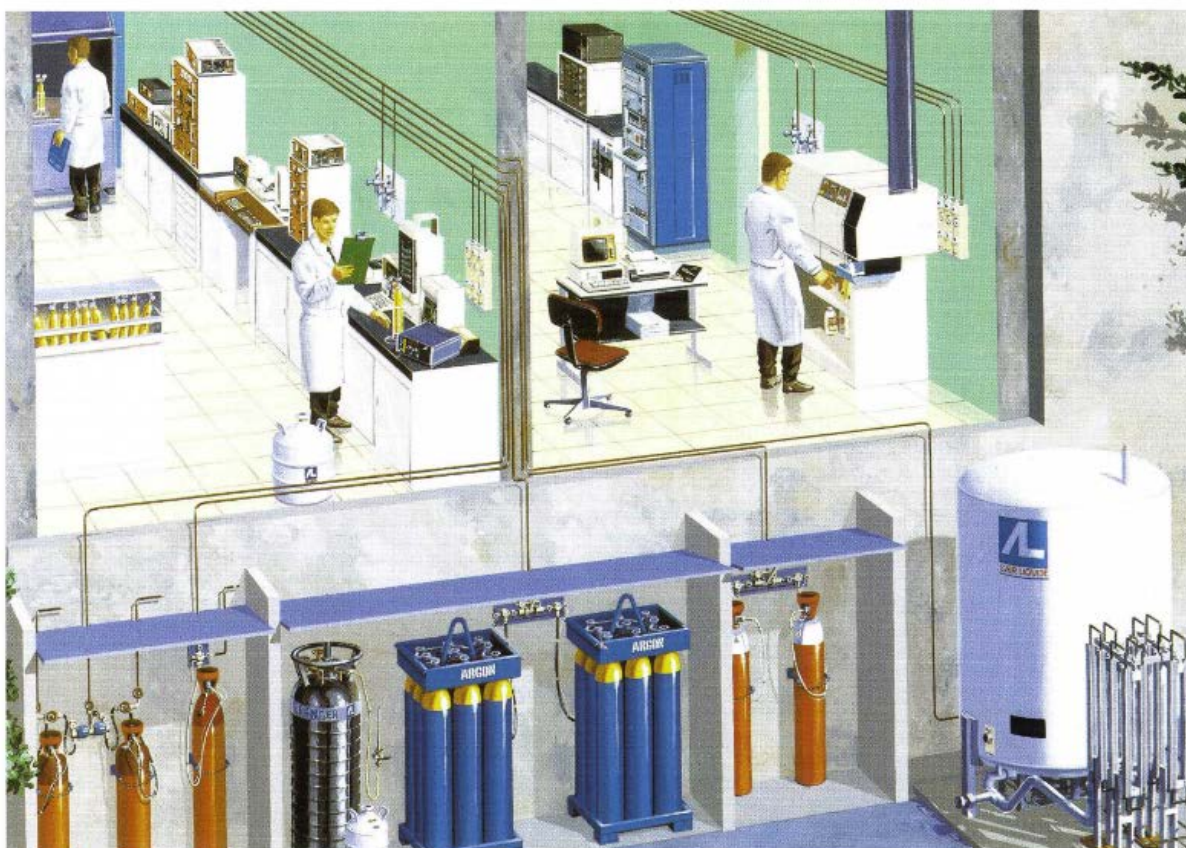


CONTROL DE RIESGOS EN EL LABORATORIO



Casella España S.A.
Polígono Európolis
C/ Belgrado, 4B
28232 Las Rozas-Madrid
Tel.: 91-640 75 19
online@casella-es.com
www.casella-es.com

INDICE.

1.- Riesgo de los productos químicos.	Pág. 3 - 13
2.- Manipulación de productos químicos.	Pág. 13- 21
3.- Almacenamiento de productos químicos.	Pág. 21 - 23
4.- Manipulación de gases.	Pág. 24 - 29
5.- Riesgo de incendio.	Pág. 30 - 36
6.- Control del riesgo ambiental.	Pág. 37 - 43
7.- Riesgo asociado a la utilización de material de vidrio.	Pág. 44 - 46
8.- Riesgo asociado a equipos de laboratorio.	Pág. 47 - 55
9.- Medidas de protección.	Pág. 56 – 60
10.- Señalización.	Pág. 60 - 61
11.- Bibliografía.	Pág. 62

1. RIESGOS DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS.

1. Introducción.

Uno de los principales problemas en el laboratorio es la utilización de una gran variedad de productos químicos, frecuentemente en pequeñas cantidades, a menudo con peligrosidad y toxicidad elevadas, la realización de operaciones muy diversas con ellos.

De manera general, el riesgo de los productos químicos se debe a dos tipos de factores:

- ❖ Factores intrínsecos. Debidos a las propiedades físico químicas y toxicológicas del producto o a la reactividad.
- ❖ Factores externos. Debidos a las condiciones de empleo y/o a la inseguridad con que estos productos químicos se emplean. Dicho riesgo se daría por:
 - ❖ Fallos de la instalación o equipos.
 - ❖ Inadecuada organización.
 - ❖ Comportamiento humano inadecuado debido al desconocimiento de la peligrosidad del producto, o proceso químico, y a una falta de formación para **seguir** procedimientos de trabajo seguros.

Así, compuestos de peligrosidad intermedia, manejados sin precaución pueden ser más peligrosos que otros de peligrosidad alta manejados en condiciones **adecuadas**.

2. Identificación de productos.

Una correcta identificación de los productos, en donde se den a conocer las informaciones de peligrosidad y precauciones a seguir en su manejo, es fundamental.

Dicha información la encontramos en:

El correcto etiquetado de los envases contenedores de sustancias peligrosas. Las fichas de seguridad de los productos (MSDS).

3. Etiquetado.

El etiquetado ayuda en el control de los riesgos ya que evita confusiones y errores, en la manipulación y almacenamiento de los productos. Además, nos indica las primeras medidas preventivas a adoptar y nos informa de las actuaciones en caso de accidente.

Un buen etiquetado es de gran utilidad ya que nos permite:

- ❖ Tener una información inmediata del producto, sobre los riesgos que implican su utilización y las condiciones de almacenamiento.
- ❖ Evitar confusiones y errores de manipulación, así como riesgos por la combinación de productos incompatibles.
- ❖ Organizar la prevención.

- ❖ La correcta organización del almacén de productos, aumentando las condiciones de seguridad, reduciendo así el tiempo empleado en buscar los productos almacenados y disminuyendo los riesgos de confusión entre productos.
- ❖ Una buena actuación en caso de accidente, debido a las recomendaciones que en él encontramos.
- ❖ Obtener información sobre su eliminación y protección del medio ambiente.

La legislación española recoge en el R.D. 363/1995 las directivas europeas sobre "clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos". Según esta reglamentación todo envase deberá llevar de manera legible e indeleble, al menos en la lengua oficial del Estado, las siguientes indicaciones:

- ❖ Nombre de la sustancia y su concentración. (Anexo I del R.D. 363/95)
- ❖ Nombre y dirección completas, incluido el teléfono, del responsable de la comercialización: Fabricante, importador o distribuidor de la sustancia.
- ❖ Pictogramas normalizados de indicación de peligro. Estos deberán ir impresos en negro sobre fondo amarillo anaranjado. Estos pictogramas se describen en el apartado siguiente.
- ❖ Frases que indican los riesgos específicos de la sustancia (Frases R). Están representadas por una serie de números precedidos de la letra R. Los números se separan mediante un guión, indicando afirmaciones independientes, o bien mediante una barra inclinada, que indica una afirmación combinada en una única frase.
- ❖ Frases con los consejos de prudencia (Frases S). Estas están representadas por una serie de números precedidos de la letra S. Al igual que en las frases R, estos números pueden ir separados mediante un guión o una barra inclinada, según hagan referencia a afirmaciones independientes o combinadas.
- ❖ El número CEE, si está asignado.
- ❖ Las sustancias que figuran en el anexo I del R.D. 363/1995 llevarán en la etiqueta la frase "ETIQUETA CEE".
- ❖ Las indicaciones tales como "no tóxico", "inocuo", no podrán figurar en la etiqueta ni en el envase.

Para el formato de la etiqueta se seguirán las siguientes normas:

La etiqueta se fijará sólidamente de forma que esta pueda leerse horizontalmente cuando el envase esté colocado en posición normal. Esta nunca se colocará en cierres o zonas utilizadas para abrir el envase.

El tamaño de la etiqueta será como mínimo el que se indica en la siguiente tabla.

Capacidad (L)	Formato (MM)
$C \leq 3$	52 x 74
$3 < C \leq 50$	74 x 105
$50 < C \leq 500$	105 x 148
$C > 500$	148 x 210

- ❖ Los símbolos no ocuparán nunca una superficie inferior a 1 cm .
- ❖ La presentación y el color de la etiqueta o envase permitirán que el símbolo de peligro el fondo sobre el que esté impreso destaquen claramente.
- ❖ Cuando los envases sean muy pequeños o no permitan la utilización de etiquetas se podrá aplicar otra forma adecuada siempre que previamente se ponga en conocimiento de la autoridad competente.

3.1 Frases **S**: Consejos de prudencia.

- S 1 Consérvese bajo llave.
- S2 Manténgase fuera del alcance de los niños.
- S3 Consérvese en lugar fresco.
- S4 Manténgase lejos de locales habitados.
- S5 Consérvese en (líquido apropiado a especificar por el fabricante).
- S6 Consérvese en (gas inerte a especificar por el fabricante).
- S7 Manténgase el recipiente bien cerrado.
- S8 Manténgase el recipiente en lugar seco.
- S9 Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.
- S12 No cerrar el recipiente herméticamente.
- S13 Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.
- S 14 Consérvese lejos de (materias incompatibles a especificar por el fabricante).
- S 15 Conservar alejado del calor.
- S16 Conservar alejado del calor. No fumar.
- S17 Manténgase lejos de materiales combustibles.
- S18 Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.
- S20 No comer ni beber durante su utilización.
- S21 No fumar durante su utilización.
- S22 No respirar el polvo.
- S23 No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles (denominación adecuada a especificar por el fabricante).
- S24 Evítese el contacto con la piel.
- S25 Evítese el contacto con los ojos.
- S26 En caso, de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
- S27 Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
- S28 En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con ... (productos a especificar por el fabricante).
- S29 No tirar los residuos por el desagüe.
- S30 No echar jamás agua a este producto.
- S33 Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.
- S35 Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
- S36 Usen ropa de protección adecuada.
- S37 úsense guantes adecuados.
- S38 En caso de ventilación insuficiente, úsense equipo respiratorio adecuado.

- S39 Utilice un aparato de protección para los ojos / la cara.
- S40 Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese (a especificar por el fabricante).
- S41 En caso de incendio y/o de explosión, no respire los humos.
- S42 Durante las fumigaciones/pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado (denominación adecuada a especificar por el fabricante).
- S43 En caso de incendio, utilizar ... (los medios de extinción los debe especificar el fabricante). Si el agua aumenta el riesgo, se deberá añadir: "No usar nunca agua".
- S45 En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrole la etiqueta).
- S46 En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstrole la etiqueta o el envase.
- S47 Consérvese a una temperatura no superior a.... (a especificar por el fabricante).
- S48 Consérvese húmedo con... (medio apropiado a especificar por el fabricante).
- S49 Consérvese únicamente en el recipiente de origen
- S50 No mezclar con ... (a especificar por el fabricante).
- S51 úsese únicamente en lugares bien ventilados.
- S52 No usar sobre grandes superficies en locales habitados.
- S53 Evítese la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso.
- S56- Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto autorizado recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
- S57 Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.
- S59 Remítirse al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación / reciclado.
- S60 Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.
- S61 Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.
- S62 En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrole la etiqueta o el envase.

3.2 Frases R: Frases de riesgo.

- R1 Explosivo en estado seco.
- R2 Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R3 Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R4 Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.
- R5 Peligro de explosión en caso de calentamiento.
- R6 Peligro de explosión en contacto o sin contacto con el aire.
- R7 Puede provocar incendios.
- R8 Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.
- R9 Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.
- R10 Inflamable.
- R11 Fácilmente inflamable.











- R12 Extremadamente inflamable.
- R14 Reacciona violentamente con el agua.
- R15 Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables.
- R16 Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes.
- R17 Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.
- R18 Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas/inflamables.
- R19 Puede formar peróxidos explosivos.
- R20 Nocivo por inhalación.
- R21 Nocivo en contacto con la piel.
- R22 Nocivo por ingestión.
- R23 Tóxico por inhalación.
- R24 Tóxico en contacto con la piel.
- R25 Tóxico por ingestión.
- R26 Muy tóxico por inhalación.
- R27 Muy tóxico en contacto con la piel.
- R28 Muy tóxico por ingestión.
- R29 En contacto con agua libera gases tóxicos.
- R30 Puede inflamarse fácilmente al usarlo.
- R31 En contacto con ácidos libera gases tóxicos.
- R32 En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.
- R33 Peligro de efectos acumulativos.
- R34 Provoca quemaduras.
- R35 Provoca quemaduras graves.
- R36 Irrita los ojos.
- R37 Irrita las vías respiratorias.
- R38 Irrita la piel.
- R39 Peligro de efectos irreversibles muy graves.
- R40 Posibilidad de efectos irreversibles.
- R41 Riesgo de lesiones oculares graves.
- R42 Posibilidad de sensibilización por inhalación.
- R43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel..
- R44 Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.
- R45 Puede provocar cáncer.
- R46 Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.
- R48 Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.
- R49 Puede causar cáncer por inhalación.
- R50 Muy tóxico para los organismos acuáticos.
- R51 Tóxico para los organismos acuáticos.
- R52 Nocivo para los organismos acuáticos.
- R53 Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
- R54 Tóxico para la flora.
- R55 Tóxico para la fauna.
- R56 Tóxico para los organismos del suelo.
- R57 Toxico para las abejas.
- R58 Puede provocar a largo plazo efectos negativos para el medio ambiente.
- R59 Peligroso para la capa de ozono.

- R60 Puede perjudicar la fertilidad.
- R61 Riesgos durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
- R62 Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.
- R63 Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto
- R64 Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.

3.3 Pictogramas e indicaciones de peligro

Cuando una sustancia deba llevar más de un símbolo, se seguirán las siguientes reglas:

- ❖ La obligación de poner el símbolo T conviene en optativos los símbolos X y C, salvo disposición contraria en el anexo 1.
- ❖ La obligación de poner el símbolo C convierte en optativo el símbolo X.
- ❖ La obligación de poner el símbolo E convierte en optativos los símbolos F y O-

E	F	F+	O	T
				
Explosivo	Fácilmente Inflamable	Extremadamente Inflamable	Comburente	Toxico
T+	C	Xn	Xi	N
				
Muy Toxico	Corrosivo	Nocivo	Irritante	Peligroso para el Medio Ambiente

3.4 Criterios de clasificación, elección de los símbolos, indicaciones de peligro y frases de riesgo.

3.4.1. Clasificación según las propiedades físico-químicas de las sustancias.


- **Explosivos.**

Son sustancias y preparados sólidos, líquidos, pastosos, o gelatinosos que, incluso en ausencia de oxígeno atmosférico, puedan reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que en determinadas condiciones de ensayo detonan, deflagran rápidamente o bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial, explotan.

Indicación de Peligro	Símbolo	Frases de Riesgo
Explosivo	E 	R2 o R3

- **Comburentes.**

Son sustancias y preparados, que, en contacto con otras, sustancias, en especial con sustancias inflamables, produzcan, una reacción fuertemente exotérmica.

Indicación de Peligro	Símbolo	Frases de Riesgo
Comburente	<p>O</p> 	R7, R8 o R9

- **Inflamables.**


Son sustancias y preparados capaces de iniciar y mantenerse en combustión en presencia de un foco de calor o de otra sustancia. Suele tratarse de gases o líquidos que desprenden vapores y que al mezclarse con el aire pueden entrar en combustión.

Su peligrosidad depende de diversos parámetros:

- **Punto de inflamación.** Es la temperatura mínima a presión atmosférica a la cual una sustancia se inflama con el aire, mediante el aporte externo de una energía de activación.
- **Temperatura de auto ignición.** Es la temperatura mínima a la que una sustancia se inflama por si misma, sin necesidad de aporte externo de energía.
- **Límites de inflamabilidad.** Es el margen de concentraciones mínimas y máximas de vapores o gases que pueden dar lugar a la inflamación..


Basándonos en estos parámetros podemos diferenciar en tres grupos las sustancias inflamables,

- ❖ **Extremadamente inflamables.** Sustancias y preparados líquidos que tienen un punto de ignición $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y un punto de ebullición $\leq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$.


Indicación de Peligro	Símbolo	Frases de Riesgo
Extremadamente inflamables	<p>O</p> 	R 12

- ❖ **Fácilmente inflamables.** Sustancias y preparados que a la temperatura ambiente, en el aire y sin aporte de energía, pueden calentarse e incluso inflamarse.

Sustancias y preparados en estado líquido cuyo punto de ignición es $< 21\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sustancias y preparados sólidos que puedan inflamarse fácilmente por la acción breve de una fuente de ignición y que continúen quemándose o consumiéndose después del alejamiento de la misma. - Sustancias y preparados gaseosos que sean inflamables en el aire a presión normal. Sustancias y preparados que en contacto con el agua o el aire húmedo desprendan gases extremadamente inflamables en cantidades peligrosas.

Indicación de Peligro	Símbolo	Frases de Riesgo
Fácilmente inflamables	O 	R11, R15 o R17

- ❖ **Inflamables.** Sustancias y preparados cuyo punto de ignición sea bajo ($21 - 55^{\circ}\text{C}$)

Indicación de Peligro	Símbolo	Frases de Riesgo
Inflamables	O 	R10

3.4.2. Clasificación según las propiedades toxicológicas de las sustancias.

- ❖ **Sustancias tóxicas.**

La toxicidad de las sustancias se determina por los efectos producidos en animales, de experimentación, teniendo en cuenta el tipo de contacto con el producto, y utilizándose como parámetro cuantitativo la DL_{50} y la CL_{50} (dosis letal y concentración letal que produce la muerte del 50% de los individuos sometidos al ensayo).

Para muchas sustancias tóxicas se conoce un tratamiento específico. La información sobre las sustancias tóxicas y su tratamiento las podemos encontrar en el centro nacional de información toxicológica cuyo teléfono es el 91-5620420. Alguno de estos antídotos son:

Tóxico	Antídoto	Tóxico	Antídoto
Pb^{2+}	$CaNa_2$ (EDTA)	B^{2+}	Sulfato sódico
CN^- , CO , SH_2	O_2	Yodo	Almidón
CN^-	Nitrito sódico	HF (piel)	Sales de calcio
CN^-	Tiosulfato Sódico	Mayoría	Carbón activo

Dependiendo del valor de DL_{50} y CL_{50} podemos definir tres grupos de productos:

- ❖ **Muy tóxicos.** Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad puede provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.

ORAL	CUTÁNEA	INHALACION
DL ₅₀ rata(mg/Kg.),	DL ₅₀ rata o conejo(mg/Kg.)	CL ₅₀ rata(mg/l.)
< 25	< 50	< 0.5

Tóxicos. Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades pueden provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.

ORAL	CUTÁNEA	INHALACION
DL ₅₀ rata (mg/Kg.),	DL ₅₀ rata o conejo (mg/Kg.)	CL ₅₀ rata (mg/l.)
25 - 200	50 - 400	0.5 - 2

- ❖ **Nocivos.** Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.

ORAL	CUTÁNEA	INHALACION
DL ₅₀ rata (mg/Kg.),	DL ₅₀ rata o conejo (mg/Kg.)	CL ₅₀ rata (mg/l.)
200 - 200	400 - 2000	2 - 2000

- ❖ **Sustancias corrosivas.**

Son sustancias y preparados que, en contacto con los tejidos vivos pueden ejercer una acción destructiva sobre los mismos.

- ❖ **Sustancias irritantes .**

Son sustancias y preparados, no corrosivos que, por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o mucosas, pueden producir una reacción inflamatoria.

- ❖ **Sustancias sensibilizantes**

Son sustancias y preparados que, por contacto, inhalación o penetración cutánea, pueden ocasionar una reacción de hipersensibilidad de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado dé lugar a efectos negativos característicos.

3.4.3. Clasificación de las sustancias dependiendo de los efectos específicos sobre la salud humana.

- ❖ **Sustancias carcinogénicas**

Son sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir cáncer o un aumento de su frecuencia. Se clasifican en tres categorías: Primera, segunda y tercera.

❖ **Sustancias mutagénicas.**

Son sustancias. y preparados que, por inhalación ingestión o penetración cutánea pueden producir alteraciones genéticas hereditarias o aumentar sus frecuencias. Al igual que las carcinogénicas se dividen en tres categorías: Primera, segunda y tercera.

❖ **Sustancias teratogénicas.**

Son sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia, o aumentar la frecuencia de estos, o afectar de forma negativa a la función o a la capacidad reproductora.

3.4 4 Clasificación de las sustancias dependiendo e los efectos específicos sobre el medio ambiente

❖ **Sustancias peligrosas para el medio ambiente**

Son aquellas sustancias o preparados cuya utilización presenta, o. puede presentar, un riesgo inmediato o futuro para uno o mas componentes del medio ambiente. El problema que presentan es la eliminación de sus residuos.

4. Fichas de seguridad.

Las fichas de seguridad (MSDS) constituyen un sistema complementario al etiquetado, que recogen los distintos aspectos preventivos y/o de emergencia a tener en cuenta.

La información contenida en estas fichas es:

- ❖ Identificación de la sustancia o preparado y del responsable de su comercialización.
- ❖ Composición e información sobre los componentes. En el caso de los preparados no es necesario que se indique la composición completa, pero sí la naturaleza y concentración de las sustancias peligrosas.
- ❖ Identificación de peligros. Especialmente aquellos que afecten al hombre o al medio ambiente. También se describirán los peligros relacionados con su utilización y el uso incorrecto razonablemente previsibles.
- ❖ Primeros auxilios. Se describirán brevemente los síntomas y efectos, los primeros auxilios a emplear, la conveniencia o no de un examen médico inmediato y los posibles efectos retardados tras su exposición.
- ❖ Medidas de lucha contra incendios. Se indicarán los medios de extinción de incendios adecuados para esta sustancia, al igual que los que no deben emplearse por razones de seguridad. Se advertirá- de los riesgos que puedan resultar de la exposición a la sustancia o preparado o a los productos de combustión o gases producidos. Se aconsejará sobre los equipos de protección especial a utilizar por el personal de lucha contra incendios.,

- ❖ Medidas a tomar en caso de vertido accidental. Se nos informará sobre las precauciones individuales, precauciones para la protección del medio ambiente, y métodos de limpieza.
- ❖ Manipulación y almacenamiento. Se indicarán las precauciones a tomar para garantizar una manipulación sin peligro (medidas técnicas, medidas de prevención de incendios, recomendación, de equipos y procedimientos de empleo) y las condiciones seguras de almacenamiento (diseño de locales, materiales incompatibles, condiciones ambientales, instalaciones eléctricas especiales).
- ❖ Controles de exposición y protección individual. Se indicarán todas las precauciones a tomar durante la utilización de dicha sustancia o preparado para reducir al mínimo la exposición. Se nos indicará el tipo de protección individual en caso de ser necesario.
- ❖ Propiedades físico-químicas. Estas son aspecto, color, olor, pH, Pto. de fusión y ebullición, inflamabilidad, solubilidad.
- ❖ Estabilidad y reactividad. Se indicará la estabilidad y la posibilidad de reacciones peligrosas bajo ciertas condiciones atmosféricas o combinaciones con otras sustancias.
- ❖ Informaciones toxicológicas. Se dará información concisa, completa y comprensible de los diferentes efectos tóxicos que pueda presentar la sustancia o Preparado.
- ❖ Informaciones ecológicas. Se dirán los efectos, comportamientos y destino final de la sustancia o preparado o los productos de su degradación.
- ❖ Consideraciones relativas a su eliminación. Se indicarán los métodos de eliminación de dicha, sustancia o preparado y de los envases contaminados por estos. Se describirán los residuos que puedan resultar peligrosos y la forma de manipularlos sin peligro.
- ❖ Informaciones relativas al transporte. Se indicarán las precauciones a tomar para el transporte de dicha sustancia o preparado.
- ❖ Informaciones reglamentarias. Se darán las disposiciones relativas a la clasificación, envasado y etiquetado de esta sustancia o preparado.
- ❖ Otras informaciones que se consideren convenientes.

2. MANIPULACION DE PRODUCTOS QUIMICOS.

Como ya se ha mencionado anteriormente, una primera acción preventiva en la utilización de productos químicos es el conocimiento de las propiedades de las sustancias y de los riesgos que entrañan. A continuación expondremos una serie de medidas a adoptar en la manipulación de productos químicos.

1. Medidas higiénicas y de protección.

Como medidas generales al manipular sustancias químicas:

- ❖ No se olerán ni probarán productos químicos. Nunca se pipeteará con la boca.
- ❖ Se lavarán las manos al salir del laboratorio. Especialmente si vamos a beber, fumar o comer.

- ❖ Se guardarán separadamente la ropa de trabajo y de calle si existe riesgo de contaminación por sustancias peligrosas.
- ❖ No se llevará la ropa de trabajo a casa para el lavado
- ❖ Debe desprenderse de las ropas de trabajo. al abandonar los lugares preceptivos para su uso.
- ❖ No se introducirá comida, bebida ni tabaco en laboratorios ni lugares donde pueda haber exposición a sustancias peligrosas.

1.1 Medidas relativas al orden y limpieza.

- ❖ Se evitará la existencia de superficies húmedas y resbaladizas.
- ❖ Se colocarán los objetos de forma que nunca se obstruya el paso, evitando así los choques y tropezones y facilitando la salida en caso de emergencia.
- ❖ Se procederá a la limpieza con una frecuencia adaptada a los requerimientos, intentando que esta se, realice fuera del horario de trabajo. Esta se realizará con .medidas de protección suficientes.
- ❖ Los techos, paredes, suelos y superficies de las mesas deben ser lisos y fáciles de lavar, impermeables a los líquidos y resistentes a la acción de los productos que empleamos.

1.2 Protección colectiva.

- ❖ Se reducirá la posibilidad e contacto con materiales peligrosos.
- ❖ Se proveerá de una buena ventilación a los lugares de trabajo.
- ❖ Se utilizarán las medidas de protección individual requeridas para cada proceso.
- ❖ Se evitará la contaminación ambiental utilizando los medios oportunos, campanas de extracción, ...
- ❖ Se realizarán evaluaciones ambientales.

1.3 Elementos de seguridad y vías de evacuación

Todo el personal del laboratorio conocerá las diferentes salidas de emergencia, que serán convenientemente señalizadas, así como el funcionamiento y localización de los elementos de actuación en caso de incendio, la ducha de seguridad y la fuente lavaojos.

1.4 Protección de ojos.

- ❖ Es obligatorio el uso de las gafas de seguridad en el laboratorio. No deben usarse lentillas de contacto.
- ❖ Si se produce una, salpicadura de un producto químico que afecte a los ojos deberemos lavarlos inmediatamente en, la fuente lavaojos durante 15 minutos. Después se acudirá al oftalmólogo.

1.5 Protección de manos y piel.

- ❖ El uso de bata es obligatorio.

- ❖ Al manipular productos químicos, irritantes, cáusticos o tóxicos se utilizarán guantes.
- ❖ En caso de salpicaduras nos lavaremos con abundante agua y jabón. Si la ropa ha sido afectada se sustituirá inmediatamente.

1.6 Heridas y quemaduras.

- ❖ Se utilizará el botiquín para curar pequeñas heridas y quemaduras.
- ❖ Si se produce fuego en el cuerpo se utilizará la ducha de seguridad o las mantas de gel y se trasladará el herido al hospital.
- ❖ No se utilizará nunca un extintor sobre la persona.

2. Eliminación de residuos.

Uno de los principales problemas en un laboratorio es el control, tratamiento y eliminación de los residuos generados. Estos son de características muy diferentes y se generan en cantidades muy variables.

Los procedimientos generales de eliminación son cuatro:

- ❖ **Vertido.** Se utiliza este método con residuos no peligrosos. El vertido se puede realizar directamente a las aguas residuales o vertedero.
- ❖ **Incineración.** Es el más adecuado para residuos de tipo orgánico y material biológico. Los residuos son quemados y reducidos a cenizas. Debe controlarse la temperatura de incineración y la toxicidad de los humos.
- ❖ **Recuperación y reciclado.** Es el indicado para los casos en que por la elevada toxicidad del producto o por su valor económico, resulte aconsejable su recuperación.

2.1. Tratamiento de residuos.

Recomendaciones generales.

- ❖ Informarse de las indicaciones de peligro y condiciones de manejo de las sustancias (frases R y S).
- ❖ No guardar botellas destapadas.
- ❖ No mezclar restos o residuos impregnados con sustancias peligrosas con las basuras ordinarias.
- ❖ Retirar los productos inflamables.
- ❖ Recuperar los disolventes y, metales pesados.
- ❖ Neutralizar o destruir antes de eliminar por el desagüe.
- ❖ En caso de derrame accidental actuar con rapidez pero sin precipitación.

Recogida de los residuos de laboratorio.

Los recipientes de recogida tienen que cumplir los siguientes requisitos.

- ❖ Deben poderse cerrar herméticamente y ser de material químicamente resistente. Los recipientes de plásticos han de poder ser quemados sin desprendimiento de gases tóxicos.



- ❖ Lo habitual es utilizar recipientes de material de plástico.
- ❖ Los productos corrosivos han de ser recogidos en bidones metálicos con revestimiento interior de plástico.
- ❖ Productos inflamables y comburentes solo pueden ser recogidos en recipientes de metal o de plástico resistente al disolvente en cuestión.
- ❖ Para productos que producen gases o vapores se requieren recipientes de cierre con válvula de escape que evite la posibilidad de explosión.

Clasificación de desechos químicos.

Se recomienda tener los siguientes recipientes:

- ❖ **Recipiente N° 1**
Reactivos orgánicos en forma sólida..
- ❖ **Recipiente N° 2**
Reactivos inorgánicos en forma sólida.
- ❖ **Recipiente N° 3**
Productos venenosos inorgánicos y sales de metales pesados (sólidos).
- ❖ **Recipiente N° 4**
Mercurio y compuestos inorgánicos de mercurio (sólidos).
- ❖ **Recipiente N° 5**
Disolventes orgánicos libres de halogenados y soluciones de reactivos orgánico!
libres de halogenados.

❖ Recipiente N° 6

Disolventes orgánicos que contienen halogenados y soluciones de reactivos orgánicos halogenados. Queda prohibido el uso de bidones metálicos. La corrosión interna provocada por el agua o ácido que contiene el hidrocarburo halogenado es tremenda. Debido a que los bidones metálicos son reutilizables por regla general hasta 5 veces, el riesgo de rotura y de cierres defectuosos es muy grande.

❖ Recipiente N° 7

- a) Ácidos y concentrados ácidos contaminados con aceites, grasas, disolventes, tensioactivos u otros productos y que no pueden verterse por el desagüe.
- b) Bases y concentrados alcalinos, contaminados con gran cantidad de cianuros y nitrilos y que no pueden verterse en el desagüe.
- c) Soluciones salinas provenientes de ácidos y bases neutralizadas y que no pueden verterse por el desagüe.

Recipiente N° 8

Aceites usados, aceites de baños, aceites de vacío (libre de halógenos).

Neutralización de residuos de laboratorio

Para poder recoger y eliminar los residuos de laboratorio, hay que convertirlos antes en derivados inocuos.

1. Disolventes orgánicos exentos de halógenos:

Recipiente n° 5.

2. Disolventes orgánicos que contienen halógenos:

Recipiente n° 6.

3. Reactivos orgánicos inertes:

Recipiente n° 5. Si contienen halógenos introducir en el recipiente: n°6. Residuos sólidos: Recipiente n° I.

4. Soluciones acuosas de ácidos orgánicos

Se neutralizan con sodio hidrógeno carbonato o sodio hidróxido: Recipiente n°7.

Los ácidos carboxílicos aromáticos son precipitados con ácido clorhídrico diluido y filtrados.

Precipitado: Recipiente n° I. Solución acuosa: Recipiente n° 7.

5. Bases orgánicas y aminas en solución:

Recipiente n° 5 o 6. Se recomienda neutralizar con HCl diluido para evitar malos olores.

6. **Nitrilos y Mercaptanos:** Se oxidan por agitación toda una noche con una solución de hipoclorito. El exceso de oxidantes se destruye con tiosulfato.
Fase orgánica: Recipiente nº 6 o 7. Fase acuosa: Recipiente nº 7.
7. **Los aldehidos** hidrosolubles se transforman mediante una solución concentrada de sodio hidrogeno sulfito en los aductores de bisulfito: Recipiente nº 6 o 5.
8. **Compuestos Órgano metálicos:** Se destruyen con n-Butanol bajo agitación, gota a gota y en campana de extracción con ventana cerrada. Se pueden formar gases inflamables que serán extraídos por la campana. Seguir agitando durante una hora y añadir posteriormente un exceso de agua. Fase orgánica: Recipiente nº6. Fase acuosa: Recipiente nº 7.
9. **Los alquil sulfatos** se consideran cancerígenos-. Tomar precaución de no inhalarlos y evitar contacto con la piel. Para desactivarlos introducir en una disolución concentrada de amoniaco a 0 °C de gota en gota y con fuerte agitación: Recipiente nº 7 (ajustar pH entre 6 y 8).
10. **Los peróxidos orgánicos** pueden ser identificados en soluciones acuosas o disolventes orgánicos mediante un test kit correspondiente. Para eliminarlos percolar a través de Al_2O_3 para cromatografía.
Residuos Orgánicos: Recipiente nº 5 o 6. Soluciones acuosas: Recipiente nº 7.
11. **Los halogenuros de ácido.** se adicionan gota a gota sobre un exceso de metanol, para transformarlos en los ésteres metálicos correspondientes. La **reacción** se puede acelerar, añadiendo unas gotas de HCl. Se neutraliza la disolución de NaOH: Recipiente nº 7.
12. **Ácidos inorgánicos y anhídridos:** en primer lugar. se diluyen ó hidrolizan, introduciéndolos cuidadosamente bajo agitación en agua helada. Seguidamente se neutraliza con solución de sodio hidróxido: Recipiente nº 7.
13. **Las bases inorgánicas:** deben ser diluidas, y si es necesario se introducen cuidadosamente, bajo agitación, en agua helada. Se neutraliza con HCl: Recipiente nº 7.
14. **Sales inorgánicas:** Recipiente nº 2.
15. **Soluciones y sólidos que contengan metales pesados** Recipiente nº 3.
Niquel Raney en suspensión acuosa debe ser introducido en HCl hasta que se disuelva. Recipiente nº 3. Existe peligro de inflamación espontánea en presencia de aire si el niquel raney o sus residuos de filtrado llegan a secarse.
16. Las sales de **Talio**, son altamente tóxicas y sus soluciones acuosas, han de ser manipuladas con especial precaución. Evitar sobre todo el contacto con la piel: Recipiente nº 3.. Las sales de talio pueden ser tratadas con sodio hidróxido para precipitar óxido de talio (III) para su reutilización.

17. Compuestos inorgánicos de selenio son tóxicos y han de ser manipulados con precaución. Recipiente nº 3. El selenio elemental se puede recuperar oxidando sus sales en solución acuosa primeramente con ácido nítrico concentrado. Tras añadir sodio hidrogeno sulfito, precipita el selenio elemental.
18. **Berilio** cancerígeno y sus sales deben manipularse con especial precaución. Evitar su inhalación y cualquier contacto con la piel: Recipiente n'3.
19. Los compuestos radioactivos de **uranio** y de **torio** deben eliminarse siguiendo la reglamentación del país.
20. Residuos inorgánicos de **mercurio**: Mercurio elemental puede ser recogido mediante el kit Mercurisorb Roth Recipiente nº 4.
21. **Los cianuros** se deben oxidar primeramente a cianatos mediante agua oxigenada a un pH 10-11. Mas adición de oxidante a pH 8-9.oxida los cianatos a CO₂: Recipiente nº 7. Las azidas se convierten en nitrógeno por adición de yodo en presencia de sodio tiosulfato. Recipiente nº 7.
22. **Los peróxidos y oxidantes inorgánicos** así como **bromo y yodo**, se convierten en derivados inocuos mediante reducción por una solución ácida de sodio tiosulfato: Recipiente nº 7.
23. El **ácido fluorhídrico** y las soluciones de fluoruros inorgánicos han de ser manipulados con extrema precaución. No permita el contacto de ninguna clase y asegure que se trabaja bajo campana de extracción con ventana cerrada. Precipitar residuos con calcio carbonato para obtener calcio fluoruro.
El precipitado se separa por filtración: Recipiente nº 2. Solución Recipiente nº 7
24. Los residuos de **halogenados inorgánicos líquidos** y reactivos sensibles a hidrólisis, son introducidos en solución a 0 °C al 10% de sodio hidróxido, gota a gota y bajo agitación. Recipiente nº3.
25. **Fósforo blanco**, en contacto con el aire, se oxida a pentóxido de fósforo dando lugar a una reacción exotérmica. Esta es la razón por la cual ha de almacenarse bajo agua. El fósforo blanco es extremadamente tóxico y ha de ser manipulado con precaución. Pequeñas cantidades, como suelen utilizarse en el laboratorio, se pueden dejar reaccionar con el aire. Los residuos inactivos pueden destruirse como en ácidos inorgánicos.

El **fósforo rojo** no es tóxico. No debe ponerse en contacto con sustancias oxidantes: Recipiente nº 2.

Compuestos fosforados deben ser inactivados bajo gas inerte en una campana de extracción. Por cada gramo del compuesto fosforado, se colocan 100 ml de solución

de sodio hipoclorito al 5%, que contiene 5 ml de una solución de sodio hidróxido al 50%, y se añade cuidadosamente, gota a gota, bajo refrigeración con hielo, la solución de la sustancia a inactivar. Adicionar calcio hidróxido y filtrar los fosfatos precipitados: Recipiente nº 2. Soluciones acuosas Recipiente nº7.

- 26.** Los **metales alcalinos** deben ser incorporados en un disolvente inerte y desactivados adicionando, gota a gota, y bajo agitación, 2-propanol (alcohol isopropílico). Importante, el hidrogeno que se libera puede formar mezclas explosivas, por lo cual el gas debe ser conducido directamente al conducto de extracción en la campana. Una vez terminada la reacción, adicionar agua gota a gota. Recipiente nº 7

En el caso de los **borhidruros alcalinos**, añadir metanol bajo agitación. En el caso de amidas alcalinas e hidruros, añadir 2-propanol gota a gota y bajo agitación. Una vez finalizada la reacción, hidrolizar con agua: Recipiente nº 7.

Para destruir **litio aluminio hidruro**, incorporarlo a éter. Añadir una mezcla de 1:4 acetato de etilo y éter dietílico, en atmósfera inerte, bajo agitación. Evitar que la solución no toque las paredes del recipiente, ya que esto puede conducir a que algunos residuos no reaccionen completamente: Recipiente nº 5.

- 27. Soluciones acuosas:** Recipiente nº 7

- 28.** Los **detergentes del laboratorio** hoy en **día** en el mercado son biodegradables y no contaminan el medio ambiente. No obstante, si han sido utilizados para eliminar productos nocivos para el medio ambiente, es recomendable conducir el agua residual hacia el Recipiente nº7.

- 29. Productos naturales** como por ejemplo los hidratos de carbono, los aminoácidos y otros residuos acuosos típicos de un laboratorio bioquímico: Recipiente nº 7. En mezcla con disolventes orgánicos u otros reactivos: Recipiente nº 5 o 6.

- 30. Residuos de cromatografía:** Las sustancias agresivas o tóxicas absorbidas en la fase estacionaria de placas o columnas deben ser eliminadas, por lavado o elución antes de eliminar la fase estacionaria.
El disolvente utilizado han de ser clasificados de acuerdo con sus propiedades. Si se trata de cantidades grandes de fase estacionaria se recomienda eliminar de esta el disolvente mediante secado o vacío y luego recogerla fase seca en bolsas de plástico resistentes: Recipiente nº 2.

Medidas de emergencia.

Se recomienda tener disponibles los siguientes materiales y productos para casos de emergencia:

Absorbentes:

Vermiculita, arena, absorbentes comerciales: Rotisorb, Mercurisorb, etc.

Materiales:

Escoba de mano, pala, bolsas de plástico resistentes al calor que se puedan cerrar, *guantes de vinilo, gafas de protección, máscara de gas, pinzas largas, etiquetas de señalización.*

Recipientes:

Recipientes de metal con tapón hermético, frasco de vidrio resistente al vacío, etc.

3. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUIMICOS.

1. Introducción.

Tradicionalmente, la organización de los almacenes de reactivos se ha basado en el criterio de facilidad de búsqueda de las sustancias. Por ello, una forma común de almacenamiento ha sido por orden alfabético por separación de familias. Sin atender a otras cuestiones como la seguridad. A todo esto se unía la falta de espacio y la ausencia de instalaciones específicas.

Ahora bien, los posibles riesgos de las sustancias químicas, como pueden ser el riesgo de incendio y explosión hacen que sea necesario considerar aisladamente las características de peligrosidad de cada producto, para poder lograr así un almacenamiento adecuado.

2. Normas para el almacenamiento de productos químicos.

Para un almacenamiento seguro debemos seguir las siguientes actuaciones:

Reducir al mínimo el stock.

- ❖ Separar las sustancias incompatibles.
- ❖ Aislar o confinar ciertos productos.

2.1. Reducción al mínimo del stock.

Las razones de un mantenimiento excesivo del stock son el asegurarse el suministro y la simplificación de la gestión del almacén.

Se debe llegar a un compromiso entre los costes de gestión, emisión y recepción de pedidos, que serán más frecuentes y los beneficios derivados de la mayor seguridad y reducción de costes de almacenamiento.

2.2. Separación de sustancias incompatibles.

Ciertas sustancias pueden reaccionar violentamente entre sí, por lo que no deben ser almacenadas conjuntamente. Así, deberemos:

- ❖ Separar los ácidos de las bases y de, los metales activos (sodio, potasio, magnesio, etc.).
- ❖ Separar los ácidos muy oxidantes, como el perclórico o sulfúrico, de los ácidos orgánicos, como el acético.
- ❖ Separar los ácidos de las sustancias con las que desprenderían gases tóxicos, como cianuro sódico, sulfuro férrico.
- ❖ separar los productos inflamables como el hidrógeno o acetileno de los comburentes como nitrato de potasio y de los ácidos muy oxidantes como el clorhídrico.
- ❖ Mantener las sustancias reactivas como el sodio o el carburo cálcico en lugares fríos y secos, debido a que reaccionan con agua.
- ❖ Mantener las sustancias auto inflamable en lugares fríos y secos, pues arden espontáneamente con el aire.
- ❖ Almacenar las sustancias sensibles a la luz en lugares fríos, secos y en recipientes ámbar, alejándolas de las ventanas y evitando el contacto con la luz.
- ❖ Almacenar las sustancias que pueden producir peróxidos en lugares oscuros, fríos y secos, y en recipientes estancos. Además debemos controlar las fechas de recepción y de apertura de envases, incluyéndolas en el etiquetado.
- ❖ Disponer de neutralizantes y de absorbentes para controlar derrames.

Si atendemos a la clasificación de peligrosidad de los productos químicos podemos confeccionar la siguiente tabla:

	Explosiva	Comburente	Inflamable	Tóxica	Nociva
Explosiva	X				
Comburente		X			*
Inflamable			X		
Tóxica				X	X
Nociva				X	X

X Se pueden almacenar conjuntamente.

* Se pueden almacenar conjuntamente con medidas específicas de prevención.

- **Disposición de los productos en el almacén.**

La separación de las distintas sustancias en el almacén se puede realizar por el sistema de islas o por estanterías.

- ❖ El sistema de islas consiste en separar las estanterías correspondientes a las distintas familias mediante pasillos libres, a su alrededor. Los reactivos inertes los agruparíamos en estanterías. a lo largo de las paredes.
- ❖ Otra forma de almacenamiento es disponer las estanterías a lo largo de las paredes separando las distintas familias incompatibles intercalando entre ellas las estanterías con productos inertes.

- **Disposición de los reactivos en las baldas de las estanterías.**

Al disponer los distintos reactivos en las baldas de las estanterías se seguirán los siguientes criterios:

- ❖ Los envases pesados se. colocarán en los estantes inferiores, al igual que los ácidos y bases fuertes.
- ❖ Se alejarán los reactivos sensibles al agua de posibles tomas o conducciones de ésta y de materias inflamables.

2.3. Aislamiento o confinamiento de productos.

Ciertos productos requieren, por el peligro de contacto accidental, por su actividad biológica, o sus características físico químicas, un aislamiento del resto de los productos.

Dichos productos son las sustancias cancerígenas, venenos activos, drogas, sustancias inflamables y auto inflamables.

Las sustancias cancerígenas o de alta toxicidad deberán, recogerse en un armario convenientemente rotulado y bajo llave.

Para el confinamiento de sustancias inflamables nos basaremos en la instrucción técnica complementaria MIE.APQ-001, sobre almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.



Como normas generales intentaremos reducir al mínimo el stock de inflamables e incompatibles. Si empleamos técnicas de laboratorio que necesiten la utilización de volúmenes medianos-grandes de inflamables necesitaremos disponer de armarios de seguridad (RF-15 o un almacén especial tipo "búnker").

4. MANIPULACION DE GASES COMPRIMIDOS.

1. Introducción.

Al trabajar con gases comprimidos necesitamos una serie de acciones preventivas específicas encaminadas a mejorar la protección en el almacenaje y distribución de las botellas de gases.

La manipulación de las botellas deberá ser cuidadosa para evitar los golpes, caídas y choques. En el traslado de botellas siempre que sea posible utilizaremos una carretilla. Si no se dispone de ella las botellas se desplazarán haciéndolas rodar sobre su base, manteniéndolas en posición vertical, con la válvula cerrada y la caperuza debidamente fijada, incluso cuando estén vacías. Nunca se deslizarán, arrastrarán, ni harán rodar horizontalmente por el suelo. No se manejarán con manos o guantes grasientos.

Una vez colocado el manorreductor se comprobará la ausencia de fugas utilizando para ello agua jabonosa o un detector de gases. En caso de fuga sin llama se cerrará rápidamente la llave principal y se procederá a ventilar rápidamente el local. Si la fuga es con llama se intentará cerrar la llave principal. Si no podemos cerrar la llave evacuaremos la zona, alejaremos las sustancias inflamables e intentaremos apagar la llama con un extintor de nieve carbónica o polivalente. Al final enfriaremos la botella regándola con agua hasta que ésta no se evapore y no se recaliente la botella.

Las botellas de gases se almacenarán en locales adecuados, secos, ventilados y lejos de focos de ignición. Las botellas se colocarán en posición vertical, sobre suelos planos y asegurándolas siempre que sea posible con una cadena, abrazadera o sobre una peana. Las botellas llevarán indicado el nombre de los gases contenidos, así como los distintivos pertinentes de seguridad.

2. Identificación de gases.

Uno de los requisitos más importantes para una manipulación segura de los gases es la correcta identificación de los gases, tanto en botellas como en instalaciones fijas. Para dicha identificación se utiliza:

- ❖ El marcado
- ❖ El etiquetado.
- ❖ El código de colores.

2.1 El marcado. (sobre la ojiva)

En el marcado de las botellas se debe incluir: El nombre del fabricante, el nombre completo del gas, el número de fabricación, la capacidad de agua (en litros), la calidad del gas, el símbolo para botellas templadas, el contraste oficial, la presión de prueba

hidrostática en Kg/cm² (mes y año), el contraste del experto que efectúa la prueba, como marcas complementarias se puede incluir el peso en vacío y la presión de carga.

Las botellas con mezclas de gases deben llevar escrita la palabra MEZCLA junto con las fórmulas químicas de los gases mayoritarios. Los gases tóxicos o corrosivos, deben llevarla . palabra TÓXICO o CORROSIVO y el distintivo correspondiente. Las botellas de gases licuados llevan la carga máxima, admisible (Kg) y. las botellas de acetileno el peso de materia porosa y el del disolvente.

2.2 El etiquetado.

Las botellas de gases y tuberías visibles deberán ser etiquetadas (R.D.485/1997) según lo dispuesto en la normativa sobre comercialización de sustancias y preparados peligrosos. Las etiquetas se colocarán a lo largo de la tubería, en número suficiente, y cerca de puntos de especial riesgo, como válvulas o conexiones..

2.3 El color.

- ❖ **En botellas.** La norma 4 de la ITC-MIE-AP7, del Reglamento de Aparatos a Presión tiene por objeto fijar los colores destinados a la identificación de los distintos gases industriales, medicinales y mezclas de los mismos, contenidos en las botellas.
- ❖ **El color del cuerpo.** Distingue entre los siete grupos de gases especificados en la ITC-MIE-AP7.
 - Inflamables y combustibles. Rojo.
 - Oxidantes e inertes. Negro o gris.
 - Tóxicos y venenosos. Verde.
 - Corrosivos. Amarillo.
 - Butano y propano industriales. Naranja.
 - Mezclas industriales. Según el componente mayoritario.
 - Mezclas de calibración. Gris plateado.

El color de la ojiva y de la franja. Diferencia a los distintos gases de cada grupo. A veces el color de la franja y de la ojiva será el mismo formando un conjunto único.

- En tuberías de gases. Las tuberías destinadas. a conducir un gas se identificarán a partir de su color básico y de un anillo coloreado de una anchura como mínimo igual al diámetro de la tubería.

GAS	COLOR BÁSICO	COLOR COMPLEMENTARIO
AIRE COMPRIMIDO	Azul	Rojo
ACETILENO	Amarillo	Blanco
ANHIDRIDO CARBÓNICO	Amarillo	Negro
OXÍGENO	Amarillo	Azul
HIDRÓGENO	Amarillo	Rojo
ÑITRÓGENO	Amarillo	Verde

Colores convencionales

GASES PUROS E INDUSTRIALES	Inflamables y Combustibles						
	Oxidantes e Inertes						
	Tóxicos o Venenosos						
	Corrosivos						
MEZCLAS							

1000 311326

3. Manipulación de gases comprimidos.

A la hora de conectar una botella nueva a la línea de gases del laboratorio debemos de seguir los siguientes pasos:

- ❖ Purgar la botella antes, de conectarla a la línea.
- ❖ Conectar la botella a la línea.
- ❖ Abrir el grifo de la botella.
- ❖ Comprobar la presión del manómetro de alta.
- ❖ Abrir el manorreductor hasta la presión de trabajo.
- ❖ Purgar la instalación.

- ❖ Ajustar el caudal.
- ❖ Retirar las botellas gastadas.
- ❖ Periódicamente comprobar el manorreductor.
- ❖ Purga de la botella. Su función es evitar que penetran cuerpos extraños en el manorreductor. La botella se purga abriendo y cerrando rápidamente el grifo.

Tomaremos las siguientes precauciones:

- Situaremos la botella de forma que el chorro de gas salga en sentido contrario al operador y demás trabajadores.
- Evitaremos la presencia de focos de ignición si la botella es de un gas inflamable.
- Si la botella es de oxígeno nos aseguraremos de la ausencia de materiales inflamables.
- No realizaremos esta operación ni con gases tóxicos ni con el hidrógeno.
- Conexión de la botella al circuito. Con el grifo cerrado uniremos el racor del manorreductor a la boca del grifo. Enroscaremos a mano el racor hasta el máximo y a continuación apretaremos con una llave fija suavemente.
- Apertura del grifo. Nos aseguraremos que el manorreductor está completamente cerrado. Abriremos el grifo lenta y suavemente, habiendo orientado la salida en sentido contrario al operador para evitar un posible golpe en la cara si el manorreductor estuviera mal conectado. Abriremos completamente el grifo de las botellas, sólo las de acetileno se abrirán entre 3/4 y 1/2 de vueltas. Nunca forzaremos el grifo haciendo palanca o golpeándolo.
- Comprobación de la presión de salida. Antes de abrir el manorreductor comprobaremos que el manómetro de alta marca la presión esperada. De no ser así comprobaremos si la botella está agotada, si hay fugas o si el manómetro está averiado. En caso contrario, retiraremos la botella y la devolveremos al suministrador.
- Purga de la instalación. El cambio de botellas conlleva la entrada de aire y humedad en la instalación. Al necesitar en el laboratorio gases de gran pureza deberemos eliminar la posible contaminación producida por el cambio de botella purgando el sistema. La forma más efectiva es mediante barridos sucesivos incluyendo en la instalación una válvula de purga a la atmósfera.
- Cambio de botellas. Cambiaremos la botella cuando el manómetro señale menos de 5 bar. Para ello cerraremos el grifo, quitaremos el manorreductor, marcaremos la botella como vacía y la almacenaremos junto con las otras botellas vacías.
- Revisión periódica de manorreductores. Se revisarán periódicamente los manorreductores realizando las siguientes comprobaciones:
 - Manómetro de alta y estanqueidad del manorreductor. Con la llave de purga al aire, y desconectando el instrumento, vaciaremos la instalación y cerraremos el grifo de la botella. Los manómetros deben indicar "0". cerraremos el volante del manorreductor, y abriremos lentamente el grifo. El manómetro de alta indicará la presión de la botella y el de, baja "0". Esperaremos 10 minutos y comprobaremos que el manómetro de baja sigue indicando "0", en caso contrario hay una fuga interna en la válvula.

- Manómetro de baja manorreductor. A continuación giraremos el volante del obturador del manorreductor en sentido horario, hasta que el manómetro marque la presión de trabajo. Si esta se alcanza es que el manorreductor funciona correctamente. Si el regulador está desgastado el manómetro de baja marcará una presión superior a la esperada.
- Fugas en el sistema. Cerraremos la válvula de purga y comprobaremos que las lecturas de los manómetros permanecen constantes durante 10 minutos. La localización de fugas se puede hacer mediante la aplicación de una solución jabonosa en uniones y conexiones.

4. Almacenamiento de las botellas de gases.

- ❖ En laboratorios.
 - ❖ No situaremos las botellas llenas en zonas accesibles (rellanos de escaleras, corredores, pasadizos...),
 - ❖ No situaremos las botellas en Vías de salida de emergencia.
 - ❖ Las botellas se colocarán lejos de fuentes de calor.
 - ❖ Las botellas no se almacenarán cerca de sustancias fácilmente inflamables.
 - ❖ Evitaremos los almacenamientos excesivos.
 - ❖ Las botellas siempre estarán en posición vertical y sujetas a las paredes mediante cadenas que puedan quitarse fácilmente en caso de incendio.
 - ❖ Los cilindros vacíos se etiquetarán convenientemente.
 - ❖ No almacenaremos botellas que presenten fugas.
 - ❖ Con gases tóxicos emplearemos botellas de un tamaño tal que permita su ubicación en vitrinas durante su uso.
- ❖ Locales especiales

Las casetas de gases cumplirán las siguientes condiciones:

- Serán de hormigón, muros de ladrillos y armaduras metálicas cubiertas por mallas metálicas.
- Deberán ser de una sola planta situada por encima del nivel del suelo.
- No se situarán cerca de sótanos o recintos subterráneos.
- Dispondrán de una instalación eléctrica protegida.
- Las botellas estarán correctamente identificadas.
- Se dispondrá de dos extintores de 2,5 Kg. de polvo seco.
- La prohibición de no fumar o encender fuegos estará convenientemente señalizada.
- También se señalará la situación de los extintores.
- El local estará situado lejos de zonas de tránsito o zonas con riesgo de caídas de objetos.
- Se protegerán de las inclemencias del tiempo (condiciones extremas de temperatura, humedad, lluvia, nieve).

- Las botellas se colocarán de forma vertical y sujetas para evitar su caída.
- Se separarán las botellas llenas de las vacías.
- Se separarán las botellas de gases inflamables de las inertes.
- En dicho local no habrá otros reactivos, grasa,

5. RIESGO DE INCENDIO.

1. Introducción.

Uno de los principales riesgos en el laboratorio, debido a la presencia de gran variedad de productos químicos, muchos de ellos inflamables, es el riesgo de incendio. Una de las armas principales en la lucha contra el fuego es el conjunto de una adecuada prevención, y una rápida detección y actuación.

2. Prevención de incendios.

Para una adecuada prevención debemos conocer las causas más frecuentes de incendio. Estas son:

- Causas naturales. Estas pueden ser debidas a auto combustiones, debido a la fácil oxidación de muchos metales con el aire o humedad. La mejor forma de prevención en este caso seria una buena identificación de este tipo de productos un buen almacenamiento y una buena utilización por parte de los operarios.
- Causas eléctricas. Debido a chispas en interruptores, fusibles, motores; calentamiento de aparatos eléctricos; cargas de electricidad estática. Para que esto no suceda dotaremos a los almacenes de productos químicos de instalaciones eléctricas de seguridad aumentada, situando. dichas instalaciones por la parte exterior siempre que sea posible. Los interruptores estarán situados siempre en el exterior. Cualquier aparato eléctrico estará especialmente diseñado para el uso en laboratorios.
- Causas térmicas. Debido a superficies calientes o llamas al descubierto. Intentaremos no situar productos inflamables cerca de fuentes de calor.
- Causas mecánicas. Debido a rozamientos, choques o golpes.
- Causas químicas. Debido a la formación de reacciones exotérmicas. Una buena forma de prevención es la buena identificación, buen uso y buen almacenamiento de los productos.
- Imprudencias. Algunas de ellas son fumar en lugares de alto riesgo de incendio, utilización de sistemas de calefacción provisionales, trabajos de soldaduras en lugares peligrosos, el mal transporte de sustancias inflamables, malas instalaciones eléctricas y el almacenamiento de sustancias inflamables cerca de focos de calor. Para estos casos la mejor forma de prevención es la buena información de los operarios.

La prevención de incendios es el conjunto de medidas a tomar para eliminar uno o más factores de incendio para así poder evitar que se produzca dicho incendio. Para prevenir un incendio actuaremos sobre uno o varios de los siguientes factores: El combustible, la energía de activación, el comburente y la energía en cadena.

La actuación sobre el combustible la podemos realizar eliminando los residuos combustibles, almacenando adecuadamente tanto líquidos como gases combustibles, sometiendo tanto a

máquinas como depósitos a un mantenimiento adecuado, teniendo una buena ventilación de los locales, señalizando adecuadamente tanto recipientes como conducciones de gases y líquidos inflamables, disponiendo de un buen método de trabajo, una buena organización y un buen programa de limpieza.

La actuación sobre la energía de activación se consigue mediante la eliminación preventiva de los focos de ignición capaces de aportar el calor suficiente para la inflamación del combustible. Las principales medidas preventivas son: La prohibición de fumar, el aislamiento de hornos, etc., la eliminación de atmósferas inflamables, la instalación y mantenimiento adecuado de la red eléctrica, la instalación de interruptores magneto térmicos y diferenciales, la refrigeración de los productos químicos, el almacenamiento adecuado de productos inflamables, la buena ventilación de almacenes.

La actuación sobre el comburente no suele emplearse. Se consigue eliminando el oxígeno del medio utilizando gases inertes o mediante el uso de mantas, contra incendio, arena, etc.

La actuación sobre la reacción en cadena implica la superposición física o química de compuestos que dificulten o impidan la propagación de combustible en el seno de la reacción. Estos compuestos son los ignifugantes.

3. Detección de incendios.

Una de las principales armas en la lucha contra el fuego es la detección temprana de este posibilitando una acción inmediata que evite la propagación y limite la magnitud de los posibles daños.

Un sistema de detección de incendios convencional constará de los siguientes elementos:

- ❖ Detectores. Componentes de la instalación que observan continuamente o a breves intervalos de tiempo una magnitud física apropiada con el fin de descubrir un incendio.
- ❖ Pulsadores de alarma. Componentes de la instalación que permiten enviar manualmente una señal de alarma al centro de control.
- ❖ Señales exteriores. No incluidas en la instalación de señalización y control. Utilizadas para dar un aviso de incendio, generalmente de forma óptica, acústica o ambas.
- ❖ Central de señalización y control. Tiene las siguientes funciones: Recibir las señales de alarma enviadas por detectores y Pulsadores interpretándolas y emitiendo las señales correspondientes, vigilar la propia instalación de detección indicando sus defectos.
- ❖ Instalación eléctrica. Conjunto de líneas eléctricas que conectan la central de alimentación a todos sus componentes y a la red de alimentación.

4. Extinción de incendios.

4.1. Agentes extintores.

Para una buena utilización de los distintos agentes extintores debemos conocer la clase de fuego a la que nos enfrentamos. Existen las siguientes clases de fuego:

- Clase A. Son los fuegos de materiales sólidos como madera, papel, trapos, etc. Su combustión normalmente forma brasas.
- Clase B. Son los fuegos- de materias líquidas o que licuan con el calor, como gasolinas, grasas, pinturas, etc.
- Clase C. Son los de gases combustibles. Butano, gas ciudad, etc.
- Clase D. Son los de metales de características especiales. Magnesio, aluminio, etc.
- Subíndice E. Es cuando el fuego se encuentra en presencia de tensión eléctrica.

Así según el tipo de fuego al que nos enfrentemos utilizaremos el tipo de agente extintor más oportuno.

Agente extintor	Clases de fuego			
	A	B	C	D
Agua pulverizada	+++	+		
Agua a chorro	++			
Polvo convencional (A,B)		+++	++	
Polvo polivalente (A,B,C)	++	++	++	+ (*)
Espuma física	++	++		
Anhídrido carbónico	+	+		
Halones	+	++	+	

Clave: +++ Muy adecuado, ++ Adecuado, + Aceptable.

(*) Polvos especiales para metales: Sodio, Potasio, Aluminio.

4.2. Tipos de extintores.

Los extintores son aparatos autónomos que contienen un agente extintor que puede ser proyectado y dirigido sobre el fuego mediante la acción de una presión terna.

Los extintores, según el anexo XIV del Reglamento de Recipientes a Presión, deberán ir provistos de una placa timbre y una etiqueta de características. Su color será rojo, excepto los de CO₂ que serán de color metalizado.

La placa timbre debe contener:

Número de registro.

Presión de timbre.

Fecha de timbrado.

Espacio para las fechas del 1º, 2º y 3º timbrado.

En la placa de características figurará:

- La naturaleza del agente extintor precediendo la palabra extintor.
- Su modo de empleo.
- Los peligros debidos-a su empleo. Ej. : No utilizar en fuegos de clase.....
- La Tª máxima y mínima de servicio.

4.2.1 Consejos para la buena utilización de los extintores.

Para una buena utilización de los extintores seguiremos los siguientes consejos.

Con anterioridad a su uso.

- ❖ Debemos conocer la ubicación de los extintores en el edificio, y sobre que tipo de fuego pueden emplearse.
- ❖ Debemos conocer su manejo y tener presente que:
 - Sólo son eficaces cuando el fuego se encuentra en su fase de conato.
 - Son eficaces sólo si la sustancia extintora es la correcta.
 - Sólo son eficaces si se sabe como utilizarlos.
- ❖ En el momento de su utilización.
 - Verificaremos el tipo de incendio y utilizaremos el agente extintor más adecuado.
 - Si hay riesgo eléctrico cortaremos, si podemos, el suministro en la zona afectada.
 - Atacaremos el incendio en la misma dirección que su desplazamiento y de espaldas al viento en el exterior y a favor de la corriente en el interior de un local.
 - Dirigiremos el chorro del agente extintor a la base de las llamas, en forma de zig-zag, apagando el incendio por franjas y no avanzando hasta que no estemos seguros de que hemos apagado la franja anterior.
 - Cuando utilicemos más de un extintor se emplearán en la misma dirección uno del otro, evitando posibles interferencias.
 - En fuegos de clase A apagaremos las brasas con agua para evitar su reproducción.
 - En fuegos de clase B evitaremos dirigir el chorro a gran presión sobre el líquido.
 - Si nos notamos mareados, que nos falta la respiración o un exceso de calor retrocederemos, de cara al fuego.
 - Después de su utilización enviaremos los extintores a revisar y recargar.

4.2.2 Ubicación de los extintores.

- Los extintores se situarán cerca de los lugares de riesgo.

- En locales pequeños -se situarán cerca de las puertas de acceso.
- En los exteriores se protegerán de las inclemencias del tiempo.
- Se situarán en zonas visibles y sin impedimentos.
- Se señalará el lugar donde están situados.
- Se situarán a 1.7 m del suelo. (Según la norma UNE 23031).

4.2.3 Verificación y mantenimiento.

Se deben realizar revisiones periódicas de los tres elementos del extintor: Partes mecánicas, agente extintor y medios de impulsión.

En cuanto a la frecuencia de las revisiones, se recomienda:

- ❖ Revisión a cargo del personal de la empresa cada tres meses. se comprobará la situación, accesibilidad y buen estado de los extintores.
- ❖ Cada seis meses se llevarán a cabo las operaciones de inspección recomendadas por el constructor: Peso del extintor, presión del manómetro y peso del botellín.
- ❖ Cada doce meses se verificarán los extintores por personal especializado, ajeno al propio establecimiento.
- ❖ Cada cinco años se someterá al extintor a una recarga.

4.3. Instalaciones fijas contra incendios.

Además de los extintores existen diferentes tipos de instalaciones fijas contra incendios. Estas son:

- ❖ **Bocas de incendios.** Se designa con este nombre a la instalación fija con puntos de toma de agua, que son las bocas de incendio propiamente dichas y que deben ir alojadas en un receptáculo adecuado. Constan de los siguientes elementos: Boca de incendio, red de tuberías de agua de 25 o 45 mm. Con lanza que permita la salida del agua en forma de chorro y pulverizada, manómetro para lectura de presión y fuente de abastecimiento de agua. Su situación será cerca de las puertas o salidas y la distancia entre bocas no dejará zonas sin protección.
- ❖ **Hidrantes de incendios.** Instalaciones cuya única diferencia con las anteriormente citadas es su mayor diámetro y que se sitúan en los exteriores del edificio a proteger. Generalmente son utilizados por el Servicio de Bomberos conectando sus propias mangueras o las que se hayan en receptáculos anexos al hidrante.
- ❖ **Columna seca.** Son para el uso exclusivo del Servicio de Extinción de Incendios y está formada por una conducción normalmente vacía, que partiendo de la fachada del edificio, asciende por la caja de escalera y está provista de bocas de salida en los pisos y de toma de alimentación en la fachada, para la conexión de los equipos del Servicio de Extinción de incendios.

- ❖ **Rociadores automáticos de agua (Sprinklers).** Dispositivos de extinción automática distribuidos en, el techo de un local y que arrojan agua en forma de lluvia sobre la zona precisa en que se produce el incendio, debido al calor producido en el techo y que, abre el paso de agua. Una instalación de rociadores engloba tres acciones simultáneas: Detección, alarma y extinción.
- ❖ **Instalaciones fijas y automáticas de extinción con CO₂** Se distinguen dos tipos:
 - Extintores fijos de CO₂ orientados hacia el elemento a proteger y de funcionamiento automático mediante fusible. Su activación quedará reflejada mediante una señal audible o visible.
 - Instalación automática de extinción por inundación del local con CO₂. Contienen un relé temporizador graduable para dar tiempo a la evacuación del personal.

5. Normas de construcción contra incendios.

Dentro de las normas de protección pasiva, un aspecto fundamental de la seguridad en el laboratorio deriva de su diseño y construcción. Así podríamos incluir el estudio de los siguientes aspectos:

Condicionamientos geográficos y urbanísticos. En este apartado se consideran la situación topográfica, climatología, vientos dominantes, distancia al parque de bomberos, etc. En el proyecto de construcción se deberán dar solución a los problemas de ventilación, desagüe y evacuación. Estos problemas varían en función de la zona donde estén instalados.

EDIFICIO	SITUACIÓN	Ventajas	Inconvenientes
>3PLANTAS	PLANTA BAJA	Fácil evacuación del personal	Largos y costosos sistemas De extracción
		Fácil eliminación de residuos	Propagación de humos a plantas superiores
		Fácil aprovisionamiento	Dificultad de evacuación de plantas superiores
	PLANTA INTERMEDIA	Sistema de extracción económico	Difícil aprovisionamiento y eliminación de residuos
		Lenta propagación del fuego	Dificultad de almacenamiento y transporte de gases
			Escapes incontrolados a plantas inferiores

UNA SOLA PLANTA	Fácil evacuación en caso de emergencia	Ocupan mucho espacio
	Mínimas vibraciones	Difícil comunicación entre laboratorios
	Facilidad de disponer de almacén separado	Red de distribución costosa

- ❖ Condiciones de construcción. En 61 le tendrá en cuenta la accesibilidad, la distribución de usos interiores, la sectorización y compartimentación, las vías de evacuación, las dimensiones de las salas, la protección la ventilación, la iluminación, la localización la instalación eléctrica, la calefacción, etc.

El diseño constructivo del edificio del laboratorio seguirá las recomendaciones contenidas en las Normas Básicas de Edificación, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo: NBE-CPI-81 y NBE-CPI-82 "Condiciones de protección contra incendios" y la NBE-CPI-91, "Condiciones de protección contra incendios en los edificios" (Ministerio de Industria y Urbanismo, RD 27911991). Se contemplarán los siguientes puntos:

- Separación por distancia. Evita la propagación del incendio. Intentaremos que el almacén de líquidos inflamables esté separado de los demás edificios.
 - Protección estructural. Es el conjunto del diseño y los elementos constructivos del edificio que protegen la estructura de este y evitan el derrumbe.
 - Protección de estructuras. Protegeremos los elementos estructurales (pilares, vigas, etc.) mediante recubrimientos aislantes que confieran un cierto RF. Forjados. Han de tener una resistencia al fuego para evitar la propagación vertical de este.
 - Compartimentación. Es el conjunto de diseños y elementos constructivos utilizados para que el fuego no pueda extenderse de un sector, a otro.
 - Sectorización. Es la división del edificio por sectores empleando elementos constructivos para que el fuego no pueda extenderse de uno a otro. Puertas contra incendios. Protegen las aperturas necesarias en los muros cortafuegos.
 - Elementos cortafuegos. Los conductos de aire, cables, etc. deben estar obturados por zonas con elementos resistentes al fuego.
 - Huecos verticales. Tienen que estar cerrados con materiales resistentes al fuego.
- ❖ Condiciones de acabado interior. Se elegirán los elementos constructivos y materiales para que: Las llamas y grandes temperaturas, en caso de incendio, no afecten a la estructura del edificio. Los gases y humos no se propaguen por escaleras, vías de evacuación y resto de instalaciones.

En los laboratorios emplearemos materiales incombustibles para el acabado interior. Este tipo de materiales son: Piedras naturales como el granito, caliza, basalto y piedras artificiales como el mortero, cal y yeso, hormigón, cerámica, vidrio y fibrocemento.

6. Condiciones de evacuación.

A pesar de todas las medidas adoptadas, puede ocurrir que se produzca y se propague un incendio, teniendo que llegar a evacuar el personal del edificio. En este momento entran en acción los mecanismos de evacuación. Estos son:

- Señalización de las vías de evacuación. Se deben cubrir los siguientes aspectos:
 - Se debe regular las direcciones en las cuales debemos evacuar el personal desde cada punto.
 - Se deben regular las direcciones que debemos evitar en caso de evacuación.
 - Se debe señalar los medios e instalaciones de protección contra incendios.
 - Se deben regular los dispositivos destinados a evitar la propagación del fuego.
 - Se deben regular las zonas que presenten un riesgo particular de incendio.

Todas las puertas de salida, normales o de emergencia, se señalarán en la parte superior con la inscripción "Exit" o "Salida de emergencias.

- ❖ **Alumbrado de emergencia.** Dicho alumbrado dispondrá de una alimentación mediante dos suministros: El normal y una fuente propia de energía con autonomía de 1 hora. El nivel de iluminación de dicho alumbrado será de 5 lux de intensidad media.
- ❖ **Vías de evacuación.** Son caminos horizontales o verticales, que garantizan el alejamiento sin riesgo de las personas ocupantes, del laboratorio, en un tiempo máximo prefijado, a través de zonas comunes de la edificación que van desde la puerta del local, a la salida a vía pública o espacio abierto y comunicado con vía pública.

Dichas vías deben tener una buena señalización, el desplazamiento por ellas debe ser fácil, debe ser a prueba de fuego. y estanco al humo y gases, debe estar bien ventilado y deben tener una correcta iluminación. En cada laboratorio al menos debe haber dos vías de evacuación.

- ❖ **Normas de evacuación.** Deben supeditarse al plan de evacuación existente. Se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - Dirigirse rápidamente a la salida más cercana.
 - No se utilizarán ascensores o montacargas en las evacuaciones.
 - No se escapará bajando escaleras si estas están inundadas de humo en su parte inferior.
 - Dar prioridad en la evacuación a las personas situadas en la planta donde ha sucedido el incendio y en las situadas en plantas superiores.
 - Utilizar preferentemente escaleras exteriores.
 - Evitar concentración de gente en las salidas de las vías de evacuación.
 - Cerrar los compartimentos donde haya sucedido el siniestro, una vez cerciorados que no queda nadie.
 - Antes de entrar de nuevo en los compartimentos donde ha sucedido el siniestro, esperar un tiempo prudencial y ventilarlos a continuación.

6. CONTROL DEL RIESGO AMBIENTAL.

1. Introducción.

El objetivo del control ambiental es conseguir unas condiciones tolerables por el trabajador para que su salud no sufra alteraciones, parcial o totalmente irreversibles, a lo largo de su vida laboral como consecuencia de las condiciones de trabajo.

Dicho control ambiental lo podemos conseguir con la aplicación de ciertas medidas, dichas medidas pueden ser:

- ❖ **Medidas de ingeniería.** Son medidas de carácter técnico que, aplicadas al proceso, a las instalaciones o a los equipos permiten reducir las concentraciones de los contaminantes por debajo de los niveles admisibles. Entre estas medidas se encuentran:
 - a) **Sustitución.** Consiste en el cambio del proceso, equipo o productos por otro que produzca menor contaminación o reduzca el riesgo ambiental.
 - b) **Confinamiento.** Consiste en la interposición de barreras protectoras que separen la fuente contaminante del medio de propagación, evitando o atenuando la emisión de contaminantes. Un ejemplo de este tipo de medidas es la vitrina extractora.
 - c) **Ventilación general.** Consiste- en el suministro de aire fresco no contaminado para diluir las concentraciones de contaminantes en el laboratorio o reducir la temperatura ambiente.
 - d) **Extracción localizada.** Consiste en la captura del contaminante en el punto de generación, impidiendo su difusión al ambiente de trabajo, transportándolo y lanzándolo al exterior.

- ❖ **Medidas administrativas.** Supone la reducción del tiempo de exposición del trabajador, con el fin de rebajar proporcionalmente la dosis recibida. Esto se consigue estableciendo un sistema de rotación durante la jornada siendo el trabajador desplazado durante una parte de ella a un puesto de menor riesgo de exposición.
 - **Prácticas de trabajo.** Supone el establecimiento de un método de trabajo que reduzca, en la medida de lo posible, el nivel de contaminación. Además se debe implantar un sistema de control para verificar que el método establecido es seguido por los operarios.
 - **Equipos de protección individual.** Consiste en proporcionar al trabajador el equipo necesario para la protección contra la agresividad del medio ambiente. Dicho apartado se tratará en un capítulo sucesivo.

En este apartado nos referiremos a las medidas de ingeniería.

2. Ventilación y acondicionamiento del aire.

Las funciones básicas del acondicionamiento del aire en un laboratorio son:

- El control y ajuste de las condiciones ambientales.
- La renovación del aire existente.
- El mantenimiento de una situación adecuada de corrientes de aire circulando este de las zonas-menos contaminadas a las más contaminadas.

2.1 Acondicionamiento ambiental en el laboratorio.

El ambiente general del laboratorio puede ser acondicionado actuando sobre la temperatura, la humedad relativa, el grado de ventilación y la humedad del aire. La recomendación principal para el acondicionamiento de cualquier laboratorio integrado en un edificio es que dicho sistema de acondicionamiento sea independiente y exclusivo.

En el proyecto de acondicionamiento ambiental del laboratorio consideraremos los posibles focos de calor existentes, los sistemas de extracción localizada de contaminantes, la contaminación química y la existencia de áreas de actividades especializadas (sala de balanzas, almacén, etc).

La función del sistema acondicionador es crear un clima interior artificial, modificando los parámetros que, a consecuencia de las condiciones externas y las energéticas del interior, acabarían imponiéndose en el laboratorio. El sistema de aire acondicionado debe ser capaz de disipar la energía desprendida en las distintas zonas. del laboratorio manteniendo un clima adecuado en cada una de ellas, y compensar con aire limpio todo el volumen de aire retirado por los sistemas extractores.

A la hora de situar las entradas de aire y los retornos deberemos tener en cuenta que . en las inmediaciones de las vitrinas de gases y cabinas de seguridad biológica no deben. producirse circulaciones de aire que puedan afectar su eficacia. Si situamos las entradas de aire limpio cerca de las vitrinas extractoras parte de este aire limpio será retirado por éstas sin conseguir así el barrido deseado. Por otra parte, las entradas de aire no deben dar directamente sobre las mesas de trabajo, balanzas y otros instrumentos debido a que, además del disconfort de los trabajadores, podría favorecerse la emisión de contaminantes así como dificultar el trabajo con ciertos instrumentos.

Las salidas de aire deben situarse de tal modo que no sea posible el reingreso del aire expulsado al edificio.

Si utilizamos un acondicionamiento mediante unidades independientes debemos colocar dichas unidades alejadas de vitrinas de gases y cabinas de seguridad biológica. Además el flujo de aire no debe incidir directamente sobre superficies de trabajo.

2.2 Evacuación de contaminantes.

Los sistemas de acondicionamiento de aire y los sistemas de renovación mediante extractores son incapaces de retirar eficazmente los contaminantes generados en las técnicas o tareas del laboratorio. Así, el máximo beneficio que podemos obtener de estos sistemas de renovación de aire es la eliminación de ciertas contaminaciones residuales que afectan a algunos laboratorios. Para eliminar de forma eficaz la contaminación química o biológica generada por la actividad del laboratorio dispondremos de sistemas de extracción localizados.

A continuación expondremos brevemente las características de algunos de estos sistemas de Evacuación.

2.2.1 Ventilación por dilución.

Mediante la ventilación por dilución se intenta disminuir la concentración ambiental de contaminante por debajo de los límites a considerar sustituyendo el aire contaminado por aire limpio.

Este tipo de sistema solo se puede aplicar si ocurren una serie de circunstancias:

- Se manipulan sustancias de muy baja toxicidad.
- Los productos manipulados no son inflamables ni explosivos.
- No existe contaminación por polvo.
- Los trabajadores se encuentran alejados de los focos de emisión.
- La cantidad de contaminante liberado es discreta y su emisión relativamente uniforme.
- Se asume una contaminación residual.
- Se acondiciona el gran caudal de aire necesario.

Dicho sistema tiene los siguientes inconvenientes:

- Requiere caudales de renovación elevados.
- Consume gran cantidad de energía (calefacción en invierno y aire frío en verano).
- Es poco útil para el riesgo químico.
- Es totalmente ineficaz para el riesgo biológico.

2.2.2 Ventilación por desplazamiento.

Puede emplearse tanto para acondicionamiento ambiental como para el control ambiental de contaminantes. En su forma ideal, el aire limpio se introduce en el laboratorio de tal forma que desplaza hacia las salidas el aire que ya estaba dentro, pero sin mezclarse con él, intentándose ajustar al modelo de flujo pistón. Si el sistema se diseña con entrada a baja velocidad a la altura del suelo del local y es extraído por la parte alta, la acumulación del aire contaminado tiene lugar en la zona de extracción, lejos de, donde se halla el personal.

La principal dificultad de este tipo de sistema radica en los problemas existentes para mantener flujos próximos laminares en distancias y volúmenes grandes debido a la baja viscosidad del aire. Es un procedimiento poco utilizado.

2.2.3 Ventilación natural

Presenta multitud de inconvenientes:

- Produce discomfort climático.
- Puede dar lugar a un apagado accidental de las llamas de los mecheros por corrientes de aire.
- Produce golpes continuos de puertas y ventanas.
- Ayuda al mal funcionamiento de elementos calefactores en montajes.
- Causa evaporaciones inconvenientes.
- Altera el funcionamiento de los sistemas de extracción localizada.

3. Extracción localizada.

Los sistemas de extracción localizada presentan algunas ventajas sobre la ventilación por dilución. Estas son:

- Captura del contaminante antes de afectar al medio.
- Menor caudal de trabajo.
- Menor alteración de condiciones termohigrométricas.
- Diseño sencillo.
- Mantenimiento más simple.

Los sistemas de extracción localizada están constituidos como mínimo de una boca de captación, un conducto, un sistema extractor y una salida.

Los ejemplos de aplicación más frecuentes en el laboratorio son:

- Vitrinas de gases.
- Campanas extractoras.

3.1 Vitrinas de gases.

La utilización de vitrinas de gases como lugar de trabajo presenta las siguientes ventajas:

- Arrastre de contaminantes.
- Protección contra-proyecciones y salpicaduras.



- Facilitar el trabajo con inflamables por la ausencia de fuentes de ignición.
- Permitir la entrada de aire limpio en trabajos que lo requieran.
- Facilitar la renovación del aire del laboratorio.
- Crear una depresión en el laboratorio que evita la salida de contaminantes hacia áreas anexas.

La eficacia de las vitrinas viene condicionada por su diseño, correcta utilización, capacidad de extracción. y ubicación en el laboratorio.

Entre los requisitos que debe cumplir una vitrina están los siguientes:

- Permitir el trabajo con el frente abierto y cerrado.
- Permitir la observación del proceso.
- Ser fácilmente lavable, y descontaminable.
- Ser silenciosa.

En función de sus dimensiones, existen tres tipos de vitrinas:

- De sobresuelo o cabinas.
- Convencionales.
- De sobremesa.

3.1.1 Vitrinas de sobresuelo.

Son las más adecuadas. para albergar montajes o aparatos de dimensiones considerables, como es el caso de columna de destilación, o montajes a escala piloto.

En cuanto a sus dimensiones, su altura alcanzará hasta el techo, la anchura se adaptará a las necesidades y el fondo suele ser de un metro. La base de la vitrina estará elevada respecto al suelo y se construirá sobre una cubeta para recoger vertidos eventuales.

Los materiales pueden ser muy variados, recomendándose el uso de materiales cerámicas.

Con el fin de facilitar el montaje de los aparatos que se albergarán en su interior es conveniente instalar en la parte posterior un soporte estructura rígido en material resistente al ataque químico y a la temperatura, sobre el cual se fijarán los matraces, instrumentos, etc.

3.1.2 Vitrinas convencionales.

Son las más utilizadas en el laboratorio. Se pueden utilizar siempre que los montajes y aparatos que deban utilizar demasiado no sean demasiado grandes. Se instalarán a la misma altura que mesas y poyatas de laboratorio, permitiendo un cómodo trabajo en su interior.

Dichas vitrinas normalmente disponen de los siguientes servicios:

- Tomas de corriente.
- Agua.
- Cubeta de desagüe.
- Sifón propio.
- Tomas de gases.
- Aire comprimido.

Los controles de todos estos elementos se sitúan fuera, en la parte frontal de la tuberías, desagües, contrapesos y poleas deben ser fácilmente accesibles para facilitar su mantenimiento.

Por lo que se refiere a la eficacia de extracción, los diseños de las vitrinas comerciales suele ser el siguiente

Se utiliza una pantalla deflectora que permite que los contaminantes densos sean arrastrados por la corriente laminar que discurre tras el deflector, mientras que los menos densos son aspirados desde la boca superior. Además el panel superior es regulable para así poder .ajustar la relación de flujos inferior superior.

En cuánto a la velocidad de paso de aire, en general una buena vitrina debe poder proporcionar una velocidad de aspiración de 0.6 a 0.7 m/s con el frente totalmente abierto.

Por lo que respecta a su ubicación, las vitrinas deben considerarse como superficies de trabajo, debiendo situarlas lo más alejadas a las puertas, pasillos o zonas de paso.

3.1.3 Vitrinas de sobremesa.

Se utilizan para retirar los contaminantes generados en técnicas muy concretas, que exijan una manipulación escasa en un espacio reducido. Por razones estéticas se suelen construir en, materiales translúcidos como policarbonato, excluyéndose el vidrio por razones de seguridad.

3.2 Campanas de extracción.

En laboratorios, la instalación de campanas suele ubicarse casi exclusivamente sobre la llama de los espectrofotómetros de absorción atómica, ya que la vitrina de gases cubre gran parte de las necesidades del laboratorio. Además podemos utilizarlos en los ensayos fisicoquímicos que puedan provocar desprendimiento de humos. De este modo los humos y gases calientes procedentes de baños de aceite a altas temperaturas, muflas, estufas, o incluso de un cromatógrafo de gases, pueden evacuarse mediante una pequeña campana.

7. RIESGO ASOCIADO A LA UTILIZACION DE MATERIAL DE VIDRIO.

El vidrio presenta una serie de ventajas frente a otros materiales constructivos. Estas ventajas son: Su carácter inerte manejabilidad, transparencia, facilidad de diseño y fabricación de elementos para la utilización en montajes, y una larga vida útil de dichos elementos pudiéndose estos reutilizar durante un número indefinido de ocasiones sometiéndolos únicamente a un proceso de lavado.

Su mayor inconveniente, es su fragilidad. A pesar de ello el vidrio resiste su sustitución frente a otros materiales como polímeros debido a su disponibilidad y precio.

Los riesgos asociados a la utilización de material de vidrio en laboratorios derivan de la posibilidad de éste de producir cortes y heridas como consecuencia de roturas y explosiones, provocadas por caídas y golpes, calentamientos y/o enfriamientos bruscos o imprudencias durante la manipulación de sistemas de vacío o presión.

El riesgo asociado a la utilización de material de vidrio se encuentra localizado en los siguientes cuatro grupos de actividades:

- Lavado del material de vidrio.
- Utilización de aparatos y montajes a presión.
- Utilización de aparatos y montajes a vacío.
- Manejo de utensilios, objetos y aparatos de vidrio como son: Recipientes, material volumétrico, aparatos sencillos como desecadores, cristalizadores, kitsatos, etc., y accesorios como embudos, tapones, jeringas, etc...

Para prevenir los riesgos asociados a estas actividades seguiremos las siguientes medidas preventivas:

- Lavado del material de vidrio.
- Es una de las operaciones más usuales en un laboratorio. Podemos realizar dicha operación manualmente o mediante aparatos lavavajillas especiales. Si el lavado del material se realiza de forma manual deberemos utilizar guantes adecuados para evitar el riesgo de cortes.
- Aparatos y montajes de vidrio a presión.
Este tipo de operaciones suele estar restringido a trabajos de investigación o aplicaciones muy especiales. Presentan peligros por fugas de sobrepresión o estallido. Antes de realizar cualquier montaje de este tipo deberemos revisar - atentamente el material de vidrio, rechazando cualquier pieza que presente grietas. Fisuras o hendiduras. Sujetaremos el montaje con pinzas protegidas. Lubricaremos



con rasas inertes como la silicona las conexiones esmeriladas. Extremaremos las precauciones en las operaciones en que se produzca un calentamiento o enfriamiento del sistema. Emplearemos pantallas faciales de protección en las operaciones con montajes a presión.

- Aparatos y montajes a vacío. Existe riesgo de implosión provocados por choques mecánicos o térmicos. A continuación se comentarán algunas de las operaciones típicas con material de vidrio y a vacío.
 - Evaporación a vacío. Se utilizan normalmente evaporadores rotativos (rota vapores).

Seguiremos las siguientes normas:

- No llenaremos excesivamente los balones.
- Evitaremos sobrecalentamientos.
- Si existe la posibilidad de aparición de productos inestables no llevaremos a sequedad.
- Enfriaremos el balón antes de eliminar el vacío.
- **Destilación a vacío.**
 - Utilizaremos montajes apropiados a las cantidades y características de los productos a destilar.
 - No utilizaremos mecheros como fuente de calor.
 - Recabaremos toda la información posible sobre la naturaleza de los productos a destilar.
 - No llenaremos los balones más de la mitad de su volumen. Verificaremos la estanqueidad del montaje¹
 - Tanto el calentamiento inicial como el enfriamiento final se realizarán en condiciones de vacío.
 - El nivel del líquido deberá quedar por debajo de la manta calefactora. Utilizaremos soportes móviles para la manta calefactora o baño que permitan retirar el elemento calefactor en caso de necesidad.
 - Regularemos la velocidad de ebullición previniendo posibles obturaciones.
- **Filtrado a vacío.**
 - Utilizaremos kitsatos de vidrio-de alta calidad y que se encuentren¹ en perfecto estado de conservación.
 - Evitaremos tensiones en la fijación del kitsato
 - No forzaremos el vacío cuando la filtración sea defectuosa, sino que reduciremos la cantidad de producto a filtrar.

- Secado a vacío. Dicha operación se realiza como técnica de purificación de productos orgánicos. Esta operación se realiza aplicando vacío a un desecador de vidrio cargado con el agente secante o deshidratante adecuado.
 - Situaremos el desecador en un lugar poco expuesto a golpes y caídas.
 - Evitaremos el transporte del sistema. hallándose este en condiciones de vacío.
 - Lubrificaremos adecuadamente las llaves y los bordes de contacto.
 - Tomaremos las precauciones correspondientes al riesgo químico del agente deshidratante.

Normas-de manipulación de aparatos de vidrio.

Como precauciones generales a adoptar para el manejo de utensilios, objetos y aparatos de vidrio en el laboratorio deberemos:

- Hacer las revisiones y sustituciones periódicas necesarias.
- Desechar todo material que presente defectos.
- Desechar el, material que haya sufrido golpes de cierta consideración, aunque no presente rajadas ni fracturas.
- Comprobar la temperatura de los objetos de vidrio que hayan estado expuestos al calor antes de aplicar las manos directamente.
- Utilizaremos contenedores específicos para el material de vidrio desechado.
- Utilizaremos guantes para retirar los fragmentos afilados.
- En caso de rotura barreremos cuidadosamente los restos de cristal esparcidos por la zona de trabajo.
- Si lavamos a mano el material de vidrio utilizaremos guantes, y retiraremos cualquier material defectuoso.
- No forzaremos la separación de llaves de paso, conectores, tapones agarrotados o cierres de recipientes obturados. Utilizaremos herramientas . adecuadas o una solución jabonosa y tibia, operando con guantes y una protección facial adecuada.

8. RIESGOS ASOCIADOS A EQUIPOS DE LABORATORIO.

1. Equipos comunes a cualquier laboratorio.

En dicho apartado incluiremos los siguientes aparatos:

- Frigoríficos.
- Aparatos con Rama.
- Baños calientes y dispositivos de calefacción.
- Baños fríos.
- Refrigerantes.
- Estufas.
- Autoclave.
- Baños de ultrasonidos.
- Centrífugas.
- Lámpara UV.
- Pipetas.

1.1 Frigoríficos

Siempre emplearemos frigoríficos de seguridad aumentada para almacenar sustancias que presenten peligro de inflamación o explosión. Cuando el frigorífico este situado en un área de atmósfera inflamable este tendrá que ser antideflagrante. No es recomendable utilizar frigoríficas domésticos, y sólo los utilizaremos para guardar productos inertes.

Los principales riesgos que presenta la utilización de frigoríficas en laboratorios son el riesgo de incendios y explosiones / deflagraciones producidos por:

- El almacenamiento en el frigorífico de productos que pueden desprender vapores inflamables mal cerrados.
- Fallos de corriente que produzca un recalentamiento de algún producto o que propicie la explosión de algún recipiente.
- Incendio o explosión debido a acumulaciones de vapores inflamables activados por una chispa producida por el motor del frigorífico.

Las medidas a tomar para la Prevención de dichos riesgos son:

- El empleo de frigoríficas de seguridad aumentada, y preferiblemente, preparados para guardar productos inflamables.
- No almacenar en el frigorífico recipientes abiertos o mal tapados.
- Utilizar recipientes que, en caso de recalentamiento accidental w" capaces de resistir la sobrepresión.
- Controlar la temperatura interior del frigorífico.

1.2 Aparatos con llama.

Los riesgos generados al trabajar con llama abierta son los de incendio o explosión por la generación de gases comburentes o combustibles o por la presencia de productos inflamables en las proximidades del lugar donde se trabaja con llama abierta.

Para prevenir dichos riesgos deberemos:

- Suprimir la llama o la sustancia inflamable aislándola o, garantizar, una ventilación suficiente para no alcanzar el límite inferior de inflamabilidad.
- Calentar, los líquidos, inflamables, mediante. sistemas. que..trabajen a una - temperatura inferior a la de auto ignición.
- Utilizar equipos con dispositivos de seguridad. que permitan la interrupción del suministro de gases en caso de anomalía.
- Mantenimiento adecuado de la instalación de gas.

1.3 Baños calientes y dispositivos de calefacción.

Los principales riesgos al trabajar con dispositivos de calefacción son:

- Quemaduras térmicas.
- Rotura de recipientes de vidrio ordinario con desprendimiento de vapores
- Vuelcos y vertidos.
- Emisión incontrolado de humos en los baños de aceite.
- Generación de calor y humedad en baños de agua.



Para evitar estos riesgos deberemos:

- No llenar el baño completamente.
- Asegurar su estabilidad mediante soportes.
- No introducir recipientes de vidrio ordinario, utilizar recipientes de pirex.
- Utilizar termostatos de seguridad para limitar la temperatura.
- Disponer de extracción localizada cuando su uso sea continuado.
- Disponer de aislantes térmicos que no contengan amianto.
- Realizar revisiones periódicas.

1.4 Baños fríos.

Normalmente un contacto puntual y poco intenso con los líquidos refrigerantes no producen daños, siendo más peligroso un contacto prolongado. Los principales riesgos que presentan dichos baños son:

- Quemaduras por frío.

- Desprendimiento de vapores.
- Al emplearse en reacciones exotérmicas, cualquier incidente que anule su función puede generar un incendio, explosión o generación de sustancias tóxicas.

Las medidas preventivas que debemos tomar son:

- No introducir las manos en el baño frío sin guantes protectores.
- Manipular la nieve carbónica con ayuda de pinzas y guantes térmicos.
- Introducir los recipientes en el baño frío lentamente.
- Emplear los baños de acetona con nieve carbónica preferiblemente en la vitrina.

1.5 Refrigerantes.

Funcionan mediante la circulación de agua corriente a través de conexiones mediante tubos flexibles, empleándose a veces circuitos cerrados con enfriamiento del agua en un baño refrigerado.

Los riesgos asociados a la utilización de refrigerantes son:

- Rotura interna con entrada de agua en el medio de reacción, pudiéndose provocar un incendio, explosión o emisión de productos tóxicos.
- Fuga de vapores por corte del suministro de agua.
- Inundación en caso de desconexión del tubo.

Las medidas preventivas a tomar son:

- Disponer de un sistema de seguridad que interrumpa el aporte de calor en caso de que se corte el suministro de agua.
- Asegurarse que los tubos están bien sujetos y renovarlos periódicamente.
- Comprobar la solidez y estanqueidad del circuito de agua periódicamente.

1.6 Estufas.

Presentan los siguientes riesgos:

- De explosión, incendio e intoxicación si se desprenden vapores inflamables en la estufa.
- De sobrecalentamiento debido a un fallo en el termostato.
- De contacto eléctrico indirecto.

Para evitar dichos riesgos seguiremos, las siguientes recomendaciones:



- Si se utiliza la estufa para evaporar líquidos volátiles dispondremos de un sistema de extracción y retención por filtrado o condensación de los vapores producidos. Se recomienda utilizar estufas de seguridad o con instalación antideflagrante si los vapores que se desprenden son inflamables.
- Emplearemos estufas con sistemas de seguridad de control de temperaturas (doble termostato).
- Efectuaremos un mantenimiento adecuado de la estufa.

1.7 Autoclave-

El autoclave es un aparato de limpieza y descontaminación. Trabaja a altas presiones y temperaturas.

Presenta los siguientes riesgos:

- Quemaduras térmicas por desprendimiento de vapor de agua o por derrames de agua caliente.
- Explosión del aparato con proyecciones violentas.
- En el manejo del autoclave tendremos en cuenta los siguientes puntos.
- Utilizaremos zapatos de cuero o botas de goma que nos cubran todo el pie. Nunca utilizaremos zapatos de tela.
- Iremos provistos de batas de laboratorio.
- Utilizaremos guantes especiales que resistan altas temperaturas a la hora de vaciar el autoclave.
- Utilizaremos guantes de goma para cargar el material de vidrio sucio en el autoclave para prevenir cortes, contaminación o quemaduras de ácidos.
- No introducir recipientes cerrados en el autoclave para evitar presiones de gases.
- Situar el material a limpiar de tal forma que la máxima cantidad de superficie esté expuesta a los chorros del autoclave para mejorar la esterilización.
- Utilizar solo material de boro silicato, tipo pirex, en el autoclave. El material de vidrio ordinario rompe a altas temperaturas.
- No poner en marcha el autoclave sin asegurarse que este está bien cerrado.
- Dejar siempre completar el ciclo de lavado del autoclave para prevenir una mala esterilización del material en el contenido.
- No abrir el autoclave cuando está en funcionamiento.
- No debemos situarnos frente a la puerta en el momento de la apertura del autoclave.
- Esperar cinco minutos después de haber terminado el ciclo de lavado y abrir parcialmente el autoclave para que se liberen los vapores en el contenido. Esperar a que el material de vidrio se enfríe antes de sacarlo.



1.8 Baño de ultrasonidos.



El empleo de ultrasonidos encuentra un número creciente de usos en el laboratorio de química, y biología. Las ondas ultrasónicas se utilizan en síntesis química para acelerar ciertas reacciones, (de polimerización por ejemplo), para la aplicación principal se encuentra en la limpieza de material de vidrio. (Baño de ultrasonidos).

Los efectos biológicos de las ondas ultrasónicas se deben a efectos térmicos y mecánicos, así como a efectos de cavitación, (Aparición de burbujas en el líquido sonificado). Estos efectos en componentes celulares, se darán en función de la frecuencia e intensidad de las ondas de ultrasonido. Solo ondas de frecuencia muy alta son capaces de provocar modificaciones perceptibles en las células.

Como medidas preventivas, los baños de ultrasonidos se deben colocar en un área bien indicada y protegida, por ejemplo, en una campana de humos si hay posibilidad de formación de vapores o aerosoles al sonicar una cierta solución. El material de vidrio sucio debe someterse a un prelavado antes de ser introducido en el baño de ultrasonidos. A la hora de introducir o retirar el material de vidrio el baño deberá ser apagado, y utilizaremos guantes y gafas protectoras. Si el uso de ultrasonidos es frecuente deberemos llevar protecciones para los oídos. Para disminuir el ruido provocado por el baño de ultrasonidos este deberá ser aislado.

1.9 Centrífuga.

Presenta los siguientes riesgos:

- Heridas en caso de contacto con la zona giratoria.
- Explosión por una atmósfera inflamable.
- Formación de aerosoles.



Para controlar dichos riesgos seguiremos las siguientes recomendaciones:

- Repartiremos la carga simétricamente.
- Comprobaremos que los tubos de centrífuga se hayan en buen estado.
- Nos aseguraremos que las sustancias químicas introducidas en los tubos de centrífuga son compatibles con el material del que, estén formados dichos tubos.
- Colocaremos siempre la tapa de protección.
- Dispondremos de un procedimiento para el caso de roturas y formación de bio-aerosoles.

1.10 Lámpara UV.

Las lámparas UV se basan en la fluorescencia del vapor de mercurio. Estas lámparas se utilizan, comúnmente para la detección de compuestos químicos en electroforesis y cromatografía (sobre papel, columna y capa fina).

La luz ultravioleta tiene un bajo poder penetrante. Así, para la piel, cornea y tejido conjuntivo, es de solo 1 mm. La exposición excesiva a la radiación UV provoca lesiones agudas a largo plazo tanto en piel como en ojos.

La exposición prolongada de la piel a la luz ultravioleta crea lesiones irrevocables en ella, pudiendo llegar a provocar cánceres cutáneos.

Los daños provocados en los ojos pueden ir desde una conjuntivitis que aparece a las 4-8 horas después de la exposición y puede durar varios días, hasta la pérdida parcial de la vista por una exposición a largo plazo. No está probado que la luz ultravioleta produzca cáncer de ojo, pero se observa que las personas de ojos azules son más susceptibles a melanomas oculares.

Para una protección efectiva de los ojos debemos llevar lentes de vidrios especiales, con protección lateral.

1.11 Pipetas.

Presenta los siguientes riesgos:

- Contacto o ingestión de un líquido tóxico o corrosivo.
- Cortes por rotura.

Para controlar el riesgo seguiremos las siguientes recomendaciones.

- Nunca pipetearemos con la boca.
- Utilizaremos siempre guantes impermeables al producto empleado.
- Para algunas aplicaciones y reactivos es recomendable utilizar un dispensador automático de manera permanente.

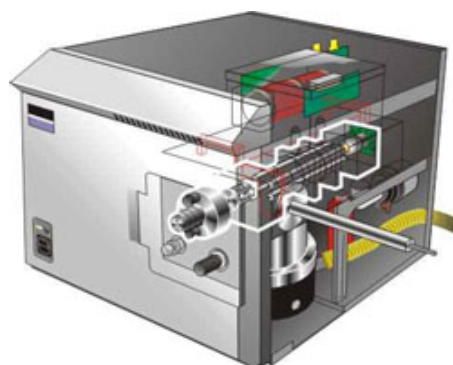


2. Instrumental analítico.

2.1 Cromatógrafo de gases.

El cromatógrafo de gases trabaja a temperaturas elevadas. Utiliza como fase móvil gases puros o mezclas de gases. Puede producir un cierto nivel de contaminación ambiental cuando se trabaja con detectores no destructivos.

- Riesgos.
 - Riesgos debidos a la manipulación de gases comprimidos.
 - Disconfort por el calor desprendido por el aparato.
 - Quemaduras térmicas al realizar. algunas. Operaciones en el detector, columna o inyector.
 - Fugas de gases.
 - Contaminación ambiental.
 - Pinchazos en la manipulación de jeringas.
 - Contactos eléctricos indirectos en aparatos antiguos.



Control del riesgo.

- Nos remitiremos al apartado "Manipulación de gases comprimidos" para prevenir los riesgos debidos al uso de gases comprimidos.
- A fin de disipar el calor producido por los aparatos dispondremos de un sistema de ventilación y refrigeración adecuado.
- Siempre utilizaremos guantes resistentes al calor al manipular zonas calientes.
- Conectaremos la salida del divisor de flujo del inyector de capilares y de los detectores no destructivos al exterior.
- Mantendremos un adecuado mantenimiento preventivo.

La mayor parte de, estas instrucciones son extensivas para el caso de los espectrómetros de masas, tanto si utilizan la cromatografía de gases como fase previa o no.

2.2 Cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC).

- Riesgos:
 - Vertidos y contactos dérmicos en la preparación del eluyente.



- Contaminación ambiental al emplear eluyentes volátiles.
 - Irritaciones pulmonares debidas. a la fase estacionaria.
 - Peligros que resultan del uso de altas presiones.
- Control del riesgo:
- Manipularemos los eluyentes adecuadamente, empleando guantes y gafas de Seguridad para evitar cualquier contacto debido a derrames o salpicaduras.
 - Emplearemos material de vidrio resistente en el tratamiento previo del eluyente, especialmente en las operaciones al vacío.
 - Trabajaremos con todos los recipientes con disolventes tapados con una cubierta de plástico con un pequeño agujero por el que pasa un tubo de teflón suficientemente grande para poder vaciarlos o llenarlos, y para que así no se escapen vapores tóxicos a la atmósfera del laboratorio.
 - Un buen sistema de ventilación es necesario en las áreas de manejo de disolventes.
 - Cualquier operación que implique un posible escape de fase estacionaria debe llevarse a cabo en una campana de humos.
 - Nunca abriremos una columna bajo presión.

2.3 Espectrofotómetro de absorción atómica.

La espectroscopia de absorción atómica es un método analítico para la determinación de los elementos basado en la absorción de la radiación por los átomos libres. Los espectrofotómetros de absorción atómica constan de una fuente de radiación, un sistema de atomización, un corrector de fondo y un detector y amplificador.



- **Presenta los siguientes riesgos:**
 - Quemaduras químicas producidas. en la manipulación de ácidos concentrados empleados en el tratamiento previo (digestión) de las muestras a analizar.
 - Desprendimiento de vapores irritantes y corrosivos.
 - Quemaduras térmicas con la llama, horno de grafito y zonas calientes.
 - Fugas de gases como el acetileno.
 - Posible formación de hidrógeno al utilizar el sistema de generación de hidruros.
 - Riesgos de radiaciones UV.
- **Para controlar dichos riesgos seguiremos las siguientes recomendaciones:**
 - Realizaremos las operaciones de digestión en campanas de humos.
 - Utilizaremos los equipos de protección personal adecuados: Guantes, gafas, etc.
 - Situaremos un sistema de extracción sobre la llama o horno de grafito.
 - Dispondremos de una buena ventilación general, sobretodo al trabajar con el generador de hidrocarburos.

- Tomaremos las precauciones adecuadas para trabajar con acetileno.
- No miraremos directamente a la llama ni a las fuentes de emisión.

2.4 Espectrofotómetro de UV-visible e infrarrojo, fluorímetro, balanza, pH-metro, polarógrafo y otros aparatos de electro análisis, auto analizadores, microscopios, agitadores, etc.

A dicha instrumentación, básicamente podemos asociar los riesgos de contacto eléctrico, quemaduras térmicas, formación de ozono al utilizar lámparas o radiaciones a determinadas longitudes de onda, etc.

Básicamente los procedimientos para reducir el riesgo al trabajar con dicha instrumentación son:

- Una instalación adecuada.
- Un mantenimiento preventivo eficaz.
- Instrucciones de uso y procedimiento normalizados de trabajo con unas adecuadas instrucciones de seguridad que contemplen la especificidad de cada técnica.

9. MEDIDAS DE PROTECCION

1. Introducción

En cualquier laboratorio, por muchas precauciones que tengamos hay ciertos riesgos difíciles de eliminar y que debemos asumir. Es por eso que debemos utilizar técnicas complementarias de seguridad por las cuales se asume hasta un determinado nivel el riesgo existente y las consecuencias desfavorables, lesiones y pérdidas de materiales que de él se puedan derivar.

Entre estas medidas de protección, se encuentran:

- Duchas de seguridad y fuentes lavaojos
- Equipos de protección individual.
- Señalización

2. Duchas de seguridad y fuentes lavaojos.

La situación debe estas debe ser a menos de 0 metros de los puestos de trabajo, en un lugar fácilmente visible y accesible y no deberá haber ni aparatos eléctricos ni enchufes en su proximidad.

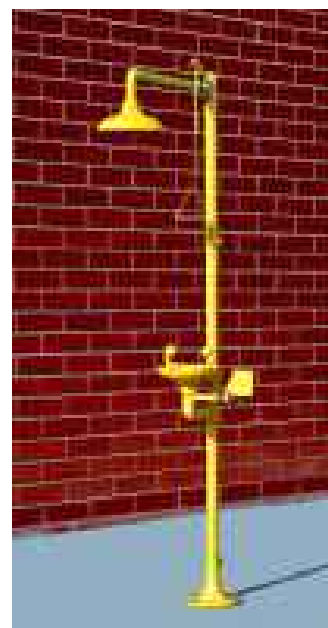
2.1 Duchas de seguridad.

La ducha debe proporcionar un caudal de agua suficiente para empapar inmediatamente al usuario, siendo lo suficientemente amplia para acomodar a dos personas en caso necesario.

El agua suministrada debe ser potable y es recomendable que esté templada, para evitar el riesgo de enfriar a una persona quemada o en shock.

La llave de apertura debe ser de accionamiento rápido, utilizándose un pulsador accionador fácilmente identificable.

Deben probarse haciendo correr agua, por lo menos cada seis meses, para comprobar que estén en buenas condiciones de uso.



2.2 Fuentes lavaojos.

La fuente lavaojos se suele accionar mediante un pedal,. El chorro de las boquillas debe ser de baja presión para no provocar daño ni dolor innecesario. El agua debe ser potable. Es recomendable que el agua salga templada.

Al igual que las duchas deben probarse cada seis meses haciendo correr agua.

3 Equipos de protección individual. EPIS.

Los equipos de protección individual son los dispositivos de los que dispone una persona con el fin de que la protejan contra uno o varios riesgos que puedan amenazar su salud y seguridad.

En el laboratorio dichos equipos de protección adquieren una relevancia especial debido a que el manejo de sustancias peligrosas en muchas operaciones entraña un alto riesgo, por lo que el uso intensivo de protecciones personales, desaconsejable en otro tipo de trabajo, suele ser aquí recomendable, en especial la protección cutánea de manos, las protecciones oculares y las respiratorias.

3.1 Protección ocular.

Podemos clasificar el riesgo de lesiones oculares en las siguientes categorías.

- Proyección de partículas
- Salpicaduras de líquidos
- Ambientes contaminados por gases o partículas en suspensión
- Emisión de radiaciones: UV, IR, etc.

Está totalmente desaconsejado utilizar lentes de contacto en los laboratorios. El uso de gafas ordinarias de prescripción oftalmológicas no protege lo suficiente. Si utilizamos gafas graduadas debemos utilizar gafas protectoras que se ajusten perfectamente a las gafas graduadas o gafas de seguridad con cristales de seguridad graduados.

En el laboratorio los equipos de protección individual para el riesgo de lesiones oculares son normalmente las gafas de seguridad y las pantallas faciales.

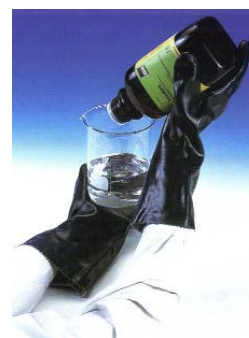
Gafas de seguridad. Es recomendable la utilización permanente de gafas de seguridad. El modelo más aconsejable es el de gafas de tipo integral, en las que la misma montura forma una protección adicional que evita el paso de partículas o salpicaduras que se dirijan al ojo con incidencia distinta de la frontal.



Pantallas faciales. Tienen la misma aplicación que las gafas de seguridad, con las ventajas que suelen ser más cómodas y que proporcionan una protección adicional al cubrir completamente la cara.

3.2 Guantes de seguridad.

Las manos son las extremidades más expuestas a todo tipo de lesiones, por lo que debemos prestarles una mayor atención. Los guantes deben ser confortables en cuanto a forma y material además de eficaces. Deben servir para proteger contra los agentes químicos, el calor, la abrasión y los cortes y pinchazos.



Los guantes se fabrican en diferentes materiales, según la utilización que se les vaya a dar.

Podemos **clasificar** los guantes de protección frente a agresivos químicos en las siguientes clases:

- Clase A- Impermeables y resistentes a la acción de los ácidos A-1, o bases A-2. Un ejemplo de estos son los guantes de neopreno.
- Clase B. Impermeables y resistentes a detergentes, jabones, amoníaco, etc., por **ejemplo, los** guantes de látex.
- Clase C. Impermeables y resistentes a disolventes orgánicos. Por **ejemplo,** guantes de neopreno o de vinilo.

En según que casos, si desconocemos la acción de los productos manipulados, es recomendable la utilización simultánea de dos tipos de guantes diferentes.

Antes de cada uso debemos examinar los guantes y verificar que no contengan perforaciones. Al terminar el trabajo enjuagaremos los guantes con agua fresca para eliminar cualquier residuo químico.

3.3 Bata de laboratorio, y delantales.

La bata nos protege de salpicaduras, evitando el contacto de la piel con el producto químico,
Por lo que no es recomendable la utilización de batas de manga corta en verano.

Siempre debemos llevar la bata perfectamente abrochada, y esta debe lavarse frecuentemente y de forma separada al resto de la ropa.

Cuando utilizamos grandes cantidades de productos corrosivos es recomendable el uso de delantales de plástico o goma.



3.4 Calzado.

No es aconsejable el uso de sandalias, ni zapatos abiertos o de tela en el laboratorio, debido a la enorme frecuencia con la que se utilizan productos químicos.

Al trabajar con productos cáusticos procuraremos no utilizar zapatos o botas de cuero ya que dichas sustancias corroen el cuero y pueden entrar en contacto con nuestros pies.

El calzado de caucho o el fabricado con materiales sintéticos, puede ser el más adecuado para trabajar con productos químicos debido a su resistencia.

3.5 Protección respiratoria.

Ningún equipo de protección respiratoria es capaz de prevenir la entrada de todos los contaminantes en el aparato respiratorio. Ayudan en la protección contra contaminantes aerotransportados reduciendo la concentración de estos hasta niveles por debajo del TLV o de otro nivel de exposición recomendado. Para conseguir una protección adecuada es necesario seleccionar adecuadamente el equipo y, entrenar al usuario en su correcta utilización.

- Podemos clasificar los equipos en dos grupos según el sistema empleado:
 - Dependientes del medio ambiente.
 - Independientes del medio ambiente.

3.5.1. Equipos dependientes del medio ambiente

Son los más empleados. Se trata de sistemas de filtración del contaminante. El aire que respira el usuario es el del ambiente que le rodea, de aquí su nombre. Podemos clasificarlos en dos grupos:

- **Respiradores auto filtrantes o sin mantenimiento.** Se desechan en su totalidad cuando han llegado al final de su vida útil o capacidad de filtración. No necesitan recambios ni mantenimientos y cubren nariz, boca y barbilla.
- **Respiradores de filtros recambiables.** Estos modelos llevan incorporados válvulas y filtros acoplados que se desechan al final de su vida útil siendo el adaptador facial reutilizable. Necesita un mantenimiento de las válvulas y elementos de sujeción, así como una limpieza periódica.

Existen tres grupos:



a) De filtración mecánica. Se emplean para polvo, humos o aerosoles. Retienen el contaminante poniéndole trabas físicas para que no pase. El final de la vida útil, de estos filtros vendrá determinado por un aumento brusco de la resistencia, que oponga a la respiración del usuario.

b) De filtración química. En estos filtros se emplea una sustancia química cuya misión es retener el contaminante, adsorbiéndolo, o reaccionando con el. Estos filtros. contienen una cierta especificidad en

función del tipo de contaminantes a retener.

- c) De filtración mixta. Comparten las características de los dos anteriores. Se utilizan cuando coexisten las dos formas de contaminantes.

3.5.2. Equipos independientes del medio ambiente.

Son equipos que aíslan del ambiente de trabajo y proporcionan aire limpio de una fuente no Contaminada. Las podemos dividir en dos grandes grupos:

- Equipos semi-autónomos. Utilizan el aire de otro ambiente del de trabajo, no contaminado y transportado a través de una canalización o proveniente de recipientes a presión no portátiles. Se utilizan en ambientes muy contaminados o pobres en oxígeno y donde no es necesario una gran autonomía de movimientos. Un ejemplo de este tipo de trabajos son los que se realizan en espacios confinados.
- Equipos autónomos. Llevan incorporada la fuente de aire limpio, que es transportada por el usuario. Así conseguimos una gran libertad de movimientos.

Se recomienda su uso cuando el aire no es respirable y se requiere autonomía y libertad de movimientos.

10. SEÑALIZACIÓN.

La señalización de los riesgos es otra de las técnicas complementarias de seguridad, cuyo objetivo final es llamar la atención sobre objetos y situaciones capaces de provocar peligros e indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos importantes.

Con el R.D. 485/1997 de 14 de abril se aseguran las disposiciones mínimas a adoptar en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Las señales en forma de panel poseerán las siguientes características:

- La forma y color de las señales estará definido en función del tipo de señal de que se trate.
- Los pictogramas serán lo más sencillos posibles.
- Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medio ambientales.
- Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

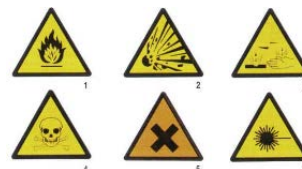
En cuanto a su utilización, las señales se instalarán a una altura y posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta los posibles obstáculos, en la proximidad del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general en el acceso a la

zona de riesgo. El lugar de emplazamiento de la señal debe estar bien iluminado, accesible y visible. Si la iluminación es insuficiente se empleará una iluminación adicional o utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes. No situaremos demasiadas señales próximas entre sí para evitar la disminución de la eficacia de la señalización. Las señales se retirarán cuando deje de existir la situación. que las justificaba.

1.1 Tipos de señales.

1.1.1. Señales de advertencia.

Su forma será triangular. El pictograma será de color negro sobre fondo amarillo. El fondo cubrirá como mínimo el 50% de la señal. Los bordes de la señal serán negros.



Como excepción, el fondo de la señal sobre "**materias nocivas o irritantes**" será de color naranja para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.

1.1.2 Señales de prohibición.



Su forma será redonda. El pictograma será de color negro sobre fondo blanco, con los bordes y la banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45º respecto a la horizontal), rojos, (el rojo debe cubrir como mínimo el 35 % de la superficie de la señal).

1.1.3. Señales de obligación.

Su forma será redonda. El pictograma será de color blanco sobre fondo azul (el fondo azul debe cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



1.1.4. Señales relativas a equipos de lucha contra incendios.



Su forma será rectangular o cuadrada. El pictograma será de color blanco sobre fondo rojo (El fondo deberá cubrir como mínimo el 50 % de la superficie de la señal).

1.1.5. Señales de salvamento o socorro..

Su forma será rectangular o cuadrada. El pictograma será de color blanco sobre fondo verde (El verde deberá cubrir como mínimo el 50 % de la superficie de la señal).



BIBLIOGRAFIA.-

- 1.- "Seguridad y condiciones de trabajo en el laboratorio." X. Guardino, C. Heras, y otros. INST., Barcelona, 1992.
- 2.- "Handbook of laboratory safety" 3' ed. A. Keith Furr, Ph.D. CRC Press, Inc., Florida. 2000.
- 3.- "Safety in the chemistry and biochemistry laboratory" A. Picot, Ph. Grenouillet. Wiley-VCH. 1995.
- 4.- Notas técnicas de prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- 5.- Huya orientativa para la elección y utilización de los EPI. INST. - Madrid
- 6.- Seguridad en el Laboratorio. Carl Roth
- 7.- Seguridad en las instalaciones de gas licuado. AISS (APA).
- 8.- Seguridad en Laboratorios Químicos. Panreac.