

# 2022



**GUÍA DE SEGURIDAD DE  
LABORATORIOS DE QUÍMICA DE LAS  
UNIVERSIDADES DE LA REPÚBLICA DE  
PANAMÁ**

**Fecha de Aprobación:**

Reunión Ordinaria Virtual del Pleno de CTDA

Nº 008 de 14 de diciembre de 2022

## **DEDICATORIA Y AUTORES**

La guía de Fiscalización constituye una herramienta de observancia y orientación para los fiscalizadores, la cual busca fortalecer la labor de fiscalización bajo un solo criterio de comprobación, propugnando la eficiencia, eficacia e integridad del proceso de control previo de los laboratorios académicos y de investigación de las universidades del país.

Elaborada en colaboración de las universidades estatales del país, Universidad de Panamá, Universidad Marítima Internacional de Panamá, Universidad Especializada de las Américas, Universidad Autónoma de Chiriquí y la Universidad Tecnológica de Panamá.

Sin otro particular, nos despedimos con grato aprecio y consideración.

Atentamente,

## **AUTORES**

Universidad de Panamá	Ana Santana
Universidad de Panamá	Damián Crespo
Universidad Marítima Internacional de Panamá	José María Quintero
Universidad Especializada de las Américas	Albano Díaz
Universidad de las Américas	Linda Castellero
Universidad Autónoma de Chiriquí	Beverly Rojas
Universidad Tecnológica de Panamá	Nadja Acosta
Universidad Tecnológica de Panamá	Johanna Rodríguez

**CONTENIDO DE LA PROPUESTA DE ESTRUCTURA DE GUÍA DE  
SEGURIDAD DE LABORATORIOS DE QUÍMICA DE LAS UNIVERSIDADES EN  
LA REPÚBLICA DE PANAMÁ**

<b>I.</b>	<b>ALCANCE DE LA GUÍA.....</b>	<b>1</b>
	OBJETIVO GENERAL .....	1
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	1
	OBJETIVOS OPERACIONALES .....	1
<b>II.</b>	<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>1</b>
<b>III.</b>	<b>CLASIFICACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA .....</b>	<b>4</b>
<b>IV.</b>	<b>CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO .....</b>	<b>6</b>
	a. Ubicación .....	6
	b. Diseño .....	6
	c. Dimensiones .....	6
	d. Accesos .....	7
	e. Elementos arquitectónicos.....	7
	1. Pisos .....	7
	2. Techo.....	8
	3. Paredes .....	8
	4. Ventanas .....	8
	f. Materiales y acabados .....	8
	g. Mobiliario.....	9
	h. Instalaciones .....	9
	1. Electricidad .....	10
	2. Agua .....	10
	3. Gas.....	10
	4. Ventilación .....	11
	5. Iluminación .....	11
	i. Instalaciones de seguridad.....	11
<b>V.</b>	<b>FUNCIONAMIENTO Y ORGANIZACIÓN DEL LABORATORIO .....</b>	<b>12</b>
	a. Organigrama.....	12
	b. Organización del trabajo .....	13
	1. Funciones .....	13
	2. Turnos .....	14

c.	Derechos y obligaciones.....	14
<b>VI.</b>	<b>MANEJO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS.....</b>	<b>15</b>
a.	Reactivos.....	16
b.	Almacenamiento.....	22
c.	Incompatibilidades de las sustancias.....	25
c.	Manipulación.....	27
d.	Desechos o Disposición de residuos.....	30
<b>VIII.</b>	<b>MANUAL DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO ....</b>	<b>32</b>
a.	Plan de prevención de riesgos.....	32
b.	Otras recomendaciones de seguridad.....	33
c.	Procedimientos de Laboratorio.....	38
d.	Hojas de Datos de Seguridad de Materiales.....	38
<b>IX.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>46</b>

## **I. ALCANCE DE LA GUÍA**

### **OBJETIVO GENERAL**

Establecer lineamientos para el aseguramiento de la Seguridad y Bioseguridad en la disposición, uso y manejo de los laboratorios Química en las Universidades de la República de Panamá, a través de una guía para su reglamentación.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Proporcionar una herramienta para verificar el cumplimiento de las normas de Seguridad y Bioseguridad para el uso adecuado de los laboratorios de Química
- Supervisar el uso adecuado de los equipos de protección personal, de seguridad en el laboratorio de Química.

### **OBJETIVOS OPERACIONALES**

- Revisar las experiencias de laboratorio y las medidas de seguridad propuestas para las mismas.
- Una guía sobre riesgos químicos, cómo reconocerlos, prevenirlos y las fuentes de información.
- Establecer los requerimientos de información y documentación de Seguridad y Bioseguridad de los reactivos utilizados en los laboratorios de Química, como las hojas de seguridad.
- Elaborar procedimiento de emergencia en caso de accidente.
- Elaborar un sitio web con la información referente a los procedimientos de seguridad y bioseguridad en los laboratorios.

## **II. GLOSARIO DE TÉRMINOS**

### **- Autocuidado**

Se refiere a las prácticas cotidianas y a las decisiones sobre ellas, que realiza un estudiante, profesor, administrativo o trabajador expuesto, para cuidar de

su salud; para ello cumple con las normas de bioseguridad, realiza uso adecuado de equipos y elementos que se proveen para su protección.

- **Barreras de protección**

Son elementos que permiten evitar la exposición directa a los fluidos biológicos o sustancias químicas peligrosas. Se clasifican en dos grupos: la inmunización activa (vacunas) y el uso de barreras físicas o elementos de protección personal

- **Bioseguridad**

Es el conjunto de medidas preventivas, destinada a mantener el control de factores de riesgo laborales procedentes de agentes biológicos físico o químicos.

- **CONAPRED:** Comisión Nacional para Prevención del Delito

- **Elementos de Protección Personal**

Son equipo, piezas o dispositivos que evitan que una persona tenga contacto directo con los peligros de ambientes riesgosos, que podrían generar lesiones o enfermedades.

- **Exposición**

Contacto directo o indirecto con el agente de riesgo

- **Factor de Riesgo Biológico**

Conjunto de microorganismos, toxinas, secreciones biológicas, tejidos y órganos corporales de seres vivos, que pueden estar presente en determinados laboratorios, que al entrar en contacto pueden desencadenar enfermedades infectocontagiosas, reacciones alérgicas, intoxicaciones o efectos negativos para la salud de las personas que trabajan en dicho lugar.

- **Factor de Riesgo Físico**

Condiciones ambientales de naturaleza física, que cuando entren en contacto con las personas pueden tener efectos nocivos sobre la salud, dependiendo de su exposición, intensidad, y concentración.

- **Factor de Riesgo Ocupacional**

Son aquellas condiciones del ambiente, instrumentos, materiales, la tarea o la organización del trabajo que potencialmente pueden afectar la salud de los

estudiantes, profesores y administrativos o generar un efecto negativo en la institución.

- **Factor de Riesgo Químico**

Elementos y sustancias, que entran en contacto con el organismo, mediante ingestión, inhalación, absorción cutánea provocan intoxicación, quemaduras, irritaciones o lesiones sistémicas, dependiendo del grado de concentración y el tiempo de exposición

- **Fluidos Biológicos**

Secreciones o líquidos biológicos, fisiológicos o patológicos, que se producen en el organismo.

- **Niveles máximos permisibles**

“Se refiere a la concentración máxima de un elemento o compuesto químico, que no debe superarse, en la exposición de los trabajadores, considerando sus categorías”

a) **Concentración promedio ponderada en el tiempo (CPT):**

Para 8 horas de exposición diarias y de la cual la mayoría de los trabajadores expuestos no presentan efectos adversos a la salud.

b) **Concentración para exposición a corto tiempo (CCT):**

En la cual en el tiempo no deber ser excedido de 15 minutos, hasta 4 veces por jornada y con períodos de falta de exposición, de al menos 1 hora entre dos exposiciones sucesivas. En todo caso la concentración promedio ponderada en el tiempo que incluya exposiciones cortas, no deberá exceder a la prevista para 6 horas de exposición diaria.

- **Norma Panameña de Ambientes Laborales (43-2001):**

Se debe cumplir la Norma Panameña de Ambientes Laborales (43-2001). Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad para el Control de la Contaminación Atmosférica en Ambientes de Trabajo producida por Sustancias Químicas.

- **Normas de Bioseguridad**  
Medidas de precaución que deben aplicar los estudiantes, profesores y administrativos de las áreas asistenciales al manipular, sustancias químicas, instrumentos punzo cortantes, sangre, secreciones, fluidos corporales o tejidos provenientes de animales y humanos.
- **Prevención**  
Conjunto de medidas cuya finalidad es impedir o evitar que los riesgos a los que está expuesta la institución y que den lugar a situaciones de emergencia.
- **Universalidad**  
Las medidas de seguridad y bioseguridad son aplicables a todo el personal del laboratorio y durante todos los procesos que en él se desarrollan. .
- **Seguridad**  
El estado, calidad o condición de quien o que esté libre de peligros, incertidumbres, asegurando los daños y los riesgos, situación en la que no hay nada que temer.
- **Vacunas:**  
Según la organización Mundial de la Salud (OMS), las vacunas activan las defensas naturales del organismo para que aprendan a resistir a infecciones específicas fortalecer el sistema inmunitario.

### III. CLASIFICACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA

Los laboratorios son un lugar serio de estudio y de trabajo.

Si un laboratorio tiene más de una función (ejemplo: química general y química orgánica), el que rige la normativa es el mayor complejidad (ejemplo química orgánica):

Si hay un laboratorio que funge con dos o más funciones, además de la química (ejemplo: química general, biología), el que rige es el de química.

- **Laboratorio de Química General:**  
Propiedades Cualitativas y cuantitativas de la materia, titulación, gases, tipos de reacciones químicas, mol, propiedades de los líquidos, reacciones ácido-base, reacciones de óxido de reducción, etc.

- **Laboratorio de Analítica:**  
Volumetría, gravimetría, uso de los instrumentos básicos, determinación de concentración, Dicromatometría, permanganometría, diferentes métodos de análisis de agua, suelo, gases, análisis de alimentos, análisis de medicamentos, análisis ambientales. Instrumentación Ultravioleta-Visible, Infrarrojo, Cromatografía en capa, Cromatografía en Columna y sus diferentes derivaciones, Cromatografía de gases con diferentes detectores, cromatografía líquida de alta resolución con detector Ultravioleta visible o arreglo de Diodo, Otros tipos de cromatografía, Absorción Atómica. Además, otros tipos de análisis (fragancias, plaguicidas, etc).
- **Laboratorio Química Orgánica:**  
Técnicas de separación (Destilación, hidrodestilación, arrastre de vapor, líquido-líquido, Sólido-líquido (Soxhlet), extracción en fase sólida, prueba de hidrocarburos, de grupos funcionales, síntesis y semi-síntesis, preparación de formulaciones, polímeros y otros.
- **Laboratorio de Química Física:**  
Electroquímica, corrosión, química física ambiental, química física de los materiales, química física industrial.
- **Laboratorio de Bioquímica:**  
Análisis y propiedades de Biomoléculas (Carbohidratos, Proteínas, Enzimas, Aminoácidos, Ácidos Grasos, Nucleótido, Carotenoides, etc).
- **Laboratorio de Investigación**  
Es una estructura social establecida que proporciona el lugar de trabajo de los investigadores. Debe contar con los medios necesarios para la investigación.
- **Laboratorio de Instrumentación:**  
Instrumentos utilizados por las diferentes áreas de la Química. Cromatógrafos de gases con diferentes detectores, cromatografía líquida de alta resolución, absorción atómica, infrarrojo, etc.
- Todo equipo mantendrá un registro de mantenimiento (bitácora). Debe contar con una adecuada instalación, y establecer procedimientos normalizados de

trabajo que contemplen las medidas de seguridad que deben observarse en cada técnica.

#### **IV. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO**

##### **a. Ubicación**

Para la ubicación de los laboratorios se analizará el entorno y las condiciones para el suministro de los servicios básicos, la ventilación, el desagüe y la evacuación en caso de emergencia.

1. Los laboratorios de Química y sus especialidades se deben ubicar alejados de estaciones de combustibles, fábricas, centros comerciales, discotecas y bares.
2. Evitar las áreas de circulación y concentración de personas
3. Facilitar el proceso de recolección de residuos

##### **b. Diseño**

Aplicar los criterios de diseño universal y accesibilidad

###### **i. Áreas internas del laboratorio**

1. Espacio separado de almacenamiento para insumos y reactivos químicos, claramente identificados, alejados de rutas principales de evacuación y salida de emergencia.
2. Espacio para almacenamiento de cristalería
3. Área de Trabajo
4. Área Docente
5. Espacio adecuado para guardar los enseres de los estudiantes (mochila, libros, etc)
6. Se recomienda tener un espacio separado de almacenamiento para insumos químicos, claramente identificados, alejados de rutas principales de evacuación y salida de emergencia

##### **c. Dimensiones**

Las dimensiones del laboratorio se relacionan con la actividad, el número de personas y el mobiliario, según las siguientes recomendaciones:

1. Superficie igual o mayor a 10 m<sup>3</sup> por persona

2. Área mínima de superficie de 2,2 m<sup>2</sup> por persona
3. Pasillo de circulación entre mesas de 1,45 metros mínimo
4. Área de pasillo entre silla y pared de 1,00 metro mínimo
5. Medida de referencia mínima para un laboratorio de Química: 54,1 m<sup>2</sup>

**d. Accesos**

1. El laboratorio debe contar con dos puertas (una de entrada y otra de salida).
  - a. Altura de la puerta 2,0 a 2,20 metros
  - b. Anchura mínima de 90 cm una hoja, y de 120 cm si es de dos hojas
  - c. Sentido del giro de la puerta hacia afuera
  - d. Ventanilla con cristal de seguridad a la altura promedio para mirar a través de ella.

**e. Elementos arquitectónicos**

- Son los criterios básicos para el diseño de un buen laboratorio de Química, que tiene que ver con las distancias y los espacios con relación al movimiento de trabajo.
- Es muy importante que los espacios de trabajo cuenten con distancia de seguridad y espacio suficiente para evitar accidentes. Espacios incómodos, estrechos y reducidos para el trabajo o para circular son propensos para causar accidentes (tropezones, choques entre trabajadores, sustancias químicas peligrosas que pueden derramarse o lesionar al personal).

**1. Pisos**

El revestimiento de los pisos de los laboratorios debe cumplir con:

- i. Impermeabilidad a los líquidos
- ii. Resistencia a los productos químicos
- iii. Antideslizante
- iv. Facilidad de mantenimiento
- v. Resistencia al desgaste y a las abolladuras
- vi. Capacidad para desviar cargas electrostáticas

- vii. Se requieren juntas resistentes a productos químicos en particular en laboratorios de química húmeda, áreas de almacenamiento de productos químicos y disolventes

## **2. Techo**

- i. La altura mínima recomendada de piso a techo es de 2,70 m
- ii. Construido de materiales de elevada resistencia mecánica
- iii. Color blanco o pintura blanca lavable
- iv. Material retardante al fuego o ininflamable

## **3. Paredes**

- i. Deben estar bien repelladas
- ii. Pintadas con pintura epóxica, antihongos o mejor tecnología
- iii. Lavables
- iv. Color blanco
- v. Impermeables a los líquidos
- vi. Resistentes a los productos químicos

## **4. Ventanas**

- i. Las ventanas tendrán sistema para abrir y cerrar
- ii. En la parte superior debe tener una rejilla de mínimo 25 a 40 cm para mejor ventilación del laboratorio.
- iii. Superficie de ventanas mayor al 20% del área del piso del salón

## **f. Materiales y acabados**

1. Se debe escoger el material correcto de cada elemento del laboratorio para resistir las sustancias químicas que se van a manipular (contacto con las sustancias químicas por derrame o salpicadura, y la posible descontaminación de la superficie).
2. Para los elementos de carpintería metálica, como ventanas, puertas, muebles metálicos de almacenamiento. Las pinturas que se utilizan para recubrir, como epoxi poliéster.
3. Con los acabados de paredes y cielorrasos, los recubrimientos con pintura epóxica, brinda un 100% de resistencia química.

4. Con los acabados de pisos, opciones monolítica, homogéneo o la resinas epóxicas de 3mm (o más).

**g. Mobiliario**

1. Las mesas del laboratorio deberán permitir el trabajo de los alumnos, de pie o sentados.
2. Las mesas de laboratorio tendrán una cubierta de material resistente a sustancias químicas.
3. Espacios suficientes para permitir el trabajo sobre la propia mesa y estar equipadas con instalaciones eléctricas de gas y agua.
4. Dichas instalaciones deberán contar con llaves de control en cada grupo de mesas.
5. Cada mesa debe tener su tina para lavar los materiales y cristalería.
6. Dos extractores ambientales de gases, según la dimensión del laboratorio.
7. Cámara de extracción, según la dimensión del laboratorio.
8. Ducha de laboratorio, según la dimensión del laboratorio.
9. Lavaojos, según la dimensión del laboratorio.
10. El laboratorio debe contar con un horno (para secar cristalería y muestras).
11. Debe tener envases adecuados para residuos, principalmente si son peligrosos. No verter en las tinas.
12. Debe contar con algún sistema de retención de derrames.
13. Diferenciar las tuberías de gas, vacío y agua.

**h. Instalaciones**

Las instalaciones eléctricas, de gas y de agua deberán estar visibles, entubadas e identificadas por colores de acuerdo con la norma vigente y con una llave de paso en cada mesa.

Las instalaciones de los laboratorios deben tener una revisión periódica cada año por personal idóneo, siguiendo las normas reglamentarias y entregue un informe técnico sobre el estado de dichas instalaciones.

## **1. Electricidad**

- i. Los paneles eléctricos contarán con interruptores diferenciales y magnetotérmicos.
- ii. Circuitos eléctricos independientes de las áreas adyacentes al laboratorio.
- iii. Diferenciales o magnetotérmicos para iluminación, tomacorrientes y aparatos.
- iv. El sistema de protección se diferencia por código de color: negro 220V, rojo 380V, amarillo 110V.
- v. La electricidad deber guardar las medidas de seguridad.
- vi. Las líneas para equipos de alto consumo deben ser independientes de las de alumbrado.
- vii. El sistema eléctrico debe estar en buenas condiciones y revisado periódicamente.
- viii. No utilizar cables eléctricos como soportes.

## **2. Agua**

- i. La tubería debe ser de hierro o PVC para resistir la corrosión.
- ii. Resistentes a temperaturas de hasta 100 °C.
- iii. Las tuberías de desagüe deben ser de materiales de resistencia garantizada a los productos químicos habituales (ácidos y básicos)
- iv. Las tuberías de agua se deben disponer de forma que permitan un fácil acceso para mantenimiento y reparación si no están embutidas.
- v. Los fregaderos deben ser especiales para laboratorio.

## **3. Gas**

- i. Tubería de cobre pintada de amarillo.
- ii. Separación de la instalación eléctrica mínimo 30 cm.
- iii. Tanque de gas instalado en el exterior.
- iv. Debe contar con todas las medidas de seguridad, verificadas por autoridades competentes.

#### **4. Ventilación**

- i. Para la ubicación de los laboratorios se analizará el entorno y las condiciones para una buena ventilación.
- ii. El lugar de almacenamiento debe contar con la ventilación suficiente para mantener bajos los niveles de humedad, temperatura y concentración de gases y vapores.
- iii. Se necesita disponer de un sistema de ventilación, para eliminar el calor generado por el equipo. Cuando se realice operaciones en zonas calientes se deben utilizar guantes. Es importante realizar un buen mantenimiento preventivo.

#### **5. Iluminación**

- i. Iluminación para el desarrollo de actividades de detalle establecido en 500 luxes mínimo para laboratorios.
- ii. La iluminación debe de evitar generar sombras en las superficies de trabajo.
- iii. Lámparas tipo LED.
- iv. Iluminación ambiental uniforme.
- v. Sistema de iluminación de emergencia de acuerdo con la reglamentación vigente.
- vi. Complementar con luz natural indirecta.

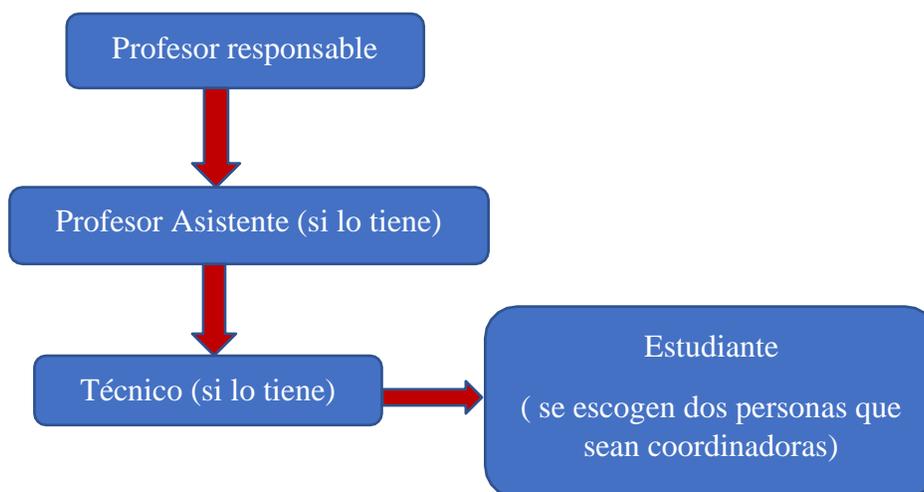
#### **i. Instalaciones de seguridad**

1. El laboratorio debe tener un botiquín de primeros auxilios (crema para quemaduras, gasas, peróxido de hidrógeno, alcohol al 70%, cinta adhesiva, vendas, etc).
2. El laboratorio debe contar con un extintor adecuado para las actividades que se están llevando a cabo. Debe estar vigente, y tener una revisión periódica.
3. Separar las áreas de riesgo elevado de otras de riesgo inferior.
4. Se debe controlar el acceso a las áreas de riesgo.

5. Centralizar el agua, gas, electricidad, con la finalidad de favorecer la actuación en caso de emergencia.
6. Tener en cuenta el sistema de acondicionamiento de aire y ventilación adecuada.
7. Facilitar la evacuación en caso de emergencia.
8. Los salones utilizados para Química General, Química Orgánica no deben contar con aire acondicionado. Deben tener cantidad suficiente de ventanas que puedan estar abiertas constantemente. En la parte superior debe tener una rejilla de mínimo 25 a 40 cm para mejor ventilación del laboratorio.
9. El laboratorio debe contener equipos para detección de incendios, además los extintores adecuados y vigentes.
10. Señalización. Se debe anotar en un lugar visible, en la parte externa del laboratorio los teléfonos de los responsables de cada laboratorio.
11. Ruta de evacuación. Debe conocerse las rutas de evacuación internas y externas para el encuentro de los puntos seguros.

## V. FUNCIONAMIENTO Y ORGANIZACIÓN DEL LABORATORIO

### a. Organigrama



## **b. Organización del trabajo**

Cada persona que entre al laboratorio debe contar con un curso de primeros auxilios.

### **1. Funciones**

#### **○ Profesor responsable**

- Organizar todas las experiencias de laboratorio.
- Verificar que el laboratorio cumpla con los requerimientos de seguridad y bioseguridad.
- Tener una bitácora de incidencias.
- Responsable de los reactivos controlados y vigilados utilizados en las experiencias prácticas.
- Organizar, junto con los profesores del área, profesores asistentes y técnicos un curso de primeros auxilios y el uso de extintores.

#### **○ Profesor asistente**

- Apoyar la organización de la experiencia de laboratorio
- Verificar con las MSDS los reactivos utilizados en cada experiencia de laboratorio.
- Dejar el lugar limpio y ordenado luego de cada experiencia práctica.

#### **○ Técnico**

- Preparar los reactivos, soluciones necesarias para las experiencias de laboratorio
- Suministrar los materiales que se van a utilizar en la experiencia de laboratorio
- Cuando finaliza la experiencia de laboratorio, retirar los reactivos y materiales. Verificar que todo quede limpio y ordenado

#### **○ Estudiantes**

- Deben leer la guía de laboratorio antes de iniciar una experiencia
- Tener la vestimenta apropiada para el laboratorio

- Tener un cuaderno con las toxicidad y manejo de los reactivos utilizados en la experiencia de laboratorio
- Debe seguir las reglas de comportamiento e el laboratorio para minimizar accidentes
- Conocer las rutas de evacuación
- Conocer la ubicación y como se utilizan de los extintores, duchas, lavaojos
- Debe reportar cualquier incidente a los responsables del laboratorio (Profesor, Profesor Asistente, Técnico)
- Debe contar con un curso de primeros auxilios

## **2. Turnos**

- a. Matutinos (7:00 am – 12:00 m)
- b. Vespertino (12:00 m – 6:00 pm)
- c. Nocturno (6:00 pm - 10: pm)

### **c. Derechos y obligaciones**

- **Derechos**
  - ✓ Contar con buenas condiciones de trabajo
  - ✓ Tener el material necesario para las experiencias de laboratorio
  - ✓ Recibir atención médica inmediata, luego de que ocurra un accidente
  - ✓ Los que estén contemplados en el estatuto de cada Universidad
- **Obligaciones**
  - ✓ Cumplir con el horario establecido para la experiencia de laboratorio
  - ✓ Hacer un buen uso de los materiales de laboratorio
  - ✓ Entregar a tiempo los materiales de laboratorio, previamente limpios
  - ✓ Lo que está contemplado en el estatuto de cada Universidad

## VI. MANEJO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

El departamento de Química de la Universidad, debe ser el garante responsable de cumplir con las normas establecidas en las legislaciones nacionales e internacionales sobre el manejo de las sustancias químicas y sus desechos peligrosos.

En esta sección se establece los lineamientos a seguir para una adecuada gestión de las sustancias químicas que son utilizadas en los laboratorios. Recomendamos realizar procedimientos para llevar a cabo la Gestión de Sustancias Químicas y Residuos generados después de cada experiencia para que eviten, reduzcan y controlen emergencias que afecten la salud de las personas y ambiente.

Para la implementación de este procedimiento de Gestión, será necesario la participación de todos los docentes de química y sus asistentes implicados en el manejo de sustancias y generación de residuos químicos que producen después de cada experiencia. Es necesario contar con responsables y definir las etapas del manejo de sustancias químicas que detallamos a continuación:

### **Responsables**

Es responsabilidad del Personal encargado del área de gestión de sustancias químicas:

- Realizar inspecciones periódicas de cada requisito establecido en el plan de gestión.
- Mantener un inventario de todas las sustancias químicas y el control sobre el uso de estos materiales.
- Tener disponible en cada laboratorio (impresa y digital), a la vista de todos, las Hojas de Datos de Seguridad (MSDS) de cada sustancia química utilizada.
- Mantener limpia, ventilada y organizada la bodega o almacén de sustancias químicas.
- Tener almacenadas las sustancias químicas según sus características químicas, reactividad y en los estantes adecuados perfectamente rotulados.

- Revisar y mantener en buenas condiciones los envases o contenedores, y las etiquetas de todos los recipientes para detectar cualquier deterioro o derrame de las sustancias envasadas.
- Estar pendiente, que las medidas de preparación para emergencias se conozcan y sean adecuadamente implementadas.

#### a. Reactivos

- Todo envase debe ser rotulado (Nombre y fórmula del compuesto, fecha de preparación, fecha de caducidad y persona que lo preparó).
- Los reactivos controlados y vigilados por deben reportarse a la Comisión Nacional para la Prevención del Delito (CONAPRED), tener la documentación en orden, y almacenados aparte con sus respectivos controles.
- El laboratorio debe tener un lugar con material necesario para la Bioseguridad (medidor de temperatura, alcohol, gel alcoholado, mascarillas, caretas, entre otros).

#### 1. Etapas del manejo de sustancias químicas:

Las etapas de la gestión de las sustancias químicas en los laboratorios son:



#### iv. Compras

1. Es importante mantener un inventario actualizado de las sustancias con las que cuentan los laboratorios y realizar inspecciones para corroborar la existencia de las sustancias, con el fin de evitar el desperdicio de sustancias en almacenamiento.
2. Cuando ingresen los materiales se deben revisar y en caso de que tengan un embalaje deficiente o deteriorado estos se devuelven a los proveedores.

3. El personal encargado debe asegurarse de que el embalaje de los materiales no sufra daños durante la entrega y el almacenamiento.

**v. Clasificación:**

La caracterización, selección e identificación de las sustancias químicas es necesaria para evitar riesgos al momento de la manipulación, transporte o almacenamiento. Además, reduce los riesgos de generar cualquier emergencia dentro de los laboratorios.

La clasificación de las sustancias químicas de acuerdo con el Reglamento sobre las Características y Listado de los Desechos Peligrosos se presenta en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1. Clasificación de las sustancias químicas.**

Inflamable		Ejemplo
	<p><b>Altamente inflamable (F):</b> Sustancias que pueden calentarse y finalmente encenderse en contacto con el aire a temperatura ambiente, o un sólido que se enciende fácilmente tras un breve contacto con una fuente de ignición y que continúa en combustión, consumiéndose por la reacción química después de haber sido separado de la fuente de ignición.</p> <p><b>Extremadamente inflamable (F+):</b> Hace referencia, por ejemplo, un líquido que hierve a temperatura ambiental y se enciende si se exponen los vapores al fuego.</p>	<p>Isopropanol, etanol, metanol, acetonitrilo, hexano, tolueno, xileno, ciclohexano, acetato de etilo, acetona.</p>

Corrosivo		Ejemplo
	<p>Cualquier sustancia que, por reacción química, puede causar daño severo o destrucción a toda superficie con la que entre en contacto incluyendo la piel, los tejidos, metales, textiles, etc. Causa entonces quemaduras graves y se aplica tanto a líquidos o sólidos que tocan las superficies como a gases y vapores que en cantidad suficiente provocan fuertes irritaciones de las mucosas.</p>	<p>Ácido Clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido acético.</p> <p>El bromo es un líquido volátil y corrosivo que causa serias quemaduras al contacto con la piel, es lacrimógeno y debe utilizarse sólo en el extractor.</p> <p>Las bases fuertes son todas corrosivas y pueden causar quemaduras químicas severas y destructivas incluyendo la ceguera.</p>

Oxidante		Ejemplo
	<p>Sustancia que libera mucho calor cuando reacciona con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables.</p>	<p>Ácido nítrico.</p> <p>Los halógenos agentes oxidantes tóxicos, especialmente el flúor. Este es muy reactivo para ser utilizado en laboratorios académicos.</p> <p>El cloro también es un agente oxidante fuerte. Se puede trabajar, siempre que haya recibido las instrucciones necesarias.</p>

Tóxico		Ejemplo
	<p><b>Sustancia altamente peligrosa</b></p> <p><b>Muy tóxico (T+):</b></p> <p>Sustancia que, en caso de ser inhalada, ingerida o absorbida por la piel, puede producir un riesgo muy grave o permanente para la salud de una persona o incluso la muerte en forma inmediata.</p>	<p>Dicromato de potasio</p> <p>El mercurio derramado se evapora, llenando el aire con vapores tóxicos. Los vapores de mercurio son un veneno acumulativo. Si se derrama mercurio, rodará al golpearse con una superficie dura, usualmente rompiéndose en gotas, algunas de ellas demasiado pequeñas para ser vistas. Aún las gotas grandes pueden adherirse a superficies verticales suaves; por eso se debe hacer una limpieza completa. Los derrames de mercurio deben ser limpiados inmediata y completamente, usando un bulbo aspirador o un aparato especial de vacío.</p>

Ecotóxico		Ejemplo
	<p><b>Peligroso para el ambiente (N):</b> Las sustancias o preparados que presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente.</p>	<p>Clorofluorocarbono</p>

Nocivo		Ejemplo
	<p>Sustancias que pueden producir riesgos para la salud, no tan graves como los que produce una sustancia tóxica.</p> <p><b>Irritante (Xi):</b> Sustancia irritante.</p>	<p>Diclorometano, cloroformo, xileno</p>

Explosivo		Ejemplo
	<p>Son sustancias sólidas o líquidas, o mezclas de ellas, que por sí mismas son capaces de reaccionar químicamente produciendo gases a tales temperaturas, presiones y velocidades que pueden ocasionar daños graves en los alrededores.</p>	<p>Peróxidos, ácido pícrico, azidas, acetiluros</p>

## VII. ROTULACIÓN Y ETIQUETAS DE LOS ENVASES

### a. Etiquetas

Antes de utilizar cualquier sustancia se deben leer las etiquetas de seguridad que se encuentran en los envases, observar los pictogramas y frases que informen sobre su peligrosidad. En las fichas de seguridad se encuentran las recomendaciones en caso de accidente como ingestión o inhalación, etc. Es importante revisar periódicamente las etiquetas para verificar que estas se encuentren en buen estado, deben estar legibles, sin romper y sin desprenderse.

Las etiquetas deben tener como mínimo la siguiente información:

- Nombre de la sustancia química
- Características de peligrosidad
- Aviso o pictograma de peligrosidad.

Para poder interpretar la información de las etiquetas se presenta la siguiente figura:

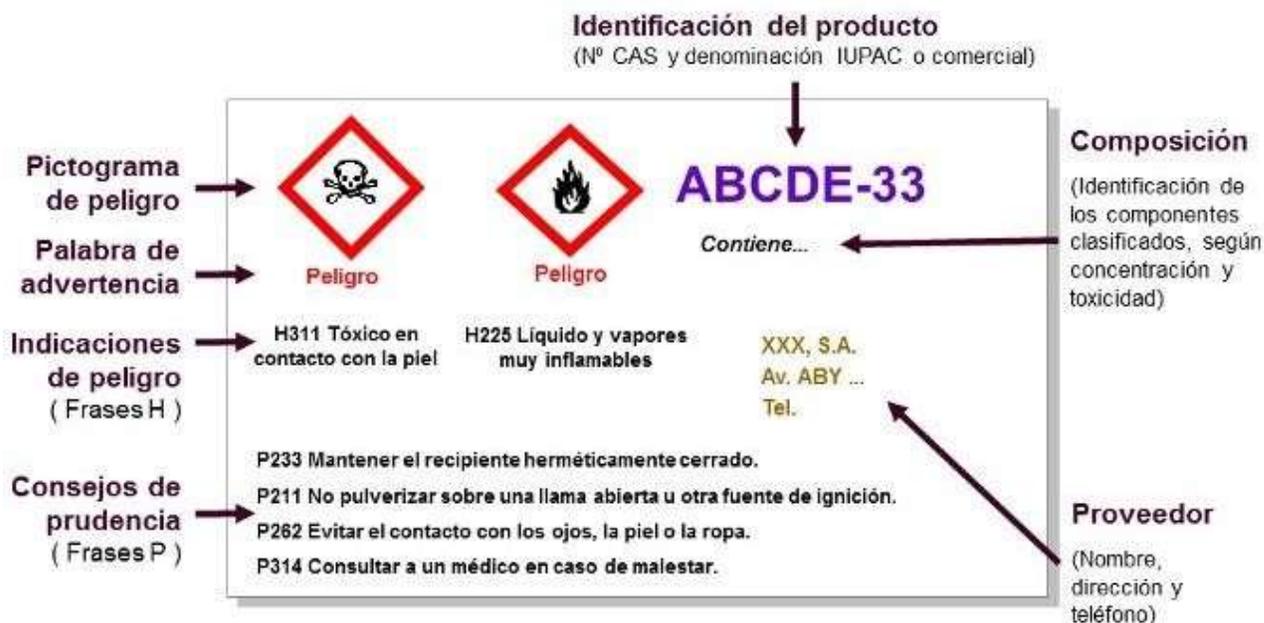


Figura 2. Identificación de peligros en etiquetas de sustancias químicas

## **b. Almacenamiento**

6. Disponer de un sitio separado del laboratorio para almacenar los reactivos químicos. (Almacén de Reactivos).
7. Las áreas de almacenamiento tienen que estar aseguradas de manera que sólo el personal autorizado tenga acceso a las mismas
8. Se debe identificar claramente cada área de almacenaje indicando los riesgos potenciales de los productos allí almacenados
9. Todos los productos deben estar adecuadamente etiquetados y registrados, esto incluye los envases de las sustancias químicas almacenadas en refrigeradores. Cualquier producto que no tenga etiqueta debe ser analizado adecuadamente para identificarlo y determinar sus características, o en su defecto destruirlo
10. Las áreas de almacenamiento deben contar con los extintores adecuados para las cantidades y los tipos de reactivos que existen.
11. Las sustancias almacenadas no deben de bloquear los extintores ni algún tipo de señalización en caso de emergencia.
12. No se utilizarán las áreas de almacenamiento para almacenar residuos de sustancias químicas, estos se almacenan en un lugar independiente.
13. En el caso de los laboratorios, se almacenan la cantidad mínima necesaria de sustancias químicas.
14. Tanto en el área de almacenaje como en las mesas de trabajo, es necesario separar al máximo posible los productos incompatibles entre sí.
15. Los productos químicos que tienen similares características deben estar agrupados, separando los incompatibles y aislando los de características especiales.
16. Se almacenan las sustancias químicas en grupos compatibles para evitar la posibilidad de que los vapores reaccionen en conjunto y produzcan incendios o explosiones.
17. Se deberá inspeccionar y limpiar regularmente la bodega para evitar cualquier tipo de contaminación de los materiales.

### **b.1 Características de almacenaje:**

- ✓ El lugar de almacenamiento debe contar con la ventilación suficiente para mantener bajos los niveles de humedad, temperatura y concentración de gases y vapores.
- ✓ El piso sobre el que se almacenan las sustancias químicas debe estar construido con materiales impermeables para evitar la contaminación del suelo y el agua subterránea en caso de derrames.
- ✓ Los lugares de almacenamiento deben tener resaltes perimetrales que eviten el drenaje hacia cuerpos de agua.
- ✓ En el almacenamiento se pueden utilizar estantes metálicos, pero se deben pintar con recubrimientos anticorrosivos.
- ✓ Los estantes no deben tener una altura superior a los dos metros, se deben mantener limpios, libres de polvo y contaminantes químicos.
- ✓ No almacene sustancias químicas en estantes inestables. Todos deben estar firmes o fijos a la pared, de manera que no se caigan en caso de un terremoto.
- ✓ No coloque envases con sustancias líquidas en estantes superiores sobre el nivel de los ojos.
- ✓ Los materiales pesados deben permanecer tan cerca del suelo como sea posible, sin obstruir la circulación.
- ✓ Las sustancias más peligrosas se ubicarán en los estantes más bajos.
- ✓ Nunca deje o almacene sustancias en el piso.
- ✓ No mantenga almacenado grandes cantidades de sustancias inflamables en laboratorios.
- ✓ Nunca almacene sustancias debajo de los fregaderos.
- ✓ Utilice contenedores secundarios solo en aquellos casos que se considere necesario.
- ✓ No almacene sustancias químicas, especialmente los compuestos volátiles u oxidantes en áreas calientes, tales como: hornos o cerca de ventanas donde le dé directamente el sol.

- ✓ Los ácidos y compuestos que reaccionan con agua deben estar alejados de ventanas o donde haya filtraciones de agua.
- ✓ Las áreas donde se encuentran los cilindros de gases deben estar ventiladas, lugares secos y protegidos contra el fuego.
- ✓ Los cilindros deben estar asegurados contra caídas y los vacíos deben estar etiquetados y separados de los llenos.

## **b.2 Recipientes**

Los productos químicos deben conservarse en distintos materiales en función de sus características:

### **b.2.1. Sustancias que atacan al vidrio:**

Recipientes de materiales sintéticos o metálicos.

### **b.2.2 Sustancias que se descomponen a la luz:**

Recipientes de vidrio opaco o vidrio oscuro.

### **b.2.3 Metales alcalinos:**

Con capa protectora de disolvente de elevado punto de ebullición.

- ✓ No utilice frascos o envases con tapones de corcho, papel de aluminio, goma o vidrio debido a que presentan un peligro potencial de filtración.
- ✓ Las tapas de vidrio pueden utilizarse solamente para almacenamiento temporal de soluciones que se utilizan en el momento en el área de trabajo.
- ✓ Todos los envases que se almacenen en refrigeradores tienen que estar bien cerrados o sellados para evitar la emisión de vapores.

### c. Incompatibilidades de las sustancias

Se deben considerar varias características químicas de las sustancias al momento de almacenarlas, para prevenir que puedan entrar en contacto con algún otro material y que resulten incompatibles.

La siguiente figura muestra las compatibilidades de las sustancias según su clasificación:

		E	F	C	T	O	Xn	Xi	N
									
E		+	-	-	-	-	-	-	+
F		-	+	-	-	-	+	+	+
C		-	-	+	-	-	-	-	+
T		-	-	-	+	-	+	+	+
O		-	-	-	-	+	-	-	+
Xn		-	-	-	-	-	+	+	+
Xi		-	-	-	-	-	+	+	+
N		+	+	+	+	+	+	+	+

+= compatible      - = incompatible

**Figura 3. Compatibilidad de las sustancias**

Es imprescindible que se mantengan separados físicamente ciertos grupos de sustancias químicas, por ejemplo:

- ✓ Se deben mantener separados los compuestos sólidos de los líquidos y ambos separados de los gases.
- ✓ Los solventes orgánicos se deben mantener separados de los compuestos inorgánicos.
- ✓ El ácido nítrico y sulfúrico deberá guardarse en gabinetes metálicos sobre planchas de plomo, acero inoxidable o un plástico adecuado.
- ✓ Para el almacenamiento de sustancias inflamables se debe tener en cuenta varios criterios como:

- Se deben almacenar separadas de las otras sustancias y de fuentes de ignición.
- Los sistemas eléctricos del área de almacenamiento deben ser los adecuados.
- No deben sufrir exposición directa a la luz solar para evitar su autoinflamación.
- La altura máxima de almacenamiento de los productos inflamables debe dejar libre como mínimo 1 m entre la parte superior de la carga y el techo de la bodega.
- Se recomiendan los recipientes de seguridad, generalmente de acero inoxidable, para los disolventes muy inflamables.
- ✓ Las sustancias tóxicas se almacenan aparte, accesibles solo al personal autorizado, con ventilación adecuada y lejos de las fuentes de ignición.
- ✓ Las sustancias oxidantes deben mantenerse alejadas de combustibles, deben estar en lugares frescos y secos.
- ✓ Las sustancias explosivas deben estar protegidas contra golpes, fuegos, alejados de fuentes de ignición y altas temperaturas.
- ✓ Las sustancias ácidas deben estar en los estantes más bajos o en lugares especiales para ácidos, separados los ácidos de bases o metales. Se deben separar los ácidos inorgánicos de los orgánicos.



**Fig 4. Ejemplo de armario para almacenar productos inflamables.**

### c. Manipulación

Al momento de manipular las sustancias es importante seguir las siguientes indicaciones:

- ✓ Se debe disponer de equipos de protección personal necesarios. Utilizar siempre bata de manga larga (esta debe estar abrochada en todo momento), gafas de seguridad, zapato cerrado, cabello recogido, guantes si es necesario.
- ✓ No se deben utilizar anillos, pulseras o accesorios grandes ya que pueden provocar un accidente.
- ✓ Como higiene se debe lavar las manos antes y después de trabajar con algún tipo de sustancia en el laboratorio. Se debe evitar el uso de disolventes orgánicos o combustibles para lavarse o limpiar sustancias químicas que le han salpicado.
- ✓ No se deben archivar la información de seguridad (MSDS), deben mantenerse siempre disponible.
- ✓ Para trabajar con sustancias químicas se debe conocer la reactividad de los productos o la reacción de cada uno.
- ✓ Las sustancias químicas que no se van a utilizar inmediatamente, no se deben dejar sobre las mesas de trabajo.
- ✓ Siempre se debe utilizar la cantidad mínima de reactivos
- ✓ Se debe comprobar que la etiqueta del reactivo siempre corresponda a este.
- ✓ Antes de utilizar una sustancia se debe realizar una inspección visual de los envases para detectar cuándo debe eliminarse la sustancia.
- ✓ Una sustancia no se debe utilizar y debe ser desechada cuando:
  - a. Siendo un sólido contiene líquido
  - b. Muestra cambios de color
  - c. El envase este deteriorado o roto
  - d. Se observa formación de sales en el exterior del envase
  - e. Se observan cambios en la forma del envase por el aumento de presión

- f. El período de vigencia haya expirado
- ✓ Asegúrese de que las tapas de todos los envases de sustancias químicas estén bien cerradas
  - ✓ Para abrir los frascos que contienen sustancias químicas se debe realizar lenta y cuidadosamente.
  - ✓ Antes de abrir un envase nuevo, verifique que no haya otro envase de la misma sustancia ya abierto.
  - ✓ En la manipulación de sustancias tóxicas o nocivas, se deberá evitar el contacto con la piel, la inhalación de los posibles vapores y la ingestión.
    - a. Para las sustancias sólidas se emplearán cucharas o espátulas
    - b. Para líquidos se utilizarán pipetas de seguridad
    - c. Cuando se deba transportar un reactivo se realizará sujetándolo de la base no de la tapa
    - d. Evitar la emanación de vapores o gases al ambiente tapando muy bien los recipientes
  - ✓ Cuando se trabaje con sustancias volátiles, se debe utilizar la campana extractora.
  - ✓ No se debe utilizar la campana extractora como almacenamiento de sustancias químicas.
  - ✓ Si se necesita oler una sustancia, la forma apropiada es dirigir un poco el vapor hacia la nariz con movimientos en vaivén realizados con la mano.
  - ✓ Al calentar cualquier tipo de reactivo no se debe hacer en recipientes cerrados, y se debe realizar haciendo que los vapores se dirijan al lado opuesto de las demás personas.
  - ✓ Los trasvases han de realizarse de la siguiente forma:
    - a. En pequeñas cantidades o en zonas específicas. No se deben realizar en las áreas de almacenamiento.
    - b. Las sustancias inflamables se trasvasarán lejos de un foco de calor.

- c. Se debe utilizar equipo adecuado de protección individual a la sustancia que se manipula, especialmente con sustancias tóxicas, irritantes y corrosivas.
  - d. Al re-ensasar un líquido se debe colocar la etiqueta similar a la original.
  - e. En el trasvase de sustancias combustibles e inflamables los recipientes deben estar empalmados y conectados eléctricamente a tierra. Se debe de contar con un extintor cuando se esté realizando el trasvase.
- ✓ Todos los preparados deben estar etiquetados adecuadamente, no se debe reutilizar los envases vacíos sin quitar antes la etiqueta original.
  - ✓ Una vez finalizada la jornada en el laboratorio, se deberán guardar los materiales y reactivos, limpiar el lugar de trabajo, y asegurarse la desconexión de aparatos, conductos de agua y gas, etc.
  - ✓ El laboratorio, incluidas las zonas de paso, salidas, vías de circulación, equipos e instalaciones deben estar en perfecto estado de orden y limpieza, estableciendo para ello un mantenimiento periódico de las mismas.

#### **d.1 Tipos de Guantes permitidos**

Debe impedir el contacto y penetración de sustancias tóxicas, corrosivas o irritantes a través de la piel, especialmente a través de las manos. Sin embargo, no debe despreciarse el riesgo de impregnación de la ropa, que se puede prevenir empleando delantales, mandiles y, en general, ropa de trabajo o protección adecuada a las características de peligrosidad del agente químico manipulado.

Los guantes de seguridad se fabrican en diferentes materiales (PVC, PVA, nitrilo, látex, neopreno, etc.) en función del riesgo que se pretende proteger. Para su uso en el laboratorio, además de la necesaria resistencia mecánica a la tracción y a la perforación, es fundamental la impermeabilidad frente a los distintos productos químicos. A la hora de elegir un guante de seguridad es necesario conocer su idoneidad, en función de los productos químicos utilizados, mediante

el correspondiente certificado de homologación que debe ser facilitado por el proveedor. A continuación detallamos en la siguiente tabla los tipos de guantes más adecuados para los productos más usados en los laboratorios.

#### **d. Desechos o Disposición de residuos**

El laboratorio debe contar con el Protocolo de eliminación de los desechos químicos, el cual va a depender de la naturaleza de las sustancias químicas que se manejen en el laboratorio. Cada Universidad es la responsable de elaborar su protocolo de desecho de reactivos y realizar el trámite respectivo ante la UCQ-CONAPRED para la licencia del manejo de sustancias controladas y vigiladas. Al momento de ser supervisado el laboratorio, debe presentar dicho protocolo y licencia vigente.

- ✓ La eliminación de los residuos debe realizarse siguiendo las siguientes recomendaciones:
  - i. Las soluciones han de ser neutralizadas antes de su vertido por el desagüe.
  - ii. Las telas o papeles impregnados con sustancias o preparados químicos no se pueden tirar en la basura ordinaria.
  - iii. Los residuos químicos que se producen deben ser recolectados separadamente en recipientes puestos para tal fin. Nunca deben ser vertidos por la tubería de drenaje.
- ✓ Con el fin de poder identificar más fácilmente cual desecho es peligroso y cual no lo es, se deben identificar y clasificar los recipientes de recolección.
- ✓ Los recipientes etiquetados con el tipo de residuo generado se deben llevar a su sitio de almacenamiento.
- ✓ Los lugares de almacenamiento deben ser sitios ventilados y permanecer siempre cerrados para descartar al máximo el daño a la salud, y ambiente especialmente por solventes en evaporación.
- ✓ Se debe llevar un registro de todos los residuos peligrosos producidos.

- ✓ Suministrar a las empresas autorizadas para llevar a cabo la gestión de residuos la información adecuada para su adecuado tratamiento y posterior eliminación.
- ✓ Si se va a desechar algo, se debe colocar cada tipo de desecho en su respectivo contenedor.
- ✓ Nunca debe desechar nada en la tina a no ser que el profesor o responsable lo autorice y esté permitido por las autoridades locales reguladoras. Ejemplo: la cristalería que se quiebra debe depositarse en recipientes específicos. Los termómetros rotos que contengan mercurio deben ser desechados aparte.
- ✓ El material de vidrio que esté roto, contaminado no debe depositarse con los residuos comunes. La cristalería rota debe envolverse en papel.
- ✓ Está prohibido descartar líquidos inflamables, tóxicos, corrosivos o material biológico en desagües en la tina o sanitario.
- ✓ Los residuos de laboratorio deberían de ser almacenados para su posterior eliminación en envases separados, según la naturaleza química de los mismos. Como exigencia mínima a este método de separación se han establecido los siguientes grupos de clasificación de los residuos peligrosos:
  - Grupo I: Disolventes orgánicos halogenados.
  - Grupo II: Disolventes orgánicos no halogenados.
  - Grupo III: Disoluciones acuosas.
  - Grupo IV: Ácidos.
  - Grupo V: Sólidos.
  - Grupo VI: Especiales.

Esta clasificación está orientada a la posterior gestión de los residuos por un tratador autorizado.

#### **d.1 Normas de seguridad de los Residuos**

- Se debe evitar el contacto directo con los residuos. Utilizar equipos de protección individual certificado según marca CE, consistentes de forma general en

botas de seguridad, monos de trabajo, guantes y máscaras adecuadas.

- No se debe manipular residuos en solitario. Antes de empezar cualquier manipulación de residuos debemos tener un compañero en la proximidad de nuestro puesto de trabajo para actuar en caso de emergencia.
- En la medida de lo posible, siempre se utilizará material que pueda ser descontaminado con facilidad sin generar riesgo adicional al medio ambiente. En caso contrario, se empleará material de un solo uso que pueda ser eliminado por un procedimiento estándar.
- Escoger le tipo de envase adecuado a las características del residuo.
- Para residuos líquidos utilizar envases de 30 litros para facilitar su manipulación y evitar riesgos innecesarios.
- El transporte de envases igual o superior a 30 litros siempre se realizará con la ayuda de carretillas para evitar riesgo de rotura y derrame de residuos peligrosos.
- Los envases no se han de llenar más del 90% de su capacidad con la finalidad de evitar salpicaduras, derrame al abrirlo o sobrepresiones por evaporación.
- Siempre que sea posible los envases se depositaran en el suelo para prevenir la caída a distinto nivel.

## **VIII. MANUAL DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO.**

### **a. Plan de prevención de riesgos**

Cada Institución, en base a su naturaleza de funcionamiento y tipo de laboratorio de química que posea, deberá tener su plan de prevención de riesgo aprobado por las instancias competentes de la institución educativa. Puntos que debe contar el Plan de Riesgo.

- Normas generales de seguridad en los laboratorios

- Medidas de protección individual y colectiva
- Riesgos en los laboratorios
- Control de contaminantes y residuos químicos que se generan en el laboratorio
- Instrumentación
- Procesos que se realizan en el laboratorio
- Medidas de protección individual y colectiva
- Riesgos en los laboratorios
- Instrumentación y sus riesgos
- Residuos tóxicos
- Almacenamiento de productos químicos
- Actuación en caso de emergencias
- Equipos de emergencias en el laboratorio
- Listado de contacto de hospitales y entidades de emergencias cercana a la institución
- Tener activo el seguro estudiantil

## **b. Otras recomendaciones de seguridad**

### **i. Barreras Físicas**

1. No se permite correr en el laboratorio
2. No se permite pipetear con la boca. Utilizar el material adecuado para este fin.

#### **1. Guantes**

- Se encuentran en el mercado muchas variedades de guantes (látex, neopreno, caucho, etc). Dependiendo del uso es su elección. Ejemplo: guantes de tela son demasiado porosos, por eso no son adecuados para el uso de sustancias químicas.
- Utilizar guantes apropiados para evitar el contacto con sustancias químicas o material biológico. Las personas que tienen guantes contaminados no deben tocar objetos, ni superficies (teléfono, manijas de cajones o puertas, cuadernos, etc).

- Antes de colocarse los guantes debe revisar que no estén defectuosos. Y deben desecharse como material peligroso.
- Deben retirarse de manera segura. Remover los guantes antes de abandonar el área de trabajo y antes de sostener cualquier cosa como teléfono, perillas de puerta, libros, cuadernos, etc.
- No se deben reutilizar los guantes que hayan sido utilizados o contaminados, ya que no se pueden limpiar de forma total.

Compuesto químico	Composición de los guantes					
	Látex	Neopreno	Nitrilo	Butilo	PVC	PVA
<b>Ácidos inorgánicos</b>						
Ácido clorhídrico 38 %	B	E	B	B	E	M
Ácido fosfórico	B	E	B	B	B	M
Ácido nítrico 70 %	M	B	I	B	R	M
Ácido sulfúrico	E	E	R	B	R	M
<b>Ácidos orgánicos</b>						
Ácido acético	E	E	B	B	B	M
Ácido fórmico	E	E	R	B	E	I
<b>Alcoholes</b>						
Alcohol butílico	E	E	B	B	B	R
Alcohol etílico	E	E	B	B	B	R
Alcohol metílico	E	E	B	B	B	R
<b>Aldehídos</b>						
Acetaldehído	B	E	B	B	B	R
Benzaldehído	R	R	R	B	R	B
Formaldehído	E	E	B	B	B	I
<b>Cáusticos</b>						
Hidróxido de amonio	E	E	B	B	E	M
Hidróxido de potasio 50%	E	E	B	B	B	M
Hidróxido de sodio 50%	E	E	B	B	B	M
<b>Aminas</b>						
Anilina	R	R	B	B	B	R
Dietilamina	R	B	E	NC	R	R
Hidracina	B	R	B	NC	B	M
<b>Disolventes aromáticos</b>						
Benzol	M	I	B	NC	I	E
Destilados de alquitrán de hulla	M	R	B	NC	R	E
Estireno	M	R	B	NC	I	E
Tolueno	M	M	E	M	B	E
Xileno	M	I	B	R	M	E
<b>Disolventes acetonas</b>						
Acetona	E	B	I	B	I	R

Metil etil cetona	E	B	R	B	M	E
Metil isobutil cetona	E	B	R	B	R	B
Disolventes clorados						
Cloroformo	M	B	B	R	M	E
Cloruro de metilo	R	B	B	NC	M	E
Percloro etileno	M	M	B	M	M	E
Tetracloruro de carbono	M	R	B	M	R	E
Tricloroetileno t.c.e.	M	B	B	NC	M	E
Disolventes derivados del petróleo						
Hexano	M	R	E	NC	R	E
Keroseno	M	B	E	M	R	E
Pentano	R	B	E	M	M	E

Compuesto químico	Composición de los guantes					
	Látex	Neopreno	Nitrilo	Butilo	PVC	PVA
Disolventes varios						
Acetato de etilo	I	B	B	B	M	I
Acetato de propilo	B	B	B	B	I	B
Acrilonitrilo	B	B	R	B	I	E
Bromuro de metilo	R	B	B	NC	M	E
Disolventes de pintura	R	B	B	NC	R	E
Otros productos						
Aceite de corte	I	E	B	M	B	R
Baños electrolíticos	E	E	B	I	E	M
Barniz para madera	M	B	B	NC	R	E
Decapantes para pintura y barnices	R	B	B	NC	M	B
Diisocianato de tolueno	B	R	B	NC	M	B
Disulfuro de carbono	M	R	B	M	R	E
Etilenglicol	E	E	B	B	B	B
Glicerina	E	B	B	B	E	R
Grasas animales	E	B	B	NC	B	E
Peróxido de hidrógeno 50%	B	B	B	B	R	I
Resinas de epoxi	E	E	B	B	E	E
Tintas de imprimir	B	E	E	NC	I	E
Trinitrotolueno	B	B	B	B	E	E
Trementina	M	B	E	M	B	E
E=excelente B=bueno R=regular I=inferior M=malo NC=no comprobado						



**Fig.4 Tipos de Guantes para Laboratorio**

## **2. Lentes de seguridad con filtro UV y anti-empañante:**

Siempre que sea necesario proteger los ojos y la cara de salpicaduras o impactos se debe utilizar anteojos de seguridad, viseras o pantallas faciales u otros dispositivos de protección. Dependiendo del trabajo que se realiza, así deben ser los lentes de seguridad.

Se debe evitar el uso de lentes de contacto, principalmente cuando se manipulen productos químicos que emitan vapores o puedan provocar proyecciones.

Si se trabaja en lugares de potencial riesgo de implosión o salpicaduras frecuentes, se deben utilizar, además de los lentes de protección, una máscara protectora suficientemente grande que cubra el cuello y las orejas.

## **3. Vestimenta**

La ropa que se utiliza en el laboratorio debe proteger de salpicaduras, derrames, debe ser fácilmente removible y resistente al fuego. Eso es lo que representa la bata de laboratorio.

Recomendaciones para la bata de laboratorio

1. No deben tener botones sino algún tipo de broches fáciles de abrir, por alguna emergencia.
2. Se sugiera que estas sean de mangas largas
3. Las heridas se deben llevar cubiertas

4. Los zapatos deben ser totalmente cerrados. Puede utilizar zapatillas. No se deben utilizar sandalias o cualquier zapato que deje el pie descubierto.
5. Es preferible utilizar pantalones largos, por riesgo de exposición a sustancias corrosivas.
6. El cabello debe estar recogido, que no haya posibilidad de soltarse.
7. No se debe usar joyería, estas se pueden dañar por vapores o salpicaduras. Además, las sustancias químicas se pueden acumular entre la joyería y la piel. También el uso de joyería puede aumentar el riesgo de contacto con alguna fuente de electricidad. Otro problema es que la joyería puede llegar a caer dentro de algún equipo provocando un accidente.

#### **4. Protección Respiratoria**

- a. Si hay riesgo de producción de aerosoles (mezcla de partículas en medio líquido) o polvos durante una operación de pesada de sustancias tóxicas o biopatógenas, se debe utilizar mascarillas descartables (N95 o N100).
- b. Los laboratorios que producen gases, vapores, humos o partículas, que podrían ser de riesgo por inhalación deben realizarse bajo la cámara de extracción. Si esto no es posible, se deben utilizar mascarillas completas con filtros adecuados.
- c. Se debe verificar la ausencia de vapores inflamables antes de encender una fuente de ignición.
- d. No se debe manipular materiales inflamables o disolventes sobre la llama directa o cerca de las mismas. Se debe conocer el punto de inflamación y de autoignición de las sustancias químicas que se están manipulando.

#### **- Barreras inmunes**

Son las que permiten a los seres vivos detectar sustancias extrañas, neutralizarlas y eliminarlas antes de que dañen alguna parte del organismo. Estas pueden ser primarias, secundarias y terciarias.

**Barreras Primarias:**

La piel, la mucosa, la saliva, las lágrimas

**Barrera Secundaria o inmunidad innata:**

Son los glóbulos blancos en sus diversas formas, como macrófagos, basófilos, neutrófilos, eosinófilos y monocitos.

**Barrera Terciaria o inmunidad adquirida:**

Aquí se encuentran los linfocitos B y linfocitos T. Estos se fabrican en la médula ósea.

En la barrera terciaria, encontramos linfocitos B y linfocitos T. Los linfocitos se fabrican en la médula ósea y maduran allí hasta convertirse en linfocitos B, o se desplazan jóvenes hasta la glándula del timo donde permanecen hasta que migran de nuevo a la médula ya como linfocitos T maduros. Los linfocitos B son el sistema de inteligencia militar del cuerpo: detectan la presencia de un invasor (antígeno) lo inmovilizan y elaboran anticuerpos específicos para él, que luego formarán parte de la memoria inmunológica del cuerpo.

Los linfocitos T, actúan directamente sobre el agente patógeno. Son como soldados bien entrenados, destruyen inmediatamente a los invasores que ha detectado el sistema de inteligencia.

**c. Procedimientos de Laboratorio**

1. Formatos
2. Estructura
3. Sección
4. Manejo de Desechos

**d. Hojas de Datos de Seguridad de Materiales**

Todos los laboratorios deben contar con las hojas de datos de seguridad de los materiales (MSDS, por sus siglas en inglés). El trabajador antes de

utilizar cualquier sustancia química debe revisarlas, por lo que es necesario que conozcan la ubicación de los MSDS en su área de trabajo.

Las MSDS contienen información que sirve como base para las instrucciones en la utilización segura de las sustancias químicas. Todos los proveedores de sustancias químicas tienen la obligación legal de preparar y brindar a sus compradores información sobre las propiedades peligrosas de las distintas sustancias.

Debe existir una MSDS para cada sustancia química que se utilice y deben estar accesibles para que los trabajadores y supervisores puedan consultarlas cuando lo deseen.

En estas hojas se especifica la siguiente información:

- ✓ Identidad de la sustancia química
- ✓ Composición/información sobre los ingredientes
- ✓ Identificación del peligro
- ✓ Primeros auxilios
- ✓ Medidas de protección contra incendios
- ✓ Medidas en caso de derrames
- ✓ Métodos adecuados para el manejo y almacenamiento
- ✓ Controles de exposición /protección personal
- ✓ Propiedades físico-químicas
- ✓ Estabilidad y reactividad
- ✓ Información toxicológica
- ✓ Información ecotoxicológica
- ✓ Consideraciones para la eliminación
- ✓ Información para el transporte
- ✓ Información normativa

## **5. Gestión de emergencias**

### **a. Primeros Auxilios**

La prevención de accidentes en las instituciones académicas que tienen laboratorios de química es de suma importancia porque convergen una cantidad de estudiantes, profesores a realizar diversos experimentos por lo que, la precaución en la manipulación de productos químicos y a las normas básicas de seguridad es de suma importancia a tomar en cuenta en el desarrollo de su actividad en los laboratorios químicos o de investigación. El personal que acuda a realizar labores debe tener el conocimiento básico de los primeros auxilios en casos de accidentes.

conducta. Es evidente que cada laboratorio está sometido a determinados riesgos, unos de tipo general y otros específicos propios de la actividad desarrollada en los mismos.

Los accidentes personales que habitualmente se producen en los laboratorios son, por una parte, los comunes a todo tipo de trabajo como golpes, torceduras, heridas, quemaduras, entre otros.

#### **Quemaduras**

##### **Ácidos**

Cortar lo más rápidamente posible la ropa empapada por el ácido. Echar abundante agua a la parte afectada Neutralizar la acidez de la piel con sodio bicarbonato durante 15 o 20 minutos. Quitar el exceso de pasta, secar.

##### **álcalis**

Aplicar agua abundante y una disolución saturada de ácido bórico o disolución al 1% de ácido acético.

##### **Otros productos químicos**

Echar agua abundante en la parte afectada y lavar bien con agua y jabón.

## **Salpicadura en los ojos**

### **Por ácido**

Inmediatamente después del accidente irrigar los dos ojos con grandes cantidades de agua templada a ser posible, bien a chorro o con ayuda de una pera de goma grande. Mantener los ojos abiertos. Si es necesario, cogiendo los párpados y estirándolos hacia el exterior, manteniéndolos separados de tal modo que el agua penetre debajo de los párpados. Continuar con la irrigación, por lo menos, durante 15 minutos. A continuación, lavar los ojos con una disolución al 1% de bicarbonato de sodio dos o tres veces, dejando por último en contacto durante cinco minutos.

### **Por álcalis y otros productos químicos**

Inmediatamente después del accidente irrigar los dos ojos con grandes cantidades de agua templada a ser posible. Mantener los ojos abiertos. Si es necesario, cogiendo los párpados y estirándolos hacia el exterior, manteniéndolos separados de tal modo que el agua penetre debajo de los párpados. Continuar con la irrigación, por lo menos, durante 15 minutos. A continuación, lavar los ojos con una solución de ácido bórico al 1% dos o tres veces, dejando por último en contacto durante cinco minutos.

### **Ingestión de productos químicos**

Antes de cualquier actuación concreta: **REQUERIMIENTO URGENTE DE ATENCION MEDICA** Retirar el agente nocivo del contacto con el paciente. Si el paciente se encuentra inconsciente ponerlo en posición inclinada, con la cabeza de lado y sacarle la lengua hacia adelante. No darle a ingerir nada por la boca ni inducirlo al vómito. Mantenerlo caliente (taparlo con una manta). Si el paciente está consciente, mantenerlo caliente (taparlo con una manta) y recostado. Estar preparado para practicar la respiración artificial boca a boca. Obtener atención médica tan pronto como sea posible.

**Por ácidos**

No provocar jamás el vómito. No dar a ingerir sodio carbonato ni bicarbonato. Administrar lechada de magnesia en grandes cantidades. Administrar grandes cantidades de leche o claras de huevo batidas con agua.

**Por álcalis**

No provocar jamás el vómito. Administrar una disolución al 1% de ácido acético, Administrar grandes cantidades de leche o claras de huevo batidas con agua.

**Por alcohol metílico**

Administrar de 2 a 4 vasos de agua inmediatamente. Provocar el vómito introduciendo los dedos en la boca. A cada vómito darle abundantes tragos de agua salada (una cucharada de sal por vaso). A cada vómito repetir las tomas de agua salada hasta que los líquidos sean claros. Administrar 1 vaso de agua con 2 cucharadas de sodio bicarbonato.

**Por Bromo**

Administrar de 2 a 4 vasos de agua inmediatamente. Provocar el vómito introduciendo los dedos en la boca. A cada vómito darle abundantes tragos de agua salada (una cucharada de sal por vaso). A cada vómito repetir las tomas de agua salada hasta que los líquidos sean claros. Administrar 15g de ANTIDOTO UNIVERSAL en medio vaso de agua templada. ANTIDOTO UNIVERSAL: Carbón activo 2 partes, magnesio óxido 1 parte, ácido tánico 1 parte. Administrar una cucharada de sodio tiosulfato 5-hidrato en 1 vaso de agua y luego lechada de magnesia, como máximo 30 g en agua.

**Inhalación de productos químicos**

Llevar al paciente al aire fresco inmediatamente. Obtener atención médica tan pronto como sea posible. Al primer síntoma de dificultad respiratoria, iniciar la respiración artificial boca a boca. El oxígeno debe ser administrado solamente

por personal entrenado. Continuar la respiración artificial boca a boca hasta que el médico lo aconseje. Tratar de identificar el humo o vapor causante de la dificultad respiratoria. Si se trata de cloro, hidrógeno sulfuro, hidrógeno cianuro, fosgeno u otros gases altamente tóxicos, debe usarse el tipo adecuado de máscara para gases durante el tiempo del rescate del accidentado. Si la máscara disponible no es la apropiada, el rescatador debe contener la respiración durante todo el tiempo que esté en contacto con los humos o vapores.

**b. Plan de contingencia**

El laboratorio debe contar con una comisión de seguridad que confeccione los planes de contingencias con sus características y particularidades.

Cuando se presenta una contingencia (consiste en un acontecimiento que se presenta sorpresivamente y puede poner en peligro la vida de las personas, sus bienes y el entorno de estos), se debe dar aviso por medio de una alarma y al escucharse se debe proceder a evacuar el área, conservando la calma, no gritando, no corriendo, no empujando, se debe infundir confianza en los demás, orientando a las personas que no saben dónde ir, dirigiéndose a los puntos de reunión, que deben ser establecido previamente por la comisión de seguridad. Se debe asegurar que todas las personas hayan salido de las instalaciones en caso dado que falte alguien. Realizar la llamada a los bomberos, ambulancias en el caso que sea necesario.

Como medida de prevención se deben realizar simulacros para tener una mejor respuesta a un accidente o un evento sorpresa.

**Incendios**

El personal debe conocer las medidas para reducir riesgos de incendios, el procedimiento para control de incendios, la distribución física de los equipos contra incendio y las rutas de evacuación.

## Derrames

En el momento que ocurra un derrame de alguna sustancia química se debe informar inmediatamente al profesor encargado del grupo. El profesor debe realizar una supervisión el área y cotejar cuál es la situación, procediendo a identificar la sustancia, para conocer los riesgos asociados a esta. Mientras se debe proceder, si es necesario, con la activación de su plan de contingencias. Contener el derrame por los medios más adecuados (material absorbente, aserrín, arena, entre otros). Si el derrame produce algún gas tóxico, se debe evacuar el laboratorio y utilizar equipo de protección personal, según sea el caso.

### c. Medidas disciplinarias

c1. Creación de una comisión que regulará las medidas disciplinarias que recurran los que entren al laboratorio Químico

c2. Reglas básicas:

- i. Se debe conocer la ubicación de los elementos de seguridad en el laboratorio (extinguidor, salida de emergencia, mantas de ignición, lavajoes, gabinete para contener derrames, alarmas, etc).



**Fig. 6 Elementos de Seguridad**

- ii. No se permite comer, beber, fumar o maquillarse en el laboratorio
- iii. En el laboratorio no se deben guardar alimentos, ni en la refrigeradora que contienen sustancias químicas
- iv. No es permitido bloquear las rutas de escape o pasillos con equipos, máquinas, u otros elementos que entorpecen la correcta circulación,
- v. Se debe utilizar vestimenta apropiada para realizar el trabajo en el laboratorio, el cabello debe estar recogido, zapatos cerrados, evite utilizar accesorios.
- vi. Es importante mantener el orden y la limpieza. Cada persona es responsable del área que le ha sido asignada y de los lugares comunes.
- vii. Las manos deben lavarse cuidadosamente y, continuamente.
- viii. Ni se deben bloquear las rutas de escapes con equipos, máquinas, etc
- ix. El material debe estar identificados correctamente
- x. El almacenamiento debe ser en estanterías, garantizando que todo este colocado en forma estable.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Gutiérrez Strauss, Ana María. 2011. Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional. Clasificación de los laboratorios. Físicos, Químicos, Biológicos ergonómicos. Ministerio de Protección Social, Colombia. ISBN 978-958-8361-71-0
2. Protocolo de Bioseguridad de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Universidad de Panamá. 2021
3. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001. Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad para el Control de la Contaminación Atmosférica en Ambientes de Trabajo producida por Sustancias Químicas.
4. Seguridad en los Laboratorios Químicos Académicos. Volumen 1. Prevención de Accidentes para estudiantes Universitarios. 2003. Séptima edición. Sociedad Americana de Química. Traductor primario: Ingrid Montes. 52 pág. ISBN 0-8412-7412-6.
5. Lizárraga, V., Chávez, J., Vargas, E. 2018. Manual de Seguridad para los Laboratorios de Química. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Ciencias Naturales y Formales, Departamento Académico de Química. Arequipa, Perú. 60 pág.
6. Reina, M., Reina, A. 2021. Seguridad en el Laboratorio: Una aproximación práctica. Educación Química, 32(5): 45 – 58. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.78772>

### Infografía

7. Información encontrada en: <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/vaccines-and-immunization-what-is-vaccination?adgroupsurvey={adgroupsurvey}&gclid=CjwKCAjwzNOaBhAcEi>

[wAD7Tb6FlwJbcHiKX61AqLMGqG1R9J3\\_L6SgoHxrb2cup9tA3bWYnxaDhNxxoCG4wQAvD\\_BwE.](http://www.inmtec.com.co/post/5-criterios-b%20sicos-para-el-dise%20o-de-un-buen-laboratorio-de-qu%20mica)

8. Información encontrada en: <https://www.inmtec.com.co/post/5-criterios-b%20sicos-para-el-dise%20o-de-un-buen-laboratorio-de-qu%20mica>
9. Información encontrada en <https://www.dequimica.info/seguridad-en-el-laboratorio/>
10. Información encontrada en:  
[http://www.ansellpro.com/download/ansell\\_7theditionchemresguide\\_spanish.pdf](http://www.ansellpro.com/download/ansell_7theditionchemresguide_spanish.pdf)