Elaborado por:	***Aprobado por:***
Ariel Alfaro Vargas *Regente Químico Institucional* *Universidad de Costa Rica*	*Unidad de Regencia Química* *Cuerpo Coordinador* *Universidad de Costa Rica*

1-Propósito

Establecer prácticas seguras para el almacenamiento de sustancias químicas en la Universidad de Costa Rica, que permitan o ayuden a minimizar los riesgos derivados de estas sustancias. Además, se busca darle herramientas al personal que almacena sustancias para realizar correctamente dicha actividad.

2-Alcance

Todas las unidades docentes y administrativas de la Universidad de Costa Rica que mantengan sustancias químicas en sus instalaciones. Se excluyen del presente documento el almacenamiento de sustancias radiactivas, residuos químicos y gas licuado de petróleo (ver los respectivos lineamientos).

3-Documentación Relacionada

-Instructivo para el Manejo de Residuos Químicos, RURQ-UCR-007.
-Lineamientos para el Etiquetado de Recipientes con Sustancias químicas, LURQ-UCR-006.
-Lineamientos para la Gestión de Gas Licuado de Petróleo, LURQ-UCR-003.
-Lineamientos para construcción de bodegas de sustancias químicas, LURQ-UCR-008
-Norma Oficial para la Utilización de Colores en Seguridad y su Simbología D-12725.
-NFPA 704: Sistema estándar para la identificación de los riesgos de materiales para la Respuesta a Emergencias.
-NFPA 45: Norma de Protección contra Incendios para los Laboratorios que utilizan productos químicos.

4-Responsabilidades

Es responsabilidad de la Institución poner en práctica los presentes lineamientos de almacenamiento. Además, debe asegurar que se apliquen en las áreas que les correspondan, con el fin de mantener las condiciones ambientales y de seguridad en sus instalaciones.

4.1 Responsabilidad de cada Unidad Académica o Administrativa

Las distintas unidades académicas o administrativas de la Universidad de Costa Rica (Sedes, Recintos, Estaciones Experimentales, Facultades, Escuelas, Centros de Investigación, Institutos de Investigación, Laboratorios y Oficinas) que tengan sustancias químicas en sus instalaciones deberán tener un lugar exclusivo para almacenar estas. Además, deberán realizar dicha actividad de forma correcta, siguiendo las recomendaciones que se indican en el presente documento.

4.2 Regencia Química Institucional

4.2.1 Coordinar el correcto almacenamiento de las sustancias químicas en la Universidad de Costa Rica.
4.2.2 Actualizar o modificar, los lineamientos para el almacenamiento de sustancias químicas.
4.2.3 Realizar inspecciones para verificar la correcta implementación de los presentes lineamientos.
4.2.4 Coordinar cursos de capacitación sobre almacenamiento de sustancias químicas, cuando lo considere pertinente o cuando las unidades lo soliciten.
4.2.5 Asesorar y evacuar dudas con respecto a los lineamientos para almacenamiento.

4.3 Decanos, Directores y Jefes de Unidades Académica o Administrativas

4.3.1 Coordinar la correcta implementación de los presentes lineamientos en la unidad académica o administrativa a su cargo.
4.3.2 Verificar que se apliquen de forma correcta los presentes lineamientos.
4.3.3 Nombrar un responsable, quien se encargará de la correcta implementación de los lineamientos y por ende del almacén de sustancias químicas de su unidad.
4.3.4 Verificar que los encargados de los almacenes se capaciten de forma periódica.

4.4 Responsable del almacén de sustancias químicas

4.4.1 Servir de enlace entre la unidad académica o administrativa respectiva y la Regencia Química en lo que respecta a almacenamiento de sustancias química.
4.4.2 Verificar que el etiquetado de los recipientes y el almacenamiento de las sustancias químicas se realice de una manera adecuada.
4.4.3 Adaptar los presentes lineamientos a las realidades de la respectiva unidad.
4.4.4 Asistir a los cursos de capacitación sobre almacenamiento de sustancias químicas impartidos por la Regencia Química de la U.C.R.

5-Definiciones

5.1 Almacén: Lugar donde se depositan provisionalmente (menos de 5 años) las sustancias químicas, dicho lugar debe ser independiente del área de trabajo. Además, debe reunir una serie de requisitos mínimos de seguridad, para no afectar a los trabajadores, al ambiente o la infraestructura.

5.2 Área de trabajo de laboratorio: Sala o espacio para pruebas, análisis, investigación, instrucción o actividades similares que involucran el uso de sustancias químicas.

5.3 Incompatibilidad química: Interacción entre sustancias químicas que genera reacciones no deseadas de las cuales se originan emisiones de gases tóxicos, corrosivos o inflamables, reacciones explosivas, exotérmica o descomposición, formación de productos sensibles a la fricción o choque, explosiones o incendios, generación de gases que dan sobrepresión o degradación de la calidad de las sustancias.

5.4 Sustancias corrosivas: Sustancias químicas capaces de causar quemaduras, irritaciones o destruir los tejidos vivos. Cuando se inhala o ingiere una sustancia corrosiva, se ven afectados los tejidos del pulmón y del estómago. Si la sustancia tiene un pH inferior a 2 o superior 12,5 se clasifica como corrosiva. Por ejemplo, ácidos, bases, oxidantes, reductores y algunas sales.

5.5 Sustancias inflamables: Sustancias químicas que a temperatura ambiente se pueden incendiar fácilmente en el aire, con o sin el aporte de energía. Se toma como inflamable si el punto de ignición de la sustancia es inferior a 60,5 ºC.

5.6 Sustancias comburentes: Sustancias químicas que por lo general producen oxígeno rápidamente cuando se mezclan con otros materiales o cuando se eleva la temperatura. Esta producción de oxígeno hace que un material se encienda más fácilmente y que se queme más rápidamente, dificultando la extinción de incendios.

5.7 Sustancias controladas: Sustancias químicas que por reglamentación nacional o por convenios internacionales deben tener un control en cuanto a su compra, exportación, importación, existencias y consumo.

5.8 Sustancias peroxidables: Sustancias químicas capaces de producir peróxidos; estos se pueden generar bajo condiciones normales de almacenamiento, cuando las sustancias se concentran por evaporación o cuando se mezclan con otras sustancias. Los peróxidos acumulados pueden explotar violentamente al ser golpeados, por fricción o al elevar la temperatura.

5.9 Sustancias pirofóricas: Sustancias químicas que pueden arder espontáneamente al estar expuestas al aire, sin necesidad de que haya una fuente de ignición exterior.

5.10 Sustancias tóxicas: Sustancias químicas capaces de producir daños en los tejidos vivos, lesiones en el sistema nervioso central, enfermedades graves o en casos extremos la muerte cuando se ingieren, se inhalan o se absorben a través de la piel.

5.11 Sustancias reactivas: Sustancias químicas que pueden reaccionar violentamente con o sin la presencia de otra sustancia química. En general, una sustancia química reactiva requiere una condición especial para que se pueda incendiar o explotar, tal como la humedad, el calor o el oxígeno.

5.12 Fichas de datos de seguridad (FDS): Documento que proporciona los datos de la sustancia química y su fabricante, así como información sobre las características y peligros de la sustancia. Además, informa al usuario sobre la correcta manipulación, almacenamiento, medidas de seguridad y atención de emergencias que involucren dicha sustancia. En Costa Rica deben tener dieciséis secciones y deben estar en español.

5.13 Sustancias orgánicas: Sustancia química que dentro de su estructura contiene principalmente átomos de carbono (C) e hidrógeno (H). Todas las demás sustancias se clasifican como sustancias inorgánicas.

6-Condiciones generales para el almacenamiento

Los lineamientos para el almacenamiento y las restricciones para los almacenes y laboratorios, en los que se almacenen sustancias químicas, variarán de acuerdo con las siguientes circunstancias:

6.1 Experiencia de los empleados.
6.2 Características de seguridad de la instalación.
6.3 Ubicación de la instalación y casas o edificios vecinos.
6.4 Naturaleza de las actividades desarrolladas en la instalación.
6.5 Accesibilidad de la instalación.
6.6 Códigos de construcción y de incendio.

6.7 Pautas a seguir

6.7.1-Se deben mantener separadas las sustancias líquidas, las sólidas y los gases. Otra separación que se debe realizar es los compuestos orgánicos de los inorgánicos.

6.7.2-Se deben almacenar las sustancias químicas de manera tal que no se expongan a la luz solar o altas temperaturas.

Para determinar un ámbito de temperatura de almacenamiento apropiado, se debe realizar una evaluación de riesgos. Se debe prestar especial atención a las sustancias químicas como los peróxidos orgánicos, las sustancias inflamables volátiles y los agentes oxidantes. Es esencial consultar la hoja de datos de seguridad (FDS) de cada sustancia química. Las sustancias que se degradan o se vuelven inestables, bajo ciertas condiciones, deben ser monitoreadas regularmente para asegurar su calidad y estabilidad. La máxima temperatura recomendada para el almacenamiento es de 30 °C.

6.7.3-Se deben establecer las previsiones necesarias para contener y evitar posibles derrames, para esto se deben tomar en cuenta la incompatibilidad de los recipientes con las sustancias contenidas dentro de ellos, la posible rotura de las tapas o los frascos y tener a mano material para contención o absorción. Por ejemplo, diatomita.

6.7.4-Se deben almacenar las sustancias químicas tomando en cuenta su incompatibilidad química (anexo 11.1). Los responsables de los almacenes de sustancias deberán realizar un estudio de incompatibilidades, no solo entre las sustancias, sino también con los estantes donde se va a realizar el almacenamiento. De ser necesario, se debe solicitar asesoría técnica a la Regencia Química de la UCR.

6.7.5-La información de peligrosidad de las sustancias químicas se puede consultar en las fichas de datos de seguridad (FDS). Estas se deben tener en lugares estratégicos (almacén, oficina de la jefatura y casetilla de guarda o recepción). Además, todo el personal que tenga contacto con dichas sustancias debe poder interpretar estos datos.

6.7.6-Se debe tener un sistema de rotulación y etiquetado adecuado (ver norma D 12725 y los lineamientos LURQ-UCR-006).

6.7.7-Se debe mantener al día un inventario de las sustancias químicas que se encuentran en el almacén. Además, los responsables del almacén deberán realizar inspecciones periódicas, por lo menos una vez al mes, para verificar el buen estado de las sustancias y sus frascos.

6.7.8-No se deben realizar mezclas o trasvases de sustancias químicas en las áreas de almacenamiento. A menos que esta operación la realice personal competente, con ventilación adecuada, bombas de extracción y espacio suficiente.

6.7.9-Se prohíbe fumar o comer en las áreas de almacenamiento de sustancias químicas.

6.7.10-Se debe tener en el área de almacenamiento extinguidores en cantidad, tamaño y calidad adecuados para las sustancias presentes. Dicho estudio lo deberá aprobar o realizar la Oficina de Salud Ocupacional y Ambiental de la UCR.

6.7.11-Preferiblemente no se debe utilizar el almacén de sustancias químicas para almacenar residuos. Si no hay otra opción, se podrán almacenar residuos en el mismo almacén de sustancias puras, pero en estantes separados.

6.7.12-Se debe contar con un plan de emergencias químicas, este debe estar en forma escrita, en un lugar visible y lo debe conocer todo el personal de la unidad a la que pertenece el almacén.

6.7.13-No se deben almacenar sustancias químicas de manera que bloqueen los extintores, los sistemas de señalización, salidas de emergencia o pasillos.

6.7.14 Se debe colocar una hoja de seguridad impresa (Anexo 11.2) en la parte exterior del almacén de sustancias químicas, dicha hoja debe estar en un lugar visible.

6.8 Registros

Se deben llevar los siguientes registros (digital o impresos y estar actualizados):6.8.1 Las fechas de entrada y salida de los reactivos.
6.8.2 Las fechas de apertura de los recipientes.
6.8.3 Las sustancias presentes (inventario) incluyendo los principales peligros de cada una.
6.8.4 Las personas que realizan las salidas de sustancias reguladas.

6.9 Características del almacén

6.9.1-Se debe definir un lugar específico y adecuado, de acuerdo con el presente documento y con los lineamientos de construcción de almacenes (LURQ-UCR-008), para el almacenamiento de las sustancias químicas, así como las cantidades que se van a tener en dicho lugar.

6.9.2-En lo posible NO se debe tener más de un sitio de almacenamiento de sustancias químicas dentro de cada unidad.

6.9.3-El lugar para el almacenamiento debe ser independiente del área de trabajo.

6.9.4-Los cuartos o áreas para el almacenamiento se deben marcar e identificar con la simbología y rotulación correcta (Norma oficial-D 12725 y NFPA 704).

6.9.5-Las sustancias químicas se deben colocar en el almacén de manera tal que se evite la incidencia de luz solar sobre las sustancias químicas.

6.9.6-Se deben mantener el orden del almacén en todo momento.

6.9.7-En las paredes del almacén no debe haber filtraciones de agua (humedad) o crecimiento de hongos/líquenes.

6.10 Características de la estantería

6.10.1-Se pueden usar estantes de metal (no se recomienda para sustancia corrosivas u oxidantes), plástico (polímeros especiales no combustibles y no reactivos), o cemento para el almacenamiento de sustancias químicas. No se recomienda que sean de madera, solo se podrán usar en caso de sustancias que no sean peligrosas, como azúcares, colorantes, sílicas, no tóxicas, no inflamables, entre otras.

6.10.2-Si la estantería es metálica se debe pintar con recubrimientos anticorrosivos.

6.10.3-La altura de los estantes debe de ser inferior a dos metros. Cuando se tenga que bajar sustancias que se encuentra almacenadas a una altura superior a la del nivel normal de la visión, se debe utilizar una escalera o banco que sean seguros.

6.10.4-Se deben construir estantes con bordes elevados u otro tipo de diseño, para poder colocar bandas de seguridad y evitar la caída de los frascos, tal y como se puede observar en la figura 1.

Figura 1. Estantería para productos químicos con bandas de seguridad.

6.10.5-Los estantes se deben colocar de manera que se encuentren nivelados y sean dimensionalmente estables, de ser necesario se deben fijar a las paredes o al piso.

6.10.6-Se recomienda que los estantes tengan un ligero declive en una dirección específica (centro, parte trasera o delantera), de manera que si hay un derrame se pueda direccionar el derrame hacia una abertura. Todas las aberturas de los compartimientos de los estantes deben tener la misma dirección e ir a un colector.

En caso de no poder construir un sistema colector para derrames (canales y colector) las sustancias se deben almacenar en recipientes secundarios, se debe tener material absorbente colocado estratégicamente, para evitar la expansión de un posible derrame o tener estantes donde se pueda contener el derrame, similares a los de la figura 2.

Figura 2. Estantes con sistema de contención para derrames.

6.10.7-Se debe evitar el sistema de almacenamiento en forma de herradura o península, figura 3, ya que en caso de ocurrir una emergencia las personas pueden quedar atrapadas.

Figura 3. Estantes colocados en forma de península, donde hay estantes en la parte posterior y laterales de la bodega, con poco espacio entre ellos.

6.11 Condiciones, cantidades y tiempo de almacenamiento

6.11.1-Se deben almacenar sustancias químicas de tal manera que las cantidades presentes en el área de almacenamiento sean las mínimas, solo lo necesario.

6.11.2-Se deben mantener los estantes limpios, libres de derrames, de contaminantes químicos y de polvo.

6.11.3-Los envases pesados o voluminosos se deben almacenar en tarimas o en estantes inferiores, nunca directamente sobre el piso. Lo anterior también aplica a las sustancias peligrosas tales como ácidos inorgánicos, explosivos, sustancias tóxicas, entre otros.

6.11.4-Se deben retirar del almacén y clasificar como residuo o trasvasar las sustancias que presentan algunas de las siguientes características:

6.11.4.1 Si la sustancia ha cambiado de color.
6.11.4.2 Si la sustancia es un sólido y hay líquido en su interior (se debe excluir las sustancias que tienen agua como estabilizador, por ejemplo, el ácido pícrico).
6.11.4.3 Si el envase o las tapas se encuentran rotos.
6.11.4.4 Si se han formado sólidos en el exterior del envase (en el caso de líquidos).
6.11.4.5 Si se ha deformado el recipiente por un aumento o disminución de presión.
6.11.4.6 Si ha expirado la sustancia, en caso de que tenga fecha de vencimiento.
6.11.4.7 Si la sustancia ya no se va a utilizar más en prácticas futuras en la unidad.

6.11.5-No se debe almacenar sustancias en frascos o envases con tapones de corcho, hule o vidrio, se deben usar tapas de rosca.

6.11.6-No se debe sobrepasar el peso máximo que soporta la estantería, cuando hay exceso de peso el estante se pandea con el tiempo.

6.11.7-Se deben separar los frascos pequeños de los frascos grandes. Por ejemplo, se pueden colocar en estantes diferentes.

6.11.8-El almacenamiento debe ser ordenado, se debe dejar un espacio mínimo de 3 cm entre filas de frascos y aproximadamente 1 ó 2 cm entre cada frasco.

6.11.9-No se recomienda que una misma sustancia química se mantenga por más de 5 años en el almacén.

6.12 Etiquetas de los envases

Las etiquetas de los frascos que contienen sustancias químicas deben ser las originales. En el caso de trasvases, preparación de disoluciones, entre otros, el etiquetado de los frascos debe cumplir con los lineamientos institucionales (LURQ-UCR-006).

7 Clasificación de sustancias químicas y su almacenamiento

Para el almacenamiento de las diferentes familias de peligros de las sustancias químicas se deben seguir los siguientes criterios:

7.1 Almacenamiento de explosivos

Las sustancias que se clasifican como explosivos se deben almacenar bajo las siguientes condiciones:
7.1.1 Deben estar protegidos contra golpes y fricción.
7.1.2 Deben estar alejados de chispas y altas temperaturas (superiores a 30 ºC).
7.1.3 Deben estar protegidos contra fuego.
7.1.4 Preferiblemente deben estar en gabinetes especiales para sustancias explosivas.
7.2 Almacenamiento de gases

El almacenamiento de gases inflamables se hará de acuerdo con la cantidad de cilindros, si los cilindros se almacenan en bodegas de sustancias peligrosas se tendrá una cantidad máxima de 5 cilindros. Para cantidades superiores a ésta se deberán almacenar en una bodega exclusiva para gases.

No se permite el almacenamiento de ningún tipo de cilindro de gas en laboratorios, a menos que se encuentren en uso, ver sección 10.3. Los cilindros de gases se deben almacenar bajo las siguientes condiciones generales (para más detalles ver los lineamientos en el documento LURQ-UCR-009):

7.2.1 Deben estar ventilados.
7.2.2 Los locales deben estar secos.
7.2.3 Deben estar protegidos contra fuego, altas temperaturas (temperatura máxima de almacenamiento 50 °C) y las inclemencias.

7.2.5 Deben estar asegurados contra caídas.
7.2.6 Los cilindros vacíos deben estar identificados como tales (con una etiqueta o cinta).
7.2.7 Los cilindros vacíos deben estar separados de los llenos.
7.2.8 Los cilindros que no se están usando deben estar con sus capuchas puestas.
7.2.9 Los gases inflamables se deben separar de los gases tóxicos y de los gases oxidantes.

7.3 Almacenamiento de sustancias inflamables

En esta sección se habla de sistemas de seguridad especiales, tales como sistemas de contención de derrames, sistemas eléctricos antichispa y extracción mecánica. Para ver cuando se deben colocar estos sistemas en el almacén, se deben consultar los lineamientos para construcción de bodegas para sustancias (LURQ-UCR-008). Las sustancias que se clasifican como inflamables se deben almacenar bajo las siguientes condiciones:

7.3.1 Deben estar almacenados individualmente, aparte de las otras familias de peligro.
7.3.2 Debe haber sistemas de contención de derrames.
7.3.3 Debe haber sistemas eléctricos adecuados (antichispa).
7.3.4 Deben estar libres de toda fuente de ignición.
7.3.5 Debe haber sistemas de ventilación adecuados.
7.3.6 Debe haber equipos de extinción adecuados (definidos por la Oficina de Salud Ocupacional y Ambiental de la UCR).
7.3.7 Las sustancias que requieran refrigeración se deben colocar en frigoríficos especiales para este fin, nunca en refrigeradores domésticos.
7.3.8 Preferiblemente deben estar en gabinetes especiales para sustancias inflamables.

7.4 Almacenamiento de sustancias tóxicas

Las sustancias que se clasifican como tóxicas se deben almacenar con las siguientes condiciones:

7.4.1 Debe haber almacenamiento individual (aparte de las otras familias de peligro), preferiblemente con llave y accesible sólo a personal autorizado.
7.4.2 Debe haber ventilación adecuada (definida en los lineamientos LURQ-UCR-008).
7.4.3 Deben estar alejados de fuentes de calor.
7.4.4 Preferiblemente deben estar en gabinetes especiales para sustancias tóxicas.

7.5 Almacenamiento de oxidantes
Las sustancias que se clasifican como oxidantes se deben almacenar bajo las siguientes condiciones:

7.5.1 Deben estar alejados de materiales combustibles tales como cajas, estantes de madera, entre otros.

7.5.2 Deben estar en lugares frescos y secos.

7.6 Almacenamiento de sustancias reactivas (peroxidables, pirofóricas, sensibles a la luz, reactivas con agua)

Las sustancias que se clasifican como reactivas se deben almacenar bajo las siguientes condiciones:

7.6.1 Las tapas deben estar bien ajustadas, evitando la entrada de aire y humedad.
7.6.2 Deben estar protegidos contra la luz (lugares y envases oscuros).
7.6.3 Deben estar en lugares frescos y secos.

7.7 Almacenamiento de sustancias ácidas

Las sustancias que se clasifican como ácidas se deben almacenar bajo las siguientes condiciones:

7.7.1 Si los ácidos inorgánicos se almacenan en estantería deben estar en los estantes más cercanos al piso.
7.7.2 Se deben separar los ácidos inorgánicos de los ácidos orgánicos.
7.7.3 Debe haber neutralizadores disponibles para ácidos o estar en contenedores secundarios para evitar los derrames.
7.7.4 Deben estar en lugares frescos y ventilados.
7.7.5 Preferiblemente deben estar en gabinetes especiales para sustancias corrosivas.

7.8 Almacenamiento de sustancias básicas

Las sustancias que se clasifican como básicas se deben almacenar bajo las siguientes condiciones:

7.8.1 Las disoluciones de hidróxidos deben estar en recipientes plásticos resistentes.
7.8.2 Debe haber neutralizadores para bases a mano, si son disoluciones los frascos se puede colocar en contenedores secundarios para evitar derrames.
7.8.3 Preferiblemente deben estar en gabinetes especiales para sustancias corrosivas.

9 Sistemas de clasificación para el almacenamiento

Existen muchos sistemas para el almacenamiento de sustancias químicas, la elección del sistema dependerá de las condiciones, de las cantidades de sustancias que se deben almacenar y de la naturaleza de la unidad a la que pertenece el almacén. La separación entre grupos compatibles se debe realizar por medio de barreras físicas o espacios vacíos. Estas barreras se pueden conseguir utilizando almacenes, habitaciones, armarios, o estanterías diferentes. También se pueden usar como barreras sustancias no peligrosas, paredes o contenedores secundarios.

El método tradicional para almacenar sustancias químicas por orden alfabético puede presentar problemas de incompatibilidades químicas. Por ejemplo, si se almacenan los metales por catión puede haber contacto entre productos oxidantes y reductores, como bisulfitos y dicromatos. Por este motivo, en el presente documento se recomiendan los siguientes sistemas para el almacenamiento de sustancias químicas:

9.1 Sistema de almacenamiento Flinn Scientific

En este sistema la primera división que se debe realizar es entre sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, posteriormente se hacen separaciones por familias relacionadas y compatibles. A continuación, se muestra una lista de familias o divisiones que se pueden llevar a cabo:

9.1.1 ESTANTES O ANAQUEELES DE INORGÁNICOS (*)

I1-Haluros, sulfatos, acetatos, sulfitos, tiosulfatos, fosfatos, carbón
I2-Hidróxidos, óxidos, silicatos, carbonatos.
I3-Boratos, cromatos, dicromatos, permanganatos, halógenos
I4-Metales, hidruros
I5-Cianuros, cianatos, arseniatos
I6-Sales de aminas-amidas, nitratos (excepto NH_4NO_3), nitritos, azidas
I7-Azufre, fósforo, arsénico, pentóxido de fósforo
I8-Ácidos (excepto nítrico y perclórico)
I9-Sulfuros, seleniuros, fosfuros, carburos, nitruros
I10-Cloratos, percloratos, ácido perclórico, cloritos, hipocloritos, peróxidos

(*) El ácido nítrico y el nitrato de amonio se deben separar del resto de sustancias.

9.1.2 ESTANTES O ANAQUELES DE ORGÁNICOS

O1-Tintes, indicadores, colorantes
O2-Fenoles y cresoles
O3-Compuestos epóxidos, isocianatos
O4-Sulfuros, polisulfuros, sulfóxidos, nitrilos
O5-Alcoholes, glicoles, azúcares, aminas, amidas, iminas, imidas
O6-Hidrocarburos, ésteres, aldehídos, aceites
O7-Éteres, cetonas, hidrocarburos halogenados, óxido de etileno
O8-Ácidos, anhídridos, aminoácidos, perácidos
O9-Peróxidos, hidroperóxidos, azidas

Los grupos se clasificaron por reactividad o peligrosidad, siendo el grupo número 1 el menos peligroso. En este sentido, los números bajos se deben colocar en los estantes superiores y los números altos en las partes inferiores. Sin embargo, la altura de almacenamiento va a depender de las cantidades y de los miembros de la familia que se tengan en el almacén, en los grupos de almacenamiento se subrayaron los miembros más peligrosos y que pueden variar el orden de peligro de las familias.

9.2 Sistemas de clasificación por color

9.2.1 Generalidades

Existen varios sistemas de almacenamiento que usan colores para la clasificación de sustancias. Los sistemas más comunes son: NFPA 704 (aunque es una norma para identificación de riesgos se puede adaptar para almacenamiento), Hazardous Material Identification System (HMIS), Sistema de almacenamiento Winkler, sistema de almacenamiento y etiquetado de J.T. Baker SAF-T-DATA, y Sistema de Etiquetado y Almacenamiento de Fisher Scientific.

La separación se realiza al agrupar las sustancias por peligrosidad y luego asignar un color a cada familia. Además, hay números que van de cero (sin riesgo), a cuatro (máximo peligro). Las sustancias con números cuatro se deben almacenar en las partes inferiores de los estantes, las tres y dos en las partes intermedias y las uno y cero en las partes superiores. Algunas compañías de venta de reactivos colocan los colores y los números en las etiquetas de sus productos (J.T Baker, Spectrum y Fisher Scientific).

Las sustancias que no tienen peligros graves (números de clasificación cero y uno) se pueden utilizar como barreras físicas para separar sustancias incompatibles o familias de mayor peligro.

Si hay una sustancia que tiene diferentes números en los colores de riesgo, se debe clasificar en la familia (color) que tenga la numeración más alta.

9.2.2 Colores incluidos en las clasificaciones:

En todas las clasificaciones se repiten estos 3 colores:

Rojo: sustancias inflamables.
Azul: riegos a la salud.
Amarillo: sustancias reactivas (oxidantes y explosivos).

Los siguientes colores sólo aparecen en ciertas clasificaciones:

Blanco: sustancias corrosivas (Fisher Scientific, J.T. Baker SAF-T-DATA, Códigos Winkler) o riegos especiales (NFPA 704).

Verde (códigos Winkler, J.T. SAF-T-DATA antes anaranjado y Spectrum) o gris (Fisher Scientific): sustancias sin riesgo.

En los sistemas J.T. Baker SAF-T-DATA y Winkler se usan franjas diagonales en los colores para indicar sustancias del mismo grupo, pero que se deben almacenar separadas por presentar un riego especial o porque son incompatibles. En la figura 4 se pueden observar los colores de clasificación para el sodio, rojo rayado y para el etanol, rojo. De acuerdo con el sistema de colores, aunque ambas sustancias son inflamables se deben separar a la hora de realizar el almacenamiento.

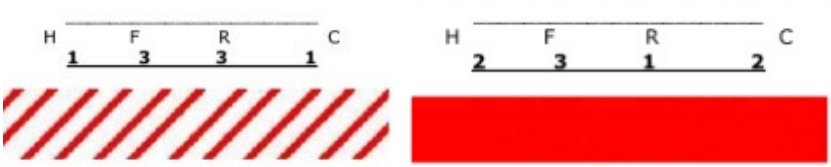


Figura 4. Código de colores para el sodio y el etanol.

En la figura 5 se pueden observar algunas equivalencias entre sistemas de clasificación, aquí se presentan el código de colores Fisher Scientific, el antiguo sistema de pictogramas de peligro, los pictogramas del SGA y el código NFPA 704.

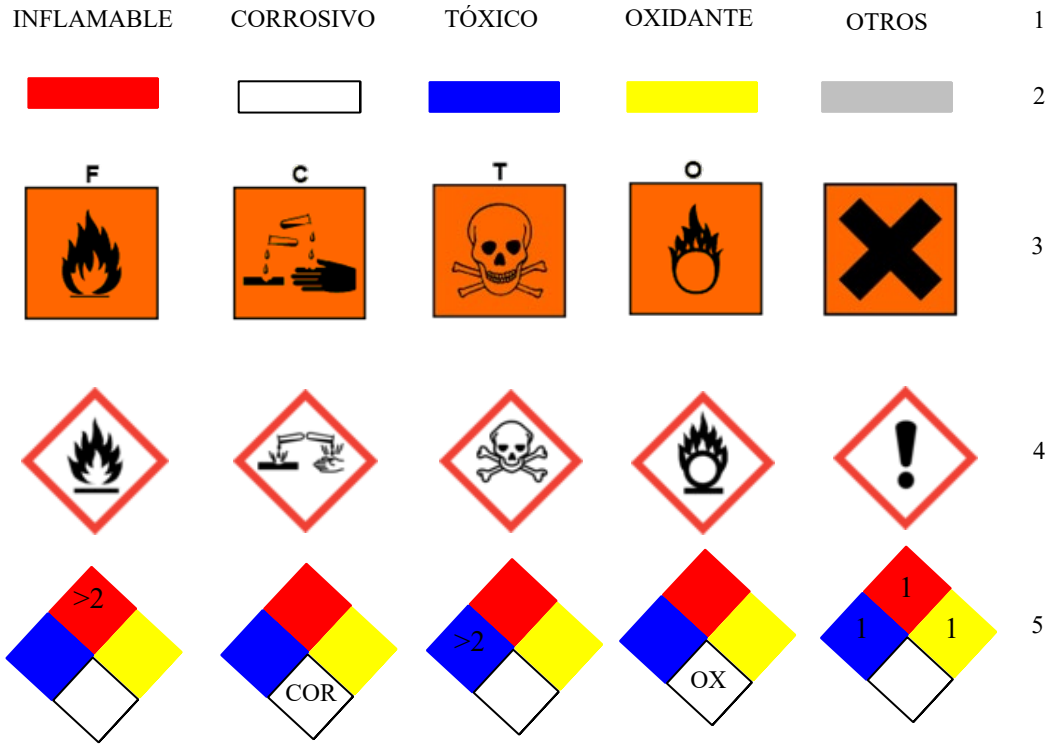


Figura 5. Equivalencias entre algunos sistemas de clasificación de peligros.

9.3-Método de almacenamiento por clase de peligro

Este método se basa en realizar separaciones dentro del mismo estante, dentro del mismo almacén o en establecer la necesidad de usar otro lugar para almacenar las sustancias químicas. Las barreras pueden ser paredes o reactivos inertes y compatibles con los dos grupos de sustancias a separar. La metodología ha seguir es:

9.4.1 Se establecen los grupos o familias

Líquido Inflamable			1A
Sólido inflamable			1B
Experimentan calentamiento			2
Contacto con el agua reaccionan			3
Liquido comburente			4A
Sólido comburente			4B
Peróxido Orgánico			5
Corrosivos (S)			6A
Corrosivos (L)			6B
Sustancias tóxicas efecto agudo (S)			7A
Sustancias tóxicas efecto agudo (L)			7B
Sustancias tóxicas efecto crónico (S)			8A
Sustancias tóxicas efecto crónico (L)			8B
Sustancias peligrosas para el ambiente			9
Sustancias Peligrosas Varias			10
Nocivo/Irritante (S)			11A
Nocivo/Irritante (L)			11B

9.4.2 Se verifica en el cuadro de separación y compatibilidad la asociación de interés

	1A	1B	2	3	4A	4B	5	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9	10	11A	11B
1A																	
1B																	
2																	
3																	
4A																	
4B																	
5																	
6A																	
6B																	
7A																	
7B																	
8A																	
8B																	
9																	
10																	
11A																	
11B																	

9.4.3 Se define la matriz de separación

Se pueden almacenar juntos
Revisar las secciones 7 y 10 de hoja de seguridad del producto químico
Almacenar separados. Se debe almacenar separados por muros, barreras o distancia
L= Sustancias en estado Líquido S=Sustancias en estado Sólido

9.4.4 Se realiza el almacenamiento de acuerdo con la asociación de los grupos de interés del cuadro de separación y la verificación en la matriz de separación.

10 Almacenamiento de sustancias químicas en el laboratorio

Se podrán almacenar sustancias químicas en el laboratorio, instalaciones no destinadas para el almacenamiento o que no sean bodegas, siempre y cuando se haga en tarimas, armarios de seguridad o estantería y separadas de las áreas donde la gente trabaja regularmente. Las cantidades de sustancias peligrosas en el laboratorio se deben mantenerse al mínimo, de acuerdo con las necesidades. No se permite almacenar sustancias químicas en capillas de extracción para gases.

Cuando se habla de almacenamiento de sustancias químicas en laboratorios se refiere a salas anexas, armarios de seguridad o salas interiores, tal y como se puede observar en la figura 6.

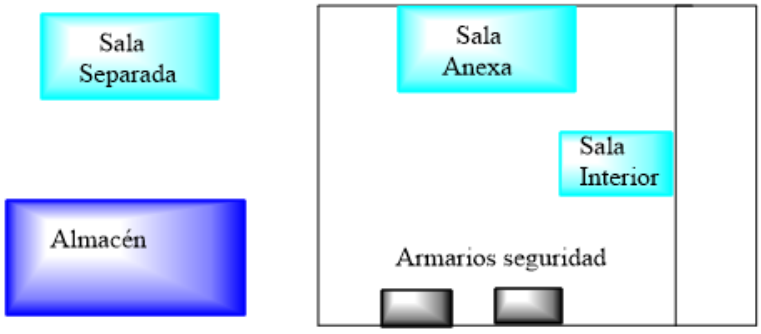


Figura 6. Lugares donde se pueden almacenar sustancias químicas dentro y fuera del laboratorio.

Si se tienen armarios de seguridad la cantidad total de sustancias químicas peligrosas no debe exceder los 600 kg o l y si no se cuenta con armarios de seguridad el máximo debe ser 200 kg o l. Todas las sustancias deben estar en recipientes adecuados y compatibles. Además, todo recipiente debe estar identificado, con su respectiva etiqueta (ver el documento LURQ-UCR-006). Si se almacenan líquidos se deberá tener un sistema de control para derrames (canales y colector), material absorbente, bandejas colectoras u otros dispositivos.

Cuando se almacena sustancias inflamables en armarios de seguridad no se instalarán más de tres armarios en el mismo laboratorio, a no ser que se hagan grupos y se separen 30 m entre sí, en este caso sólo se permite máximo tres armarios por grupo. Sin embargo, no se deben sobrepasar los 100 litros totales de sustancias inflamables en el laboratorio.

10.1 Refrigeradoras para almacenamiento de sustancias químicas

10.1.1 Nunca se deben almacenar sustancias corrosivas, inflamables, peroxidables o tóxicas en refrigeradoras domésticas.

10.1.2 Cuando haya sustancias inflamables (flash point menor a 15 °C) y explosivos todo el sistema eléctrico del refrigerador debe ser antichispa (es decir, los termostatos se han montado externamente y se han eliminado los accesorios de iluminación).

10.1.3 Se recomienda que las refrigeradoras para almacenamiento sean a prueba de explosiones, cuando el peligro de la sustancia así lo amerite.

10.1.4 Todos los envases que se almacenen en refrigeradores deben estar cerrados, sellados y deben tener sus respectivas etiquetas.

10.1.5 Se debe realizar un estudio riguroso de incompatibilidades químicas a la hora de almacenar en refrigeradores.

10.1.6 Se debe colocar una hoja de seguridad impresa (Anexo11.2) en la parte exterior de la refrigeradora, dicha hoja debe estar en un lugar visible.

10.2 Cantidades máximas de productos químicos en los laboratorios

Las cantidades máximas de sustancias químicas permitidas por laboratorio se presentan en el cuadro 1. Las clasificaciones de peligro y definiciones se pueden ver en la reglamentación "Hazardous Substances (Classification) Regulations 2001 (SR 2001/113) de Nueva Zelanda (HSNO) o en el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA). Hay sustancias químicas que caen en más de una categoría de peligro, en estos casos se debe restringir la cantidad presente a la categoría con la menor cantidad permitida.

Cuadro 1. Máximas cantidades de sustancias químicos permitidas en los laboratorios.

Clase de peligro (HSNO/SGA)	Descripción de peligro	Total recipiente cerrado	Total por laboratorio	Ejemplo de sustancias
	Explosivos	**Consultar en la Unidad de Regencia**	**Consultar en la Unidad de Regencia**	Ácido pícrico, perclorato de amonio
3.1ª/Cat 1 (H224)	Líquidos extremadamente inflamables	20 l	10 l (4 x 2.5 l)	Acetaldehído, éter etílico
3.1B/Cat 2 (H225)	Líquidos muy inflamables	250 l	50 l (20 x 2.5 l)	Etanol, acetona, acetato de etilo
3.1C/Cat 3 (H226)	Líquidos inflamables	>250 l	50 l (20 x 2.5 l)	Hexanol
4.1.1ª/Cat 1 H228	Sólidos fácilmente combustibles y sólidos que pueden provocar incendios por fricción	1 kg	1 kg	Aluminio en polvo (Categoría embalaje II y III), fósforo rojo
4.1.1B/Cat 2 H228	Sólidos combustibles	100 kg	5 kg	Hexametilentetraamina
4.2ª/Cat 1 H250	Sustancias altamente pirofóricas	1 kg	1 kg	Magnesio en polvo
4.2B y 4.2C/ Cat 1 y 2 H251 y H252	Sustancias pirofóricas (calentamiento expontáneo)	25 kg	1 kg	Cintas de magnesio
4.3ª/Cat 1 H260	Sólidos que emiten gases inflamables rápidamente cuando entran en contacto con el agua	1 kg	1 kg	Sodio, litio

4.3B/Cat 2 H261	Sólidos que emiten gases inflamables cuando entran en contacto con el agua	25 kg	5 kg	Calcio
4.3C/Cat 3 H261	Sólidos que emiten gases inflamables lentamente cuando entran en contacto con el agua	50 kg	1 kg	Carburo de calcio
5.1.1A/Cat 1 H271	Líquidos o sólidos muy oxidantes	5 kg o 5 L	5 L	Peróxido de hidrógeno; Categoría de embalaje I
5.1.1B/Cat 2 H272	Líquidos o sólidos oxidantes	50 kg o 50 L	10 kg o 10 L	Nitratos de metales; Categoría de embalaje II
5.1.1C/Cat 3 H272	Líquidos o sólidos poco oxidantes	100 kg o 100 L	10 kg o 10 L	Nitrato de amonio; Categoría de embalaje III
5.2A a 5.2F/ Tipo A a F H240, H241, H242	Peróxidos orgánicos fuertes	**Consultar en la Unidad de Regencia**	**Consultar en la Unidad de Regencia**	Peróxido de benzoílo, ácido peracético
6.1A a 6.1C/ Cat 1 a 3 H300,H301,H310, H311,H330,H331	Tóxicos agudos	Bajo control del director del laboratorio o la persona a cargo	Mantener la mínima cantidad a utilizar.	Cianuro de potasio, ácido fluorhídrico
6.3, 6.4/ Cat 2 y 3 H315,H316 H319,H320	Irritantes	No regulado	Mantener la mínima cantidad a utilizar.	Piel: Canfín Ojos: Persulfato de amonio
6.5/Cat 1 H334, H317	Sensibilizantes	No regulado	Mantener la mínima cantidad a utilizar.	Formaldehído, Isocianatos
6.6A/Cat 1 H340	Mutagénicos	No regulado	Mantener la mínima cantidad.	Fenol, acrilamida
6.7A/Cat 1 H350	Cancerígenos	10 kg o 10 L	Mantener la mínima cantidad a utilizar.	Dicromato de potasio, benceno
6.8A/Cat 1 H360	Tóxicos para el desarrollo o la reproducción humana	No regulado	Mantener la mínima cantidad a utilizar.	Nitrato de plomo, formamida

6.9A/Cat 1 H370, H372	Tóxicos para órganos o sistemas diana	No regulado	Mantener la mínima cantidad a utilizar.	Metanol, anilina
8.2A y 8.3 A/ Cat 1A y Cat 1 H314 y H318	Corrosivos	Más de 20 L deben almacenarse en gabinetes o armarios de seguridad. No se permiten más de 100 L	Mantener la mínima cantidad a utilizar.	Ácido clorhídrico, ácido nítrico
9.1A, 9.2A, 9.3A, 9.4A/ Cro 1, Ag 1, Cat 1 H400,H410, H420	Ecotóxicos (*)	No regulado	Mantener la mínima cantidad a utilizar.	Nitrato de plata, hexano, mercurio

(*) En el sistema de clasificación HSNO existen las categorías 9.2A, 9.3A y 9.4A que corresponden a ecotoxicidad para suelos, vertebrados e invertebrados terrestres respectivamente, dichas categorías no están presentes en el SGA. Además, la categoría de peligro para la capa de ozono está fuera del alcance de HSNO.

10.3 Cilindros de gas en los laboratorios

Se debe colocar una hoja de seguridad impresa (Anexo 11.2) en la parte exterior de los laboratorios donde haya gases, dicha hoja debe estar en un lugar visible.

En los laboratorios sólo se permiten cilindros en uso, ya sea conectados a equipos, instrumentos o para ciertas reacciones, se debe consultar a la Unidad de Regencia Química donde se pueden colocar dichos gases. No se deben tener más de 2 cilindros de cada tipo de gas adyacentes a cada instrumento. Todos los cilindros de gas se deberán inmovilizar de forma segura a objetos, como paredes o soportes, figura 7.

Figura 7. Forma segura de mantener los cilindros dentro de las áreas de trabajo.

Los cilindros no se deben tener cerca de elevadores, sistemas de ventilación u otras aberturas donde el gas se puede esparcir. Los gases inflamables se deben almacenar a una distancia mínima de 3 metros de los gases oxidantes, a menos que estén separados por un muro cortafuego. Los gases inflamables se deben almacenar al menos a 3 metros de distancia de cualquier salida.

La máxima cantidad de cilindros (23x130 cm) con gases oxidantes o inflamables que se pueden tener por cada 47 m^2 de laboratorio o área de trabajo será de 3 de cada categoría.

11-Anexos

11.1 Incompatibilidades químicas

Se debe recordar que las listas de incompatibilidades químicas no son un estudio completo, siempre se debe ver las FDS para una visión individual de cada sustancia. Si la sustancia química tiene más de un grupo funcional, se debe clasificar en la familia de mayor peligro.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Ácidos inorgánicos	**Ácidos orgánicos, agentes quelantes, compuestos orgánicos en general, bases, metales.**
Ácido clorhídrico	Aluminio, aminas, carburos, hidruros, flúor, metales alcalinos, metales, permanganato de potasio, bases y sus disoluciones, halogenuros, ácido sulfúrico concentrado, óxidos de metaloides, aldehídos, sulfuros, etileno, oxidantes fuertes y aluminio. Ataca los metales formando hidrógeno.
Ácido fluorhídrico	Bases, permanganato de potasio, se debe evitar almacenar en vidrio.
Ácido nítrico	Evitar el calentamiento. Sustancias orgánicas, compuestos oxidables, metales y aleaciones metálicas, óxidos metálicos, metales alcalinos y alcalinotérreos, bases y sus disoluciones, ácidos, hidruros, halógenos, compuestos halogenados, óxidos no metálicos, no metales, fósforos, nitruros, peróxido de hidrógeno, metales en polvo, resinas de intercambio aniónicas.
Ácido fosfórico	Calentamiento fuerte, bases, metales, óxidos metálicos.
Ácido oxálico	En presencia de calor se descompone originando ácido fórmico y monóxido de carbono. Reacciona con oxidantes fuertes. Reacciona con algunos compuestos de plata formando oxalato de plata explosivo. Bases y sus disoluciones, halogenuros, metales alcalinos y agua/calor. Reacciona con compuestos de plata, mercurio e hipoclorito de sodio
Ácido perclórico	Compuestos orgánicos, metaloides y sus óxidos, metales, ácidos, halógenos, óxidos no metálicos, reductores, ácido nítrico, ácido sulfúrico concentrado, calor, impurezas/polvo.
Ácido sulfúrico	Calentamiento fuerte. Agua, metales y compuestos alcalinos y alcalinotérreos, bases y sus disoluciones, ácidos, metales (origina hidrógeno), fósforo, halogenuros, permanganatos, nitratos, carburos, peróxidos, nitruros.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Ácidos orgánicos	**Agentes oxidantes, bases, amoniaco, aminas alifáticas, aminoalcoholes, aminas aromáticas, ácidos inorgánicos fuertes, agentes quelantes.**
Ácido acético (glacial)	Calentamiento fuerte. Anhídridos, aldehídos, alcoholes, halogenuros de halógeno, oxidantes fuertes, metales, hidróxidos alcalinos, halogenuros de no metales, etanolamina, bases fuertes. Reacciona con oxidantes como el trióxido de cromo o permanganato potásico. Ataca muchos metales formando hidrógeno.
Ácido benzoico	Flúor, oxígeno. Oxidantes.
Ácido cítrico	Agentes oxidantes, reductores, bases, nitratos metálicos.
Ácido fórmico	Calentamiento. Soluciones de hidróxidos alcalinos, aluminio, oxidantes fuertes, ácido sulfúrico, óxidos no metálicos, nitrocompuestos orgánicos, catalizadores metálicos, óxidos de fósforo, peróxido de hidrógeno. Ataca muchos metales en presencia de agua. Ataca muchos plásticos.
Ácido láctico	Ácido nítrico, ácido fluorhídrico.
Ácido pícrico	Puede descomponerse con explosión por choque, fricción o sacudida. Puede estallar por calentamiento intenso. Formación de compuestos inestables al choque frente al contacto con cobre, plomo, mercurio y cinc. Reacción con oxidantes y agentes reductores.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Acrilatos	**Ácido sulfúrico, ácido nítrico, aminas aromáticas, alcoholaminas.**
Acroleína	Puede formar peróxidos explosivos. Puede polimerizar con peligro de incendio o explosión. Por calentamiento se producen humos tóxicos. Reacciona con bases, ácidos, aminas, tiourea, sales metálicas, oxidantes con peligro de incendio y explosión.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Alcoholes y glicoles	**Oxidantes, bases, aminas alifáticas, isocianatos.**
Alcohol bencílico	Oxidantes, halogenuros no metálicos, ácido sulfúrico, iniciadores de la polimerización
Alcohol butílico	Calor, sustancias oxidantes, peróxidos orgánicos, aluminio, trióxido de cromo.

Alcohol etílico	Calentamiento fuerte, metales alcalinos y alcalinotérreos, oxidantes fuertes.
Alcohol isopropílico	Calentamiento fuerte. Metales alcalinos y alcalinotérreos, aluminio, oxidantes, nitrocompuestos.
Alcohol metílico	Halogenuros de ácido, metales alcalinos y alcalinotérreos, oxidantes, hidruros, halógenos, hipoclorito de sodio. Se descompone por calentamiento intenso desprendiendo formaldehído y monóxido de carbono.
Alcohol n-propílico	Reacciona con oxidantes fuertes.
Glicerina	Forma acroleína en contacto con superficies calientes. Reacciona con oxidantes fuertes con riesgo de incendio y explosión.
Trietanolamina	Ácidos, anhídridos, oxidantes.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Aldehídos	**Ácidos no oxidantes, bases, amoníaco, aminas alifáticas, alcoholaminas, aminas aromáticas, ácidos fuertes, oxidantes.**
Acetaldehído	Puede formar peróxidos explosivos en contacto con el aire. Reacciona con oxidantes. Puede polimerizar por influencia de ácidos, trazas metálicas y materiales alcalinos.
Formaldehído	Calentamiento. Metales alcalinos, ácidos, oxidantes, carbonato de magnesio, bases fuertes, fenol, urea.
Furfural	La sustancia polimeriza bajo la influencia de ácidos o bases con peligro de incendio o explosión. Reacciona fuertemente con oxidantes o con aceite mineral.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Amidas	**Ácido sulfúrico, ácido nítrico, amoníaco, isocianatos, fenoles, cresoles.**
Acetamida	Reacción exotérmica con: agentes oxidantes fuertes, reductores fuertes, ácidos fuertes y bases.
Dimetilformamida	Metales alcalinos, halógenos, halogenuros, reductores, nitratos, óxidos metálicos, oxidantes fuertes, hidrocarburos halogenados. Por combustión puede formar dimetilamina, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono.
Formamida	En caso de fuerte calentamiento pueden producirse mezclas explosivas con el aire, sensible al calor. Ácidos, bases y oxidantes.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Aminas	**Ácidos, aldehídos, anhídridos, compuestos nitrogenados, fenol, isocianatos,**
EDTA sal sódica	Oxidantes fuertes, metales.
Trietilamina	Mantener alejado de llamas desnudas, superficies calientes y fuentes de ignición. Agentes oxidantes fuertes, ácidos fuertes y agentes reductores fuertes.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Amoníaco	**Disoluciones de hidróxidos alcalinos, ácidos, halógenos, aldehídos, amidas y oxidantes. Se forman compuestos inestables frente al choque con óxidos de mercurio, plata y oro. Ataca el cobre, aluminio y cinc y sus aleaciones.**

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Anhídridos	**Ácidos no oxidantes, ácido sulfúrico, ácido nítrico, bases, amoníaco, aminas.**
Anhídrido acético	Evitar el calentamiento, sensible a la humedad. Riesgo de explosión con: etanol, agentes oxidantes fuertes, nitrato de amonio. Reacción exotérmica con: Amoniaco, hidróxido de potasio, nitratos, hidróxido de sodio, ácido acético.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Azidas	**Explosivo en contacto con cobre, plomo, aluminio, ácidos, cloruro de benzoílo.**
Azida de sodio	Evitar el calentamiento fuerte. Ácidos, metales pesados, sales metálicas, bromo, diclorometano, agua, cobre.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Carbonatos y derivados	**Cianuros, ácidos.**
Carbonato de sodio	Aluminio, metales alcalinos y alcalinotérreo, ácido sulfúrico, óxidos no metálicos.
Carbonato de potasio	Ácidos, hidrocarburos halogenados.
Bicarbonato de sodio	Conservar alejado del calor. Descomposición comienza a partir de temperaturas de: >50 °C. Compuestos de amonio, metales alcalinos, ácidos.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Cetonas	**Ácido sulfúrico, ácido nítrico, aminas alifáticas, alcoholaminas.**
Acetona	Calentamiento. Hidróxidos alcalinos, halógenos, hidrocarburos halogenados, metales, etanolamina. Puede formar peróxidos explosivos con oxidantes.

Ciclohexanona	Calentamiento. Agentes oxidantes originan riesgo de incendio y explosión.
Metil etil cetona (MEK)	Oxidantes fuertes y ácidos inorgánicos con peligro de incendio. Reacciona con isopropanol.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Ésteres y acetatos	**Ácido sulfúrico, ácido nítrico.**
Acetato de amilo	Agentes oxidantes fuertes.
Acetato de etilo	Calentamiento. Metales alcalinos, flúor, hidruros, oxidantes fuertes, bases y ácidos, No se puede almacenar en ciertos recipientes plásticos.
Acetato de isoamilo	Calentamiento. Sustancias inflamables.
Acetato de metilo	Aire, bases, oxidantes fuertes, agua. Ataca muchos metales.
Acetato de n-butilo	Oxidantes fuertes.
Acetato de propilo	Oxidantes, ataca plásticos.
Acetato de sodio	Calentamiento por encima de 120 º. Nitratos, ácidos fuertes. Reacciona con flúor, oxidantes. Reacciona con plata, cobre, mercurio y sus sales formando acetiluros sensibles al choque.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Éteres	**Ácidos fuertes, oxidantes.**
1,4-Dioxano	Puede formar peróxidos explosivos. Reacciona vigorosamente con oxidantes y ácidos fuertes. Reacciona explosivamente con algunos catalizadores.
Éter etílico	Halógenos, no metales, oxidantes fuertes, nitratos, cloruros metálicos, ácidos fuertes, material orgánico, compuestos de azufre.
Tetrahidrofurano	Calentamiento fuerte. Oxidantes fuertes, hidróxido de potasio, hidróxido de sodio, sodio, aluminio. Se pueden formar peróxidos explosivos.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Fosfatos	**Nitrato de plata**
Fosfato de sodio	Descomposición comienza a partir de temperaturas de: >75 °C. Ácidos fuertes

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Halogenuros	**Metales alcalinos**
Cloruro de amonio	Calentamiento fuerte. Hidróxidos alcalinos, cloro, cloratos, nitratos, nitritos. Reacciona con ácidos fuertes, amoníaco.

Cloruro de cadmio II	Se descompone por calentamiento intenso formando humos muy tóxicos de cadmio y cloro. Reacciona con oxidantes fuertes.
Cloruro de mercurio II	Explosivo en contacto con fósforo, antimonio, arsénico, sales de plata, por calor.
Yoduro de potasio	Metales alcalinos, amoníaco, flúor, peróxido de hidrógeno. Sustancias inflamables.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Hidrocarburos	**Sustancias oxidantes, ácidos fuertes**
Acrilamida	Por calentamiento intenso o influencia de la luz puede polimerizar violentamente. Al descomponerse por calor puede producir gases tóxicos y óxidos de nitrógeno. Reacción violenta con oxidantes.
Heptano	Oxidantes fuertes. Ataca muchos plásticos
Hexano	Calentamiento. Oxidantes fuertes.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Hidrocarburos aromáticos	**Ácido nítrico, ácido sulfúrico.**
Anilina	Oxidantes, ácidos fuertes, anhídrido acético, metales alcalinos y alcalinotérreos originando hidrógeno, nitrocompuestos, benceno y derivados. Produce humos de amoniaco y vapores inflamables por calentamiento intenso.
Benceno	Calentamiento fuerte. Ácidos inorgánicos, azufre, halógenos, oxidantes, hidrocarburos halogenados.
Benzaldehído	Calentamiento fuerte. Bases, metales alcalinos, aluminio, hierro, fenoles, aire, oxígeno.
Bromuro de etidio	Calentamiento fuerte. Material oxidante.
Clorobenceno	Altas temperaturas. Metales alcalinos y alcalinotérreos, oxidantes, sulfóxidos. Reacciona violentamente con cloratos. Ataca el caucho.
Fenol	Puede explotar por calentamiento intenso por encima de 78 ºC. Reacciona con oxidantes, formaldehído, nitrito de sodio.
Hidroquinona	Oxidantes fuertes, disoluciones de hidróxidos alcalinos.
Piridina	Oxidantes fuertes. Ácidos fuertes, sulfóxidos, anhídridos. Por combustión forma humos tóxicos. Al calentar intensamente se origina cianuro de hidrógeno.
Tolueno	Calentamiento fuerte. Oxidantes fuertes, azufre y calor, óxidos de nitrógeno, nitrocompuestos.
Xileno	Materiales oxidantes, azufre.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Hidrocarburos halogenados	**Ácidos inorgánicos, bases, metales, sales inorgánicas.**
Diclorometano (CH_2Cl_2)	Metales alcalinos y alcalinotérreos, metales en polvo, amidas alcalinas, alcoholes, hidrocarburos aromáticos, oxidantes fuertes, aluminio, bases fuertes.
Tetracloruro de carbono	Calentamiento fuerte. Metales alcalinos y alcalinotérreos, aluminio en polvo, aire, oxígeno, halogenuros de aluminio, amidas. Reacciona con algunos metales como Al, Ba, Mg, K, Na y también con F originando peligro de incendio y explosión.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Hidróxidos	**Ácidos, acrilatos, aldehídos, anhídridos, amoniaco, compuestos nitrogenados, hidrocarburos halogenados, metales, isocianatos.**
Hidróxido de potasio	Reacciona violentamente con ácidos fuertes y con estaño, cinc, aluminio y plomo originando hidrógeno. Metales, ácidos, alcoholes, tetrahidrofurano.
Hidróxido de sodio	Metales, ácidos, nitrilos, compuestos de amonio, cianuros, magnesio, nitrocompuestos, inflamables orgánicos, fenoles y compuestos oxidables. Junto con cinc, estaño, plomo y aluminio se puede formar hidrógeno.
Hidróxido de calcio	Ácidos, metales alcalinos

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Isocianatos	**Ácidos minerales no oxidantes, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácidos orgánicos, bases, aminas alifáticas, aminas aromáticas, amidas, alcoholes, glicoles.**

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Metales	**Ácidos fuertes, hidrocarburos halogenados insaturados**
Mercurio	Amoníaco, oxidantes, nitratos, cloratos, ácido nítrico con etanol, metales alcalinos, azidas, aminas, halógenos, ácidos.
Metales alcalinos (Na, K, Cs)	Agua, halógenos, haluros de alquilo, dióxido de carbono, azufre

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Nitratos	**Ácido sulfúrico, éter etílico, mercurio, reductores, algunas sales de amonio.**
Nitritos	**Cianuro de potasio, cloruro de amonio, ácidos.**
Nitrato de amonio	Al calentar se puede producir combustión violenta o explosión. Se descompone por calentamiento intenso produciendo óxidos de nitrógeno. Reacciona con materiales combustibles y reductores.
Nitrato de potasio	Metales pesados, fosfitos, compuestos orgánicos, material carbonoso, ácidos fuertes, agentes reductores.
Nitrato de sodio	Se descompone al calentarla desprendiendo óxidos de nitrógeno y oxígeno. Reacciona con materiales combustibles y reductores. Aluminio, óxido de aluminio, fibras orgánicas.
Nitrito de sodio	Puede estallar por calentamiento intenso. Se descompone en contacto con ácidos débiles. Reacciona con materiales combustibles y reductores originando riesgo de incendio y explosión. Hidrazina, sales de amonio, tiocianatos, cianato de potasio, ferricianuros, cianuros metálicos, fenol, disulfito de sodio, tiosulfato de sodio, urea.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Nitrilos	**Ácido sulfúrico.**
Acetonitrilo	Calentamiento originando cianuro de hidrógeno y óxidos de nitrógeno. Sustancias oxidantes.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Nitrocompuestos	**Bases, amoníaco, aminas alifáticas, alcoholaminas, aminas aromáticas.**

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Oxidantes	**Ácidos clorhídrico, acético, oxálico y fórmico. Reductores, material orgánico, compuestos orgánicos, material combustible e inflamable.**
Clorato de potasio	Produce dióxido de cloro, cloro y oxígeno al calentar intensamente, o en contacto con sustancias orgánicas, agentes combustibles, ácido sulfúrico, polvos metálicos o sustancias con el grupo amonio. Reacciona con materiales orgánicos o combustibles, azufre, vapores inflamables, hidracina, hidroxilamina, cloruro de cinc, aminas, hidrazina.

Dicromato de potasio	Inflamables orgánicos, anhídridos, hidracina y derivados, hidroxilamina, sulfuros en agua, reductores, ácido sulfúrico concentrado, glicerina, boro, hierro, magnesio, metales en polvo.
Hipoclorito de sodio	Aminas, calor, ácidos, material orgánico, reductores.
Nitrato de plata	Amoniaco, etanol, sales de amonio, bases, aluminio, carbón, carbonatos, cloruros, fosfatos, plásticos, tiocianatos, ácido tánico.
Óxido de cromo VI	Sustancias combustibles y reductoras, bases.
Permanganato de potasio	Ácido acético, acetona, ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico, peróxido de hidrógeno, compuestos orgánicos oxigenados, manitol, trietanolamina, acetaldehído, ácido sulfúrico, dimetilformamida, azufre, fósforo, compuestos de amonio.
Peróxido de hidrógeno	Metales alcalinos y alcalinotérreos, hidróxidos alcalinos, metales, sales metálicas, no metales, aldehídos, alcoholes, aminas, amoníaco, hidracina, hidruros, sustancias inflamables, éteres, ácidos, anhídridos, oxidantes, nitrocompuestos.
Tetróxido de osmio	Calentamiento. Reacciona con combustibles y reductores. Forma compuestos inestables con bases. Reacciona con ácido clorhídrico originando cloro gaseoso tóxico.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Reductores	**Ácidos, materiales oxidantes, alcoholes, halógenos, haluros, nitratos.**
Borohidruro de sodio	Calor. Ácidos, agua, oxidantes, hidróxidos alcalinos
Tiosulfato de sodio	Nitratos, nitritos y peróxidos, ácidos, agentes oxidantes.

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Sulfatos	
Sulfato de bario	Fósforo. La reducción con aluminio produce reacción violenta. Forma humos tóxicos de óxidos de azufre por calentamiento intenso.
Sulfato de mercurio	Al calentar se pueden formar humos de óxidos de azufre y mercurio. Reacciona violentamente con cloruro de hidrógeno.
Sulfato de plomo	Potasio

Sustancias	Incompatibilidades y condiciones por evitar
Tioles, orgánicos con azufre y sulfuros	**Oxidantes, ácidos.**
Dimetilsulfóxido	Oxidantes

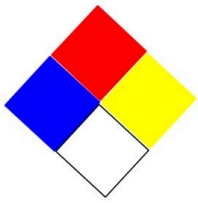
11.2 Hoja de seguridad

Precaución

URQ Unidad de Regencia Química

Unidad:_____

Pictograma SGA	Cantidad



NFPA

Contacto	Nombre	Oficina	N° telefónico
Director o jefe			
Encargado			

Mes	Año	Números emergencias
		25114911/88473775

Instrucciones de llenado (los datos se puede llenar impresos o escritos a mano, con letra legible).

1-En la parte de unidad se debe colocar el nombre del laboratorio o bodega.
2-Se debe colocar una X en las casillas de peligros, si hay sustancias químicas presentes y la cantidad máxima anual que puede estar en el laboratorio o bodega.
3-Se debe colocar el número (de 0 a 4) de clasificación NFPA 704 más alto que corresponda a las sustancias presentes en el lugar.
4-Se deben colocar los datos del director o jefe del laboratorio o bodega.
5-Se debe poner la fecha de elaboración del documento, en caso de ocurrir algún cambio en las sustancias presentes se debe elaborar nuevamente.

12-Bibliografía

1-Hackett, W. J. y Robbins, G. P. *Manual técnico de seguridad*. Representaciones y servicios de ingeniería S.A., México D.F.,1989.

2-Turner, M. F. *Chemical Hygiene Plan*. Yale University, Connecticut, 1991.

3-Bernabei, D. *Seguridad, Manual para el laboratorio*. Merck, Darmstadt, 1994.

4-Servicio de Mantenimiento, 2007, Universidad de Sevilla, España, www.servicio.us.es/smanten/uma/rp/incompatibilidades.htm.

5-Mallinckrodt-J.T Beaker, 2007, Estados Unidos,

www.mallbaker.com/Americas/catalog/features/safTlabel.asp

6-Winkler, 2007, Santiago, Chile, www.stultda.cl/

7-Flinn Scientific, *Catalog/Reference Manual*, USA, 2005.

8-Department of employment and Industrial Relations, 2005, Queensland Government, www.deir.qld.gov.au/workplace/subjects/hazardousmaterials/incompatible/isolation/index.htm

9-NFPA 704: Sistema estándar para la identificación de los riesgos de materiales para la Respuesta a Emergencias.

10-NFPA 45: Norma de Protección contra Incendios para los Laboratorios que utilizan productos químicos.