	Manual de Seguridad Industrial del Laboratorio de Química	Versión 01.00.00	Código: _____ _____ _____	1/19
---	---	------------------	---------------------------------	------

CÓDIGO: _____

ELABORÓ: _____ FIRMA: _____

APROBÓ: _____ FIRMA: _____

FECHA DE APROBACIÓN/REVISIÓN: _____

POLÍTICAS RELACIONADAS: _____

1.0 PROPÓSITO.....2

2.0 ALCANCE2

3.0 MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL DEL LABORATORIO DE QUÍMICA.....3

 A. Introducción..... 3

 B. Políticas generales de la seguridad..... 4

 C. El orden y la limpieza.....4

 D. Higiene.....4

 E. Protección para los ojos.....4

 F. Protección para los pies.....5

 G. Protección de la piel.....5

 H. Protección de las manos.....5

 I. Selección de guantes - ¿cuál material es el mejor?.....6

 J. Pautas generales para el uso de guantes, en cuanto a cuidado e higiene7

 K. Equipo general de seguridad.....7

 L. Riesgos de incendio.....7

 M. Tipos de incendios.....8

 N. Tipos de extintores.....9

O. NFPA Clasificación-notación para riesgos químicos.....	10
P. Etiquetados.....	11
Q. Orden y limpieza del laboratorio.....	12
R. Transporte de productos químicos.....	12
S. Riesgos generales relacionados con el uso de productos químicos.....	12
T. Riesgos específicos de algunas sustancias seleccionadas.....	13
U. Limpieza de derrames químicos.....	14
V. Planificación y ejecución de experimentos.....	15
W. Categorías de riesgos.....	17
X. Eliminación de materiales o residuos.....	18

- 1.0 El Manual de Seguridad del Laboratorio de Química es una referencia breve de algunos de los peligros más comunes e inmediatos que se podrían presentar, así como las normas y procedimientos que se deben poner en práctica ante estas situaciones de emergencia, por lo que no pretende ser un análisis exhaustivo de seguridad en el laboratorio.
- 2.0 El presente Manual comprende el uso de reagentes químicos y los equipos especializados, estaciones de trabajo, mobiliario, instalaciones y accesorios designados para la realización de ensayos químicos, en los laboratorios de ciencias básicas de ULACIT.

3.0 - MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL DEL LABORATORIO DE QUÍMICA

A. Introducción

- a. Los laboratorios de química académicos puede ser lugares muy peligrosos. Teniendo en cuenta la cantidad de estudiantes que están aprendiendo a manejar los compuestos tóxicos, inflamables y explosivos, es evidente que hay poco margen para el error o el descuido, incluso en los laboratorios de docencia de pregrado.
- b. Sin embargo, una amplia experiencia dentro de la disciplina de la química ha demostrado que, con la previsión adecuada y buena atención, casi cualquier clase de experimento químico puede llevarse a cabo sin ningún accidente. Las claves de seguridad de las operaciones en el laboratorio de química son:
 - i. La voluntad fuerte y persistente para evitar accidentes que pongan en riesgo la seguridad de las personas presentes y del equipo.
 - ii. La información y formación adecuadas para prever y prevenir los accidentes.
 - iii. Un programa regular para identificar y manejar peligros de todo tipo dentro los laboratorios, mediante la cuidadosa aplicación de normas para hacerles frente a las situaciones de emergencia en caso de que se presenten.
- c. Una fuente adicional detallada, "Las Prácticas Prudentes en el Laboratorio: Manejo y Disposición de los Productos Químicos", elaborado por el Consejo Nacional de Investigación, está disponible para su referencia.
- d. Seguidamente se encuentra el número de contacto de la persona encargada si se requiriera más información o si se ha presentado una emergencia.

<u>Cargo</u>	<u>Nombre</u>	<u>Teléfono</u>	<u>Correo electrónico</u>
Director de Seguridad	Juan Montero	2523-4000, ext. 217	jmontero@ulacit.ac.cr

B. Políticas generales de seguridad

- a. La seguridad y el bienestar de la comunidad universitaria en general debe ser prioridad ante cualquier otra consideración en ULACIT. Ningún experimento que ponga a alguna persona en un riesgo excesivo es aceptable, no importa cuán deseable o importante sea la información que podría obtenerse.
- b. El primer deber de los directores de investigación, los instructores, supervisores y todas las personas con autoridad es garantizar la seguridad en el entorno y en las operaciones bajo su control.
- c. Es política de la universidad cumplir no sólo con las normas de seguridad jurídica, sino actuar positivamente, en la medida de lo posible, para evitar lesiones, enfermedades, daños y pérdidas resultantes del trabajo realizado dentro de la Universidad. Las facultades fomentan entre sus estudiantes y personal docente, participar y contribuir activamente al establecimiento y la observancia de las prácticas de trabajo seguras.
- d. En todos los casos, el docente es el responsable de la seguridad de sus estudiantes. Un objetivo de este Manual es proporcionar la información necesaria que sirva como base para formarse un criterio en cuanto a las normas de seguridad en el laboratorio.
- e. En caso de que exista algún incidente en el laboratorio, el docente es el responsable de activar el sistema de salud ocupacional, o de reportar la situación al encargado del laboratorio de Ciencias Básicas (asistente de Laboratorio en primera instancia y Director de Ingeniería Industrial).
- f. El encargado de laboratorio se debe asegurar de que la bitácora de incidentes se complete en el momento en que se presenta alguna situación, así como que se implementen las medidas establecidas. La bitácora permanecerá en las instalaciones del laboratorio.
- g. Si el incidente lo requiere, se realiza la comunicación a la Comisión de Salud Ocupacional institucional.

C. El orden y la limpieza

- a. El laboratorio debe mantenerse limpio y en completo orden. Al final de cada

experimento, el equipo debe ser limpiado y guardado correctamente. No se permite que el equipo no utilizado y los productos químicos se acumulen en el laboratorio. No utilice los pasillos del laboratorio para el almacenamiento. Deseche todos los residuos peligrosos de acuerdo con los procedimientos indicados en este Manual.

- b. Los frascos de los reactivos deben estar debidamente etiquetados; al verter algún producto, debe sostener la botella de forma que la etiqueta quede vuelta hacia la palma de su mano, para protegerla. Infórmele al profesor si hay alguna botella cuyo contenido no se conoce con certeza.

D. Higiene

- a. Lávese las manos a menudo, siempre antes de comer, fumar o salir del laboratorio. El lavado debe ser una reacción instintiva ante el derrame o contacto de cualquier producto químico con la piel.
- b. Nunca coma o beba en el laboratorio, está totalmente prohibido. Nunca utilice el equipo de laboratorio como envase para alimentos o bebidas.

E. Protección para los ojos

- a. ULACIT tiene la política de requerir el uso de gafas de seguridad (equipadas con pantallas laterales) o gafas de protección para los ojos, mientras se permanece en el laboratorio. Aún si utiliza lentes de contacto en el laboratorio, el uso de las gafas de protección es obligatorio.

F. Protección para los pies

- a. Todas las personas que se encuentren en los laboratorios deben usar zapatos cerrados (los pies descalzos o las sandalias no están permitidos) y ropa adecuada para proteger la piel de derrames de productos químicos.

G. Protección de la piel

- a. Siempre use ropa que deje la mínima cantidad de piel expuesta a productos químicos potencialmente dañinos. Siempre use pantalones largos en el laboratorio. Además, debe usar gabacha cuando trabaje con materiales peligrosos.
- b. De todas las formas en que los productos químicos pueden afectar el cuerpo humano, la exposición a través de contacto con la piel es una de las más significativas. La piel actúa como una barrera ante las condiciones que normalmente se encuentran en el medio ambiente; sin embargo, no puede proporcionar una protección adecuada por sí sola contra algunas sustancias químicas.
- c. Las sustancias químicas pueden actuar sobre la piel desprotegida de tres formas:
 - i. Daños localizados: La acción de muchas sustancias químicas se limita a la piel. Las quemaduras, irritación y fricción debido a la pérdida de la barrera de grasa de la piel son algunos ejemplos.

- ii. Sensibilización: Los químicos que causen sensibilidad no tienen ningún efecto inicial, pero harán que la piel reaccione, durante las exposiciones posteriores, a cantidades menores de la exposición inicial.
 - iii. Absorción: La piel no proporciona ninguna protección en contra de algunos productos químicos que pueden penetrar libremente, entrar en el torrente sanguíneo y actuar sobre órganos como el hígado y el sistema nervioso.
- d. Un producto químico puede causar daños a causa de más de uno de los efectos anteriores. Algunos ejemplos incluyen disolventes clorados como el cloruro de etileno, que reseca la piel, causa irritación y ruptura del tejido; también puede penetrar en la piel y causar daños en el hígado y los riñones.

H. Protección de las manos

- a. Nuestras manos son las partes del cuerpo con más probabilidades de estar expuestas al contacto con productos químicos, en situaciones normales. A pesar de una técnica cuidadosa, el uso de guantes de protección puede ayudar a evitar la exposición directa a una sustancia química.
 - b. Si usted tiene alguna pregunta sobre la eficacia de un guante ante un producto químico específico, visite los enlaces de los siguientes fabricantes de guantes:
 - i. <http://www.bestglove.com/>
 - ii. <http://www.superiorglove.com/product.review/>
- I. Selección de guantes - ¿cuál material es el mejor?
- a. En la elección de un guante que proporcione un nivel adecuado de protección, es importante tener en cuenta tres advertencias:
 - i. No existe un "guante impermeable"; el material de los guantes es tan solo una barrera temporal para los productos químicos.
 - ii. Para ciertos productos químicos, no existen guantes que proporcionen más de una hora de protección.
 - iii. Los productos químicos se extenderán a través de todos los materiales del guante. Este proceso consiste en la absorción del producto químico en la superficie exterior, la difusión del químico a través del guante y luego la desorción del químico en el interior del guante.
 - b. Los fabricantes de guantes señalan dos medidas de adecuación del guante:
 - i. Tasa de penetración: Corresponde a la cantidad de una sustancia química que se transmite a través de una zona determinada del material de los guantes por unidad de tiempo y tiempo de paso.
 - ii. Tiempo transcurrido: Es el tiempo que transcurre desde el contacto inicial del producto químico en la parte exterior del guante, hasta la primera

detección del producto químico en la superficie interior del guante.

- c. El objetivo en la elección de un guante es buscar una tasa de penetración baja y un tiempo de paso alto, teniendo en cuenta algunos de estos factores:
 - i. Temperatura: Incrementar las tasas de permeabilidad y reducir los tiempos de avance con el aumento de las temperaturas. Usted necesita una mayor protección si sus procesos químicos involucran calor.
 - ii. Grosor: La permeabilidad es inversamente proporcional al espesor. El tiempo de penetración es directamente proporcional al cuadrado del espesor. Un doble enguantado puede cuadruplicar la duración de la protección.
 - iii. Solubilidad-permeabilidad: Esta es una función directa de la solubilidad del producto químico en el material de los guantes.
- d. Selección de un guante. ¿Cuáles otros factores son importantes? En algunos casos, su tarea le podría obligar a elegir unos guantes de un material que tenga una tasa de penetración más alta, pero otras cualidades que lo hagan mejor para su situación. Algunos de estos factores incluyen:
 - i. Resistencia al daño físico: ¿Necesita un guante que resista abrasiones, cortes, pinchazos o rasgaduras. Un guante roto, hecho del material perfecto, ofrece menos protección que un guante intacto, pero hecho de otro material razonablemente adecuado.
 - ii. Flexibilidad: ¿Es importante la capacidad de sentir o manipular objetos pequeños, o se puede utilizar un guante grueso que brinde más protección?
 - iii. Resistencia al calor: ¿Tiene usted un trabajo que se realice con altas temperaturas? Como se indicó anteriormente, las tasas de calor aumentan la penetración. Además, el calor puede conducir a la ruptura del material de los guantes.
 - iv. Incompatibilidades: ¿Está utilizando un tipo de producto químico específico? Ciertos guantes pueden ser incompatibles con algunas de las sustancias; un buen ejemplo de ello es el guante con revestimiento de alcohol de polivinilo (PVA), material con gran resistencia a los solventes, pero que se disuelve en agua.

J. Pautas generales para el uso de guantes, en cuanto a cuidado e higiene:

- a. Los guantes desechables de látex y de PVC tienen un papel importante en los laboratorios y centros de salud, pero no son adecuados para el contacto directo con productos químicos agresivos o muy tóxicos.
- b. Generalmente, no es necesario sustituir los guantes reutilizables, a menos de que se decoloren o muestren signos de daño. Si usted sospecha que han sido contaminados, sustitúyalos de inmediato, pues una vez que una sustancia química ha comenzado a difundirse, el proceso continuará, incluso cuando el producto químico en el exterior se haya eliminado. ¡Nunca reutilice los guantes desechables!
- c. Almacene los guantes reutilizables alejados de las sustancias químicas. Incluso los vapores químicos pueden causar daños.

- d. El uso de guantes de protección en el laboratorio es esencial en muchos casos; sin embargo, es importante tener en cuenta que si usted está usando guantes durante la manipulación de productos químicos, no debe entrar en contacto con cualquier elemento que otra persona sin guantes podría tocar. Por ejemplo, si usted está entrando o saliendo del laboratorio, NO toque la puerta con los guantes puestos. Cualquier tipo de contaminante en los guantes será transferido a la persona que abre la puerta con una mano sin guante. De igual forma, quítese los guantes si está presionando los botones del elevador, usando un teclado de computadora, utilizando un bolígrafo que también podría ser utilizado más adelante por usted mismo o por otra persona sin guantes, etc. Además, no se toque la cara, pelo, etc., mientras esté usando guantes de protección.

K. Equipo general de seguridad

- a. Cada laboratorio debe contar con el siguiente equipo de seguridad:
 - i. Ducha de seguridad
 - ii. Estación de lavajos
 - iii. Extintores de incendios (una o dos unidades)
 - iv. Botiquín de primeros auxilios

L. Riesgos de incendio

- a. Nunca realice un experimento que tenga algún riesgo de incendio, si el profesor no está presente. Conozca las ubicaciones más cercanas de la ducha, extintores, teléfonos y vía de salida de emergencia de su laboratorio.
- b. Minimice la posibilidad de incendio con el buen uso del equipo eléctrico:
 - i. Tenga cuidado de no derramar líquidos inflamables cerca de equipos eléctricos en uso.
 - ii. Los equipos deben utilizar conexiones con tierra para evitar el arco eléctrico o la formación de chispas estáticas.
 - iii. Evite una conexión temporal.
 - iv. Reemplace los cables.
 - v. Mantenga el equipo de trabajo en buenas condiciones.
- c. Sugerencias de seguridad para el manejo de líquidos inflamables:
 - i. Restrinja las cantidades al mínimo en cualquier ubicación, y nunca exceda los límites especificados.
 - ii. Use solamente contenedores aprobados —por ejemplo, latas o bidones metálicos de seguridad— para todo el transporte y manipulación.
 - iii. Etiquete todos los recipientes utilizados para líquidos con el nombre de la materia y las palabras:

"PELIGRO - INFLAMABLES (o combustibles)"
 - iv. Manténgalos alejados del calor, chispas y llamas abiertas.
 - v. Mantenga el bidón cerrado cuando no esté en uso.
 - vi. Al verter líquidos con un bajo punto de inflamación de un recipiente grande (por ejemplo, de 18 l), el mantenerlo en contacto con el suelo puede reducir el desarrollo de la carga estática.

- vii. Los materiales inflamables deben almacenarse en gabinetes aprobados.
- d. Mantenga las cantidades máximas de líquidos inflamables y combustibles inflamables fuera de los gabinetes de almacenaje:
 - i. La cantidad máxima de la categoría I inflamables fuera de la caja de almacenamiento no debe exceder los 7.5 litros por cada 9.5 metros cuadrados de espacio de laboratorio.
 - ii. La cantidad máxima combinada de las clases I, II y III de inflamables y combustibles fuera de un gabinete de almacenamiento no podrá exceder los 18 litros por cada 9.5 metros cuadrados de espacio de laboratorio.

M. Tipos de incendios

- a. Cuando se originan, muchos incendios son pequeños y pueden ser extinguidos con los extintores portátiles. El tipo correcto de extintor para cada clase de fuego le dará el mejor control de la situación y evitará que se agrave el problema. La clasificación de los incendios que se utiliza seguidamente, se basa en el tipo de material que se consume.
 - i. Incendios de clase A:
 - 1. Incendios de materiales combustibles ordinarios, tales como madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos.
 - 2. Casi cualquier extintor de incendios es eficaz en un fuego clase A, pero el agua es el mejor agente extintor.
 - ii. Incendios de clase B:
 - 1. Incendios de líquidos inflamables, gases, pintura de aceite y grasas. Los extintores de espuma, polvo químico seco o dióxido de carbono son las más eficaces en los fuegos clase B.
 - 2. No debe usar agua.
 - iii. Incendios de clase C:
 - 1. Incendios que involucran equipos eléctricos donde la no conductividad del agente extintor es de gran importancia.
 - 2. Lo indicado es el uso de dióxido de carbono o extintores de polvo químico.
 - 3. No debe usar agua.
 - iv. Incendios de clase D:
 - 1. Incendios de metales combustibles, tales como magnesio, titanio, circonio, sodio, litio, zinc y potasio.
 - 2. No debe usar agua.

N. Tipos de extintores

- a. Hay tres tipos principales de agentes de extinción de incendios en el edificio: el extintor de dióxido de carbono, el extintor de polvo químico seco y el extintor para metales altamente inflamables. Los laboratorios de enseñanza están equipados con dos extintores de dióxido de carbono.

- i. Extintores de dióxido de carbono (CO₂)
 - 1. Estos extintores están destinados principalmente para su uso en incendios de clases B y C. Tienen un rango limitado, por lo que la aplicación inicial debe comenzar razonablemente cerca del fuego.
 - 2. En todos los fuegos, la descarga debe dirigirse a la base de las llamas, con cuidado de no propagar el fuego con materiales encendidos que salgan volando alrededor de la zona. La descarga de CO₂ se debe aplicar a la superficie quemada, incluso después de que las llamas se apagan, para dar tiempo adicional para enfriamiento y evitar la posibilidad de que se vuelva a encender.
 - 3. En fuego causado por líquidos inflamables, los mejores resultados se obtienen cuando la descarga del extintor se emplea para barrer las llamas de la superficie de la quema, realizando la aplicación de la primera descarga en el borde cerca del fuego y poco a poco avanzando hacia el frente, moviendo el cono de descarga de un lado a otro.

- ii. Extintores de producto químico seco (ABC)
 - 1. Estos extintores de polvo químico se utilizan en incendios de clases A, B y C.
 - 2. La descarga debe dirigirse a la base de las llamas. Los mejores resultados se obtienen mediante el ataque a la orilla, cerca del fuego y avanzando hacia adelante, dirigiendo la boquilla rápidamente con un movimiento de barrido de lado a lado, con cuidado de no esparcir el fuego en la zona.
 - 3. La aplicación se debe continuar después de que las llamas se han apagado, para evitar posibles rebrotes.

- iii. Agente de extinción en seco en polvo (D)
 - 1. El polvo seco como agente extintor está destinado principalmente para su uso en fuegos por metales.
 - 2. La aplicación del agente debe ser de suficiente profundidad como para cubrir adecuadamente el área del incendio y proporcionar una capa que lo sofoque. Las aplicaciones adicionales pueden ser necesarias para cubrir los puntos calientes que se desarrollen. Se debe tener cuidado para evitar la dispersión del metal ardiente.
 - 3. Cuando el metal ardiente se encuentra en una superficie combustible, el fuego debe ser cubierto con el polvo. Luego se debe mover el metal ardiente encima de la capa de polvo, y agregar más polvo encima del metal ardiente si es necesario.

Comentario [o1]: Pendiente

- O. Clasificación según la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA, por sus siglas en inglés) – normativa para riesgos químicos
 - a. La información relativa a los riesgos asociados con un producto químico se puede obtener rápidamente de una normativa desarrollada por la NFPA, la cual utiliza

un símbolo en forma de **diamante**, que se subdivide en cuatro segmentos cuadrados.

Comentario [o2]: Añadir y explicar lo de los colores

- i. El segmento de la izquierda indica peligro para la salud, lo que incluye tanto el contacto con la sustancia química como la inhalación de los vapores o humos de la química.
 - ii. El segmento superior indica la inflamabilidad.
 - iii. El segmento de la derecha indica la inestabilidad.
 - iv. El segmento inferior está reservado para las advertencias especiales.
- b. En los tres primeros segmentos se utiliza un número para indicar el grado de peligro, donde 4 implica un riesgo grave y 0 un riesgo mínimo.
 - c. Si uno de estos tres primeros segmentos se deja en blanco o contiene un guión o un vacío, no significa que sea seguro, sino que aún no ha sido incluido en la lista de la NFPA.
 - d. En el cuarto segmento, la notación W, con una línea trazada a través de él se utiliza para advertir de una posible reacción violenta con el agua, y la notación OXY se usa para advertir de un fuerte agente oxidante que puede reaccionar explosivamente con materiales combustibles. Seguidamente se presenta un ejemplo:

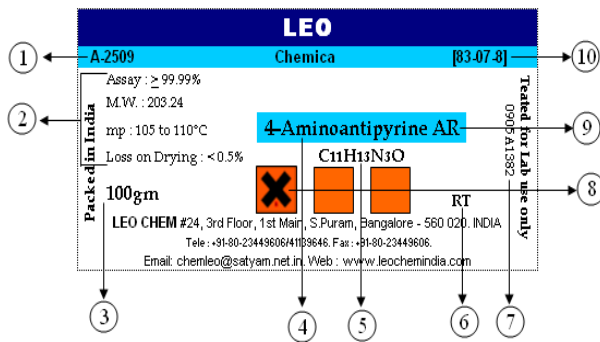


- e. Hay que recordar que las calificaciones otorgadas en el sistema de la NFPA se aplican a la sustancia química pura y, en general, representan el "peor escenario". Las soluciones acuosas de los productos químicos suelen ser menos peligrosas que la sustancia química pura. En general, cuanto más se diluye la solución, menos peligrosa se vuelve. Aun así, como política general, se debe evitar el contacto y la inhalación de los vapores de todos los productos químicos puros y sus soluciones.

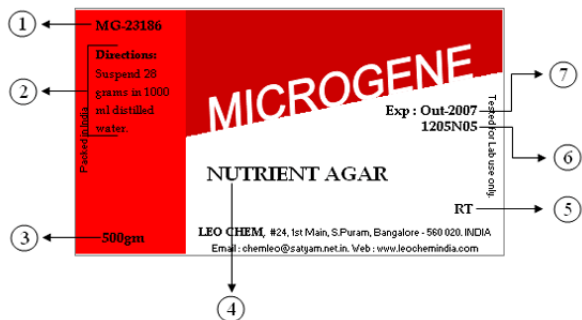
P. Etiquetados

- a. Los productos químicos no identificados o mal etiquetados representan un riesgo mayor en un laboratorio químico, por las siguientes razones:
 - i. Los productos químicos que no cuentan con la información adecuada (por ejemplo: fechas de ingreso y de fabricación) representan un gran riesgo, porque algunos químicos se descomponen en sustancias con propiedades muy diferentes a las de la sustancia original. Algunas de estas sustancias son altamente explosivas.

- ii. La eliminación de las botellas sin etiqueta es peligrosa y, por lo tanto, muy cara y fuertemente regulada por la ley.
 - iii. Los profesores deberán pagar los costos de eliminación de botellas sin etiqueta en sus áreas, si sus alumnos han sido los responsables de su producción.
- b. Los propósitos de las etiquetas apropiadas son múltiples:
- i. Indican la fuente, el proveedor o fabricante de los productos químicos.
 - ii. Indican la edad de los químicos.
 - iii. Advierten sobre los posibles peligros.



1. Núm. en el catálogo
2. Especificación
3. Empacado
4. Nombre del producto
5. Fórmula
6. Temperatura de almacenamiento
7. *Bach*/número de lote
8. Símbolos de peligrosidad
9. Grado
10. Núm. de C.A.S.



1. Núm. de catálogo
2. Cómo usar
3. Empaque
4. Nombre del producto
5. Temperatura de almacenamiento
6. *Bach* / Número de lote
7. Fecha de expiración

Q. Orden y limpieza del laboratorio

- a. El laboratorio debe mantenerse limpio y sin ningún desorden, como parte de su mantenimiento regular. No deje que se acumulen los equipos no utilizados y los productos químicos.
- b. Los frascos de reactivos deben estar debidamente etiquetados.
 - i. Al verter los líquidos, sostenga la botella con la etiqueta vuelta hacia la palma de su mano, para protegerla.
 - ii. Notifique a su agente de seguridad sobre botellas de cuyo contenido no esté seguro.
- c. Nunca coma o beba en el laboratorio.
 - i. Nunca utilice el equipo del laboratorio como envase para alimentos o bebidas.

R. Transporte de productos químicos

- a. Nunca transporte por los pasillos, escaleras o en el ascensor, contenedores de productos químicos abiertos.
- b. Todos los productos químicos, con excepción de los que figuran en las latas metálicas herméticamente cerradas, se deben transportar en cubetas de plástico o carros de transporte de productos químicos (con divisiones especiales para proteger las botellas de vidrio).
 - i. Las personas que transporten productos químicos con menor frecuencia pueden pedir prestado una cubeta de plástico para su transporte desde el almacén a sus laboratorios. Las cubetas prestadas debe ser devueltas al almacén.
- c. Las siguientes son algunas reglas básicas de almacenamiento de sustancias químicas:
 - i. Evite el almacenamiento de sobrecarga de líquidos y sólidos peligrosos.
 - ii. Utilice armarios para el almacenamiento de los inflamables o corrosivos.
 - iii. Refrigere las sustancias inflamables sólo en frigoríficos autorizados para este fin.
 - iv. Mantenga las sustancias químicas reactivas con la máxima separación, para minimiza el riesgo.
 - 1. Por lo tanto, no almacene los productos químicos en orden alfabético, sino por categoría.
 - 2. No almacene los productos químicos que reaccionan entre sí cerca unos de otros.

S. Riesgos generales relacionados con el uso de productos químicos

- a. Todos los productos químicos deben ser considerados como potencialmente peligrosos. Antes de trabajar con productos químicos con los que no está familiarizado, consulte la lista de sustancias especialmente peligrosas y las otras tablas al final de este Manual o de algún otro libro sobre la materia.
- b. Antes de trabajar con productos químicos, debe ser consciente de lo siguiente:
 - i. Toxicidad (se cita a menudo en términos del valor límite umbral, TLV,

- dado como PPM de aire por volumen, que no debe superarse).
- ii. PEL (OSHA límite de exposición permisible).
- iii. Inflamabilidad.
- iv. Temperatura de ignición.
- v. Propiedades cancerígenas.
- vi. Método recomendado para la eliminación de la sustancia química.

T. Riesgos específicos de algunas sustancias seleccionadas

- a. Sería imposible enumerar todos los riesgos químicos que puedan producirse en los laboratorios. Los siguientes son algunos de los materiales peligrosos más utilizados:
 - i. El ácido nítrico
 - 1. Además de las propiedades corrosivas y altamente tóxicas de sus óxidos, el ácido nítrico es un poderoso agente oxidante y forma compuestos inflamables y explosivos con muchos materiales.
 - a. Por ejemplo, una mezcla de ácido nítrico y acetona puede explotar de forma inmediata.
 - b. El almacenamiento del ácido nítrico debe hacerse siempre lejos de materiales combustibles, incluidos los ácidos orgánicos, como el ácido acético.
 - ii. El ácido fluorhídrico
 - 1. Este ácido es muy corrosivo, incluso ataca vidrio, y a diferencia de los ácidos de otros halógenos, es también muy tóxico.
 - a. Es volátil y ataca la piel y los ojos. Las quemaduras por ácido fluorhídrico se curan lentamente y con gran dificultad.
 - b. Existe la posibilidad de sufrir un daño en los nervios como resultado de la exposición a HF.
 - 2. Debe manejarse sólo en una campana de extracción adecuada, mientras que use el equipo de protección personal.
 - a. Forma humos tóxicos en contacto con los metales o el amoníaco.
 - b. La inhalación puede ser mortal. En ese caso, llame inmediatamente a la ambulancia.
 - iii. Mercurio
 - 1. La presión de vapor de mercurio a temperatura ambiente es de aproximadamente 1 micra, que es suficiente para producir una concentración que es varias veces la concentración permisible para la exposición continua.
 - 2. A pesar de que no es probable que esta concentración ocurra con pequeños derrames en un laboratorio bien ventilado, deben hacerse todos los esfuerzos para evitar los derrames de mercurio.
 - 3. Se debe tener cuidado de no calentar el mercurio en recipientes abiertos o al calor de los equipos contaminados con mercurio.

4. Los compuestos de mercurio no se deben desechar por el desagüe.
- iv. Plomo
1. El plomo puede emitir vapores tóxicos cuando se calienta.
 2. Los compuestos de plomo en forma de polvo fino pueden ser transportados por las corrientes de aire.
 3. Las personas que utilizan el plomo y compuestos de plomo deben tener una formación especial.
 4. Los compuestos de plomo y el plomo, así como otros metales pesados no se deben desechar por el desagüe.
- v. Fósforo (Amarillo)
1. El fósforo amarillo se almacena en agua.
 - a. Tenga cuidado con el nivel del agua en el recipiente de almacenamiento, pues no debe llegar por debajo del nivel del fósforo.
 - b. Esta sustancia puede inflamarse espontáneamente si se deja secar.
 2. Es extremadamente tóxico si se ingiere.
 3. Para su manipulación, deben usarse guantes.
 4. El material contaminado con fósforo debe ser manejado con mucho cuidado, para evitar riesgos de incendio.
- vi. Metales activos (el sodio y el potasio son los más comunes)
1. Se almacenan en aceite.
 2. Reaccionan violentamente con el agua y pueden inflamarse espontáneamente en contacto con la humedad en el aire.
 - a. Los gases tóxicos se desprenden durante la combustión.
 3. Durante su manipulación, debe usarse ropa de protección.
 4. Potasio un superóxido
 - a. A largo plazo, se almacena en aceite.
 - b. El superóxido seco es muy inestable y puede explotar si se somete a un tipo de descarga eléctrica.

U. Limpieza de derrames químicos

- a. La "regla de oro" para hacerles frente a los derrames químicos es la siguiente:
 - i. Si el derrame es de más de un litro de cualquier producto químico, o de menos de un litro de un producto químico moderada o altamente peligroso, o no se siente cómodo como para limpiar el derrame, llame al 217 (Oficina de Seguridad) e informe sobre la situación. Ellos se comunicarán con el oficial de higiene industrial.
 - ii. Si usted derrama menos de un litro de un producto químico que no es muy peligroso (consulte el profesor), y puede limpiarlo, hágalo siguiendo las indicaciones que se encuentran en la ficha de seguridad.
- b. En los laboratorios existen paquetes con lo necesario para manejar y limpiar los derrames comunes, específicamente los 1) disolventes, los 2) ácidos (con la

acepción de HF) y 3) los cáusticos.

- i. En cada paquete se proporcionan indicaciones para su uso.
- ii. Los materiales utilizados y recuperados deben ser tratados como residuos peligrosos.

V. Planificar y llevar a cabo experimentos

- a. Con el fin de prever y evitar algunos de los riesgos que se podrían presentar en un experimento de laboratorio:
 - i. Antes de empezar, haga una lista de todas las reacciones posibles, incluyendo las secundarias.
 - ii. Piense en todos los reactivos, productos intermedios y productos en términos de la inflamabilidad, la toxicidad y los peligros de reactividad.
 - iii. Siga los procedimientos de reconocimiento de prácticas seguras en materia de equipo de protección, limpieza, el manejo de productos químicos peligrosos y de los equipos, tal como se indicó anteriormente.
 - iv. Ante una reacción desconocida, siempre comience con pequeñas cantidades de material y monitoree cuidadosamente las características de la reacción, tales como la temperatura, el color, la viscosidad y el estado físico.
 - v. Obtenga información de seguridad acerca de los reactivos y productos posibles a partir de datos de seguridad (MSDS, por sus siglas en inglés de Material Safety Data Sheets).
 - vi. Si es posible, determine con base en consideraciones termodinámicas y cinéticas, la cantidad total y la tasa de desprendimiento de calor y gases que se liberan durante la reacción.
 - vii. Proporcione refrigeración, ventilación, alivio de la presión y purga de gas adecuados. Aísle el recipiente de la reacción, si es posible, y haga inspecciones frecuentes de los equipos durante la reacción.
 - viii. No deje ninguna reacción sin supervisión.
- b. Para cada producto reactivo o del que no se conozcan sus propiedades, pregunte:
 - i. ¿Cuál es su punto de inflamación, el rango de inflamabilidad, el punto de autoignición, la presión y la densidad de vapor?
 - ii. ¿Se descomponen? y en caso afirmativo, ¿con qué rapidez y con cuáles productos? ¿Cuál es su estabilidad en el almacenamiento de calor, luz, agua, metales, etc.?
 - iii. ¿Es sensible al impacto?
 - iv. ¿Es tóxico?
 1. Si es así, ¿cuál es el tipo de peligro (inhalación, ingestión, contacto con la piel)?
 2. ¿Cuáles medidas de protección son necesarias?
 - v. ¿Cuál es el tratamiento de primeros auxilios recomendado en caso de exposición accidental?

- c. Acerca de la reacción en sí, pregunte:
 - i. ¿Qué tan violenta puede ser?
 - ii. ¿Cuál es el efecto de los catalizadores o inhibidores?
 - iii. ¿El agua o el aire afectan la reacción?
- d. Qué pasaría y qué debe hacerse en los siguientes casos:
 - i. La energía eléctrica falla.
 - ii. El sistema de refrigeración falla.
 - iii. La presión se sale de control.
 - iv. Hay fugas de agua en el sistema.
 - v. El recipiente de reacción se cae y se rompe, o si se derrama el contenido.
- e. Consideraciones de seguridad
 - i. Evite trabajar solo, especialmente cuando se realice una reacción u operación nueva o poco familiar.
 - ii. Haga arreglos con otras personas en el edificio para monitorearse entre sí periódicamente.
 - iii. No realice operaciones peligrosas, mientras se encuentre solo.
 - iv. Use una toalla para proteger las manos cuando use varillas de vidrio, tubos o termómetros; cuando inserte o quite tapones de goma; o cuando trate de aflojar las juntas de vidrio esmerilado.
 - v. No utilice material de vidrio defectuoso.
 - 1. Fracturar o romper objetos de vidrio pueden producir cortes graves, explosiones o derrames.
 - vi. Todo el equipo eléctrico debe estar correctamente conectado a tierra. Se debe evitar el uso de cables de extensión.
- f. Consideraciones de seguridad personal
 - i. Debe utilizar guantes de manipulación cuando maneje:
 - 1. Productos químicos orgánicos. En caso de duda, asuma que son cancerígenos, tóxicos o alergénicos.
 - 2. Materiales corrosivos.
 - 3. Materiales radiactivos.
 - 4. Microorganismos patológicos.
 - 5. Grandes cantidades de disolventes volátiles.
 - 6. Cualquier sustancia altamente venenosa.

Use, además, una bata o delantal cuando trabaje con materiales peligrosos.
 - ii. Protéjase para la peor situación, cuando trabaje con reacciones desconocidas o potencialmente peligrosas.
 - iii. Lávese las manos a menudo
 - 1. Siempre antes de comer, fumar o salir del laboratorio.
 - 2. El lavado debe ser una reacción instintiva cuando cualquier producto químico entre en contacto con la piel.
- g. En caso de reacciones por soluciones.
 - i. Nunca pipetee soluciones con la boca. Use una bombilla aspiradora.
 - ii. Añada la solución más concentrada a la menos concentrada.
 - 1. Por ejemplo, añada ácido concentrado al agua, y no agua al ácido.
 - iii. Nunca mezcle soluciones concentradas de materiales altamente reactivos juntos, sin una planificación cuidadosa.

- iv. Evite a toda costa mezclar accidentalmente productos químicos incompatibles.
 - 1. Dado que tanto el HNO₃ como el alcohol se utilizan para la limpieza, es fácil mezclar productos químicos incompatibles sin querer, y acercarse a crear una mezcla explosiva de nitroglicerina que tiene un gran poder destructivo.
- v. Evite el sobrecalentamiento de baños de aceite, ya que pueden salpicar y generar una llama.
 - 1. Nunca utilice un baño de aceite para el calentamiento de sustancias altamente oxidantes (percloratos, nitratos, peróxidos).
- vi. No llene demasiado los recipientes de reacción, deje por lo menos un 20% de volumen libre.
- vii. Coloque un recipiente adicional debajo del recipiente de reacción para evitar el derrame en caso de rotura.
- viii. No deje jeringas con agujas en áreas del trabajo.
 - 1. Cuando la jeringa está cargada y no está en uso, se debe cubrir la punta de la aguja con un corcho pequeño (o algo similar).
 - 2. La inyección accidental de la mayoría de los productos químicos que están en un laboratorio, probablemente causaría la muerte en una persona.
- h. Destilaciones
 - i. Cuando sea posible, la fuente de calor debe ser elevada mediante su colocación en un material aislante, que facilite trabajar con la llama.
 - ii. No abra un sistema para el aire hasta que el residuo se haya enfriado, a fin de evitar la descomposición exotérmica.
- i. Eliminación de residuos químicos.
 - i. Se puede encontrar información relacionada con los químicos utilizados en los laboratorios educativos de ULACIT y la política del manejo de los residuos en la página web <http://www.ulacit.ac.cr>.

W. Categorías de riesgos

- a. Productos químicos de grupos de riesgo diferentes requieren distintos métodos de desecho. Por lo tanto, el investigador debe realizar todos los esfuerzos para ayudar a identificar los peligros asociados con un producto químico antes de su eliminación. Las siguientes son categorías de peligro de interés:
 - i. Inflamables / combustibles
 - 1. Cualquier material líquido, sólido o gaseoso con un punto de inflamación inferior a 60 ° C (140 ° F) o que, al encenderse, arda muy vigorosamente crea un peligro.
 - 2. También se incluyen en este apartado los materiales oxidantes fuertes, los solventes orgánicos (éter, xileno, tolueno, etc.), alcoholes (metanol, etanol, butanol, etc.), los diluyentes de pintura y muchos productos de limpieza.

3. Oxidantes, como el peróxido de hidrógeno y el peróxido de benzoílo, pueden provocar que un material sea capaz de inflamarse espontáneamente y, por lo tanto, se ubican en esta clase.

ii. Corrosivos

1. Cualquier solución acuosa con un pH inferior a 2,5 o superior a 12,5 es un residuo peligroso corrosivo.
2. Los ácidos fuertes (ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, etc.) y las bases fuertes (hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, etc.).
3. Cualquier otro material que pueda oxidar el acero significativamente también se considera en este grupo.

Comentario [o3]: Pendiente

Comentario [o4]: Pendiente

iii. Tóxicos

1. La mayoría de los plaguicidas se consideran tóxicos.
2. Entre los compuestos tóxicos están los carcinógenos, los mutágenos y teratógenos, el dicromato de potasio y los pesticidas.
3. Nitrato de plata, entre otros ejemplos.

iv. Reactivos

1. Cualquier material que sea inestable y que reaccione violentamente con agua, que forme mezclas explosivas con el agua, que sea capaz de causar una detonación deliberada o inadvertidamente y que forme residuos reactivos o residuos con cianuro o sulfuro.
 - a. El metal de sodio, potasio metálico y el ácido pícrico seco son ejemplos de residuos peligrosamente reactivos.
2. No coloque productos químicos explosivos en un paquete para la recolección, hasta recibir instrucciones de un representante de salud ocupacional.

X. Eliminación de materiales o residuos

a. Metales

- i. Separe los residuos que contengan arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio, selenio o plata.
- ii. Indique la cantidad (en porcentaje) de cada metal presente en el contenedor de residuos.

b. Gel de sílice utilizado

- i. El gel de sílice usado puede ser empaquetado en bolsas de plástico grueso o envases sellados, y depositados en recipientes apropiados siempre que no contenga otros productos químicos peligrosos.
- ii. Si contiene sustancias químicas peligrosas, disponga de él de acuerdo con las siguientes directrices para los residuos químicos.
- iii. No se deshaga del gel de sílice en recipientes de basura, ni lo deje para que lo recojan las personas encargadas de la limpieza general.

Comentario [o5]: Pendiente

c. Disolventes de enjuague

- i. Al enjuagar la cristalería con un disolvente, como la acetona, debe recoger el enjuague disolvente en un recipiente apropiado.
 - ii. Preferiblemente, enjuague su cristalería en un embudo que desemboque en un contenedor.
 - iii. El contenedor debe estar etiquetado para la recolección de residuos, utilizando los procedimientos normales.
 - iv. Nuestra política general es que únicamente el agua se debe ir por el desagüe.
- d. Botellas y latas vacías
 - i. Para evitar la exposición del personal de limpieza, se deben limpiar y enjuagar las botellas o latas de productos químicos, y echarlos en los recipientes designados específicamente para la eliminación de botellas y latas vacías.
 - ii. Estos recipientes se encuentra en dos ubicaciones en el laboratorio.
- e. Vidrio roto
 - i. Coloque todos los vidrios rotos en los envases de cartón destinados a la eliminación de los cristales rotos.
 - ii. También puede utilizar cualquier caja de cartón para disponer de material de vidrio roto en su laboratorio. La caja debe estar debidamente etiquetada y cerrada con cinta cuando esté llena.
- f. Jeringas y agujas hipodérmicas
 - i. Las agujas usadas no se pueden colocar en recipientes con residuos ordinarios, ya que pueden herir a las personas que manejan nuestra basura.
 - ii. Utilice únicamente envases designados específicamente para la eliminación de jeringas y agujas.
 - iii. Estos contenedores están disponibles en Dentimed.
 - iv. Los contenedores llenos de jeringas y agujas usadas deben ser etiquetados como residuos químicos, como se describió anteriormente.
- g. Eliminación de productos químicos
 - i. La eliminación de los productos químicos en la basura es totalmente **prohibida**.
 - ii. Si el personal de limpieza ve (o huele) los productos químicos en la basura, no la recogerán.
 - iii. El Director de Seguridad será notificado para ponerse en contacto con estudiantes del laboratorio, con el fin de corregir el problema.