se

trata de un sistema con objetivos múltiples, pero técnicamente comprometidos entre sí. La prevención de los riesgos y la reparación de los daños derivados del trabajo se regirán por esta LRT y sus normas reglamentarias.

La normativa relacionada a la ley 19.587 y a la ley 24.557 se aplican SIEMPRE, en todo el territorio de la República Argentina que exista una relación laboral empleador-empleado. El resto de la legislación se aplica conforme a la actividad de la empresa.

Relacionada a esta legislación tenemos:

• **Ley N° 24051/92 de residuos Peligrosos y el Decreto Reglamentario 831/93**, que en sus ARTÍCULOS:

Art. 1°: *La generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición de residuos peligrosos quedarán sujetos a las disposiciones de la presente ley, cuando se tratare de residuos generados o ubicados en lugares sometidos a jurisdicción nacional o, aunque ubicados en territorio de una provincia estuviesen destinados a transporte fuera de ella o cuando a criterio de la autoridad de aplicación, dichos residuos pudieran afectar las personas o el ambiente más allá de la frontera de la provincia en que se hubiesen generado, o cuando las medidas higiénicas o de seguridad que a su respecto fuere conveniente disponer tuviesen una repercusión económica sensible tal que tornare aconsejable uniformarlas en todo el territorio de la Nación, a fin de garantizar la efectiva competencia de las empresas que debieran soportar la carga de dichas medidas.*

Art. 2°: *Será considerado peligroso a los efectos de esta ley, todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. En particular serán considerados peligrosos los residuos indicados en el anexo I o que posean algunas de las características enumeradas en el anexo II de esta ley.*

Las disposiciones de la presente serán también de aplicación a aquellos residuos peligrosos que pudieren constituirse en insumos para otros procesos industriales.

Quedan excluidos de los alcances de esta ley los residuos domiciliarios, los radioactivos y los derivados de las operaciones normales

de los buques, los que se regirán por leyes especiales y convenios internacionales vigentes en la marina.

*Además, la **Ley IX-0335-2004 (y su Dto. Regl. N° 3105 -MMA-2009) de la Provincia de San Luis** regula la manipulación y tratamiento de Residuos Peligrosos. Adhiere a la Ley Nacional N° 24051.*

Complementar esta información consultando el Anexo V.

*Y en la **Ley General del Ambiente, N° 25.675**, se explicita que la política ambiental nacional debe establecer procedimientos y mecanismos adecuados para la minimización de riesgos ambientales, para la prevención y mitigación de emergencias ambientales y para la recomposición de los daños causados por la contaminación ambiental.*

En el Anexo II, Pacto Federal Ambiental, la Provincia de San Luis participa del acuerdo.-

INDICE

Página

Introducción Legislativa	i
Introducción General	1
Manejo de Reactivos Químicos	4
Criterios de Valoración de Contaminantes Químicos	7
Toxicidad, generalidades	9
Normas y Clasificación de Sustancias Químicas por Categorías de Naciones Unidas y Norma <i>NFPA</i>	12
Base de Datos de Seguridad de los Materiales ("MSDS")	20
Identificación de los Productos Químicos	23
Reactividad Química	26
Características generales de Reactivos Corrosivos	31
Características Generales de los Ácidos Inorgánicos	33
Ejemplos de Manipulación de Compuestos Químicos	35
Prácticas específicas para el uso de Cancerígenos y/o Toxinas Reproductivas	55
Manipulación de Cilindros con Gases Comprimidos	57
Algunos ejemplos de Manipulación de Gases Comprimidos	60
BIBLIOGRAFÍA	67
Procedimiento para el Almacenamiento de Productos Químicos	68
Control de Derrames de Sustancias Químicas en los Laboratorios	69
Escapes de Gases Comprimidos	71
BIBLIOGRAFÍA	72
Gestión de Residuos Químicos	73
BIBLIOGRAFÍA	81
Información Complementaria	82
<i>Aparatos y sistemas del cuerpo humano. Esquema</i>	82
<i>Vías de penetración de los productos químicos en el organismo humano. Esquema</i>	83
<i>Órganos y tejidos que pueden afectarse por productos químicos industriales. Esquema</i>	83
<i>Vías de ingreso, efectos sobre la salud, los más vulnerables</i>	84
<i>Efectos tóxicos provocados por sustancias químicas industriales. Cuadro.</i>	85
<i>Forma material, vía de ingreso, órgano afectado y efectos de tóxicos industriales. Cuadro</i>	86
<i>Neumoconiosis (provocada por polvos y fibras de Amianto, asbesto y otros)</i>	87

<i>Interrelaciones que afectan al riesgo individual de toxicidad y cáncer</i>	88
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXO I: Tipo de guantes recomendados para el trabajo con diferentes sustancias	89
BIBLIOGRAFÍA	89
ANEXO II: Incompatibilidad de Sustancias Químicas	90
TABLA DE INCOMPATIBILIDADES	90
Materiales incompatibles con el Hipoclorito de Sodio	92
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXO III: Manejo de Sustancias Químicas que Presentan Riesgos Especiales	95
Carcinógenos de uso común en los laboratorios	95
Ejemplos de Carcinógenos y Tipo de Cáncer	95
Compuestos cancerígenos según IARC y CEE	96
ANEXO IV: Quemaduras químicas	98
Tipos de Quemaduras	99
¿Cómo debemos tratar las quemaduras?	99
ANEXO V: Clasificación de las Sustancias Químicas y Residuales	101
Clasificación de los residuos peligrosos según LEY 24.051	104
Compuestos químicos considerados como tóxicos y peligrosos	107

Introducción General

El laboratorio debe ser un lugar seguro para trabajar. Para ello se tendrán siempre presentes los posibles riesgos asociados al trabajo con materiales peligrosos. En un laboratorio bien equipado, donde trabaja personal bien informado, disminuye considerablemente la incidencia de accidentes.

En la manipulación de sustancias químicas peligrosas, la prevención del contacto directo es el cuidado más efectivo.

Son importantes las características de los productos químicos, pueden generarse exposiciones puntuales muy elevadas y también es relativamente frecuente trabajar con productos de alta toxicidad. Dada la gran cantidad de productos químicos de características muy diversas, existe gran multiplicidad de riesgos (ver Información Complementaria).

En algunos de los laboratorios de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia encontramos sustancias que por sus características presentan riesgos especiales. Entre éstas encontramos: carcinógenos, toxinas reproductivas, corrosivos, líquidos inflamables. Debido a los riesgos asociados a estas sustancias, es de extrema importancia que su uso se lleve a cabo bajo el mayor cuidado. Es prudente observar buenas prácticas de trabajo incluyendo el uso de campanas de extracción y protección de ojos y manos. Dado que los efectos de algunas sustancias son detectados a largo plazo, es necesario implementar controles periódicos, para salvaguardar la salud y seguridad de quienes los manejan y de aquellos que pudieran ser afectados de forma indirecta.

Una sustancia peligrosa es aquella que, por su naturaleza, produce o puede producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal y a elementos materiales tales como instalaciones, maquinarias, edificios. Los criterios que normalmente definen la peligrosidad de una sustancia son: inflamabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad, patogenicidad y radiactividad.

El manejo seguro de las sustancias químicas comienza con la decisión de la compra. Al momento de la compra, es necesario consignar además del producto, peso o volumen, fecha, origen y proveedor, en una planilla a

encarpetar. Estos datos serán de mucha utilidad en el momento en que la ART (Aseguradoras de Riesgos del Trabajo) u otros organismos como el RENPRE (Registro Nacional de Precursores Químicos) requieran datos.

Servirán además para aportar datos estadísticos.

Deben conocerse las propiedades físicas, químicas y las acciones biológicas que su uso implica. Hay que recurrir a las fichas técnicas, donde estén consignadas las características: toxicidad, peligros que representan, acción, correcto envasado y almacenaje, tiempo de exposición por contacto, absorción o inhalación, y todas las pertinentes a la sustancia.

Todo el personal vinculado con el laboratorio docente debe conocer los productos y los desechos, usar métodos adecuados de manipulación y eliminación, y asumir la responsabilidad de la observación de las normas de trabajo impuestas.

Si hay incertidumbre en la calidad de una sustancia, no se conoce su vencimiento o se duda de lo que es, se procederá a su descarte según la correspondiente técnica. Se debe considerar como peligrosa toda sustancia química desconocida, degradada o vencida. Por ello es tan importante numerar los envases, colocarles un código y poseer un listado o inventario de las drogas.

Cuando se dejan de usar productos, por diversos motivos, los mismos pasan a convertirse en estorbos de los que hay que deshacerse, es conveniente redistribuir estos productos, ofreciéndolos a otras áreas o laboratorios que los puedan necesitar.

La forma eficiente de trabajar con sustancias químicas es aquella en la que se reduce o minimice la probabilidad de que suceda un accidente o exposición a compuestos tóxicos, aún en bajas concentraciones. Para ello se debe:

- Anticipar las posibles consecuencias del trabajo que se va a realizar en el laboratorio.
- Utilizar equipo de protección personal correspondiente en todo momento que desarrolle actividades en el laboratorio (ver Anexo I: tipo de guantes según reactivo).
- Usar las menores cantidades de reactivos posibles para hacer las experiencias.

- Cuando sea posible, sustituir los reactivos químicos peligrosos por otros de menor riesgo o toxicidad.
- Los productos químicos pueden ser peligrosos por sus propiedades tóxicas, corrosivas, inflamables o explosivas. Muchos reactivos, particularmente los disolventes orgánicos, arden en presencia de una llama. Otros pueden descomponerse con el calor. Si se usa un mechero Bunsen, u otra fuente intensa de calor, alejar del mismo los recipientes de reactivos químicos.

Manejo de Reactivos Químicos

Los gases utilizados en los laboratorios requieren una instalación adecuada, el mantenimiento de las mismas y equipos de control. A ello se debe sumar la atención del personal en el manejo de llaves de paso y manómetros. O sea, las condiciones inseguras se minimizan con la adecuación de las instalaciones y los sistemas de control. En tanto, las posibilidades de actuaciones indebidas son reducidas al exigirse estricto control en la manipulación de dichos parámetros.

Los productos sólidos no requieren precauciones especiales a no ser que presenten propiedades peligrosas. No obstante, son de fácil control debido a la propia esencia de su estado. Únicamente en grano muy fino y con propiedades peligrosas marcadas (autoinflamabilidad o cancerígenos) se requiere tratamiento especial.

Los productos líquidos presentan varias circunstancias en principio desfavorables: son los que más se utilizan en el laboratorio, su estado físico facilita derrames, salpicaduras y proyecciones, contaminan el ambiente de trabajo, ya sea por su baja presión de vapor, o por ser frecuentemente sometidos a calor. Exigen, generalmente, recipientes y condiciones de almacenamientos especiales.

El manejo incorrecto de productos químicos es una de las principales causas de accidentes. Por ello, al trabajar con cualquier reactivo se deben tomar todas las precauciones necesarias para evitar la contaminación accidental del mismo. Para ello han de seguirse las siguientes **normas**:

- **Leer** siempre detenidamente la **etiqueta de seguridad** de los reactivos que se utilice y su correspondiente Hoja de Seguridad (**MSDS**).
- Lavarse las manos periódicamente.
- Conocer la localización y uso del equipo de emergencia tales como: extintores, mantas ignífugas, duchas, lavado para ojos, botiquín, etc.
- No colocar los frascos destapados en lugares en que puedan ser salpicados por agua u otros líquidos.

- Tapar inmediatamente el frasco una vez extraído el reactivo, para evitar posibles confusiones con otros frascos. Se deben transportar tomados por la base, nunca por la tapa o tapón.
- Tener cuidado al abrir las botellas. La fricción que se genera al quitar una tapa puede producir chispas estáticas y explosiones.
- Descartar siempre el exceso de un reactivo. No se debe volver a colocar el mismo en su recipiente original.
- Mantener limpios y ordenados los estantes de reactivos. Limpiar inmediatamente cualquier salpicadura.
- Rotular cualquier disolución o frasco de reactivo cuya etiqueta original se haya deteriorado.
- Trabajar bajo campana extractora siempre que se utilicen sustancias volátiles. No obstante, si se produjera una concentración excesiva de vapores en el laboratorio, abrir inmediatamente las ventanas.
- No calentar líquidos inflamables con un mechero.
- No introducir espátulas ni elementos similares para favorecer la salida de reactivos sólidos del envase original.
- No verter productos químicos directamente de la botella. Colocarlos primero en un recipiente que permita conocer la cantidad que se va a usar.
- Usar embudos toda vez que se viertan solventes o reactivos en aberturas pequeñas.
- Si fuera necesario oler una sustancia, la forma apropiada de hacerlo es dirigir un poco del vapor hacia la nariz. No acercar la nariz para inhalar directamente del tubo de ensayo.

➤ Está terminantemente **prohibido pipetear reactivos directamente con la boca**. Usar siempre un dispositivo especial para pipetear líquidos.

➤ Un posible peligro de envenenamiento, frecuentemente olvidado, es a través de la piel. Evitar el contacto de productos químicos con la piel, especialmente de los que sean tóxicos o corrosivos, usando guantes descartables (ver Anexo I).

➤ Mantener asegurados los cilindros de gases con cadenas, bases u otro tipo de aditamento que prevenga su caída.

Criterios de Valoración de Contaminantes Químicos

Se entiende por criterio de valoración la definición de una situación, o el valor de una magnitud, con la cual comparar la realidad para evaluar, de forma objetiva, el riesgo debido a la exposición a un agente químico.

Normalmente, los criterios de valoración se establecen en lo que se denomina Valores Límites Ambientales (VLA), que son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el ambiente y representan condiciones a las cuales se considera, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin sufrir efectos adversos para la salud.

Se habla de la mayoría de los trabajadores, y no de la totalidad, puesto que, debido a la amplitud de las diferencias de respuesta existentes entre los individuos, un pequeño porcentaje de trabajadores podría experimentar molestias a concentraciones inferiores a los VLA o incluso resultar afectados más seriamente, por agravamiento de una condición previa o desarrollando una patología laboral.

Para obtener información cuantitativa se realizan ensayos biológicos para determinar la relación entre la exposición a una determinada concentración de la sustancia (dosis) y la intensidad del efecto (relación dosis-efecto) o el número de individuos que presentan un efecto determinado (relación dosis-respuesta).

Respuesta a la dosis

Las características de la exposición y la gama de efectos se unen en una relación correlativa que se denomina habitualmente *relación entre dosis y respuesta*: a la respuesta de un individuo a dosis variables de una sustancia química se la suele llamar "gradual" dado que el efecto medido es continuo en una gama de dosis. La relación puede describir la distribución de respuestas a diferentes dosis en una *población de individuos*. Las relaciones entre dosis y respuesta individuales se caracterizan por un incremento (relacionado con la dosis) de la gravedad de la respuesta. En general, la respuesta a dosis variables de una sustancia química en el organismo entero suele complicarse por el hecho de que la mayor parte de las sustancias tóxicas tienen múltiples sitios o mecanismos de toxicidad,

cada uno con su propia relación entre “dosis y respuesta” y efecto adverso subsiguiente.

Para establecer la relación dosis-respuesta se han establecido índices, los más usados se detallan en el Manual para laboratorios químicos y biológicos (Menéndez-Calderoni, UNSL, 2011), a lo que se puede agregar que la **DL50**: puede ser la dosis letal al 50% por penetración cutánea (dosis por vía dérmica, que produce la muerte al 50% de los animales de experimentación).

Los valores de estos índices se utilizan para la clasificación de las sustancias en función de su toxicidad aguda.

Toxicidad, generalidades

Se define a un tóxico como cualquier sustancia exógena que, aplicada o introducida en un ser vivo, produce alteraciones en su fisiología, en forma perceptible o no. Existe una relación compleja entre cada sustancia y su efecto fisiológico en el hombre. Entre los factores principales están:

- * La dosis (cantidad de sustancia a la que se está expuesto)

- * El tiempo y periodicidad (cortos o largos períodos de tiempo/día-s) de la exposición

- * La vía de exposición o de ingreso al organismo (entre otras: inhalación, ingestión, absorción a través de la piel o mucosas, inyección)

- * Edad

- * Estilo de vida

- * Factores alérgicos

- * Predisposición genética

Estos y otros factores pueden afectar a la severidad de la exposición. Si no se saben estos detalles, lo más prudente es actuar como si los reactivos fueran muy tóxicos y tomar las precauciones necesarias cuando se trabaja con productos químicos en el laboratorio (ver Información Complementaria).

Cuando se habla de la toxicidad de una sustancia, normalmente nos referimos a la de un compuesto químico determinado y concreto, con una fórmula química determinada y específica. Puede tratarse de compuestos simples, o complejos con ligandos muy variados.

No hay reglas fijas sobre la toxicidad de las especies. Por ejemplo, en el caso del mercurio, las especies de mayor toxicidad son las orgánicas, como el catión órgano-metálico metilmercurio ($[\text{CH}_3\text{Hg}]^+$), mientras que para el arsénico las más problemáticas son las inorgánicas. Una excepción debiera ser hecha en los casos del cloruro de mercurio (HgCl_2) o del mercurio en estado gaseoso, dado que ambas especies son particularmente tóxicas. Incluso el estado de oxidación puede determinar el carácter tóxico de un metal: un ejemplo notable es el caso del cromo; mientras que el Cr^{3+} es un elemento esencial, el Cr^{6+} es altamente cancerígeno. Del mismo modo, las especies que contienen As^{3+} son más tóxicas que aquéllas con As^{5+} ; la arsina (AsH_3) por ejemplo, es un potente hemolítico.

La ingesta, la inhalación o el contacto de un compuesto reconocido como tóxico representan un **riesgo** para la salud. Este riesgo será mayor o menor en función de parámetros muy variados, como las características concretas del compuesto en cuestión, la concentración en la que se encuentre, o el tiempo que dure la exposición. Todos ellos juntos hacen que la exposición al tóxico pueda desencadenar o no efectos adversos, casi siempre también en función del tiempo, que por lo general acumula los efectos. Se debe recordar que casi la totalidad de las sustancias de mayor toxicidad son difícilmente excretables por el organismo, razón por la cual tienden a acumularse en el mismo.

Por todo lo cual, las intoxicaciones, según la duración y frecuencia de la exposición, se pueden clasificar en:

Agudas: exposición a una sustancia química durante **menos de 24hs** (podrían ser segundos, como en el caso de cianuro), rápida manifestación de síntomas, muerte o curación rápida.

Sobreagudas: exposición de corta duración y absorción rápida del tóxico, con manifestación de síntomas en **segundos y hasta pocas horas**, muerte o curación rápida (inhalación de vapores de ácido cianhídrico, o ingestión de 200 a 300 ppm de cianuro de potasio o de sodio: muerte por paro respiratorio) <http://www.slideshare.net/OnlyPatrons/intoxicacin-sobreaguda>

(Intoxicación Sobreaguda by Only Patrons on Sep 18, 2009. Título: Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales Autor Robert R. Lauwerys)

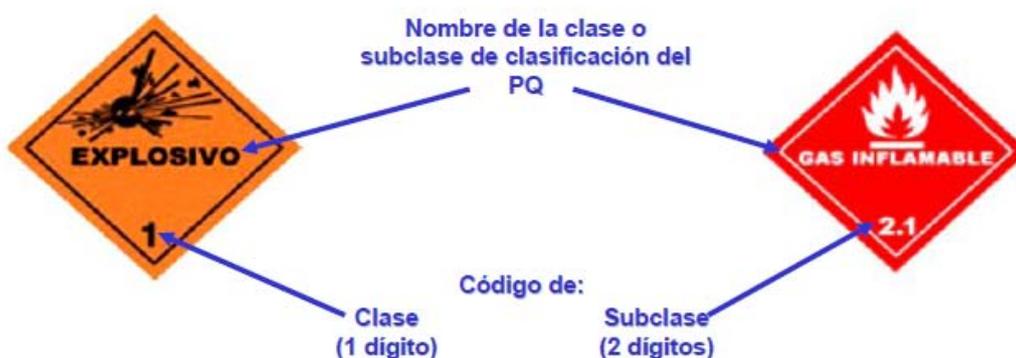
Subagudas: exposición repetida o frecuente a una sustancia química durante un período de **varios días o semanas**.

Subcrónicas: exposición repetida o frecuente a una sustancia química durante un período de **uno a tres meses**.

Crónicas: exposición repetida o frecuente a una sustancia química durante **más de tres meses**, cuando la cantidad de sustancia eliminada (o sus metabolitos) es inferior a la absorbida, con su consecuente acumulación en el organismo. Esta acumulación se cumple en un órgano blanco, el que dependerá de las características de la sustancia.

Normas y Clasificación de Sustancias Químicas por Categorías de Naciones Unidas y Norma NFPA

Existen millones de compuestos químicos, y cada uno tiene sus propias características de peligrosidad (PQ). Si se intenta prevenir los accidentes cuando se trabaja en un laboratorio químico, es necesario conocer las características de peligrosidad de todos los compuestos con que se trabaja. Para ello se pueden agrupar en nueve categorías, subdivididas cada una de ellas de acuerdo a su nivel de peligrosidad. Cada categoría está acompañada de un pictograma en forma de rombo con un color de fondo que indica la clase de riesgo.



Clase 1. Explosivos

Sustancia sólida o líquida, o mezcla de sustancias, que de manera espontánea por reacción química, pueden desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que causen daños en los alrededores. Esta clase contiene seis (6) divisiones.



Clase 1: fondo anaranjado fuerte

Subclase 1.1: sustancias que ofrecen peligro de explosión en masa. Es decir (se entiende por explosión "en masa" la que se extiende de manera casi instantánea, a la totalidad de la carga).

Subclase 1.2: sustancias que ofrecen peligro de proyección pero no explosión en masa. Es decir, emite partículas hacia todas las direcciones cuando explota.

Subclase 1.3: sustancias que ofrecen peligro de fuego y en menor grado proyección de partículas, o ambos, pero no peligro de explosión en masa.

Subclase 1.4: sustancias que no representan peligro significativo. Pueden entrar en ignición eventualmente. La explosión por lo general no se extiende más allá del recipiente o bulto.

Subclase 1.5: sustancias con baja peligrosidad que, en condiciones especiales, representan peligro de explosión en masa.

Se incluyen en esta división las sustancias explosivas que, en condiciones normales de transporte, presentan muy pocas probabilidades de que su combustión origine una detonación.

Subclase 1.6: sustancias que presentan muy bajo peligro de explosión en masa.



Clase 2. Gases

Son sustancias que se encuentran totalmente en estado gaseoso a 20° C y una presión estándar de 101.3 kPa. Los gases pueden presentarse **comprimidos, licuados y criogénicos, en solución**. De acuerdo a ciertas características, se subdividen de la siguiente forma:

Subclase 2.1 Gas Inflamable: pueden incendiarse fácilmente en el aire cuando se mezclan en proporciones inferiores o iguales al 13% en volumen. Resumiendo, pueden inflamarse con una fuente de calor. Ej.: **Etano, butano**

Subclase 2.2 Gas no inflamable: no tóxicos; pueden desplazar el oxígeno produciendo asfixia, son simples. Ej.: **Helio**

Subclase 2.3 Gas tóxico: pueden producir efectos peligrosos para la salud, incluso la muerte, por inhalación; son tóxicos y/o corrosivos. Ej.: **Cloro.**



Subclase 2.1



Subclase 2.2



Subclase 2.3

Subclase 2.1 fondo rojo

Subclase 2.2 fondo verde oscuro

Subclase 2.3 fondo blanco

Clase 3. Líquidos inflamables

Son líquidos, o mezcla de ellos, o líquidos que contienen sólidos en suspensión (por ejemplo: pinturas, barnices, lacas, etc., pero sin incluir sustancias que se clasifican por otra parte por sus características de peligro), que emiten vapores inflamables a temperaturas máximas de 60°C. Adicionalmente pueden ser tóxicas o corrosivas.

Clase 3: fondo rojo intenso



Clase 4. Sólidos inflamables

Se trata de sustancias sólidas que por su inestabilidad térmica, o alta reactividad, ofrecen peligro de incendio. Esta clase se encuentra subdividida en tres categorías.

Subclase 4.1 Sólido inflamable: son sustancias autorreactivas o explosivos sólidos. Son aquellos que bajo condiciones de transporte son combustibles o pueden contribuir al fuego por fricción. Ej.: **fósforo, azocompuestos, nitroalmidón humidificado.**

Subclase 4.2 Sólidos espontáneamente combustibles: son aquellos que se calientan espontáneamente al contacto con el aire bajo condiciones normales. Ej.: **fósforo blanco**

Subclase 4.3 Sólidos que emiten gases inflamables al contacto con el agua: son aquellos que reaccionan violentamente con el agua o que emiten gases que se pueden inflamar en cantidades peligrosas cuando

entran en contacto con ella o pueden formar mezclas explosivas con el aire.

Ej.: **bario, calcio**



Subclase 4.1



Subclase 4.2



Subclase 4.3

Subclase 4.1 fondo blanco con rayas rojas

Subclase 4.2 fondo mitad inferior roja y superior blanca

Subclase 4.3 fondo azul

Clase 5. Oxidantes y peróxidos orgánicos

Subclase 5.1 Sustancias oxidantes: sustancias que, sin ser necesariamente combustibles, pueden liberar oxígeno y en consecuencia estimular la combustión y aumentar la velocidad de un incendio en otro material.

Subclase 5.2 Peróxidos orgánicos: sustancias orgánicas que contienen la estructura bivalente O-O. Son sustancias térmicamente inestables que pueden sufrir una descomposición explosiva y violenta. Además pueden tener una o más de las siguientes propiedades:

- Arder rápidamente,
- Ser sensibles a los choques o fricción,
- Reaccionar peligrosamente con otras sustancias

Algunas de estas sustancias pueden llevar otra etiqueta de **explosivo** o **corrosivo** que indican su efecto secundario.



Subclase 5.1 y 5.2 fondo amarillo

Subclase 5.1

Subclase 5.2

Clase 6. Sustancias tóxicas e infecciosas

Subclase 6.1 Sustancias tóxicas: Sustancias que pueden causar la muerte o lesiones graves o que pueden ser nocivas para la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel. Ej.: **cianuro de potasio.**

Subclase 6.2 Sustancias infecciosas: Sustancias que contienen microorganismos viables como: bacterias, virus, parásitos, hongos y

rickettsias, o recombinantes, híbridos o mutantes, que se sabe causan enfermedades en los animales o en los humanos. Ej.: **ántrax**.



Subclase 6.1 y 6.2 fondo blanco

Subclase 6.1 Subclase 6.2

Clase 7. Sustancias radiactivas

Se entiende por sustancia radiactiva toda aquella cuya actividad sea superior a 70 kBq/kg (kilobequerelios por kilogramo) (0,002 mCi/g). Por actividad específica se entiende, en este contexto, la actividad por unidad de masa de un radio nucleido o respecto de un material en el que un radio nucleido tenga una distribución uniforme. Ej.: **uranio**



Clase 7 fondo superior amarillo e inferior

Clase 8. Sustancias corrosivas

Son sustancias que por su acción química pueden causar lesiones graves a los tejidos vivos que entran en contacto o corroer metales. Pueden desprender gases tóxicos cuando se descomponen. Ej.: **ácido sulfúrico**



Clase 8 fondo superior blanco e inferior negro

Clase 9. Sustancias peligrosas varias

Comprende sustancias y objetos que durante el transporte, presentan un riesgo distinto de los correspondientes a las demás clases.

Subclase 9.1 Cargas peligrosas que están reguladas en su transporte pero no pueden ser incluidas en ninguna de las clases antes mencionadas.

Subclase 9.2 Sustancias peligrosas para el medio ambiente.

Subclase 9.3 Residuo peligroso.



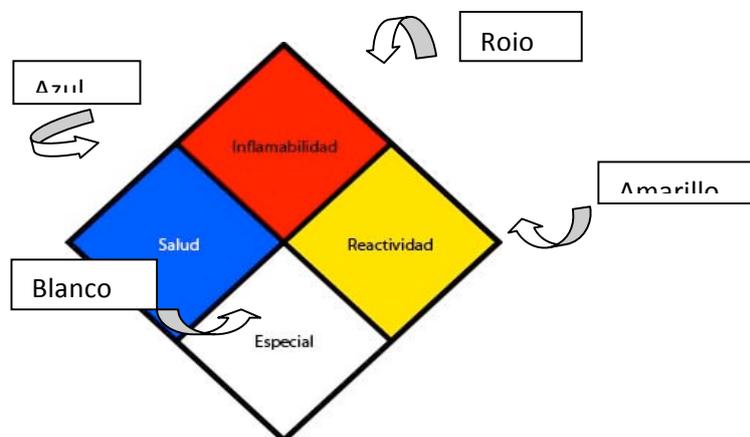
Clase 9 fondo blanco y parte superior rayas negras

Otra Norma es la creada por la **NFPA (National Fire Protection Association)**

Conocida comúnmente como **Norma NFPA 704**. Se hace mención de esta norma ya que muchas compañías nacionales (Rep. Argentina, Colombia, México, Puerto Rico, Rep. Dominicana, Venezuela y Perú) implementan dicha norma.

En la Rep. Argentina: <http://www.ugr.unsl.edu.ar/normativa.htm> (Código NPFA 704 - Identificación y rotulado de productos peligrosos)

Esta norma explica el "diamante de fuego" utilizado para dar a conocer los riesgos de los **materiales peligrosos**. La norma NFPA da a conocer por medio de un rombo dividido en cuatro partes, de diferente color cada una de ellas, indicando la peligrosidad de una sustancia.



Cada color tiene un significado especial dentro del **rombo NFPA**. Adicionalmente los primeros tres colores: *azul, rojo y amarillo* cuentan con

una escala numérica entre **0** y **4** indicando el grado de peligrosidad de la sustancia química.

Ejemplo:



Azul: Hace referencia a los riesgos para la salud

- **4.** Sustancias que, con una muy corta exposición, pueden causar la muerte o un daño permanente, incluso en caso de atención médica inmediata. Ej.: **ácido fluorhídrico.**
- **3.** Son productos químicos que bajo corta exposición pueden causar daños temporales o permanentes, aunque se proporcione atención médica. Ej.: **hidróxido de potasio.**
- **2.** Son sustancias cuya exposición de forma continua o de intensidad puede sufrir incapacidad temporal o posibles daños permanentes a menos que se dé tratamiento médico de manera oportuna. Ej.: **cloroformo.**
- **1.** Son sustancias que pueden causar irritación, pero solo daños residuales menores aún si no se presta tratamiento médico. Ej.: **glicerina.**
- **0.** Son productos cuya exposición en condiciones de incendio no existe otro peligro que el del material combustible ordinario. Ej.: **cloruro de sodio**

Rojo: Advierte sobre los peligros de inflamabilidad

- **4.** Son sustancias que se vaporizan rápido o completamente a temperatura y a presión atmosférica ambiental, o que se dispersan y se queman fácilmente en el aire. Ej.: **propano**
- **3.** Son sustancias líquidas o sólidas que pueden encenderse en casi todas las condiciones de temperatura ambiental. Ej.: **naftas.**
- **2.** Son productos que deben calentarse moderadamente o exponerse a temperaturas altas antes de que ocurra la ignición. Ej.: **gasoil**
- **1.** Se trata de sustancias químicas que deben precalentarse antes de que ocurra la ignición, su punto de inflamabilidad es superior a 93° C.

- **0.** Son aquellos materiales que no se queman.

Amarillo: Indica los riesgos de reactividad o inestabilidad de la sustancia

- **4.** Son productos químicos que por sí mismos son capaces de explotar, detonar o sufrir reacciones explosivas a temperatura y presión normal. Ej.: **nitroglicerina.**

- **3.** Esta clase de sustancias por sí mismas son capaces de detonar o de reaccionar explosivamente y requieren de un fuerte agente iniciador, o que deban calentarse en confinamiento antes de ignición, también pueden reaccionar de manera explosiva con el agua. Ej.: **flúor.**

- **2.** Son sustancias inestables que pueden sufrir cambios químicos violentos pero que no detonan. También debe incluir aquellas sustancias que reaccionan violentamente al contacto con el agua o que pueden formar mezclas potencialmente explosivas con agua. Ej.: **fósforo.**

- **1.** Son productos que por sí mismos son normalmente estables, pero que pueden llegar a ser inestables cuando son sometidos a presiones y temperaturas elevadas o pueden reaccionar al contacto con el agua o con alguna liberación de energía, aunque no en forma violenta. Ej.: **calcio.**

- **0.** Estos productos por sí mismos son normalmente estables aún en condiciones de incendio y no tienen ningún tipo de reacción con el agua. Ej.: **nitrógeno.**

Blanco: Indica casos especiales para algunas sustancias, informando si son corrosivas, oxidantes, radioactivas o reactivos con el agua. En esta división no va acompañada de un número si no de un símbolo que indica la clase de sustancia.

- **'W'** reacciona con agua de manera inusual o peligrosa, como el sodio
- **'OXY'** Productos oxidantes
- **'COR'** Son productos corrosivos, puede ser ácido o base fuerte
-  Indica que son productos radioactivos.

<http://acequilabs.com.co/normas/manupulacion-de-sustancias-quimicas-parte-2.html>

Base de Datos de Seguridad de los Materiales ("MSDS")

(Complemento del mismo tema desarrollado en Manual para laboratorios químicos y biológicos-2011-)

En la Base de Datos se especifica el nombre, componentes químicos, propiedades físicas, riesgos a la salud, prevención, control de derrames, equipo de protección personal a usarse, etc. de sustancias químicas.

Definiciones de términos usados en las Hojas de Seguridad:

Exposición Promedio ("Time Weighted Average, TWA") :

Exposición promedio de un empleado, a partículas, gases, etc., que no puede excederse en un período de trabajo de ocho (8) horas durante una jornada de cuarenta (40) horas semanales.

Límite de Exposición de Corta Duración ("STEEL") :

Exposición máxima a la cual un empleado puede estar expuesto durante quince (15) minutos de su período de trabajo.

Límite Inmediatamente Peligroso para la vida ("IDLH"):

Es el nivel de concentración que es inmediatamente peligroso para la salud y la vida. A diferencia del TLV/C, alcanzar este límite aún durante una mínima exposición, puede significar la muerte o un daño irreversible. Existen algunos productos a los que el organismo americano encargado de fijar estos límites, no ha logrado aún determinar el IDLH y sólo en esos casos, recomienda aplicar 10 veces el valor TLV/TWA.

Límite de Exposición Permisible ("PEL"):

Concentración máxima a la cual un empleado puede estar expuesto durante un período de ocho (8) horas sin usar equipo de protección personal.

Nivel de Acción:

Concentración de sustancias medidas durante un período ponderado ("TWA") de ocho (8) horas para la cual se requiere la implantación de un programa de toma de muestras y de vigilancia médica, o nivel de exposición

(concentración de la sustancia en el aire) en que entran en vigor las reglamentaciones de la OSHA para proteger a los empleados. Este nivel generalmente es la mitad del TLV.

TLV (“Threshold Limit Value”):

Concentración máxima a que pueden estar expuestos día a día los empleados sin efectos adversos a su salud, recomendada por la Asociación Gubernamental Americana de Higiene Industrial (“AGIHA” por su nombre en inglés).

TLV Ceiling:

Concentración que no puede excederse en ningún momento. Recomendado por la AGIHA.

Establecimiento de los Valores Límite Ambientales (VLA):

Los VLA se establecen teniendo en cuenta la información disponible procedente de estudios de experimentación animal y humana, de estudios epidemiológicos, de analogías físico - químicas de los agentes químicos y de la experiencia industrial.

Las relaciones dosis-efecto y dosis-respuesta son una forma de cuantificar los efectos de los agentes químicos en el organismo y son la base teórica para el establecimiento de los criterios de valoración.

Los valores límite son de dos tipos:

Valor límite ambiental- Exposición diaria (VLA-ED):

Es el valor de referencia para la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada, de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de 8 horas diarias.

Valor límite ambiental- Exposición de corta duración (VLA-EC):

Es el valor de referencia para la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada, para cualquier periodo de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un periodo de referencia inferior.

Límites de desviación:

Para los agentes químicos que tienen asignado un VLA-ED pero no un VLA-EC, se establece el producto $3 \times \text{VLA-ED}$ como el valor que no se puede sobrepasar durante más de 30 minutos a lo largo de la jornada de trabajo y el valor $5 \times \text{VLA-ED}$ que no se deberá sobrepasar en ningún momento.

También se han establecido **Valores Límite Biológicos (VLB)**

Se define como **Valores Límite Biológicos (VLB)** a los niveles más probables de los Indicadores Biológicos en trabajadores sanos sometidos a una exposición global a agentes químicos, equivalente, en términos de dosis absorbida, a una exposición exclusivamente por inhalación del orden del VLA-ED. http://riesgoslaborales.feteugt-sma.es/p_preventivo/Valores_limite.htm

La concentración en el aire inhalado por el trabajador es el parámetro ambiental más significativo para evaluar los riesgos debidos a la exposición a agentes químicos. Cuando un agente se puede absorber por vía cutánea, esto aparece señalado en las listas de valores límite con la notación "vía dérmica".

Identificación de los Productos Químicos

Antes de manipular un producto químico, deben conocerse sus posibles riesgos y los procedimientos seguros para su manipulación mediante la información contenida en la etiqueta o la consulta de las fichas de datos de seguridad de los productos.

Estas últimas dan una información más específica y completa que las etiquetas y si no se dispone de ellas se deben solicitar al fabricante o suministrador.

La etiqueta debe indicar la siguiente información:

- Nombre de la sustancia.
- Símbolo e indicadores de peligro, mediante uno o varios pictogramas normalizados.
- Frases tipo que indican los riesgos específicos derivados de los peligros de la sustancia (frases R).
- Frases tipo que indican los consejos de prudencia en relación con el uso de la sustancias (frases S).

El contenido informativo de la ficha de datos de seguridad de una sustancia debe ser el siguiente:

Sección 1. Identificación de la sustancia. Nombre, sinónimos, la dirección y número de teléfono de la empresa que fabrica el producto y la fecha en la que fue preparada la **MSDS**. En esta sección puede ser más útil la forma de comunicarse con el Centro de Información que maneja las hojas de seguridad y puede brindar apoyo en caso de emergencia

Sección 2. Identificación del peligro. Peligros de fuego, explosión, entre otros. Las posibles consecuencias de un contacto con el producto, vías de ingreso al organismo, la duración de contacto que podría afectar la

salud, y cuáles son los órganos que podrían verse afectados por el producto.

Sección 3. Composición/Información de ingredientes. Componentes peligrosos del producto, incluyendo composición porcentual de las mezclas, por sus nombres científicos y comunes y sus números de identificación internacionales (como el número CAS). El fabricante puede elegir no publicar algunos ingredientes que son secreto de fórmula.

Sección 4. Medidas de primeros auxilios. Medidas básicas de estabilización a emplear ante inhalación, absorción, ingestión o contacto con el producto hasta que se tenga acceso a la atención médica. Sección a utilizar sólo por personal capacitado.

Sección 5. Medidas en caso de incendio. Informa acerca de las posibilidades de que la sustancia se incendie y bajo qué circunstancias; hace alusión a puntos de inflamación (temperatura a la cual la sustancia desprende vapores creando atmósferas inflamables), límites de inflamabilidad, reacciones que podrían causar incendio o explosión, sistemas adecuados de extinción de incendios. Sólo para personal capacitado.

Sección 6. Medidas para actuar ante vertidos accidentales. Procedimientos guía de limpieza y absorción de derrames. Sólo para personal capacitado.

Sección 7. Almacenamiento y manejo. Tipo de envase. Condiciones seguras de almacenamiento y manejo.

Sección 8. Controles de exposición y protección personal. Prácticas de trabajo e higiene tales como lavarse las manos después de trabajar con el producto. Controles de ingeniería. Indica la necesidad o no de usar equipo de protección; Incluye los límites de exposición permisibles (TLV, STEL o STEEL) IDLH. www.mathesonrigas.com ; [http://www.mathesongas.com/pdfs/products/Threshold-Limit-Values-\(TLV\).pdf](http://www.mathesongas.com/pdfs/products/Threshold-Limit-Values-(TLV).pdf)

Sección 9. Propiedades físicas y químicas. Aspecto y olor, estado físico, presión de vapor, punto de ebullición, punto de fusión, punto de congelación, punto de inflamación, densidad del vapor, solubilidad, valor de pH, gravedad específica o densidad, etc. La interpretación adecuada de ellas puede aportar información fundamental para planes preventivos.

Sección 10. Estabilidad y reactividad. Condiciones a evitar, incompatibilidades y reacciones peligrosas. Incluye productos de descomposición. Conocer este aspecto, es muy útil para almacenar correctamente varios productos eliminando riesgos.

Sección 11. Información toxicológica. Explica cuáles son los efectos a corto o largo plazo que pueden esperarse si la sustancia ingresa al organismo.

Sección 12. Información ecológica. Degradación biológica, y WKG (grado de contaminación sobre el agua). Efectos del producto sobre peces y plantas o por cuanto tiempo el producto sigue siendo peligroso una vez en contacto con el medio ambiente.

Sección 13. Información sobre desechos. Cada país, ciudad y localidad, debe tener una reglamentación acerca del manejo adecuado de su medio ambiente. Por tanto, esta sección se refiere generalmente a la necesidad de consultar la legislación antes de realizar cualquier procedimiento de tratamiento o disposición final.

Sección 14. Información sobre transporte. Regulación Internacional sobre el transporte del producto. Describe cómo debe empacarse y rotularse. Informa acerca del número de identificación designado por la Organización de las Naciones Unidas, el cual incluso puede reemplazar al nombre de la sustancia; indica las vías de transporte permitido (aérea, terrestre, marítima).

Sección 15. Información reglamentaria. Normas Internacionales para etiquetado de contenedores e información que debe acompañar a cada producto químico al momento de ser despachado.

Sección 16. Información adicional. Cualquier otro tipo de información sobre el producto que podría ser útil, información sobre cambios en la MSDS. Aspectos importantes específicos.

Reactividad Química

Una reacción química es una ruptura de enlaces entre átomos o iones, seguida de una reorganización de enlaces diferentes dando lugar a nuevas especies químicas. En las condiciones propias en que se realiza la reacción, el cambio de enlaces del sistema químico conduce siempre a un sistema más estable. Una reacción no es posible si no va acompañada de una variación de entalpía negativa, lo que en principio permite estimar las características de la reacción.

Los mecanismos de las reacciones suelen ser complicados. El de las iónicas es una transferencia de electrones seguida de la aparición de nuevos iones o de la formación de un compuesto insoluble. En el de las covalentes, intervienen productos intermedios muy inestables y reactivos, correspondiendo el máximo de la energía de activación a la formación de asociaciones de moléculas en forma de complejos transitorios. Un ejemplo de reacción aparentemente simple, que es muy compleja, es la del oxígeno con el hidrógeno para formar agua. Esta reacción implica muchas etapas con formación de diferentes radicales.

Los catalizadores, los inhibidores y el propio disolvente de la reacción, se utilizan para facilitar o controlar el desarrollo de las reacciones químicas.

Reacciones Químicas Peligrosas

Si la reacción que se va a llevar a cabo no reviste características de peligrosidad, existe la posibilidad de la aparición de reacciones secundarias peligrosas, por lo tanto, debe procederse de manera cuidadosa con la preparación y desarrollo de la misma, tomando las medidas preventivas adecuadas entre las que cabe citar:

- Emplear las mínimas cantidades posibles de reactivos.
- Obtener toda la información disponible sobre la reactividad y características de peligrosidad de los reactivos y productos esperados de la misma.

- Disponer del material adecuado y suficiente para su realización, que cumpla los requisitos técnicos necesarios.

- Llevar a cabo la reacción en una campana o instalación específica adecuada.

- Disponer de ropa de trabajo y equipos de protección personal adecuados al riesgo y de los elementos de actuación suficientes (extintores adecuados, mantas ignífugas, neutralizadores, adsorbentes, equipos de ventilación y respiración de emergencia, duchas y lavajos) en relación a los posibles incidentes y accidentes.

- Avisar al resto del personal del laboratorio de la realización de la reacción y organizar el trabajo de tal manera que el número de personas expuestas a los posibles riesgos que ocasionaría el desarrollo de la reacción sea el mínimo posible.

A continuación algunos ejemplos representativos:

Reacciones peligrosas de los ácidos

Reactivo	Reactivo	Se desprende
Ácido sulfúrico	Ácido fórmico Ácido oxálico Alcohol etílico Bromuro de sodio Cianuro de sodio Sulfocianuro de sodio Ioduro de hidrógeno Algunos metales	Monóxido de carbono Monóxido de carbono Etano Bromo y dióxido de azufre Monóxido de carbono Sulfuro de carbonilo Sulfuro de hidrógeno Dióxido de azufre
Ácido nítrico	Algunos metales	Dióxido de nitrógeno
Acido clorhídrico	Sulfuros Hipocloritos Cianuros	Sulfuro de hidrógeno Cloro Cianuro de hidrógeno

Compuestos que reaccionan fuertemente con el agua

Ácidos fuertes anhidros	Hidróxidos alcalinos
Alquilmetales y metaloides	Hidruros
Anhídridos	Metales alcalinos
Halogenuros de ácidos	Óxidos alcalinos
Flúor	Calcio

Compuestos que reaccionan violentamente con el aire o el oxígeno

Alquilmetales y metaloides	Nitruros alcalinos
Arsinas	Fósforo blanco
Hidruros	Metales carbonilados
Metales finamente divididos	

Sustancias incompatibles de elevada afinidad

Oxidantes con:	Nitratos, halogenatos, óxidos, peróxidos, flúor
Reductores con:	Materiales inflamables, carburos, nitruros, hidruros, sulfuros, aluminio, magnesio.
Ácidos fuertes con:	Bases fuertes
Ácido sulfúrico con:	Azúcar, ácido perclórico, permanganato potásico, cloratos, sulfocianuros

La combinación de sustancias: puede producir efectos sinérgicos. Es decir, si hay presentes dos o más sustancias peligrosas, el efecto resultante puede ser mayor que la suma de los efectos de cada una por separado. Por ejemplo, la exposición a alcohol y disolventes clorados. También es posible lo contrario, es decir, dos sustancias tóxicas pueden contrarrestar sus efectos, lo que se conoce como efecto antagonista. Por ejemplo: cianuro y nitrito de amilo. (Ver Anexo II. Incompatibilidad de sustancias químicas.)

Productos de Descomposición

El almacenamiento prolongado de ciertos productos inestables genera la posibilidad de su descomposición que, en ciertas circunstancias, como golpe, calentamiento o desplazamiento simple, puede generar una explosión. Los amidos alcalinos y ciertas sales de diazonio se pueden incluir dentro de este grupo de productos. El cloruro de aluminio, por otra parte, acumula el ácido formado por descomposición a causa de la humedad absorbida a lo largo del tiempo. Cuando se abre el recipiente, puede ocurrir la rotura del mismo y la proyección de su contenido.

La apertura de un recipiente que ha permanecido largo tiempo cerrado sin usarse es una operación que debe realizarse con precauciones, especialmente, la apertura de frascos esmerilados cuyo tapón haya quedado trabado. Es recomendable guardar los productos líquidos inestables en ampollas selladas.

Productos de Polimerización

Algunos monómeros pueden polimerizarse rápidamente provocando una explosión o rotura de los frascos: acetato de vinilo, acroleína, acrilonitrilo, óxido de etileno, estireno, etc. La polimerización puede tener lugar por calentamiento, exposición a la luz, impurezas ácidas o metálicas, golpes, etc. El almacenamiento de monómeros se realizará en pequeñas cantidades y, si es posible, en presencia de inhibidores y lejos de productos susceptibles de liberar trazas de ácidos y bases.

Sustitución de Reactivos

Dentro de un programa de prevención, la sustitución de reactivos o sustancias de marcada acción biológica por otros de menos toxicidad, o incluso de ciertos equipos, cuya utilización implique riesgos e incendio o explosión, por otros más modernos proporciona mejores resultados dado que se disminuyen los riesgos. Por lo tanto, dado que en el laboratorio se desarrollan técnicas cuyas posibilidades de sustitución podrían ser limitadas, y otras que podrían resultar indiferentes a la utilización o no de un reactivo,

se debe trabajar exhaustivamente en estos casos a los efectos de disminuir la toxicidad.

Ejemplos comunes de sustitución de reactivos

Producto	Sustituto
Benceno	Ciclohexano, Tolueno
Cloroformo, Tetracloruro, tricloroetileno	Metilcloroformo, Fluorocarbonos
2-Nitropropano	1-Nitropropano, Nitroetano
n-Hexano	n-Heptano
Acetonitrilo	Metanol, Acetona
Etilenglicol	Propilenglicol
Metanol	Etanol

Reducir las existencias al mínimo

Cuando se trata de sustancias peligrosas, la minimización de las cantidades almacenadas constituye una buena medida preventiva. Ello supone planificar las existencias de reactivos, de modo que se asegure su suministro en el momento preciso. Entonces:

- **Comprar según las necesidades, evitando el deterioro o caducidad de los productos o materiales, los que generarían residuos innecesarios así como gastos económicos**
- **Reutilizar o reciclar estos productos siempre que sea posible**
- **Llevar un control periódico de las existencias**
- **Disponer de un listado de productos almacenados, sus cantidades y gasto de los mismos, actualizado**

Características generales de Reactivos Corrosivos

Definición: Sustancias que tienen un efecto erosivo agudo en la piel. Son particularmente dañinas a los ojos y sus vapores o nieblas causan irritaciones severas de los bronquios. Se clasifican generalmente en cuatro (4) clases principales: ácidos fuertes, bases fuertes, agentes deshidratantes y agentes oxidantes. Muchas de estas sustancias pertenecen a más de una clase.

Reactivos Corrosivos de uso común en los laboratorios:

- ◆ Ácido Sulfúrico
- ◆ Ácido fluorhídrico
- ◆ Hidróxido de Potasio
- ◆ Ácido Perclórico
- ◆ Ácido Nítrico
- ◆ Amoníaco
- ◆ Ácido Crómico
- ◆ Óxido de Calcio
- ◆ Hidróxido de Sodio

Guías para su uso

a. El trabajo con corrosivos se llevará a cabo dentro de una campana de extracción.

b. Se debe evitar el uso frecuente de ácido perclórico en los laboratorios debido a su peligrosidad. Si fuera necesario utilizarlo, su manejo deberá estar restringido a campanas de extracción especiales.

c. Al manejar sustancias corrosivas utilice el siguiente equipo de protección: guantes, delantal de seguridad, gafas y protector para la cara. Si existe riesgo de inhalación de vapores, utilice un respirador.

d. Al preparar mezclas de ácidos y agua, siempre añada el ácido al agua, nunca a la inversa. Esta precaución evitará salpicaduras del ácido

ocasionadas por el calor excesivo que se libera cuando estas sustancias se mezclan.

- e.** Mantenga en el laboratorio solamente la cantidad que va a utilizar.
- f.** En caso que entre en contacto con esta sustancia:
- g.** Retire cualquier material que esté cubriendo el área afectada.
- h.** Lave el área afectada inmediatamente con agua en abundancia durante quince (15) a treinta (30) minutos.
- i.** Procure atención médica de inmediato.

Características Generales de los Ácidos Inorgánicos

Siempre que sea posible, los ácidos muy corrosivos deben sustituirse por otros que presenten menos riesgos, siendo además esencial utilizarlos a la menor concentración necesaria. Cuando se utilicen ácidos inorgánicos, se deberán extremar las medidas de seguridad en cuanto al almacenamiento, manipulación, eliminación de residuos, ventilación, protección personal y primeros auxilios.

Almacenamiento

Siempre debe evitarse el contacto con materiales combustibles u oxidables. Las instalaciones eléctricas deben ser resistentes a los ácidos.

Las zonas de almacenamiento de estos productos deben estar separadas de las demás dependencias, bien ventiladas y protegidas de los rayos solares y otras fuentes de calor. El suelo de estas áreas será de cemento y no contendrá sustancias que puedan reaccionar con el ácido.

Los envases de seguridad deben mantenerse herméticamente cerrados y claramente etiquetados, indicando su contenido.

Los envases de cristal o plástico deben estar convenientemente protegidos contra impactos y por encima del nivel del suelo para facilitar el vaciado en caso de derrame. Los bidones se almacenarán sobre bastidores o caballetes y estarán debidamente calzados.

Efectos en la salud

Los ácidos inorgánicos son corrosivos, especialmente cuando se encuentran a altas concentraciones.

Pueden destruir los tejidos corporales y producir quemaduras químicas (ver Anexo IV. Quemaduras Químicas.) cuando entran en contacto con la piel y las mucosas. Son especialmente peligrosos los accidentes oculares. Los vapores o nieblas de los ácidos irritan el tracto respiratorio y las mucosas, el grado de irritación depende de su concentración; los

trabajadores expuestos a estos ácidos pueden sufrir también decoloración o erosiones en los dientes. El contacto repetido con la piel provoca dermatitis.

La ingestión accidental de los ácidos inorgánicos concentrados causa grave irritación de la garganta y el estómago, así como destrucción tisular de los órganos internos, a veces mortal, a menos que se efectúe inmediatamente el tratamiento de urgencia adecuado. Algunos ácidos inorgánicos actúan como agentes tóxicos sistémicos.

Protección Personal y Primeros Auxilios, ver: Manual para laboratorios químicos y biológicos (Menéndez-Calderoni, UNSL, 2011)

Ejemplos de Manipulación de Compuestos Químicos

(Ácidos inorgánicos. Halógenos. Nitrógeno líquido. Materiales alcalinos. Líquidos inflamables)

ÁCIDOS INORGÁNICOS

Ácido Nítrico

Riesgos para la seguridad y la salud

El ácido nítrico es corrosivo y puede causar severas quemaduras en todas las partes del cuerpo. Los vapores son corrosivos para el tracto respiratorio y puede causar edema pulmonar que puede ser fatal.

La *ingestión* produce lesiones del tejido (boca, esófago, estómago, intestinos), fuertes dolores (¡Riesgo de perforación!), vómito con sangre y muerte.

Inhalación: los vapores son corrosivos para el tracto respiratorio. Su inhalación puede causar intoxicación aguda y sobreaguda. La intoxicación sobreaguda es poco frecuente y produce la muerte rápidamente. La intoxicación aguda es más frecuente y generalmente consta de tres fases: la primera consiste en una irritación del tracto respiratorio superior (irritación de la garganta, tos, sensación de ahogo) y de los ojos, con lagrimeo. La segunda fase es desconcertante, puesto que hay ausencia de sintomatología durante varias horas. En la tercera fase reaparecen los trastornos respiratorios, pudiendo desarrollarse rápidamente un edema pulmonar, muchas veces mortal.

El contacto con la *piel* produce quemaduras.

El contacto con los *ojos* produce quemaduras.

Debido a la severidad de los efectos agudos no es aconsejable la exposición repetida y prolongada. La exposición repetida a altos niveles de concentración produce efectos adversos en los pulmones y dientes.

Reacciones peligrosas:

Las reacciones entre el ácido nítrico y diversas sustancias orgánicas son a menudo muy exotérmicas y explosivas, y las reacciones con metales pueden producir gases tóxicos.

El ácido nítrico ataca a la mayor parte de las sustancias y a todos los metales, excepto a los metales nobles (oro, platino, iridio, torio, tantalio) y ciertas aleaciones. La magnitud de la reacción varía según el metal de que se trate y la concentración del ácido. Durante la reacción se producen gases como óxidos de nitrógeno, nitrógeno y amoníaco, pudiendo producir, todos ellos, efectos tóxicos o asfixiantes.

Cuando el ácido nítrico entra en contacto con sodio o potasio, se produce una reacción violenta y peligrosa, liberándose nitrógeno. No obstante, en el caso de ciertos metales se forma una película de óxido protectora que previene ataques posteriores. El ácido nítrico puede reaccionar explosivamente con sulfuro de hidrógeno. Los nitratos obtenidos como resultado de la acción de este ácido sobre diferentes bases son poderosos agentes oxidantes.

Aún cuando se trate de soluciones diluidas, el ácido nítrico es una sustancia fuertemente oxidante. Las soluciones con una concentración superior al 45 % pueden provocar la ignición espontánea de materiales orgánicos como trementina, madera, etc.

No está clasificado como agente oxidante. Puede desarrollar las propiedades oxidantes y reacciona con los materiales combustibles. Puede reaccionar violentamente con los agentes reductores, metales y otras sustancias. La descomposición de este producto incluye la generación de óxidos de nitrógeno e hidrógeno.

Medidas de lucha contra incendios

No es un producto combustible pero puede reaccionar con la mayoría de los compuestos orgánicos provocando fuego y desprendimiento de humos tóxicos (Óxidos de nitrógeno). Puede hacer explosión en contacto con un agente reductor fuerte. Reacciona con la mayoría de los metales

liberando hidrógeno, pudiendo formar mezclas explosivas con el aire. Desprende humos tóxicos.

Los medios de extinción adecuados son: espuma, agua y polvo seco. Utilizar agua pulverizada para enfriar los recipientes y estructuras expuestas al fuego.

Recoger las grandes cantidades de agua contaminada utilizada en la extinción separándola y no permitir que penetre en el alcantarillado u otros sistemas de efluentes.

El personal debe usar equipo de protección autónoma o ropa de protección total.

Almacenamiento

Almacenar en zonas frescas y bien ventiladas, evitando los focos potenciales de calor y la luz directa del sol. Alejar de los materiales combustibles, agentes reductores y bases fuertes. Proteger los recipientes de la corrosión y los daños físicos. Se almacena a temperatura de 15° C a 25 ° C.

Ácido clorhídrico

Riesgos para la seguridad y la salud

Los riesgos especiales son su acción corrosiva sobre la piel y las mucosas, la liberación de hidrógeno cuando entra en contacto con ciertos metales e hidruros metálicos, y su toxicidad. Produce quemaduras en la piel y las mucosas cuya gravedad depende de la concentración de la solución. Estas quemaduras pueden ulcerarse quedando, más tarde, cicatrices queloides y retráctiles.

El contacto con los ojos puede provocar reducción o pérdida total de la visión. Las quemaduras faciales pueden dejar graves cicatrices que desfiguren el rostro.

Los vapores producen un efecto irritante en el tracto respiratorio, causando laringitis, edema de la glotis, bronquitis, edema pulmonar y

muerte. También son frecuentes las enfermedades digestivas, caracterizándose por necrosis dental molecular, que consiste en un proceso por el cual los dientes pierden su brillo, se tornan amarillos, blandos y afilados y, finalmente se rompen.

El contacto con la *piel* produce quemaduras.

El contacto con los *ojos* produce quemaduras ¡Riesgo de ceguera!

La *ingestión* produce quemaduras en boca, esófago y tracto gastrointestinal. Existe riesgo de perforación intestinal y de esófago.

Luego del tiempo de latencia: paro cardiovascular.

Estabilidad y reactividad:

Es un compuesto muy estable pero cuando se somete a altas temperaturas se descompone dando hidrógeno y cloro.

Deben evitarse los metales y las aleaciones metálicas pues la solución ataca a casi todos los metales (salvo mercurio, plata, oro, platino, tantalio y ciertas aleaciones)

Con los sulfuros reacciona formando cloruros y sulfuro de hidrógeno.

En especial deben evitarse los siguientes compuestos:

Aluminio, aminas, carburos, hidruros, flúor, metales alcalinos, metales, permanganato de potasio, soluciones fuertes de hidróxidos alcalinos, halogenatos, ácido sulfúrico concentrado, siliciuro de litio, éter vinilmetílico.

Protección personal

Es necesaria la protección de los ojos y respiratoria en presencia de vapores/aerosoles. Los medios de protección del cuerpo deben elegirse específicamente en función del trabajo desarrollado con el producto. Debería aclararse con el suministrador la estabilidad de los medios de protección frente al producto.

Al término del trabajo sustituir la ropa contaminada y lavar cara y manos.

Primeros auxilios

Tras la *inhalación* respirar aire fresco y avisar al médico.

Tras el contacto con la *piel* lavar con abundante agua y extraer la sustancia por medio de algodón impregnado en polietilenglicol 400. Despojarse inmediatamente de la ropa contaminada.

Tras el contacto con los *ojos* lavar con abundante agua manteniendo bien abiertos los párpados (al menos durante 10 minutos). Avisar inmediatamente al oftalmólogo.

Tras *ingestión* beber abundante agua. Se deben evitar los vómitos pues existe riesgo de perforación. Avisar inmediatamente al médico. Lavado de estómago.

Medidas de lucha contra incendios

Es una sustancia incombustible pero en contacto con metales e hidruros metálicos puede formarse hidrógeno gaseoso, (cuyo límite de explosividad es de 4-75 por 100 de volumen de aire) existiendo riesgo de explosión.

También pueden formarse vapores peligrosos por incendio en el entorno

En caso de incendio el personal en el área de riesgo debe equiparse con ropa protectora adecuada y con sistemas de respiración artificial e independiente del ambiente.

Almacenamiento

El producto se debe almacenar en un recipiente bien cerrado, en un lugar bien ventilado y a temperatura por debajo de 25 °C.

Nunca debe almacenarse en la proximidad de sustancias oxidantes o inflamables, como ácido nítrico o cloratos, ni cerca de metales e hidruros metálicos que puedan ser atacados por él con liberación de hidrógeno. Toda la instalación será a prueba de llamas y estará protegida contra la acción corrosiva de los vapores.

Ácido Perclórico

Es un poderoso agente oxidante que puede reaccionar explosivamente con agentes reductores y con materia orgánica.

Riesgos para la seguridad y la salud

Los vapores del ácido perclórico tienden a condensar en el interior de las campanas y de los conductos formando, eventualmente, cristales de percloratos que son explosivos si se los sacude.

El ácido perclórico debe manipularse solamente en campanas con arrastre de agua, construidas de material no combustible.

No deben realizarse digestiones con ácido perclórico en campanas convencionales.

Estabilidad y reactividad:

No debe almacenarse material orgánico en campanas donde se trabaja con ácido perclórico.

Al realizar digestiones húmedas con ácido perclórico, la materia orgánica debe ser tratada primero con ácido nítrico para destruir la materia oxidable.

Reacciones peligrosas:

Evitar que el ácido perclórico entre en contacto con agentes fuertemente deshidratantes, tal como ácido sulfúrico concentrado, pentóxido de fósforo, etc.

El ácido perclórico anhidro (mayor de 85%) debe ser manipulado solamente por trabajadores experimentados que conozcan perfectamente sus propiedades.

Reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores (es un oxidante fuerte), materiales orgánicos y bases fuertes, originando peligro de incendio y explosión.

Ataca a muchos metales formando un gas combustible (hidrógeno). El ácido es inestable si la concentración es superior al 72%; puede explotar por shock o sacudida cuando está seco o secándose.

Mezclas con material combustible (como el papel) pueden inflamarse espontáneamente a temperatura ambiente.

Condiciones que deben evitarse:

Calentamiento intenso, ya que puede explotar dado que se descompone al calentarla intensamente.

Materiales a evitar: materiales combustibles y reductores, materiales orgánicos y bases fuertes.

Ácido Sulfúrico

Riesgos para la seguridad y la salud

La acción del ácido sulfúrico es la propia de un agente tóxico general y es un potente caústico. En forma líquida o vapor, produce gran irritación y quemaduras químicas en las mucosas de los tractos digestivo y respiratorio, los dientes, los ojos y la piel. En contacto con la piel, el ácido sulfúrico produce una intensa deshidratación, con liberación de calor suficiente para producir quemaduras similares a las térmicas, que pueden ser de primero, segundo o tercer grado. La profundidad de estas lesiones depende de la concentración del ácido y de la duración del contacto.

La inhalación de vapores de esta sustancia produce los siguientes síntomas: secreción nasal, estornudos, sensación de quemazón en la garganta y la región retroesternal. Estos síntomas van seguidos por tos, dificultad respiratoria, a veces acompañada de espasmos de las cuerdas vocales, y sensación de quemazón en los ojos, con lagrimeo y congestión de la conjuntiva.

Los vapores con altas concentraciones de ácido sulfúrico pueden causar secreciones nasales y esputos sanguinolentos, hematemesis,

gastritis, etc. Son también frecuentes las lesiones dentales, que afectan sobre todo a los incisivos los cuales se tornan de color marrón, con estriaciones en el esmalte, caries y destrucción rápida e indolora de la corona dental.

Las lesiones que se encuentran con más frecuencia en los trabajadores empleados que trabajan con ácido sulfúrico son las quemaduras químicas.

Las soluciones concentradas causan quemaduras profundas en las mucosas y la piel. Inicialmente la zona que ha contactado con el ácido está blanquecina, tornándose más tarde de color marrón para, finalmente, aparece una úlcera perfectamente definida sobre una zona ligeramente enrojecida. Estas lesiones tardan mucho tiempo en curar y, con frecuencia, dejan extensas cicatrices que producen impotencia funcional.

Si la quemadura es muy extensa, el pronóstico puede ser fatal. El contacto repetido de la piel con soluciones poco concentradas de este ácido produce desecación de la piel, ulceraciones en las manos y panadizo o inflamación crónica purulenta alrededor de las uñas.

Las salpicaduras de ácido sulfúrico en los ojos son particularmente graves, pudiendo causar ulceración profunda de la córnea, queratoconjuntivitis y lesiones palpebrales con graves secuelas.

La acción general tóxica del ácido sulfúrico determina una depleción alcalina del organismo, es decir, una acidosis que afecta al sistema nervioso central y produce agitación, marcha vacilante y debilidad generalizada.

Manipulación y precauciones

Las medidas más eficaces para la seguridad y la salud personal son el completo cerramiento de los procesos y la mecanización de los procedimientos de manipulación para evitar el contacto de los trabajadores con el ácido sulfúrico.

Deben evitarse sustancias como compuestos orgánicos ya que el ácido sulfúrico reacciona con éstos violentamente con liberación de calor suficiente como para provocar un incendio o explosión; además el

hidrógeno liberado durante la reacción con metales puede formar una mezcla explosiva con el aire.

En especial deben evitarse las siguientes materias: agua, metales y sus compuestos, amoníaco, ácidos, óxidos de fósforo, hidruros, permanganatos, nitratos y nitruros, carburos, sustancias inflamables, disolventes orgánicos, acetiluros, nitrilos, nitrocompuestos, amilinas, peróxidos, picratos.

Debe evitarse un calentamiento fuerte del compuesto.

Cuando se trabaje con ácido sulfúrico es necesario utilizar protección ocular y respiratoria en presencia de vapores/aerosoles. Para la protección de las manos se recomienda el uso de guantes de caucho de Viton de 0.7 mm de espesor.

Dependiendo de la exposición se puede utilizar ropa protectora contra ácidos.

Primeros auxilios

Luego de *inhalación* respirar aire fresco y avisar al médico.

Luego de contacto con la *piel* aclarar con abundante agua, después extraer la sustancia con un algodón impregnado con polietilenglicol 400 y quitarse inmediatamente la ropa contaminada.

Luego de contacto con los *ojos* aclarar con abundante agua manteniendo los párpados bien abiertos (al menos durante 10 minutos). Avisar de inmediato al oftalmólogo.

Luego de *ingestión* beber abundante agua (hasta varios litros), evitar vómitos (¡Riesgo de perforación!). No efectuar medidas de neutralización. Avisar inmediatamente al médico.

Medidas de lucha contra incendios

En caso de incendio el personal en el área de riesgo debe equiparse con ropa protectora adecuada y con sistemas de respiración artificial e independiente del ambiente.

Es una sustancia incombustible por sí misma pero reacciona violentamente con muchas sustancias, sobretodo materiales orgánicos, con

liberación de calor suficiente como para provocar un incendio o explosión; además, el hidrógeno liberado durante la reacción con metales puede formar una mezcla explosiva con el aire. También pueden formarse vapores peligrosos y sulfóxido por incendio en el entorno.

Almacenamiento

El producto se debe almacenar en un recipiente bien cerrado y en un lugar bien ventilado.

Nunca debe almacenarse en la proximidad de cromatos, cloratos o sustancias similares y tampoco cerca de compuestos orgánicos o metales.

No hay limitación de temperatura de almacenamiento.

Ácido Fosfórico

Puede reaccionar con la mayoría de los metales para producir gas de hidrógeno altamente inflamable que puede explotar si se enciende. Durante un incendio, se pueden producir óxidos de fósforo tóxicos e irritantes. Los recipientes pueden explotar al calor de un fuego.

Cuando se expone al aire normalmente es estable. El ácido ortofosfórico gradualmente se convierte en ácido pirofosfórico a cerca de 200 ° C y forma ácido metafosfórico por arriba de 300 ° C.

Manipulación y precauciones

Este material es CORROSIVO. Antes de manipularlo, es extremadamente importante que haya en funcionamiento controles y que se esté cumpliendo con los requisitos de equipo protector y con las medidas de higiene personal. Quienes trabajen con este químico deben estar apropiadamente capacitados acerca de sus peligros y su uso seguro.

Prevenir la liberación de vapores o rocío al aire. Toda persona sin protección debe evitar todo contacto con este químico, incluyendo el equipo contaminado. Antes de manipularlos, siempre inspeccionar los recipientes

en busca de daños y fugas. Usar el tipo de recipiente recomendado por el fabricante. Usar la menor cantidad posible en áreas designadas con la ventilación adecuada. Tener a mano equipo apropiado de emergencia (para fuegos, derrames, fugas, etc.)

Se debe vigilar la corrosión en equipos y superficies donde haya presente ácido fosfórico caliente o en rocío. Para casos de emergencia, debe haber a mano carbonato de sodio o cal.

Rotular los recipientes. Recipientes vacíos podrían contener residuos peligrosos. Nunca volver material contaminado a su envase original.

Al preparar o diluir soluciones ácidas, se debe agregar el ácido al agua lentamente teniendo mucho cuidado al remover. Esto evitará sobrecalentamiento y salpicaduras del ácido.

HALÓGENOS Y SUS COMPUESTOS

El flúor, el cloro, el bromo, el yodo y el elemento radiactivo, el astato, constituyen la familia de elementos denominados halógenos. Las propiedades de los ácidos halogenados y sus sales muestran una estrecha relación.

La similitud es evidente en los compuestos orgánicos halogenados.

Riesgos

La similitud que presentan estos elementos con respecto a sus propiedades químicas se evidencia en sus efectos fisiológicos. Los gases (flúor y cloro) y los vapores de bromo y yodo son irritantes del aparato respiratorio.

La inhalación de concentraciones relativamente bajas de estos gases y vapores produce una sensación desagradable y picante que va seguida por sensación de ahogo, tos, y sensación de opresión torácica. Las lesiones del tejido pulmonar asociados a estos productos pueden determinar la aparición de un edema pulmonar, que puede ser mortal.

NITRÓGENO LÍQUIDO

El nitrógeno es, químicamente, un gas muy estable e inerte y no está considerado peligroso. Sin embargo, en su forma líquida, el N₂ tiene varios peligros: a) quemaduras por congelación, b) riesgo de asfixia por desplazamiento del oxígeno y c) posibilidad de rotura de los contenedores por exceso de temperatura. De todos ellos, el peligro más real en los Laboratorios lo representan las quemaduras por frío.

El Nitrógeno licuado tiene un punto de ebullición de -196 °C y la fase de vapor de los contenedores suele estar a una temperatura inferior a -180 °C. La exposición de la piel y mucosas puede provocar lesiones graves, similares a las quemaduras, por lo que debemos manipular este producto adecuadamente.

Las normas básicas de protección son:

- Se deberá utilizar siempre un equipo de protección personal para manipular Nitrógeno líquido
- Los brazos y manos deben estar cubiertos por guantes aislantes, de un material que no se resquebraje por acción de la temperatura.
- Las piernas han de estar protegidas. Hay que usar un calzado cerrado, en buen estado, con suelas gruesas.
- Se utilizará un protector facial; las gafas se consideran una protección incompleta.
- Si se produce la exposición accidental, **nunca** debe aplicarse agua caliente o calor directo sobre la zona expuesta.

La falta de oxígeno, desplazado por los gases criogénicos, como el N₂ líquido, es un peligro recalado por todas las normativas de seguridad y que generalmente se menosprecia. Un litro de este líquido puede generar casi 700 litros de gas. Una atmósfera con un contenido de oxígeno inferior al 15% puede producir asfixia. En consecuencia, los recipientes y contenedores de N₂ líquido deben estar siempre colocados en una zona bien ventilada.

Por último, aunque el N₂ no es inflamable ni explosivo, la exposición de los contenedores y recipientes al calor directo puede originar un aumento de presión que ocasione la ruptura brusca de las paredes, con el consiguiente riesgo de vertido accidental y salpicaduras. En consecuencia,

los recipientes deben estar lejos de cualquier fuente de calor y *nunca debe colocarse objetos pesados encima de las tapas de estos recipientes.*

Riesgo de inhalación:

Al producirse pérdidas en zonas confinadas, este líquido se evapora muy rápidamente originando una saturación total del aire con grave riesgo de asfixia. La inhalación puede producir debilidad o pérdida del conocimiento.

Riesgo por contacto con la piel:

El contacto con el producto puede producir quemaduras por frío o congelación.

Primeros auxilios

Si se produce *inhalación* puede producirse asfixia y la víctima no se da cuenta. Retirar a la víctima a un área no contaminada. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Llamar al médico. Aplicar la respiración artificial si se para la respiración.

Si se produce *contacto con los ojos* lavar inmediatamente con agua durante, al menos, 15 minutos.

Si se produce *contacto con la piel* llevar al accidentado a una habitación caldeada y rociar con **agua tibia** hasta 15 minutos si se ha producido congelación. Aplicar vendaje estéril. Si la exposición es grave, puede requerir tratamiento médico especializado.

La ingestión no está considerada como una vía potencial de exposición.

Medidas a tomar en caso de vertido accidental

En caso de derrame accidental evacuar el área. Usar ropa de protección y utilizar equipos de respiración autónoma cuando se entre en el

área a menos que esté probado que la atmósfera es segura, para lo cual, se debe ventilar adecuadamente el área.

Como protección del medio ambiente hay que prevenir la entrada de la sustancia en alcantarillas, sótanos o en cualquier otro lugar donde la acumulación pueda ser peligrosa.

Medidas de lucha contra incendios

En caso de incendio la exposición al fuego puede causar la rotura o explosión de los recipientes.

Es una sustancia **no** inflamable.

Se pueden usar todos los medios de extinción conocidos.

Colocarse lejos del recipiente y enfriarlo con agua desde un recinto protegido. Si se produce una fuga no rociar agua sobre el recipiente. Utilizar agua para contener el fuego en el área circundante, desde un lugar protegido.

En espacios confinados utilizar equipos de protección autónoma de presión positiva.

Almacenamiento

Mantener el contenedor por debajo de 50 °C, en un lugar bien ventilado.

MATERIALES ALCALINOS

Los álcalis son sustancias cáusticas que, disueltas en agua, forman soluciones con un pH bastante superior a 7. Entre otros productos tenemos: amoníaco, hidróxido y óxidos de calcio, de potasio, de sodio, carbonatos de potasio, de sodio. Además: los peróxidos, silicatos y fosfato sódicos.

Riesgos para la salud

En general los álcalis, ya sea en estado sólido o en soluciones concentradas, son más destructivos para los tejidos que la mayoría de los ácidos.

Los polvos, nieblas o rocíos de cáusticos pueden producir irritación de los ojos y del aparato respiratorio, así como lesiones del tabique nasal. Los álcalis fuertes se combinan con los tejidos para formar albuminados y con las grasas naturales para formar jabones. Además, pueden formar compuestos solubles que pueden producir en los tejidos destrucciones profundas y dolorosas.

Los hidróxidos potásico y sódico son los productos más activos de este grupo. Incluso las soluciones diluidas de álcalis fuertes tienden a ablandar la epidermis y a emulsionar o disolver la grasa cutánea.

Las exposiciones iniciales a atmósferas ligeramente contaminadas con álcalis pueden ser irritantes, pero esta irritación pronto deja de percibirse.

Con frecuencia, las personas que trabajan en este tipo de atmósferas no muestran ninguna alteración, mientras que cuando se trata de individuos no habituados, la misma exposición pueden producir tos, dolor de garganta e irritación nasal. El riesgo principal asociado con estos productos es la contaminación ocular por salpicaduras de soluciones o partículas.

Hidróxido de sodio

El riesgo principal es la contaminación ocular por salpicaduras de soluciones o partículas. Destruye los tejidos y produce graves quemaduras de tipo químico. La inhalación de polvos o nieblas de este producto puede provocar graves lesiones a lo largo de todo el aparato respiratorio y la ingestión produce graves lesiones digestivas.

Síntomas:

Luego de *inhalación* se pueden producir quemaduras de las mucosas.

El contacto con la *piel* puede producir quemaduras

El contacto con los *ojos* puede producir quemaduras (Riesgo de ceguera)

La *ingestión* puede producir quemaduras en la boca, faringe, esófago y tubo gastrointestinal. Existe riesgo de perforación intestinal y de esófago.

Manipulación y precauciones

Aunque no es inflamable ni combustible, produce una gran cantidad de calor cuando el producto sólido se pone en contacto con agua. Por este motivo, siempre que se quiera hacer una solución tendrá que utilizarse agua fría, puesto que la solución puede hervir y salpicar el líquido corrosivo en una amplia zona.

Deben evitarse las siguientes materias:

Metales, metales ligeros: puede formarse hidrógeno lo que constituye un riesgo de explosión; ácidos, nitrilos, metales alcalinotérreos, compuestos de amonio, cianuros, magnesio, nitrocompuestos orgánicos, inflamables orgánicos, fenoles y compuestos oxidables.

Primeros auxilios

Luego de *inhalación* respirar aire fresco. Avisar al médico.

Luego de contacto con la *piel* lavar con abundante agua y extraer la sustancia por medio de algodón impregnado de polietilenglicol 400. Quitarse inmediatamente la ropa contaminada.

Luego de contacto con los *ojos* lavar con abundante agua manteniendo los párpados bien abiertos (al menos durante 10 minutos). Avisar inmediatamente al oftalmólogo.

Luego de *ingestión* beber abundante agua (hasta varios litros), evitar vómitos (¡Riesgo de perforación!). Avisar inmediatamente al médico. No efectuar medidas de neutralización.

Medidas a tomar en caso de vertido accidental

En caso de derrame accidental evitar la formación y la inhalación de polvo. Evitar el contacto con la sustancia. Proceder a la ventilación en lugares cerrados.

Recoger el producto con materiales absorbentes neutralizantes, proceder a la eliminación de residuos y aclarar.

Medidas de lucha contra incendios

El medio de extinción más adecuado es adaptar los materiales en el entorno.

Aunque es un producto incombustible se pueden formar vapores peligrosos por incendio en el entorno.

Sólo se debe permanecer en el área de riesgo con sistemas de respiración artificiales e independientes del ambiente manteniendo una distancia de seguridad y con ropa protectora adecuada.

Almacenamiento

Almacenar en un recipiente cerrado, en un lugar seco. La temperatura de almacenamiento no tiene limitaciones. No almacenar en recipientes de aluminio, estaño o cinc.

LÍQUIDOS INFLAMABLES

Definiciones:

a. *Líquido Inflamable:* Cualquier fluido cuyo punto de inflamación ("flash point") sea menor de 100° F (37° C).

b. *Punto de inflamación:* La temperatura más baja a la cual un líquido despidе vapores en cantidad suficiente para producir una mezcla con aire fácil de encender.

c. *Líquido Combustible:* Cualquier fluido con un punto de inflamación mayor de 100° F.

d. *Fuente de Ignición*: Fuente de calor necesaria para comenzar un fuego. Fuentes de ignición comunes: chispas, llamas equipo eléctrico o circuitos, superficies calientes, cigarrillos encendidos, material para fumar y electricidad estática.

e. *Límite Inferior de Inflamabilidad* ("LFL"): Concentración mínima de vapor de un líquido inflamable y aire, sobre la cual no se propaga la llama, en presencia de una fuente de ignición.

f. *Límite Superior de Inflamabilidad* ("UFL"): Concentración máxima de vapor de un líquido inflamable y aire sobre la cual no se propaga la llama en presencia de una fuente de ignición.

g. *Rango de Inflamabilidad o Rango de Explosión*: Incluye todas las concentraciones de vapor entre el "LFL" y el "UFL". La concentración de vapor en este rango constituye un potencial de fuego en presencia de una fuente ignición.

NOTAS IMPORTANTES:

- Si el "LFL" es bajo, sólo se necesitará que se vaporice una pequeña cantidad del líquido para que se forme una mezcla inflamable.

- Si la concentración de vapor en un área está sobre el "UFL" y se ventila o introduce aire, puede que entre en el Rango de Inflamabilidad.

- Asegúrese de leer y entender la Hoja de Datos de Seguridad de Materiales ("MSDS") de la sustancia química con la que va a trabajar antes de comenzar a usarla. No confíe en la información que conoce acerca de otra sustancia parecida. Cada sustancia química tiene riesgos y peligros particulares.

Características de Líquidos Inflamables

a. Si el líquido no se quema, puede ser que sus vapores al combinarse con el aire, causen incendios y explosiones espontáneas.

b. Los vapores son más pesados que el aire, por lo que se mueven cerca del piso, hacia abajo en escaleras y a través de tuberías. Sin embargo, su movimiento puede ser altamente afectado por corrientes de aire, calentamiento, ventilación y otras circunstancias similares.

c. Debido a que se mantienen cerca del piso son difíciles de detectar (ver u oler).

d. Al entrar en contacto con una fuente de ignición, aunque ésta esté lejos del envase del líquido, puede provocar fuego o explosión.

e. El grado de peligrosidad de un área donde se usan líquidos inflamables se determina por el Punto de inflamación del líquido, la concentración de la mezcla de vapores – aire, la razón de evaporación, las características de dispersión y la presencia de una fuente de ignición.

Recomendaciones para Almacenamiento

a. Almacenar en un área bien ventilada y de temperatura controlada.

b. Usar envases aprobados para almacenar líquidos inflamables, que no goteen, sellados para líquidos y con válvulas de escape para vapores. Inspeccionar los envases regularmente para detectar deterioro o roturas.

c. En el laboratorio deberán almacenarse en gabinetes aprobados para esos propósitos.

Precauciones en el Uso de Solventes

a. Ningún solvente es igual a otro. Algunos son inflamables, otros explosivos y otros al entrar en contacto con calor, se descomponen en ácidos, gases venenosos o componentes corrosivos.

b. Evitar exponerse a los solventes o sus vapores, ya que:

◆ Son peligrosos para la salud y al ambiente.

◆ Pueden causar irritación en los ojos, nariz y garganta.

◆ Pueden provocar mareos y náuseas.

◆ La exposición repetida puede provocar ronchas o complicaciones más serias en la piel.

♦ Todos los solventes, especialmente si están calientes, si salpican, pueden causar daños serios a los ojos, cara o a la piel.

Por todo lo cual, se debe:

- ♦ Trabajar siempre bajo la campana de extracción.
- ♦ Proteger los ojos con gafas adecuadas.
- ♦ Usar guantes apropiados.

En caso de derrame de un solvente sobre el cuerpo:

- ♦ Quitarse la ropa inmediatamente.
- ♦ Lavarse con agua abundante usando jabón suave.
- ♦ Lavar la ropa sin mezclarla con otras.
- ♦ Ponerse ropa libre de solventes.

En caso de que se derrame un solvente en el piso o sobre las áreas de trabajo:

- ♦ Utilizar el equipo de protección personal.
- ♦ Retirar inmediatamente el envase original y tapanlo, si se puede hacer sin exponerse.
- ♦ Avisar a quienes estén en el área.
- ♦ Contener el derrame con material absorbente.
- ♦ Desechar todo material impregnado con solvente con las mismas precauciones hacia éste.

Ver Anexo III. Manejo de Sustancias Químicas que Presentan Riesgos Especiales.

Prácticas específicas para el uso de Cancerígenos y/o Toxinas Reproductivas

Cancerígenos: Las sustancias cancerígenas o carcinógenas son aquellas que por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden ocasionar cáncer o incrementar su frecuencia.

Toxinas reproductivas: Sustancias químicas que afectan las capacidades reproductivas, incluyendo daño a los cromosomas (mutaciones) y efectos en el feto (teratogénesis).

La superficie del área de trabajo se recubre con papel plastificado o su equivalente.

Los procesos que involucran cancerígenos volátiles, polvos o aerosoles se realizan en campanas con extracción.

Se establecen áreas específicas para el trabajo y almacenamiento de sustancias cancerígenas o toxinas reproductivas. Estas áreas incluyendo las campanas y heladeras, se rotulan como "Cancerígenos Químicos".

Se prohíbe el uso de trapos secos o lampazos si se usan polvos cancerígenos o mutagénicos (Ej. Acrilamida, bromuro de etidio).

El uso de carcinógenos se limita a gabinetes de bioseguridad, campanas de extracción, caja de guantes o equipo similar. Estas últimas deberán estar equipadas con filtros de alta eficiencia para particulados ("HEPA filters").

Las cantidades de sustancias químicas carcinógenas deben mantenerse al mínimo necesario para una semana de trabajo.

Las sustancias químicas carcinógenas deberán utilizarse sobre bandejas de acero inoxidable u otro tipo de material impermeable.

Almacenamiento

a. Almacenar las sustancias carcinógenas separadas de otras sustancias e identificar adecuadamente el área.

b. Mantener los recipientes identificados con el nombre de la sustancia y con una de las siguientes advertencias: **PELIGRO, POTENCIAL CARCINÓGENO, o CARCINÓGENO.**

c. Almacenar los carcinógenos en envases sellados y cuyo material sea compatible con la sustancia.

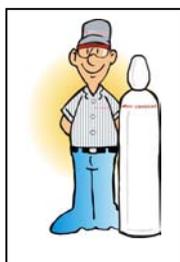
d. Las sustancias inestables deben ser almacenadas en un refrigerador de seguridad.

e. Mantener en el laboratorio sólo la cantidad necesaria para hacer el trabajo.

Ver Anexo III. Manejo de Sustancias Químicas que Presentan Riesgos Especiales.

Manipulación de Cilindros con Gases Comprimidos

Manejar gases a alta presión es riesgoso por las altas presiones a las que se almacenan, la rápida difusión, las características químicas de los gases, la alta reactividad, el peso, inestabilidad o fragilidad de los cilindros y demás condiciones de riesgo.



Las presiones a las que se almacenan los gases son de varias atmósferas. Cuando difunden desplazan al aire común, causando efectos peligrosos: tóxicos, de asfixia, anestésicos, irritación, quemaduras, riesgos de explosión.

Algunos gases, al despresurizarse bajan su temperatura causando peligro de congelamiento de piel y tejidos.



Precauciones para el manejo de gases comprimidos:



* Los cilindros de gases comprimidos deben ser transportados en carros con ruedas, no deben ser arrastrados, ni deslizados ni rodados. Hasta el manipulador u operario más experimentado puede perder el control de ellos y caérsele habiendo riesgo de explosión por rotura del cabezal o del mismo cilindro. Por todo lo cual:



* Se debe proteger los cilindros de golpes y caídas.



* Los cilindros deben estar, en todo momento, atados o encadenados a una pared o soporte grande que impida su caída.

* No deben colocarse en zonas de alto tránsito humano, ni en zonas a la intemperie.

* Colocar los cilindros preferentemente en ambientes con ventilación al exterior. Los gases como dióxido de carbono, nitrógeno y helio, causan asfixia. El oxígeno a altas concentraciones acarrea el problema de incendios e igniciones espontáneas (como comburente), además de la hiperoxia humana.

* El capuchón de metal del cabezal del cilindro debe estar siempre colocado, cuando no esté en funcionamiento o no esté puesto el regulador.



* Los cilindros deben estar siempre identificados con un cartel bien pegado y en castellano que indique el nombre del gas que almacena.

* El cartel del cilindro deberá decir si está lleno, en uso o está vacío.



* Debe respetarse el código de color de los cilindros, según el tipo de gas almacenado, según la Norma IRAM. El color del cilindro y el rótulo deben coincidir.



* Los cilindros deben estar bien pintados, sin raspaduras, costras, grietas ni óxido.

* Los cilindros deben haberse sometido al control periódico de las pruebas hidráulicas y de seguridad exigidas por las normas.



* Los cilindros **nunca** deben **interconectarse**, ni permitir que otros gases ni el aire refluyan al interior.

* Colocar en forma segura el regulador al cilindro y atar a éste el capuchón para evitar pérdidas.



* Los cilindros deben ubicarse lejos de las fuentes de ignición, calor solar, fuego y otras.

* Los gases inflamables, como hidrógeno y monóxido de carbono, se almacenan lejos de otros gases y de otros oxidantes.



* Los cilindros se deben mantener a temperaturas cercanas a la temperatura ambiente (los límites de peligrosidad están por encima de 50 °C y por debajo de -30 °C).

* La verificación de pérdidas o fugas "nunca deben probarse mediante una llama". Se deben probar rodeando de espuma de agua con detergente la posible pérdida.



* Verificar que las válvulas estén cerradas correctamente. No impedir que penetren en los cilindros otros gases, aire o humedad ambiente, para así evitar futuras contaminaciones, oxidaciones y deterioros en el interior del cilindro.

* Los operarios que manipulen cilindros, coloquen reguladores o realicen pruebas, deben contar con los elementos de protección personal puestos, como guantes de cuero, protección para los ojos y eventualmente el rostro.



* Los reguladores deben poseer los manómetros en perfecto estado y calibrados.

*Las presiones de salida deben chequearse para evitar explosiones y/o roturas de aparatos.

*No dejar jamás las válvulas abiertas cuando los cilindros estén vacíos.



*Para corroborar si la válvula de un cilindro pierde, se utiliza una esponja embebida en una solución jabonosa. Si esto sucede, reportar el hecho inmediatamente a quien corresponda. Si no se puede evitar la pérdida, colocar el cilindro bajo campana de extracción. Si es un cilindro grande, llevarlo en forma segura al exterior; el operador debe colocarse el equipo de protección personal.

Algunos ejemplos de Manipulación de Gases Comprimidos

Hidrógeno (H₂)

Características generales:

A temperatura ambiente es un gas inflamable, incoloro e inodoro y es el elemento químico más ligero y más abundante del Universo, estando las estrellas durante la mayor parte de su vida formadas mayormente por este elemento en estado de plasma. Aparece además en multitud de sustancias, como por ejemplo el agua y los compuestos orgánicos y es capaz de reaccionar con la mayoría de los elementos.

La mayor parte (aproximadamente 95%) se usa en el proceso del refinamiento del petróleo, o en la producción de otros compuestos químicos, como el amoníaco o el metanol. El resto es producido por unas pocas compañías de la industria química, y distribuido a sus clientes como gas vía tuberías y cilindros de alta presión, o como líquido a baja temperatura y baja presión mediante tanques criogénicos por carretera.

Los principales usos comerciales del hidrógeno son el químico, el metalúrgico y para la manufactura electrónica

El hidrógeno es un gas **extremadamente** inflamable. Reacciona violentamente con el flúor y el cloro, especialmente con el primero, con el que la reacción es tan rápida e imprevisible que no se puede controlar.

Toxicidad

Inhalación: Altas concentraciones de este gas pueden causar un ambiente deficiente de oxígeno. Los individuos que respiran esta atmósfera pueden experimentar síntomas que incluyen dolores de cabeza, zumbidos en los oídos, mareos, somnolencia, inconciencia, náuseas, vómitos y depresión de todos los sentidos. La piel de una víctima puede presentar una coloración azul. Bajo algunas circunstancias se puede producir la muerte.

No se supone que el hidrógeno cause mutagénesis, embriotoxicidad, teratogenicidad o toxicidad reproductiva. Las enfermedades respiratorias pre-existentes pueden ser agravadas por la sobreexposición al hidrógeno. Riesgo de inhalación: Si se producen pérdidas en su contenedor, se alcanza rápidamente una concentración peligrosa.

Óxido nitroso (N₂O)

Características generales:

El óxido de nitrógeno o muy popular gas de la risa es un gas incoloro con un olor dulce y ligeramente tóxico.

El óxido de nitrógeno se genera por la termólisis controlada del nitrato amónico o por reacción de amoníaco con ácido nítrico. Se puede formar también en condiciones anaeróbicas a partir de abonos minerales en el suelo. Es un importante gas de efecto invernadero con una permanencia media de 100 años en la atmósfera. Actualmente se atribuye el 5 % del efecto invernadero artificial a este gas. Además ataca la capa de ozono, reduciendo el ozono a oxígeno molecular y liberando dos moléculas de monóxido de nitrógeno.

Toxicidad

Aparato respiratorio: Puede causar irritación respiratoria. Se ha informado de enfisema intersticial y neumomediastino debido a la inhalación de dispensadores de crema batida.

Se ha informado de asfixia seguida de muerte por la inhalación intencional de óxido nitroso.

Sistema neurológico: Provoca alucinaciones, un estado eufórico y en algunos casos puede provocar pérdida de parte de la memoria humana.

Los efectos agudos de envenenamiento son debidos principalmente a la asfixia. Los indicios y síntomas pueden incluir dolor de cabeza, mareos y excitación que pueden progresar a depresión del SNC, convulsiones y muerte.

Amoníaco (H₃N)

Características generales:

Es un gas tóxico, corrosivo, incoloro y más ligero que el aire. Tiene olor penetrante y sabor cáustico. Es soluble en disolventes orgánicos y sobre todo en agua. El amoniaco se envasa como gas licuado en cilindros de alta presión y también en estado líquido en tanques adecuados para ello. Se lo utiliza, principalmente, en producción de abonos, en la producción de urea, ácido nítrico, sales de amonio y como fluido refrigerante.

Toxicidad

Al combinarse con el agua de las mucosas se forma hidróxido de amonio (NH₄OH) que daña fundamentalmente el tracto respiratorio superior y ocasiona lesiones similares a las producidas por los productos cáusticos alcalinos (tipo lejía). También produce lesión térmica a consecuencia de las elevadas temperaturas alcanzadas. Estas lesiones van desde el eritema y edema de las mucosas, hasta quemaduras de todas las capas del tracto respiratorio. Las quemaduras conducen a una necrosis por licuefacción de los tejidos y a una agresión química más profunda.

Intoxicaciones leves o moderadas se produce un síndrome irritativo con rinitis, conjuntivitis, y lagrimeo. Pueden producirse quemaduras cutáneas.

En intoxicaciones graves: quemaduras de 2º y 3er grado, edema pulmonar y edema de glotis, pudiendo fallecer por asfixia. El examen necrológico muestra bronquiolitis y daño alveolar difuso.

Monóxido de carbono (CO)

Características generales

El monóxido de carbono (CO) es un gas inodoro e incoloro que reduce la capacidad de la hemoglobina para transportar y suministrar oxígeno.

A escala industrial se obtiene mediante oxidación parcial de hidrocarburos gaseosos o mediante gasificación de la hulla o el coque. Se utiliza como agente reductor en metalurgia, síntesis orgánicas y producción de carbonilos metálicos. Algunos gases industriales que se utilizan para calentar calderas y hornos, y para mover motores de gas, contienen monóxido de carbono.

Formación.

El monóxido de carbono se genera cuando se quema materia orgánica como: carbón, madera, papel, aceite, gasolina, explosivos o cualquier otra sustancia que contenga carbono, en una atmósfera con suministro limitado de aire u oxígeno. Si el proceso de combustión tiene lugar con un suministro abundante de aire, sin que la llama contacte con ninguna superficie, es poco probable que se genere monóxido de carbono.

El CO se produce cuando la llama entra en contacto con una superficie que se encuentra a una temperatura inferior a la temperatura de ignición de la porción gaseosa de la llama. Las fuentes naturales producen un 90 % del CO atmosférico y la actividad humana, cerca de un 10 %. Los vehículos motorizados generan entre el 55 y el 60 % de esta última. Los gases de escape de los motores de combustión que utilizan gasolina como carburante (ignición por chispa) constituyen la principal fuente de CO ambiental.

Cualquier proceso en el que se realice una combustión incompleta de materia orgánica puede constituir una fuente de emisión de monóxido de carbono.

Toxicidad

El cuerpo humano produce pequeñas cantidades de CO como consecuencia del catabolismo de la hemoglobina y otros pigmentos que contienen hemo,

originando una saturación endógena de carboxihemoglobina (COHb) de entre 0,3 y 0,8 % en sangre. La concentración endógena de COHb aumenta en las anemias hemolíticas y después de sufrir contusiones o hematomas importantes, que incrementan el catabolismo de la hemoglobina.

El CO se absorbe fácilmente a través de los pulmones y pasa a la sangre. El efecto biológico mejor conocido del CO es su combinación con la hemoglobina para formar carboxihemoglobina.

El monóxido de carbono compite con el oxígeno por los puntos de unión de las moléculas de hemoglobina. La afinidad de la hemoglobina humana por el CO es unas 240 veces mayor que su afinidad por el oxígeno.

La formación de COHb tiene dos efectos negativos: bloquea el transporte de oxígeno inactivando la hemoglobina y su presencia en la sangre desplaza la curva de disociación de la oxihemoglobina hacia la izquierda, de manera que se impide el paso del oxígeno que queda a los tejidos. Este último efecto explica por qué la presencia de COHb en la sangre interfiere con la oxigenación de los tejidos bastante más que una reducción equivalente de la concentración de hemoglobina, por ejemplo, en caso de hemorragia. El monóxido de carbono se une también a la mioglobina para formar carboximioglobina, que puede alterar el metabolismo muscular, especialmente en el miocardio.

Ante la inhalación de CO, los síntomas varían de una persona a otra. El monóxido de carbono puede causarle daño a un feto.

Los síntomas de la intoxicación por monóxido de carbono pueden ser:

- Problemas respiratorios: ausencia de la respiración, dificultad respiratoria o respiración rápida
- Mareo
- Somnolencia
- Desmayo
- Dolor de cabeza
- Presión arterial baja
- Irritabilidad
- Debilidad muscular
- Latidos cardíacos anormales o rápidos
- *Shock*
- Náuseas y vómitos

- Pérdida del conocimiento
- Coma

Ante la inhalación de monóxido de Carbono, la persona debe ser llevada inmediatamente al aire libre, y buscar ayuda médica enseguida.

Se pueden prevenir estas situaciones instalando un detector de monóxido de carbono. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002804.htm>

Dióxido de Carbono (CO₂)

Características Generales

El CO₂ Forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra) actualmente en una proporción de 350 ppm. Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno. A pesar de que el dióxido de carbono existe principalmente en su forma gaseosa, también puede encontrarse en forma sólida y líquida.

El CO₂ es uno de los gases de efecto invernadero que contribuye a que la Tierra tenga una temperatura habitable, siempre y cuando se mantenga en unas cantidades determinadas. Sin dióxido de carbono, la Tierra sería un bloque de hielo. Por otro lado un exceso de CO₂ impide la salida de calor de la atmósfera y provoca un calentamiento excesivo del planeta.

El dióxido de carbono se encuentra principalmente en el aire, pero también en el agua formando parte del ciclo del carbono.

El CO₂ es un compuesto resultante de todas las combustiones. En los últimos años la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera ha crecido constantemente, debido principalmente a las emisiones causadas por los seres humanos mediante el uso de combustibles fósiles. También puede obtenerse CO₂ mediante procesos de fermentación y mediante el proceso de producción de ron.

Aún cuando el dióxido de carbono se produce de manera directa en los procesos mencionados anteriormente para que éste pueda ser usado debe pasar por un proceso de purificación en el que se extraen los restos de agua, oxígeno, nitrógeno, argón, metano y etileno, entre otros.

Cuando los volúmenes de producción y almacenamiento son muy elevados, el CO₂ puede ser almacenado y transportado en forma líquida, por otro lado

cuando se comercializa en cantidades moderadas lo más común es la distribución en cilindros de comprimido. Siendo el estado gaseoso la forma más común de utilizar el CO₂.

Algunos extintores usan dióxido de carbono porque es más denso que el aire. El dióxido de carbono puede cubrir un fuego, debido a su pesadez. Impide que el oxígeno tenga acceso al fuego y como resultado, el material en combustión es privado del oxígeno que necesita para continuar ardiendo.

Características fisiológicas

El dióxido de carbono es esencial para la respiración interna en el cuerpo humano. La respiración interna es un proceso por el cual el oxígeno es transportado a los tejidos corporales y el dióxido de carbono es tomado de ellos y transportado al exterior.

El dióxido de carbono es un guardián del pH de la sangre, lo cual es esencial para sobrevivir. El sistema regulador en el cual el dióxido de carbono juega un papel importante es el llamado tampón carbonato. Consiste en iones bicarbonato y dióxido de carbono disuelto, con ácido carbónico.

El ácido carbónico neutraliza los iones hidroxilo, lo que hará aumentar el pH de la sangre cuando sea añadido. El ión bicarbonato neutraliza los protones, lo que provocará una disminución del pH de la sangre cuando sea añadido.

Tanto el incremento como la disminución del pH son una amenaza para la vida. Aparte de ser un tampón esencial en el cuerpo humano, también se sabe que el dióxido de carbono tiene efectos sobre la salud cuando la concentración supera un cierto límite.

Toxicidad

Asfixia: Causada por la liberación de dióxido de carbono en un área cerrada o sin ventilación. Esto puede disminuir la concentración de oxígeno hasta un nivel que es inmediatamente peligroso para la salud humana.

Congelación: El dióxido de carbono siempre se encuentra en estado sólido por debajo de los 78 °C en condiciones normales de presión, independientemente de la T° del aire. El manejo de este material durante más de uno o dos segundos sin la protección adecuada puede provocar graves ampollas, y otros efectos

indeseados. El dióxido de carbono gaseoso liberado por un extintor de incendios, provoca efectos similares. Posibles

Daños renales o coma, causados por una alteración en el equilibrio químico del tampón carbonato.

BIBLIOGRAFÍA

Manual de Toxicología. Casarett & Doull; Klaassen, C.D., Watkins III, J.B. Quinta Edición. Mc Graw Hill. 2001.

Manual para laboratorios químicos y biológicos. Menéndez-Calderoni. UNSL. 2011.

Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales. R. Lauwerys. Masson, S.A. 1994.

Guía de Productos Químicos- Ácidos inorgánicos. David L. Hinkamp, *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo (OIT).* 4ª ed. 1998.

Prevención de accidentes para estudiantes universitarios. Seguridad en los Laboratorios Químicos Académicos. Volumen 1. Publicación de la Sociedad Americana de Química. 2003.

Guía de Productos Químicos. Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo. Volumen IV, Capítulo 104, Organización Internacional del trabajo. 2001.

Prevención de Riesgos Laborales, Riesgo Químico II. Universidad Carlos III de Madrid (actualizado 2010).

Manual de Seguridad y Condiciones de Trabajo en el Laboratorio. Inst. Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España. 1992.

NTP 479: Prevención del riesgo en el laboratorio químico: reactividad de los productos químicos (II). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. 1996

Manual de Prevención de Riesgo Biológico y Químico. Facultad de Farmacia y Bioquímica de Buenos Aires. 2006

Manual de Utilización de los productos químicos peligrosos en el B.O. García del Cid. Elena Marcos Alonso. Unidad de Tecnología Marina (UTM). 2005.

La Seguridad en los Laboratorios de Prácticas. Yunta M. J. R. Dpto. Química Orgánica I. Universidad Complutense. Madrid. 2006.

Manejo de cilindros de gases comprimidos: Cámara sectorial de gases industriales y medicinales:

http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/documentos/mesa/Manejo_seguro_de_gases_comprimidos.pdf

Procedimiento para el Almacenamiento de Productos Químicos

El manejo seguro de estas sustancias químicas es tan importante como su almacenamiento seguro. Si no se almacenan apropiadamente, las sustancias químicas pueden causar lesiones personales, incendios o explosiones. Existen algunos procedimientos reales y de sentido común para el almacenamiento seguro que deben seguirse para evitar que ocurran accidentes de sustancias químicas en el lugar de trabajo.

El factor más importante en la seguridad del almacenamiento de las sustancias químicas es conservarlas en sus envases originales. A continuación, verificar que cada envase de sustancia química tenga su correspondiente etiqueta. La etiqueta es una manera rápida de determinar si el material constituye un riesgo de incendio, de salud o de reactividad. Leer la Hoja de Datos de Seguridad del Material (MSDS) para cada sustancia química utilizada.

Almacenar las sustancias químicas en áreas bien ventiladas, sin exponerlas a la luz solar directa ni a otras fuentes de calor, y lejos de chispas, llamas, electricidad estática u otras fuentes de ignición. Asegurarse de que el material de las repisas de almacenamiento sea resistente al ataque de ácidos, las repisas deben estar fijadas a una estructura permanente, suficientemente resistente para soportar el peso de los contenedores. Las repisas deberán tener un reborde o estar levemente inclinadas hacia atrás para que los contenedores no se deslicen sobre el borde.

Nunca se deben almacenar sustancias químicas a mayor altura que el nivel de la vista. Si estas se derraman accidentalmente, hay riesgo de salpicaduras, que resultaría en quemaduras o posible ceguera. Para mayor seguridad, los elementos **de primeros auxilios** y los materiales para limpiar los derrames de sustancias químicas deben estar **accesibles en todo momento**.

Las sustancias químicas deben almacenarse de manera que las sustancias incompatibles, se encuentren separadas. No se recomienda almacenar junto a una bancha sustancias químicas reactivas con el agua; óxidos junto a inflamables; ácidos junto a materiales básicos ni tóxicos junto a un escritorio. Las sustancias químicas nunca deberán almacenarse o refrigerarse con alimentos. No se debe almacenar contenedores de sustancias químicas uno encima del otro ni sobre el piso donde se los pueda derramar accidentalmente. No dejar casualmente los contenedores de sustancias químicas en el lugar donde se las usó por última vez

ni hacerlas a un lado para hacer espacio para otro trabajo. El operador debe devolver los contenedores a su propio lugar de almacenamiento.

Control de Derrames de Sustancias Químicas en los Laboratorios

Un derrame simple se define como aquel que:

1. No se esparce rápidamente,
2. No es peligroso para personas o bienes excepto por contacto directo,
3. No es peligroso para el ambiente.

Para juzgar si el derrame es simple se deben considerar los siguientes riesgos:

- Efectos en la salud humana,
- Daño a las propiedades
- Daño ambiental.

En caso de vertidos de productos líquidos en el laboratorio debe actuarse rápidamente para su neutralización, absorción y eliminación.

En función de la actividad del laboratorio y de los productos utilizados se debe disponer de agentes específicos de neutralización para ácidos, bases y disolventes orgánicos.

La utilización de los equipos de protección personal se llevará a cabo en función de las características de peligrosidad del producto vertido (consultar con la ficha de datos de seguridad).

Muchos derrames en las áreas de trabajo del laboratorio pueden prevenirse. El desarrollo e implementación de **buenas prácticas de laboratorio** (BPL) reducirán significativamente la posibilidad de los derrames.

En el Laboratorio se mantendrá por lo menos el siguiente equipo y materiales para el control de derrames o escapes:

- **Material absorbente para ácidos, bases u otras sustancias químicas.**
- **Mantener las cantidades necesarias en el laboratorio de acuerdo al tipo y cantidades de sustancias que se utilizan.**
 - **Gafas**
 - **Protectores para la cara**
 - **Guantes de goma**
 - **Rótulos de Residuo Peligroso**
 - **Bolsas de plástico resistente**
- **Pala, de material que no pueda crear electricidad estática**
 - **Utensilios de limpieza (Escoba, balde)**

Contener o limpiar un derrame **utilizando** equipo de protección personal adecuado. Podrá utilizar equipo de protección respiratoria el personal habilitado

SOLO UNA PERSONA DARÁ INSTRUCCIONES. Avisar al supervisor, responsable de Laboratorio u otra persona. En el lugar deben quedar sólo las personas que cumplan con las funciones correspondientes.

Se debe aislar el área manteniendo las puertas y ventanas cerradas.

Determinar el número de personas afectadas y el grado de riesgo producido por la situación. Atender cualquier persona afectada, si ésta ha sido salpicada con la sustancia derramada, lavar el área con agua abundante por lo menos por 15 minutos.

Evitar la inhalación de vapores de la sustancia derramada. Asegurar el buen funcionamiento de las campanas de extracción.

Verificar la identificación del material derramado (MSDS correspondiente).

Evitar que el derrame o escape continúe, ya sea arreglando la posición del envase o colocando estopa o material absorbente en forma de dique. Para cantidades pequeñas de bases o ácidos inorgánicos usar agentes neutralizadores o material absorbente. Para cantidades pequeñas de sustancias inflamables usar material absorbente no reactivo como vermiculita, arena.

ESTA ACCIÓN SE LLEVARA A CABO SIEMPRE Y CUANDO NO SE PONGA EN RIESGO LA PROPIA SALUD Y SEGURIDAD, NI LA DE OTRAS PERSONAS.

Continuar añadiendo material absorbente hasta contener el derrame.

Cuando toda la sustancia química haya sido absorbida, recogerla y depositarla en un envase adecuado (caja, bolsas plásticas, etc.), teniendo en cuenta la peligrosidad del material derramado.

Rotular los envases de acuerdo a las características de peligrosidad del material, indicar que es un material peligroso.

Eliminación

En aquellos casos en que se recoge el producto por absorción, debe procederse a continuación a su eliminación según el procedimiento específico recomendado para ello o bien tratarlo como un residuo a eliminar según el plan establecido de gestión de residuos.

Escapes de Gases Comprimidos

Mayormente los escapes de gases en cilindros provienen de áreas tales como: la rosca en las válvulas y la salida de la válvula a su vástago. Si no posee un detector de gases utilice agua de jabón para detectar el lugar del escape, ésta produce burbujas señalando el lugar del escape. NUNCA UTILIZAR UN FACTOR DE IGNICIÓN PARA DETECTAR UN ESCAPE.

Manejar los escapes en áreas con buena ventilación.

De no poder contener el escape apretando la válvula, tuerca, vástago, etc., notificar inmediatamente al responsable del laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

Recomendaciones para la prevención Y el manejo de derrames simples de sustancias Químicas en laboratorios o servicios de salud. Rigoberto Blanco Sáenz, Ph.D. Programa de Saneamiento Básico Institucional. Vol 5. 1999.

Manual de Almacenamiento de Sustancias químicas Peligrosas. Mabel Oyarzun Ojeda Ivan Cortes Jara. Ministerio de Salud de Chile. 2003

Reglamento de Seguridad en los Laboratorios. Instituto de Ecología A. C., Comisión de Seguridad e Higiene. México. 2005.

Gestión de Residuos Químicos

Se entiende por gestión de residuos químicos al conjunto de indicaciones destinadas a lograr la correcta eliminación de los residuos tóxicos y peligrosos. Comprende las operaciones de clasificación, recolección en los envases adecuados, almacenamiento, transporte, recuperación y eliminación.

Por regla general, los residuos químicos deberán desecharse en bidones de polietileno de alta densidad de 20 litros o de 10 litros, provistos de tapas del mismo material de buen cierre. Estos envases deberán ser resistentes, tener las correspondientes tapas con muy buen cierre, no haber sido expuestos al sol ni a otras radiaciones, estar en buenas condiciones, por ejemplo, no tener grietas. No deben desecharse en envases de vidrio, dado el riesgo que implica la rotura del envase. Por esta razón, las empresas transportistas de residuos peligrosos, no aceptan trasladar botellas ni envases de vidrio.

Estos recipientes deben estar cerca del suelo para evitar caídas y roturas. Deben estar alejados de fuentes de calor o energía. Deben estar rotulados en forma segura e indeleble. El etiquetado debe indicar el riesgo del producto.

Reducción en la fuente, reciclaje, y tratamiento en el laboratorio son tres tipos de actividades que reducen el volumen o la toxicidad de cualquier residuo químico peligroso.

Reducción en la fuente

Reducción en la fuente es una de las actividades de minimización de residuos, más importantes de un proceso. Los elementos de reducción en la fuente son los siguientes:

****Cambio de reactivos***

La generación de residuos de solventes puede ser reducida sustituyendo los solventes por otros materiales menos tóxicos o seguros

medioambientalmente hablando. Por ejemplo, detergentes biodegradables podrían ser sustitutos de solventes usados para limpiar.

****Cambios de procedimientos y operación***

Aspectos de la vida diaria pueden ser extremadamente importantes en la reducción de residuos. "Buena operación" o "buena administración doméstica" incluyen la capacitación de los usuarios, control de inventarios, incentivar la propia iniciativa de los usuarios para aumentar la conciencia de la necesidad para la minimización de residuos, y reforzar la manutención de requerimientos para el uso de metodologías preventivas en un esfuerzo para reducir el número de fugas y derrames.

****Implementación de políticas rígidas de procedimientos***

Los usuarios de químicos deberían procurar establecer procedimientos. La siguiente guía es de ayuda para el control de la generación de residuos químicos:

1. Adquirir material no tóxico o el menos tóxico para el uso;
2. Uso de productos compatibles. Por ejemplo, utilizar uno o el mínimo número de solventes como para que el laboratorio o el departamento encargado aumente el reciclaje de los residuos que se generan;
3. Comprar sólo lo necesario. Un sobre stock significa tanto un elevado capital como pérdidas por derrames o acumulaciones de reactivos no utilizados, por vencimiento de los químicos;
4. Tratar de adquirir materiales en contenedores del tamaño y la cantidad necesitada;
5. Promover el uso en conjunto de los químicos o el intercambio de los mismos entre usuarios comunes;
6. Evitar ordenar químicos con una limitada vida segura. Tales químicos deberían sólo ser ordenados para satisfacer la necesidad, para evitar hacer obsoleto el inventario;
7. Mantener un inventario dinámico para los materiales en stock.

Reciclaje

El reciclaje incluye tanto la reutilización, como la recuperación. El reciclo puede ser visto como cualquier actividad que reduce el volumen de residuos peligrosos y/o tóxicos con la generación de un material valioso o una corriente de energía. **Reutilización, recuperación, y reciclaje** deberían ser las primeras consideraciones **antes** de clasificar un químico como un **desecho**.

1. Redistribución de excedentes de químicos a través de las Áreas;
2. Desarrollo de técnicas para la recuperación de productos.

Tratamiento en el punto de generación

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

- Alteración de los constituyentes tóxicos del residuo a formas menos tóxicas o no tóxicas,
- Disminución de la concentración de constituyentes tóxicos en el residuo, significando esto la aplicación de otros recursos distintos a la dilución. Los pasos de tratamiento están incluidos como parte del procedimiento de laboratorio (por ejemplo en el mismo laboratorio donde y cuando los subproductos son generados) previniendo la inclusión de subproductos en la regular corriente de residuos.

Idealmente, estos pasos de tratamiento deberían estar escritos en todos los procedimientos de laboratorio.

La reducción en la fuente, reciclaje y tratamiento en el laboratorio, son sugerencias para los académicos, y laboratorio clínicos y de desarrollo (investigación), y para el caso de empresas e instituciones a los laboratorios que les pertenezcan. Los residuos son usualmente generados en cantidades menores a 4 litros.

Los residuos químicos típicos incluyen ácidos inorgánicos y bases, solventes orgánicos, metales, y un largo número de polvos secos, y productos de reacción de experimentos. Los residuos de laboratorio son usualmente mezclas, soluciones contaminadas, etc.

Con la finalidad de reducir la cantidad y/o la toxicidad de residuos químicos que se generan en los laboratorios, se debe trabajar en los siguientes ítems:

- Clasificación de las sustancias o sus mezclas.
- Recolección en envases adecuados.
- Incompatibilidades para el almacenamiento.
- Etiquetado e identificación.
- Almacenamiento o acopio.
- Transporte.
- Recuperación (si fuera posible).
- Transformación, neutralización y eliminación.

Tipos de residuos generados en el laboratorio

En el laboratorio, considerando los conceptos anteriores y las características de los residuos generados, se pueden distinguir los siguientes grupos:

- ***Residuos no peligrosos*** (asimilables a urbanos): dentro de este grupo se puede diferenciar entre los residuos no peligrosos no reciclables que se depositan directamente en un vertedero municipal y los residuos reciclables (por ejemplo, el papel, el cartón y el vidrio).

- ***Residuos químicos peligrosos:*** por sus características, no son fácilmente gestionables utilizando los circuitos establecidos, que están diseñados para residuos de origen industrial (volúmenes grandes y con poca diversidad). A este tipo de residuos se les denomina también "***residuos peligrosos en pequeña cantidad***" (***RPPC***) y las características de estos pueden resumirse en: poca cantidad, variedad y peligrosidad/toxicidad muchas veces elevada.

Ejemplos de eliminación de desechos

- *Sodio y potasio metálicos*: se deben disolver previamente en forma total en alcohol etílico. La solución resultante se puede escurrir en la pileta.

- *Mercurio* (por ejemplo, rotura del termómetro): debe recogerse inmediatamente con ayuda de una pipeta que tiene adosada una pera de goma y se guarda bajo agua. Si hay mercurio que no se puede recuperar se inactiva con azufre en polvo o formando una amalgama con cobre y se guarda en un recipiente cerrado. No arrojar mercurio en piletas con cañería de plomo ya que este material es rápidamente atacado.

- *Cianuros*: no arrojar nunca a la pileta. Para su destrucción se puede emplear hipoclorito de sodio, siempre en medio alcalino fuerte.

- *Soluciones con cationes metálicos*: se recogen en bidones plásticos y se los insolubiliza para su posterior disposición final adecuada.

¿Qué puede descargarse en las piletas?

- Bicarbonato, cloruro, bromuro, ioduro, carbonato, fosfato, sulfato y lactato de sodio, potasio, magnesio, calcio y amonio.
- Soluciones de hipoclorito (lavandina).
- Etilenglicol diluido a menos del 10 %.
- Ácido cítrico y sus sales de sodio, potasio, magnesio, calcio y amonio.
- Azúcares.
- Ácidos y bases fuertes, neutralizando o desechando de a porciones y haciendo correr abundante agua.

Procedimiento para el descarte de residuos líquidos

En los Laboratorios deberá estar al alcance de los operadores, los bidones de polietileno de 10 ó 20 litros para el descarte de residuos químicos.

Cada bidón estará destinado a un tipo de residuo clasificado como "Y" según Ley N° 24051/92 de Residuos Peligrosos y el Decreto Reglamentario 831/93 (ver Anexo V. Clasificación de las Sustancias Químicas y Residuales.).

Ejemplo: Como Y-34 son ácidos, tanto sólidos como líquidos, ello conduce a pensar que los ácidos minerales concentrados pueden mezclarse. Pero en la realidad, la mezcla de ellos resulta peligrosa, emana gases tóxicos por reacción y pueden hacer estallar los recipientes.

Por ello, se recomienda colocar en un bidón de 20 litros, unos 2 litros de suspensión acuosa de cal de obra (lechada de cal). Sobre esta lechada se pueden desechar de a pequeñas porciones, soluciones de ácidos concentrados o diluidos, ya que al reaccionar con la cal, originan las sales correspondientes y al no haber carbonatos, no produce efervescencia. Las mezclas de sales de calcio correspondientes, son bien compatibles. Esto se recomienda para evitar tener bidones separados para cada ácido de cierta concentración.

Recolección en envases adecuados. Tipos de envases.

Para el envasado y correspondiente separación de los residuos se emplean distintos tipos de bidones o recipientes dependiendo del tipo de residuo y de la cantidad producida.

Para los residuos del grupo I al VII es recomendable emplear envases homologados para el transporte de materias peligrosas. La elección del tipo de envase también depende de cuestiones logísticas como la capacidad de almacenaje del laboratorio o centro. Algunos tipos de posibles envases a utilizar son los siguientes:

Bidones: Bidones de polietileno de alta densidad, entre 1 litro a 25 litros de capacidad, dotados de boca ancha con tapa del mismo plástico a rosca. Estos envases servirán tanto para productos líquidos hasta sólidos, de los Grupos I a VII, excepto para aquellas sustancias que figuran mencionadas en la Tabla I de incompatibilidades para ser guardadas en envases de polietileno.

Potes, recipientes plásticos o bolsas amarillas: Para sólidos conviene el uso de potes de polietileno de alta densidad con bocas y tapas de diámetro considerable. Conviene el uso de cuñetes plásticos al de bolsas de polietileno de color amarillo.

Cajas estancas: de polietileno de alta densidad, de diversas capacidades, destinadas al material desechable, que pueden contener materiales absorbentes. Sirven para almacenar reactivos químicos obsoletos o sin identificación.

Envases de seguridad: de material metálico u otras sustancias cortafuegos y compensación de presión, especiales para productos muy inflamables (y volátiles) o que desprendan malos olores.

Envases de vidrio: Se deben evitar todos los envases de vidrio, como botellas, botellones o garrafas: se debe tener cuidado con el transporte de estos envases, pues son delicados y pasibles de roturas y derrames. Pueden usarse con precaución cuando no se cuenten con envases de polietileno. **Recordar que el ácido fluorhídrico ataca y perfora el vidrio.**

Las empresas que retiran Residuos Peligrosos, **no** llevan y **no** deben transportar sustancias químicas en recipientes de vidrio, debido a los riesgos de rotura durante el transporte.

TABLA de Cantidades de mezcla para derrames requeridas para absorber 100 ml de algunos ácidos y bases inorgánicos, y volúmenes de ácido o base requeridos para neutralizar la resultante disolución.

Líquido derramado	Peso de mezcla para derrames utilizada (gr)	Volumen de NaOH acuoso al 5% para obtener pH 7 (ml)	Volumen de HCl 5% acuoso para obtener pH 7 (ml)
Ácido sulfúrico	225	1680	-----
Ácido nítrico	165	369*	-----
Ácido fosfórico	220	700*	-----
Ácido clorhídrico	185	72	-----
Hidróxido de Na 20%	125	-----	250
Ácido acético glacial	150	600*	-----

*El ácido fosfórico y el ácido acético forman buffers con el hidróxido de sodio. Para estos ácidos, se debe añadir suficiente hidróxido de sodio para llevar el pH a 5 en vez de 7. Esa es la cantidad indicada en la TABLA.

BIBLIOGRAFÍA

Manual de Prevención de Riesgo Biológico y Químico. FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA DE BUENOS AIRES. 2006

Manejo Seguro de Residuos y Emisiones en la Industria Becerril JP. Conferencia de las XIV Jornadas Latinoamericanas de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). Bogotá. 2003.

Reglamento de manejo de residuos peligrosos. Universidad de Concepción, Chile. 1998.

Manual de gestión de residuos de laboratorio. Servicio de Prevención y Salud Laboral de Madrid. 2007.

Manual de gestión de residuos y seguridad en laboratorios ambientales. Centro de Desarrollo Tecnológico (LEIA). Barcelona. 2009

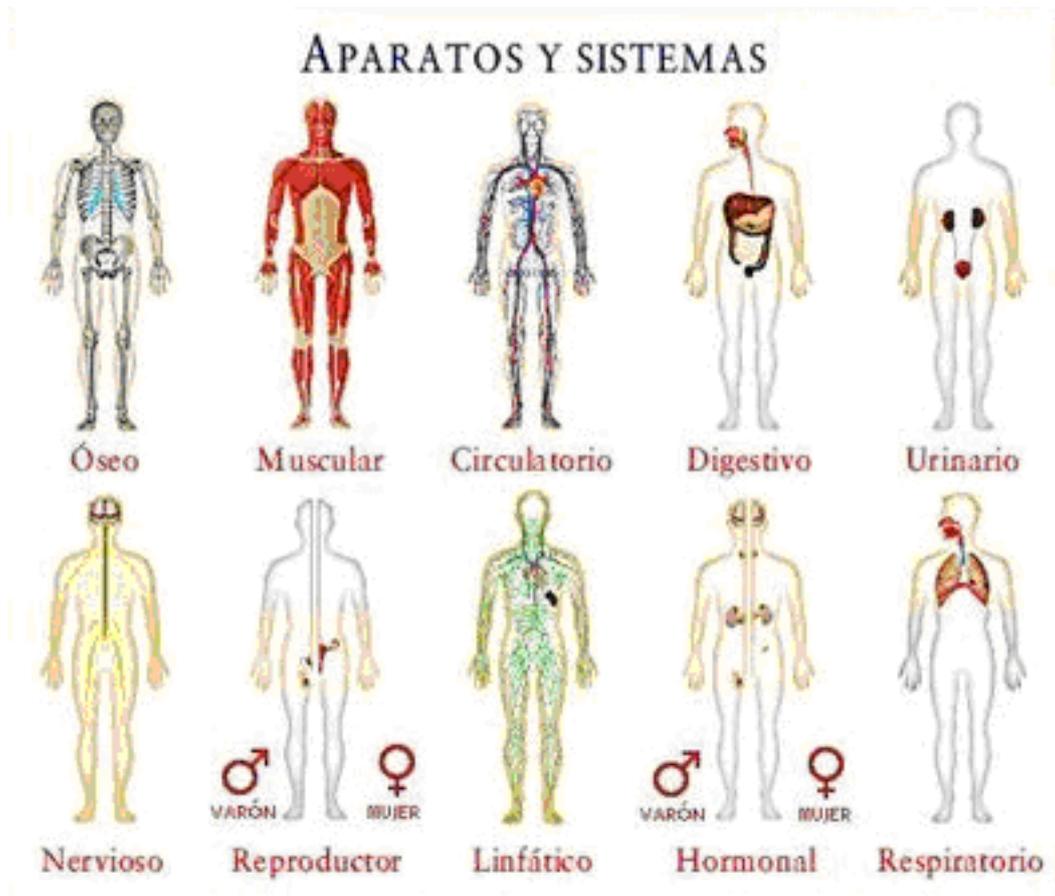
Manual para laboratorios químicos y biológicos. Menéndez-Calderoni, UNSL, 2011)

Información Complementaria

Esquema de aparatos y sistemas

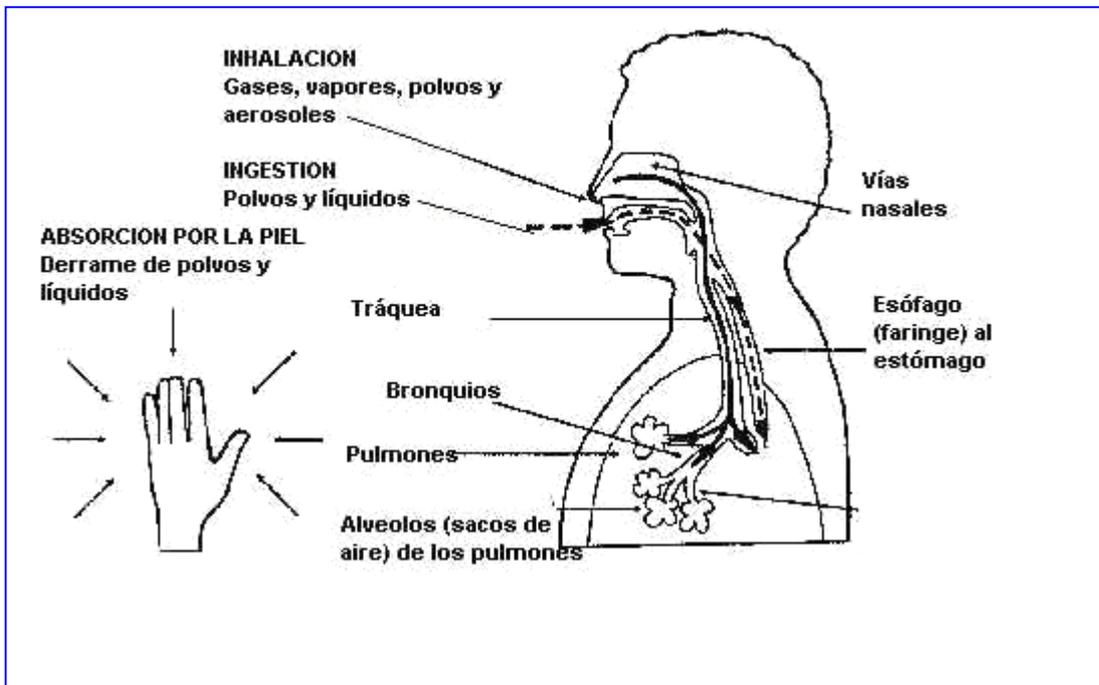
Modificado de:

<http://bibliotecadeinvestigaciones.wordpress.com/biologia/sistemas-y-aparatos-del-cuerpo-humano/>

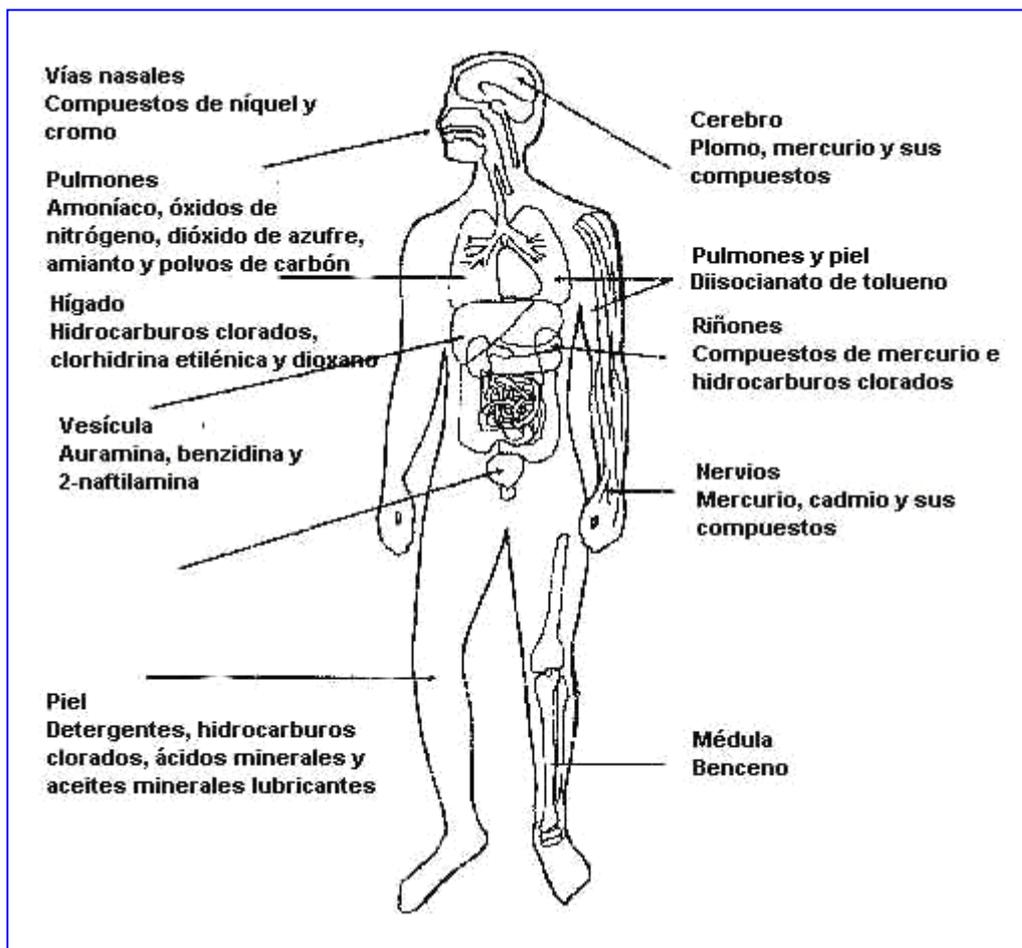


Se sugiere exhibir un esquema como este o similar en los ambientes de trabajo.

Vías de penetración de los productos químicos en el organismo humano



Órganos y tejidos que pueden afectarse por productos químicos industriales



Vías de ingreso, efectos sobre la salud, los más vulnerables

Las sustancias químicas industriales pueden ser descritas por sus efectos en el trabajador o por la forma física del producto:

1. Las sustancias químicas pueden penetrar en el organismo por inhalación, ingestión, o absorción a través de la piel.
2. Los productos químicos tóxicos pueden provocar distintas consecuencias dañinas en diferentes partes del organismo, comprendidos efectos agudos, locales, crónicos y sistémicos.
3. Hay varios factores que determinan el tipo de efecto tóxico que un producto químico puede tener en la persona, entre otros, la forma del producto, la vía de penetración y la reacción de cada persona a la sustancia.
4. Los trabajadores pueden tener reacciones fisiológicas distintas ante los productos químicos industriales.
5. Las estrategias de los sindicatos para proteger a los trabajadores frente a los riesgos químicos deben tender a crear un entorno laboral seguro para **todos** los trabajadores, tanto si son varones como mujeres, personas "vulnerables", mujeres y varones en edad de procrear, etc. No se deben utilizar nunca los exámenes médicos periódicos para eliminar a los trabajadores "vulnerables".
6. La exposición a sustancias tóxicas en el lugar de trabajo puede dar lugar además a accidentes mayores.
7. Es importante conocer las sustancias con las que se trabaja, cuidar de que se apliquen las adecuadas medidas de control y conocer los derechos que se tienen.

Efectos tóxicos provocados por sustancias químicas industriales

Propiedad tóxica	Parte del organismo afectada	Tiempo que tarda en aparecer la afección	Efecto	Ejemplo
Irritante o corrosiva	Cualquiera, pero normalmente los ojos, los pulmones y la piel	De unos minutos a varios días	Inflamación, quemaduras y ampollas de la zona expuesta. Con frecuencia se cura tras una exposición aguda. La exposición crónica puede provocar daños permanentes.	Amoníaco, ácido sulfúrico, óxido de nitrógeno, sosa cáustica.
Fibrógena	Normalmente los pulmones	Años	Pérdida gradual acumulada de la función de los pulmones que provoca discapacidad y muerte si hay una exposición crónica.	Polvo de bauxita, amianto, bagazo
Alérgica	Cualquiera, pero frecuentemente los pulmones y la piel.	De días a años	En los pulmones puede provocar enfermedades crónicas similares al asma e incapacidad permanente. En la piel puede producir dermatitis profesional.	Diisocianato de tolueno (DIT), endurecedores por aminas para resinas epóxido.
Dermatitis	Según la piel.	De días a años.	Sarpullidos con inflamación y escamación de la piel. Puede proceder de una exposición crónica a productos irritantes, agentes alergénicos, solventes o detergentes.	Ácidos muy ionizados, álcalis, detergentes, tetracloruro de carbono, tricloroetileno.
Carcinógena	Cualquier órgano, pero frecuentemente la piel, los pulmones y la vesícula.	De 10 a 40 años.	Cáncer en el órgano o el tejido afectado. A largo plazo, puede provocar muerte prematura.	2-naftilamina, algunos alquitranes y aceites, benzidina, amianto.
Venenosa	Cualquier órgano, pero frecuentemente el hígado, el cerebro y los riñones.	De pocos minutos a muchos años.	Muerte de células de órganos vitales con imposibilidad del órgano de desempeñar importantes funciones biológicas. Puede ocasionar la muerte.	Tetracloruro de carbono, mercurio, cadmio, monóxido de carbono, cianuro de hidrógeno.
Asfixiante	Pulmones	Minutos	Los gases sustituyen el contenido normal de oxígeno del aire.	Acetileno, dióxido de carbono

Forma material, vía de ingreso, órgano afectado y efectos de tóxicos industriales

Modificado de: http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/kemi/quimicaa.htm

Sustancia química	Forma material	Vía de ingreso al organismo	Órgano/s que puede/n resultar afectado/s	Efecto	Síntomas de enfermedad	Ejemplos de actividad industrial
Cadmio y algunos de sus compuestos	Polvos, vapores	Inhalación	Pulmones, garganta, riñones	Tóxico, provoca daño en los pulmones y los riñones por exposición crónica.	Ardor y sequedad de garganta, dolores de pecho, vómitos, dolores de cabeza	Industria del metal, procedimientos de soldadura, productos químicos pesados
	Polvos	Ingestión				
Mercurio y muchos de sus compuestos	Vapor (el propio mercurio), polvo	Inhalación	Cerebro y sistema nervioso, riñones	Tóxico. A menudo, daño irreversible al sistema nervioso.	Pérdida de coordinación muscular, pérdida de capacidad mental.	Productos químicos pesados, operarios de laboratorios, mecánica
	Líquidos, polvos	Derrame sobre la piel, ingestión				
Cloroformo, tetracloruro de carbono Tricloroetileno	Vapor	Inhalación	Cerebro, hígado, riñones, piel	Tóxico. ¿Carcinógeno? La exposición crónica puede provocar disfunción del hígado y los riñones.	Somnolencia	Mecánica ligera, productos químicos pesados, limpieza, trabajadores de oficinas
	Líquido	Derrame en la piel			Dermatitis	
Níquel y algunos de sus compuestos	Polvos	Absorción a través de la piel	Piel	Dermatitis	Escozor, ardor en la zona afectada	Industrias metalúrgicas, productos químicos pesados, operarios de laboratorios
	Vapor	Inhalación	Pulmones, vías nasales	Irritante de los pulmones (carbonilo de níquel). Carcinógeno por exposición crónica	Dificultades para respirar, fiebre	
Benceno	Vapor	Inhalación Absorción a través de la piel	Cerebro, médula espinal, piel	Tóxico. Posiblemente carcinógeno (¿leucemia?)	Dolores de cabeza, náuseas, pérdida de apetito, anemia, dermatitis	Muchas actividades industriales, en particular de la industria química, las lacas, los adhesivos, las pinturas, etc.
Amianto	Partículas de polvo y fibras	Inhalación	Pulmones	Fibrogénica, carcinógena (amianto azul y blanco)	Dificultades de respiración, pérdida de función de los pulmones	Actividades industriales de fabricación o uso de materiales que contienen amianto

NEUMOCONIOSIS

Modificado de:

<http://escuela.med.puc.cl/publ/anatomiapatologica/02respiratorio/2neumoconiosis.html>

Lecciones de anatomía patológica. Capítulo 2: Aparato respiratorio. NEUMOCONIOSIS. Dr. Sergio González. Pontificia Universidad de Chile

Las **NEUMOCONIOSIS** son enfermedades pulmonares producidas por inhalación de polvos y fibras como amianto o asbesto, y la reacción correspondiente.

Las partículas 10 μm o más, suspendidas en el aire inhalado, se depositan en las porciones proximales de las vías respiratorias. Sólo las de menor tamaño penetran profundamente hasta los bronquiólos respiratorios y alvéolos. No sólo es importante el tamaño, sino también la forma y la densidad, y se debe considerar el tiempo de exposición sin protección adecuada.

Patogenia

La sedimentación es el mecanismo responsable de la mayoría de los depósitos en las vías aéreas proximales. El llamado impacto inercial es responsable de los depósitos en la nariz y vías mayores. La intercepción es responsable del depósito de partículas irregulares y fibrosas. Las partículas fibrosas largas tienden a orientarse en el sentido de la corriente aérea y evitan la sedimentación y el impacto inercial en las vías mayores, hasta que son interceptadas por colisión en las paredes de los bronquiólos terminales y respiratorios, especialmente en las bifurcaciones. La difusión afecta sólo a las partículas más pequeñas (menos de 0,1 μm).

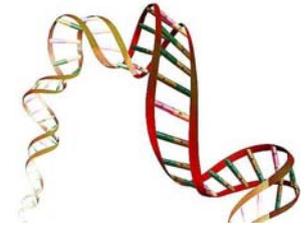
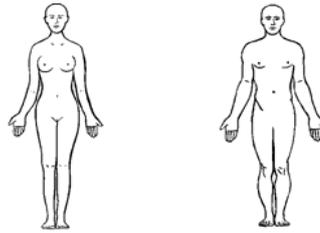
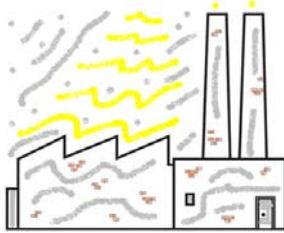
El tipo de reacción a las diversas partículas es variable: puede estar ausente como en el caso del polvo de sal común, puede desarrollarse una fibrosis intersticial (asbesto), reacciones granulomatosas (berilio), fibrosis nodular difusa (sílice), alveolitis fibrosante (oxígeno), bronquiolitis (humo del cigarrillo), proteinosis alveolar (silicosis aguda) o acumulación con reacción mínima (carbón). Lo más frecuente es la exposición a múltiples tipos de partículas, que producen una mezcla de dosis, tamaño y composición heterogéneos. La reacción de los tejidos es entonces una combinación de reacciones.

BIBLIOGRAFÍA: *La Salud y la Seguridad en el Trabajo. LOS PRODUCTOS QUIMICOS EN EL LUGAR DE TRABAJO.* http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/kemi/chemicaa.htm
<http://quiatoxicologia.files.wordpress.com/2011/10/imagen12.png>

**Interrelaciones entre evaluación de la exposición,
diferencias étnicas, edad, sexo, nutrición**

y evaluación de la susceptibilidad genética.

todos ellos factores que afectan al riesgo individual de toxicidad y cáncer



EVALUACION DE LA EXPOSICION

Vigilancia ambiental (biomarcadores)

- Niveles enzimáticos
- Metabolitos
- Cambios en hematíes, leucocitos y plaquetas
- Micronúcleos (glóbulos blancos, médula ósea, células bucales y de vejiga urinaria)
- Glicoforina A en glóbulos rojos
- Aductos de hemoglobina, de ADN
- Mutaciones en el gen HPRT
- Mutaciones en el sistema HLA
- Mutaciones en el receptor CD3 de las células T

RIESGO INDIVIDUAL DE TOXICIDAD Y CÁNCER



EVALUACIÓN DE LA

SUSCEPTIBILIDAD GENÉTICA

- * Metabolitos en orina tras una dosis dada
- * Ensayos de enzimas en sangre, tejidos
- * Western, Southern, Northern
- * Ensayos de transcripción
- * Secuencia del ADN
- * Oligo-PCR
- * RT-PCR
- * ADN-ligasa

ANEXO I

Tipo de guantes recomendados para el trabajo con diferentes sustancias

Tipo de sustancias	Hule sintético	PVC	Neopreno	Hule natural
Alcoholes	1	1	1	1
Aldehídos	1,2	2	1,2	1
Aminas	1	2	1,2	2
Esteres	2	3	2	3
Éteres	2	2	1,2	2
Hidrocarburos	2	2	2	2
Ácidos inorgánicos	2	1	1,2	2
Bases inorgánicas	1	1	1	1
Ácidos orgánicos	1	1	1	1

1: excelente 2: bueno 3: pobre

BIBLIOGRAFÍA

* *Manual de procedimientos de seguridad en los laboratorios de la UNAM.*
Santos E. y Cruz-Gavilán Irma. México D. F.
<http://normateca.inacol.edu.mx/normateca/documentos/0107.pdf>

ANEXO II

Incompatibilidad de Sustancias Químicas

Las sustancias químicas no son peligrosas solamente por sí mismas, también lo pueden ser cuando se descomponen o cuando reaccionan con otras sustancias. Algunas de ellas nunca deben mezclarse, su combinación puede ser extremadamente explosiva o tóxica. Las sustancias químicas incompatibles nunca se deben almacenar juntas ya que un accidente puede causar que se mezclen.

TABLA DE INCOMPATIBILIDADES

<u>Sustancia química</u>	<u>Incompatible con:</u>
AMONÍACO (ANHÍDRICO)	Mercurio, halógenos, hipoclorito de calcio, fluoruro de hidrógeno.
AMONÍACO, NITRATO DE	Ácidos, polvos metálicos, líquidos inflamables, cloratos, nitratos, azufre, combustibles orgánicos.
ÁCIDO ACÉTICO	Ácido crómico, ácido nítrico, etilén-glicol, ácido perclórico, peróxidos, permanganatos.
ÁCIDO CIANHÍDRICO	Ácido nítrico, álcalis.
ÁCIDO CLOHÍDRICO	Ácido nítrico, álcalis, cloratos, agentes oxidantes, metales comunes.
ÁCIDO CRÓMICO (TRIÓXIDO DE CROMIO)	Ácido acético, naftaleno, glicerina, terpentina, alcoholes, líquidos inflamables.
ÁCIDO FLUORHÍDRICO	Amoníaco (acuoso o anhídrido)
ÁCIDO NÍTRICO	Ácido acético, ácido crómico, ácido cianhídrico, anilina, carbón, sulfuro de hidrógeno, líquidos y gases inflamables.
ÁCIDO OXÁLICO	Plata, mercurio

Sustancia química**Incompatible con:**

ÁCIDO PERCLÓRICO

Anhídrido acético, bismuto y sus compuestos, alcohol, papel, madera y otros compuestos orgánicos.

ÁCIDO PÍCRICO

Metales

ÁCIDO SULFÚRICO

Cloratos, percloratos, permanganatos, agua.

ALUMINIO Y SUS ALEACIONES

(Especialmente Persulfito de amonio, agua, compuestos en polvo) orgánicos, sales de nitratos/nitritos, cloratos, nitratos.

CALCIO, HIPOCLORITO

Ácidos, humedad, carbón activado

NITRATOS

Cloruro estanoso, ésteres, fósforo, acetato de sodio, cinc en polvo.

NITRITOS

Cianuro de potasio o de sodio, agua

OXÍGENO

Aceites, grasas, hidrógeno, sustancias inflamables.

PERÓXIDOS

Combustibles, magnesio, cinc, polvos de aluminio.

POTASIO, CLORATO DE

Ácido sulfúrico, azufre, fósforo, sulfitos, hipofosfitos, sustancias orgánicas o combustibles.

POTASIO, PERCLORATO

Glicerina, etilen-glicol, benzaldehido, ácido sulfúrico.

POTASIO, PERMANGANATO

Glicerina, etilén-glicol, benzaldehido, ácido sulfúrico.

SODIO

Agua, tetracloruro de carbono, bióxido de carbono.

SODIO, CLORATO Y CLORITO

Materiales combustibles, azufre, ácido.

SODIO, HIPOCLORITO

Agua

SODIO, NITRATO DE

Nitrato de amonio y otras sales de amonio

SODIO, PERÓXIDO DE

Sustancias oxidables como metanol, ácido acético, anhídrido acético, benzaldehido, disulfuro de carbono, glicerina, etilen-glicol, acetato etílico.

Por otra parte:

Los **grupos químicos** señalados en la siguiente lista están asociados con la **posibilidad de explosión** cuando son manipulados en forma brusca:

NITRATO
NITRITO
NITRO
NITROSO
CLORATO
PERCLORATO
PICRATO
DIAZO
PERÓXIDOS
n-HALOAMINO

Lista de algunos **compuestos químicos** que son **explosivos** con movimientos bruscos:

PERCLORATO DE AMONIO
ACETILATO DE COBRE
ACIDO PICRICO SECO
NITRATO DE AMONIO
DINITROTOLUENO
TRINITROTOLUENO
NITROGLICERINA

Materiales incompatibles con el Hipoclorito de Sodio

Nunca mezclar el Hipoclorito de Sodio (agua lavandina) con **CUALQUIER** otro producto químico al menos que se hayan implantado controles adecuados y sean utilizados equipos de protección personal (EPP) correspondientes. Las mezclas accidentales pueden generar condiciones peligrosas que pueden resultar en daños personales y/o daños a la

propiedad y al ambiente. Los lugares más comunes donde pueden ocurrir mezclas accidentales de productos químicos incompatibles incluyen, pero no están limitados a: los sistemas de contención y desagües, los sumideros, la tubería de descarga y el área de almacenaje en bodegas o depósitos.

La que sigue es tan solamente una lista de los materiales o productos químicos incompatibles más comunes, pero no es una lista exhaustiva.

Materiales Incompatibles	La Mezcla Puede Resultar en
<p>Ácidos y Compuestos Ácidos tales como (Nota 1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alum (Sulfato de Aluminio) - Cloruro de Aluminio - Cloruro Ferroso o Férrico - Sulfato Ferroso o Férrico - Ácido Nítrico - Ácido Hidroclórico (HCl) - Ácido Sulfúrico - Ácido Hidrofluorídrico - Ácido Fluorosilícico - Ácido Fosfórico - Limpiadores de Ladrillos y Hormigón - Soluciones Cloradas de Sulfato Ferroso 	<ul style="list-style-type: none"> - Liberación de gas de cloro, que puede ocurrir de forma violenta.
<p>Productos Químicos y Productos de limpieza que contienen amoniaco tales como (Nota 1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hidróxido de Amonio - Cloruro de Amonio - Silicofluoruro de Amonio - Sulfato de Amonio - Sales Cuaternarios de Amonio (Quats) - Úrea 	<ul style="list-style-type: none"> - Formación de compuestos explosivos. - Liberación de gas cloro o de otros gases nocivos.
<p>Productos químicos Orgánicos y Compuestos Químicos tales como (Nota 1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Combustibles y Aceites - Combustibles - Aminas - Metanol - Polímeros Orgánicos - Propano - Etilenoglicol - Insecticidas que contienen solventes y productos de limpieza que contienen Solventes 	<ul style="list-style-type: none"> - Formación de compuestos orgánicos clorados - Formación de compuestos explosivos - Liberación de gas de cloro, que puede ocurrir de forma violenta
<p>Metales tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cobre - Níquel - Vanadio - Cobalto - Hierro - Molibdeno <p>Evite tubería y equipo de manipulación con materiales que contengan acero inoxidable, aluminio, acero al carbono, acero al cromo, latón, bronce, Inconel®, Monel® u otros metales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Liberación de oxígeno que, por lo general no ocurre de forma violenta, pero que puede ocasionar sobrepresión/rotura de un sistema cerrado (por ejemplo: bombonas, tambores)
<p>Água oxigenada (Peróxido de Hidrogeno)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Liberación de oxígeno, que puede ocurrir de forma violenta

<p>Agentes Reductores tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sulfito de Sodio - Bisulfito de Sodio - Hidrosulfito de Sodio - Tiosulfito de Sodio 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de calor, que puede provocar salpicaduras o ebullición
<p>Agentes Oxidantes tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clorito de Sodio 	<ul style="list-style-type: none"> - Liberación de dióxido de cloro, gas cloro, y oxígeno. La tasa de liberación aumenta a medida que se reduce el pH.
<p>Evite el contacto directo con la luz solar o luz Ultravioleta (UV)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Liberación de oxígeno, que por lo general no ocurre de forma violenta, pero podría provocar sobrepresión/ruptura de un sistema cerrado

BIBLIOGRAFÍA

* *Plan de Higiene Química*. Universidad de Puerto Rico (Recinto de Río Piedras). 2006.

* *Lista de materiales incompatibles con el Hipoclorito de Sodio*. El Instituto del Cloro, Inc. 2009. www.chlorineinstitute.org

* *Manual de Seguridad*. Planta Piloto de Ingeniería Química PLAPIQUI-UNSa. Comisión de Seguridad. 2009.

ANEXO III

Manejo de Sustancias Químicas que Presentan Riesgos Especiales

Las sustancias químicas carcinogénicas se pueden clasificar en *genotóxicas* (que alteran el ADN) y *epigenéticas* (colaboran en la proliferación de las células tumorales, sin ocasionar daños directos en el ADN). Muchas sustancias químicas de uso en el laboratorio pueden producir cáncer por su exposición crónica.

Carcinógenos de uso común en los laboratorios:

Arsénico y sus compuestos
Benceno
Bencidina
Berilio y sus compuestos
Cadmio y sus compuestos
Cloroformo
Cloruro de Metileno
Cromato de Plomo
Cromo hexavalente y sus sales
Fenilhidrazina
Hexacloroetano
Nitrosaminas
Óxido de Etileno
Formaldehído

Ejemplos de Carcinógenos y Tipo de Cáncer

- Aceite mineral: cáncer en piel
- Arsénico: cáncer en piel y en pulmón
- Asbestos: cáncer en pulmón
- Aminas y compuestos aromáticos: cáncer en la vesícula biliar
- Benceno: leucemia
- Níquel: cáncer nasal y de pulmón

- Formaldehído: cáncer nasal y nasofaríngeo
- Cloruro de vinilo: angiosarcoma hepático
- Pesticidas, diesel, cromatos: cáncer pulmonar
- Alcohol: cáncer orofaríngeo y esofágico.

El [alcohol isopropílico](#) es utilizado en enjuagues bucales y como secante en cosméticos porque se mezcla bien con sustancias lipofílicas. Sin embargo, es un compuesto petroquímico capaz de producir cáncer, desordenes inmunológicos y reacciones alérgicas. Diversas investigaciones indican que se ha incrementado el porcentaje de cáncer de tiroides en mujeres y hombres que usan frecuentemente enjuagues bucales y lociones. The Merck Manual: Carcinogénesis. Capítulo 302. Sección 22. www.merck.com.

Compuestos cancerígenos según IARC y CEE

Entre los listados existentes se hace referencia solamente a los elaborados por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) y la Comunidad Económica Europea (CEE).

La **Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer** (IARC), miembro de la Organización Mundial de la Salud, es una organización internacional dedicada a evaluar el riesgo de desarrollar cáncer debido al contacto con sustancias químicas.

La IARC evalúa estudios científicos sobre las distintas sustancias químicas y publica revisiones críticas sobre los riesgos de desarrollar un cáncer por la acción de dichas sustancias. La IARC valora, al mismo tiempo, la necesidad de investigar en mayor profundidad los posibles efectos cancerígenos de determinadas sustancias químicas.

La International Agency for Research on Cancer (IARC) divide a las sustancias y procesos industriales en **tres grupos**:

Grupo 1:

Relación de procesos industriales, compuestos químicos o grupos de los mismos que son cancerígenos para el hombre.

Grupo 2:

Productos denominados como probables cancerígenos para el hombre, que a su vez se les subdivide en dos subgrupos:

2A: De alta probabilidad.

2B: De baja probabilidad.

Grupo 3:

Productos que no pueden considerarse cancerígenos para el hombre.

CEE

La Comunidad Económica Europea define como cancerígenos a aquellas sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir cáncer o aumento de su frecuencia y asigna a dichos productos la frase de riesgo R 45 (*): Puede causar cáncer. A las sustancias mutágenas se les asigna la frase R 46: Puede causar alteraciones genéticas hereditarias y a las sustancias teratógenas la frase R 47: Puede causar malformaciones congénitas. Dichas definiciones y asignaciones se encuentran recogidas en la Directiva 67/548/CEE cuya última modificación es la Directiva 88/490/CEE, relativa a "Declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas".

(*) Según RD 2216/85, RD 725/88, Orden 7/9/88 y Orden 29/11/90.

ANEXO IV

Quemaduras Químicas

Modificado de:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Quemadura>; <http://www.telemedik.com/articulos.php?id=157> y

Las situaciones más frecuentes de lesiones cutáneas por agentes químicos son:

- El derrame o ruptura de un contenedor, generalmente inadecuado.
- La transferencia de un agente cáustico desde su envase original a otro inadecuado.
- La dilución inadecuada.
- Uso inadecuado de productos.
- Ataques con ácidos.

Las quemaduras por químicos tienen en común es que el aspecto inicial es el de una lesión superficial, razón por la cual se subestima la severidad del daño. El efecto corrosivo de algunos compuestos puede continuar hasta una semana más tarde de la exposición, generando una grave y profunda lesión final.

Las quemaduras químicas son aquellas causadas por sustancias ácidas, alcalinas u otras sustancias químicas corrosivas al entrar en contacto con la piel. La mayoría de estos accidentes sólo producen quemaduras de primer grado. En general se resuelven en una semana produciendo descamación de la piel, como la que se observa en las quemaduras solares.

Más de 25000 productos son capaces de causar quemaduras químicas. Cerca del 40% de todas las enfermedades relacionadas con el trabajo afectan a la piel y el 25% de estas son quemaduras químicas.

Una quemadura química es una lesión que ocurre en la piel cuando hay destrucción de células, inflamación, pérdida de líquidos, destrucción de

vasos sanguíneos en el tejido por exposición a algún agente químico. La piel al tener contacto con un agente químico, puede tener una reacción cutánea limitada al área de exposición, una reacción corporal generalizada o ambas.

Tipos de Quemaduras:

La de *primer grado* por lo general es en la capa externa de la piel (epidermis). La piel se torna roja o gris y puede haber dolor e hinchazón y no se forman ampollas. En un principio abarca los vasos superficiales, se extiende después a los vasos subcutáneos más profundos, por acción directa como por acción refleja. La hipertermia de los tejidos y la congestión de éstos dan como resultado prurito, ardor y dolor.

La de *segundo grado* se considera cuando se quema la capa externa de la piel (epidermis) y la capa intermedia que es la dermis. Provocan dolor intenso, hinchazón y la formación de ampollas. La piel se torna rojo intenso, tornándose manchada. Incluso se llegan a perder estructuras como los folículos pilosos, glándulas sudoríparas y glándulas sebáceas.

La de *tercer grado* es la quemadura mas seria y abarca todas las capas de piel (epidermis y dermis) en su totalidad. Puede afectar tejido adiposo (grasa), nervios, músculos y en el peor de los casos, hueso. El área se torna color negro o deshidratado, de aspecto blanquecino. Se puede sentir dolor severo pero si los nervios sufrieron daños el dolor esta ausente.

La severidad del daño tisular depende del mecanismo de acción del agente, de su concentración, de la cantidad puesta en contacto con la piel, la duración de la exposición y de la resistencia del tejido a la penetración.

¿Cómo debemos tratar las quemaduras?

- Remover la joyería, ropa o zapatos de la superficie quemada antes de que comience a inflamarse.

- Enjuagar el área con agua fría por 20 min. Si el químico era en forma de polvo, remueva el polvo antes de enjuagar con agua. No frote el área. Cubra con un vendaje limpio.
- Vigilar por signos de infección.
- Aplicar compresas húmedas y frías para aliviar el dolor.
- No aplicar ungüentos, grasas, mantequillas o lociones para el dolor.
- Tomar algún medicamento para el dolor (aspirina, ibuprofeno) para el malestar según las indicaciones de la etiqueta.
- No drenar las ampollas, para evitar infecciones.

Si la quemadura mide de dos a cuatro cm se debe buscar ayuda de emergencia.

ANEXO V

Clasificación de las Sustancias Químicas y Residuales

Grupo I - Disolventes halogenados. (Y-41 Ley 24.051) Se entiende por tales los líquidos orgánicos que contienen halógenos en su composición o la mezcla de solventes que los contengan.

Se trata de productos muy tóxicos e irritantes y en algún caso, cancerígenos. Se incluyen en este grupo las mezclas de disolventes halogenados y no halogenados, siempre que el contenido en halógenos de la mezcla sea superior al 2%. Ejemplo: cloruro de metilo, diclorometano (cloruro de metileno), cloroformo, tricloroetileno, yodoformo, bromoformo, tetracloruro de carbono, etc.

Grupo II - Disolventes orgánicos no halogenados. (Y-42 Ley 24.051) Comprende los: alcoholes, éteres, ésteres, glicoles, hidrocarburos alifáticos, aromáticos, nitrilos y amidas. Es importante dentro de este grupo evitar mezclas de disolventes que sean inmiscibles ya que la aparición de fases diferentes dificulta el tratamiento posterior. Únicamente los alcoholes como el metanol y el etanol, y los glicoles y polioles como la glicerina, sorbitol, manitol, glucosa e hidratos de carbono, se pueden eliminar por la red de efluentes cloacales con mucha dilución de agua y cuando se trate de cantidades inferiores al litro.

Ejemplos de este **Grupo II** son: isopropanol, formaldehído, acetaldehído, dimetilformamida, dimetilamina, anilina, piridina, acetona, ciclohexanona, metil-isobutil-cetona, metil-etil-cetona, acetato de etilo, formiato de etilo y otros ésteres, etilenglicol, monometiléter de etilenglicol, solvente hidrocarburo 90°/130°, solvente stoddard (aguarrás mineral), pentano, éter de petróleo, hexano, ciclohexano, benceno, tolueno, xileno, acetonitrilo.

Grupo III - Disoluciones acuosas de productos orgánicos e inorgánicos. Se trata de un grupo muy amplio y por eso es necesario efectuar divisiones. Estas divisiones son necesarias para evitar reacciones

de incompatibilidad. Por estas razones hay que descartar los residuos en recipientes adecuados por separado.

III.a. – Soluciones acuosas básicas de origen inorgánico. (Y-35 Ley 24.051) Hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, de calcio, de litio, de hierro. Estas bases se diluyen con agua y luego se las debe neutralizar con ácidos diluidos inorgánicos para desecharlas.

III.b. – Soluciones acuosas ácidas de origen inorgánico. (Y-34 Ley 24.051). Acido clorhídrico o muriático, bromhídrico, fluorhídrico, yodhídrico, ácido sulfhídrico, ácido sulfúrico, sulfuroso, ácidos fosfóricos, metafosfórico, nítrico y nitroso. Estos ácidos, luego de ser diluidos al medio o al tercio, deben ser neutralizados con bases de metales alcalinos, con precaución, hasta pH alrededor de 7. No neutralizar sustancias concentradas. Pueden emplearse bases inorgánicas reservadas para desecho para la neutralización de estos residuos ácidos. Luego de la neutralización, con gran dilución con agua corriente, pueden ser eliminadas por la red común de desagües, con excepción de las sales de fluorhídrico (fluoruros), sulfhídrico (sulfuros), yoduros o bromuros. Tampoco pueden ser eliminadas por la red común de desagües hipocloritos o percloratos, dado que generan en las cañerías gases tóxicos al reaccionar con otros efluentes provenientes de otros laboratorios.

Nunca deben mezclarse ácidos inorgánicos concentrados como sulfúrico, nítrico y clorhídrico, ya que por acción mutua, reaccionan originando vapores corrosivos, tóxicos, que aún encerrados generan presión haciendo explotar los recipientes.

La mezcla del ácido nítrico con los otros ácidos, forma dióxido de nitrógeno, gas rojizo y peligroso.

III.c. – Soluciones acuosas de sales de metales pesados: como las de níquel, mercurio, plomo, cadmio, selenio, osmio, vanadio, plata, antimonio, estaño, metales fijadores, y otras que presenten riesgos. Si las soluciones están concentradas podrán precipitarse los aniones, filtrar y eliminar el residuo dentro de un recipiente para descarte de sólidos de metales pesados. En general, estas soluciones se descartan siempre como sustancias peligrosas, rotuladas como tal, al estado de disolución en el que se encuentran.

III.d. – Soluciones de sales de cromo VI (Y-21 Ley 24.051).

El **cromo VI** es un contaminante del suelo y del agua, siendo una sustancia cancerígena. Recoger estas sustancias en recipientes de polietileno de alta densidad. Conviene precipitar los compuestos de **cromo VI**, separarlos como sólidos y luego eliminarlos como residuos peligrosos; o eliminar las mezclas acuosas como residuo peligroso.

III.e. - Soluciones de aldehídos, cetonas y fenoles aromáticos reductores, de alta demanda química de oxígeno (alta DQO): como ser formol, acetaldehído, glutaraldehído, acetona, metiletilcetona, fenol, cresoles, etc.

III.f. – Soluciones acuosas de colorantes orgánicos de alta DQO, como es el colorante Giemsa y otros que presenten riesgos.

III.g. – Mezclas de soluciones de sales solubles en agua como cloruros, sulfatos, fosfatos, reveladores, nitritos, nitratos, que no sean oxidantes ni reductores, ni los cationes sean metales pesados. Estas soluciones, si no son concentradas y se trata de pequeñas cantidades, pueden ser eliminadas a la red cloacal mediante una gran dilución en agua corriente.

III.h. – Mezclas acuosas de disolventes usadas en prácticas como la cromatografía líquida u otras determinaciones, de alta DQO, como por ejemplo: mezclas agua-metanol, agua-acetonitrilo, agua-metanol-acetonitrilo, y otras similares.

Grupo IV. En este grupo se encuentran las sustancias en solución acuosa o de otros disolventes que pueden: *desprender gases tóxicos, *reaccionar con el tiempo, *oxidarse con el aire, *producir elevación de la temperatura.

Consultar las Tablas correspondientes si existen incompatibilidades. Algunos ejemplos: cianuros, sulfuros, sulfitos, sales de amonio.

Grupo V. Este grupo comprende los sólidos inorgánicos, orgánicos puros o impuros, obsoletos o vencidos; sus desperdicios mezclados; las sustancias peligrosas absorbidas en carbón activado, bentonita, sílice, alúmina, talco, aserrín de madera y otros. Ejemplo: bromuro de etidio en

solución o absorbido en carbón activado, acrilamida en gel de electroforesis, otros. Se los elimina como tales en recipientes de polietileno de alta densidad. Es conveniente destruir las propiedades carcinógenas mediante la acción de una solución de permanganato de potasio.

Grupo VI. Este grupo comprende aceites minerales, aceites de siliconas usados en baños calefactores, medios para ultrasonidos, etc. Considerar por separado el mercurio líquido empleado en ciertas bombas de vacío.

Grupo VII. Aquí están contemplados diversos productos que por su elevada toxicidad no deben ser incluidos en ninguno de los otros grupos. ***Estos productos no deben mezclarse entre sí ni con otros residuos.***

Ejemplos:

VII.a. – Comburentes y oxidantes: peróxidos, metales catalizadores de oxidaciones.

VII.b. – Compuestos fuertemente reductores como hidruros; compuestos como halogenuros de acilo; compuestos con halógenos activos (Ej. yodoformo, bromuro de benzilo, etc.).

VII.c. - Compuestos pirofóricos: que inician fuego metálico de Clase D. Ejemplo: magnesio, sodio, potasio en sus estados elementales; fósforo en sus variedades alotrópicas; etc.

VII.d. – Compuestos no identificados, mezclas de reacción y objetos y envases contaminados por residuos tóxicos y peligrosos. Aquí se consideran las sustancias consideradas como citostáticos, como ser: bromuro de etidio, diaminobencidina, fenol, resinas, mutagénicos.

Clasificación de los residuos peligrosos según LEY 24.051

Anexo I de la Ley 24.051

Y-1 “Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas para salud humana y animal”. Esto entra en nuestra clasificación como RESIDUOS PATOGÉNICOS O PATOLÓGICOS.

Y-2 "Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos".

Y-3 "Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal". A este respecto, los comprimidos, cápsulas, núcleos, grageas, tubos y potes de pomadas, y en general, cualquiera de las formas farmacéuticas: NO DEBEN DESECHARSE COMO TAL. Es necesario destruirlas mediante trituración, mancharlas con colorantes, destruir los envases, vaciar el contenido, etc., de modo que se impida su uso, el fraude, una comercialización indebida, etc.

Y-4 "Desechos resultantes de la producción, la preparación y utilización de biocidas y productos fitosanitarios".

Y-6 "Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos".

Y-8 "Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados"

Y-9 "Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua".

Y-10 "Sustancias y artículos de desecho que contengan o estén contaminados por Bifenilos policlorados (PCB), Trifenilos policlorados (PCT) o Bifenilos polibromados (PBB).

Y-14 "Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan".

Y-16 "Líquidos de desecho del revelado de placas fotográficas.

Y-19 "Metales carbonilos"

Y-20 "Berilio y sus compuestos"

Y-21 "Compuestos de cromo hexavalente"

Y-22 "Compuestos de cobre"

Y-23 "Compuestos de zinc"

Y-24 "Arsénico y sus compuestos"

Y-25 "Selenio y sus compuestos"

Y-26 "Cadmio y sus compuestos"

Y-27 "Antimonio y sus compuestos"

Y-28 "Teluro y sus compuestos"

- Y-29** "Mercurio y sus compuestos"
- Y-30** "Talio y sus compuestos"
- Y-31** "Plomo y sus compuestos"
- Y-32** "Compuestos inorgánicos de flúor con exclusión del Fluoruro cálcico (fluorita).
- Y-33** "Cianuros inorgánicos"
- Y-34** "Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida"
- Y-35** "Soluciones básicas o bases en forma sólida"
- Y-37** "Compuestos orgánicos de fósforo"
- Y-38** "Cianuros orgánicos"
- Y-39** "Fenoles, compuestos fenólicos con inclusión de clorofenoles.
- Y-40** "Éteres"
- Y-41** "Solventes orgánicos halogenados"
- Y-42** "Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados".
- Y-43** "Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados"
- Y-44** "Cualquier sustancia del grupo de dibenzoparadioxinas policloradas"
- Y-45** "Compuestos organohalogenados que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y-39, Y-41, Y-42, Y-43, Y-44).

NOTA: otras **Y** no figuran por carecer de sentido en el presente Manual. Remitirse al texto de la Ley 24.051 incluso para clasificaciones de otra índole en el Anexo II de esta Ley.

Compuestos químicos considerados como tóxicos y peligrosos

- Amianto o asbesto (polvos y fibras) (ver: Información complementaria – Neumoconiosis-).
- Aminas alifáticas.
- Aminas aromáticas.
- Biocidas o plaguicidas, funguicidas, acaricidas, insecticidas, etc.
- Carbonilos metálicos.
- Cianuros inorgánicos.
- Cianuros orgánicos, nitrilos, nitratos orgánicos.
- Cloratos.
- Compuestos aromáticos, órgano policíclicos y heterocíclicos.
- Compuestos de antimonio.
- Compuestos de arsénico.
- Compuestos de bario (excepto el sulfato de bario precipitado).
- Compuestos de berilio.
- Compuestos de cadmio.
- Compuestos de cobalto.
- Compuestos de cobre.
- Compuestos de cromo hexavalente.
- Compuestos de estaño.
- Compuestos de fósforo en sus variedades alotrópicas (excepto fosfatos minerales).
- Compuestos de mercurio.
- Compuestos de níquel.
- Compuestos de plata.
- Compuestos de plomo.
- Compuestos de selenio.
- Compuestos de talio.
- Compuestos de telurio.
- Compuestos de vanadio.
- Compuestos de zinc.
- Compuestos farmacéuticos o de uso veterinario.
- Compuestos inorgánicos de flúor (excepto el fluoruro de calcio).
- Compuestos orgánicos de azufre.
- Compuestos organohalogenados (comp. De Grignard)
- Creosotas y cresoles.
- Ésteres.
- Éteres.
- Familia de las dibenzo-para-dioxinas policloradas.
- Familia de los dibenzofuranos policlorados.
- Fenol y compuestos fenolazos.
- Hidrocarburos y sus compuestos oxigenados, nitrogenados y/o sulfurados.
- Isocianatos, cianatos e isocianatos.
- Los metales alcalinos y alcalino-térreos al estado elemental.
- Monómeros de acrilato, metacrilato, estireno, PVC, etc., sin polimerizar.
- Nitratos.
- PCB y/o PCT.
- Percloratos.
- Peróxidos.
- Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.
- Soluciones básicas o bases en forma sólida.
- Solventes halogenados.
- Solventes orgánicos no halogenados.
- Sulfuros inorgánicos.