

Manual de seguridad y salud en laboratorios



FREMAP

*Mutua Colaboradora con la
Seguridad Social nº 61*



PLAN DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE LA SEGURIDAD SOCIAL 2023



Índice

1. Normas básicas de seguridad	3
2. Información de la peligrosidad de los productos químicos.....	7
2.1 Etiqueta	7
2.2 Ficha de Datos de Seguridad (FDS)	13
3. Almacenamiento de productos químicos en el laboratorio	15
3.1 Diseño de las instalaciones	15
3.2 Gestión del almacenamiento	17
3.3 Incompatibilidades	19
4. Algunas operaciones comunes en los laboratorios	23
4.1 Recomendaciones de carácter general	23
4.2 Trasvases	24
4.3 Operaciones al vacío	25
4.4 Reacciones químicas	26
4.5 Extracción con disolventes volátiles	26
4.6 Destilación.....	27
4.7 Manipulación de material de vidrio	27
4.8 Gestión de los residuos	30
4.9 Transporte interno	32
5. Seguridad de los equipos de laboratorio	33
5.1 Recomendaciones de carácter general.....	33
5.2 Recomendaciones de carácter específico	34
6. Protección colectiva	47
6.1 Vitrinas de gases	47
6.2 Cabinas de seguridad biológica (CSB)	51
6.3 Extracciones localizadas	53
6.4 Ventilación en el laboratorio	55



7. Protección individual (EPI)	57
7.1 Protección de la piel: guantes.....	57
7.2 Protección de la piel: ropa de protección.....	62
7.3 Protección respiratoria	63
7.4 Protección ocular y facial: gafas y pantallas	67
8. Equipos de seguridad	69
8.1 Duchas de seguridad y lavajos	69
8.2 Equipos contra incendios y pautas de actuación.....	70
9. Actuación en caso de derrames o fugas	73
9.1 Derrames o vertidos de líquidos	74
9.2 Fuga de gases	75
10. Ante un accidente, ¿qué debemos hacer?	77

Normas básicas de seguridad

- ✦ Antes de comenzar los trabajos en el laboratorio, asegúrate de conocer los siguientes hábitos y adóptalos:
 - ✓ evita trabajar en solitario en un laboratorio. Si no es posible, informa a la persona responsable o a otras del área de trabajo, de tu ubicación y del canal de comunicación que permita localizarte;
 - ✓ acompaña a las empresas contratistas, visitantes o personal de empresas proveedoras cuando deban acceder a las zonas riesgo. Recuerda que no es conveniente que el alumnado esté sin supervisión ni que accedan grupos numerosos a laboratorios especializados;
 - ✓ trabaja de forma planificada, sin improvisar, sin prisas y cerca de la mesa de trabajo o poyata;
 - ✓ mantén siempre el área de trabajo limpia y ordenada, eliminando pequeños derrames cuando se produzcan;
 - ✓ ten en cuenta que los envases de productos alimenticios (p.ej., botellas de agua) no se pueden emplear para guardar productos químicos, ni los de productos químicos para introducir alimentos o bebidas. Tampoco reutilices envases vacíos para depositar otros productos químicos diferentes al original;
 - ✓ asegúrate de conocer el contenido de las etiquetas y las fichas de datos de seguridad (en adelante denominadas FDS) de los productos químicos que emplees y de que todos los envases están etiquetados de manera acorde al contenido de los mismos; así evitarás malas prácticas como la utilización de los sentidos del olfato, el tacto o el gusto como método cualitativo de identificación de sustancias;
 - ✓ consulta los manuales de instrucciones de los equipos de trabajo que utilices, tanto para conocer su funcionamiento, como para saber los riesgos y medidas preventivas que se deben adoptar;
 - ✓ procura utilizar y almacenar la mínima cantidad de reactivos posible, especialmente si éstos son inflamables o cancerígenos;
 - ✓ en el área de trabajo, guarda solo aquellos reactivos que uses con mayor frecuencia y evita utilizar las vitrinas de gases como lugares de almacenamiento;



- ✓ no manipules los productos químicos directamente con las manos. Utiliza el instrumental de laboratorio que corresponda en cada caso: cucharas, pinzas, espátulas, pipetas, etc.;
- ✓ realiza la apertura de los frascos que contienen sustancias químicas cuidadosamente y de forma lenta;
- ✓ minimiza los trasvases. Vierte los líquidos cuidadosamente para evitar salpicaduras y derrames. No llenes los envases al máximo de su capacidad;
- ✓ nunca pipetees con la boca. Utiliza dosificadores, peras, aspiradores, etc.;
- ✓ consulta las instrucciones de tus Equipos de Protección Individual (en adelante, denominados EPI) antes de utilizarlos por primera vez;
- ✓ si detectas que los productos químicos o el instrumental no se encuentran en buen estado (p.ej., vidrio con grietas), no los utilices y gestiónalos como residuo, según se haya procedimentado;
- ✓ calienta líquidos solo en aquel instrumental que esté destinado para este fin, evitando utilizar probetas, matraces aforados...;
- ✓ para el encendido de los mecheros Bunsen, utiliza encendedores piezoeléctricos. Procura reducir al máximo el uso de llamas vivas;
- ✓ trabaja, siempre que sea posible, en vitrinas de gases, especialmente si se generan contaminantes químicos peligrosos;
- ✓ haz uso de las gradillas para sostener los tubos de ensayo. Si se requiere calentarlos, utiliza las pinzas por la parte superior donde alcance el líquido e inclinando el tubo, sin que la boca del tubo de ensayo esté posicionado frente a nuestra cara;
- ✓ no llesves tubos de ensayo o cualquier otro envase que contenga productos químicos, en los bolsillos de la bata;



- ✓ respeta los pasillos y vías de evacuación. No coloques obstáculos que impidan el paso o puedan generar un accidente;
- ✓ deposita los productos químicos sobrantes en los recipientes destinados a la recogida de residuos peligrosos (ácidos, bases, disolventes clorados, etc.);
- ✓ durante la limpieza del material de vidrio, no viertas por el fregadero o desagüe los solventes orgánicos y ácidos. Gestiónalos, según los procedimientos o instrucciones dadas;
- ✓ una vez finalizados los trabajos, guarda los materiales y reactivos en su lugar correspondiente y limpia la zona de trabajo. Además, la última persona que abandone el laboratorio, deberá asegurarse de la desconexión de aparatos, conductos de agua y gas, fuentes de calor, iluminación, etc.

✎ Además, cumple las siguientes indicaciones relacionadas con los hábitos personales:

- ✓ lávate las manos con frecuencia y especialmente al entrar y salir del laboratorio. Es recomendable utilizar jabones poco agresivos con la piel y preferentemente, de pH neutro. Después del lavado, aclárate las manos con agua templada y sécalas suavemente, si es posible, con toallitas de papel desechable. Recuerda que al finalizar la jornada, es beneficioso para tu piel la aplicación de cremas hidratantes;
- ✓ ten presente que no está permitido fumar, ni la ingesta de alimentos o bebidas, salvo que existan lugares habilitados al efecto. Tampoco debes dejar comida o bebida en la poyata, o en el frigorífico, que esté destinado al almacenamiento de productos químicos;
- ✓ en el área de trabajo, utiliza la bata de algodón completamente cerrada (se recomienda que disponga de puños elásticos);
- ✓ en aquellas operaciones que requieran una mayor protección del cuerpo, puede ser necesario la utilización de trajes de protección o prendas de protección parcial, tales como los manguitos, los delantales o las polainas;
- ✓ la vestimenta debe permanecer abrochada en todo momento, prescindiendo de faldas o pantalones cortos, con el objeto de evitar zonas de la piel expuestas a contaminantes;





- ✓ como mínimo, lleva siempre un calzado que sea cerrado y con suela antideslizante. Evita utilizar sandalias u otro tipo de calzado que deje tu pie al descubierto;
- ✓ si tienes el pelo largo, llévalo recogido y prescinde de bufandas, relojes y joyas (anillos, colgantes, pendientes, etc.), que se pueden enganchar con elementos mecánicos o contaminar con productos químicos;
- ✓ nunca utilices lentes de contacto cuando manipules productos químicos o agentes biológicos. Es preferible usar una pantalla facial o unas gafas superpuestas a tus gafas graduadas;
- ✓ evita llevarte las manos a la cara con los guantes puestos y el empleo de maquillaje u otros productos cosméticos, que puedan provocar una exposición prolongada en caso de contaminación;
- ✓ no abandones el laboratorio sin haberte quitado previamente la bata y los EPI, y si manipulas agentes cancerígenos, mutágenos, reprotóxicos o agentes biológicos altamente peligrosos, sigue las instrucciones de limpieza establecidas;
- ✓ cuando trabajes durante largos periodos con guantes, sustitúyelos al detectar desgaste por el uso o sudoración excesiva;
- ✓ en el caso de que tengas heridas en la piel, cúbrete las con apósitos o tiritas.



Si te encuentras en estado de gestación o lactancia, es recomendable que informes a tu empresa a la mayor brevedad y por el canal de comunicación establecido. De esta forma, se podrá valorar si existe algún agente, procedimiento o condición de trabajo que pueda influir negativamente en tu salud, la del feto o la del bebé durante el período de lactancia natural.



Información de la peligrosidad de los productos químicos

La información sobre los peligros de un producto químico en un laboratorio puede conocerse a través de las etiquetas y de las FDS.

2.1 Etiqueta

↴ La etiqueta de un producto químico se compone de los siguientes elementos:

- los datos de la empresa proveedora;
- la cantidad del producto químico (a menos que venga en otro lugar del envase);
- el nombre del producto químico;
- los pictogramas de peligro:

PICTOGRAMA	PELIGRO ASOCIADO	PICTOGRAMA	PELIGRO ASOCIADO
	Toxicidad aguda. Categorías 1/2/3.		Explosivos. Autorreactivos. Peróxidos orgánicos de tipo A y algunos de tipo B.
	Sensibilizante respiratorio. Mutágeno. Carcinógeno. Tóxico por aspiración. Tóxico para la reproducción. Tóxico específico para determinados órganos.		Gases inflamables de categoría 1. Aerosoles inflamables de categoría 1/2. Líquidos inflamables. Sólidos inflamables. Líquidos y sólidos Pirofóricos. Autorreactivos sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo. Peróxidos orgánicos, algunos tipos de B y todos los tipos C, D, E y F. Sustancias y mezclas corrosivas que en contacto con el agua, desprenden gases inflamables.



PICTOGRAMA	PELIGRO ASOCIADO	PICTOGRAMA	PELIGRO ASOCIADO
	Toxicidad aguda de categoría 4. Irritante cutáneo y ocular. Irritante respiratorio. Sensibilizante cutáneo. Puede provocar somnolencia o vértigo. Peligroso para la capa de ozono.		Gases comburentes. Líquidos comburentes. Sólidos comburentes.
			Corrosivos para los metales. Lesiones oculares graves. Corrosivo de categorías 1A, 1B y 1C.
	Toxicidad acuática aguda. Toxicidad acuática crónica.		Gases a presión.

e) la palabra de advertencia: está relacionada con la gravedad del peligro del producto químico y puede ser:

- ✓ “*atención*”: indica las categorías menos graves del peligro;
- ✓ “*peligro*”: indica las categorías más graves del peligro.

f) indicaciones de peligro (frases H): describen los peligros del producto químico y se pueden dividir en tres:

- ✓ peligros físicos;
- ✓ peligros para la salud;
- ✓ peligros para el medioambiente.

📁 Ejemplos de indicaciones de peligro:

PELIGROS	INDICACIONES DE PELIGRO
FÍSICOS	H200 Explosivo inestable. H225 Líquido y vapores muy inflamables. H240 Peligro de explosión en caso de calentamiento.
PARA LA SALUD	H300 Mortal en caso de ingestión. H315 Provoca irritación cutánea. H350 Puede provocar cáncer.
PARA EL MEDIOAMBIENTE	H400 Muy tóxico para los organismos acuáticos. H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos. H412 Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

g) consejos de prudencia (frases P): describen las medidas propuestas para prevenir o reducir al mínimo, los efectos adversos para la salud y el medio ambiente derivados de los peligros inherentes a la sustancia o mezcla y pueden ser:

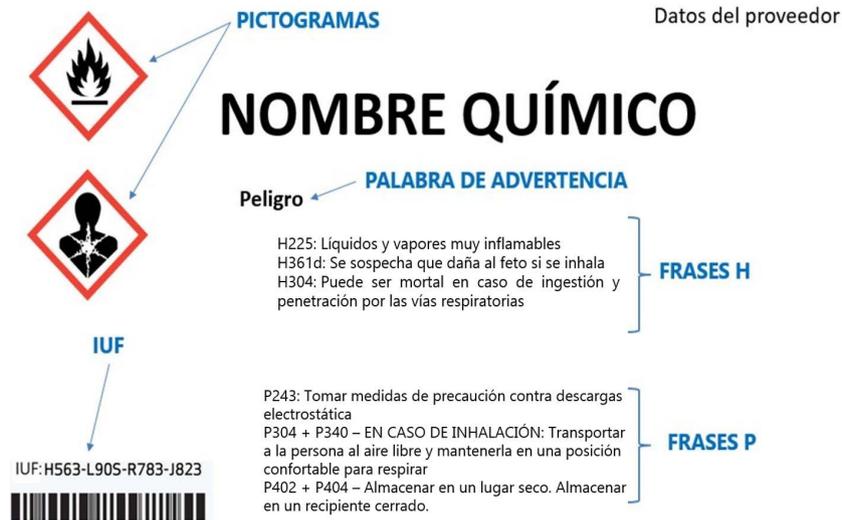
- ✓ de carácter general;
- ✓ de prevención;
- ✓ de respuesta;
- ✓ de almacenamiento;
- ✓ de eliminación.

📖 Ejemplos de consejos de prudencia:

TIPO	CONSEJOS DE PRUDENCIA
CARÁCTER GENERAL	P101 Si se necesita consejo médico, tener a mano el envase o la etiqueta. P102 Mantener fuera del alcance de los niños. P103 Leer la etiqueta antes del uso.
PREVENCIÓN	P211 No pulverizar sobre una llama abierta u otra fuente de ignición. P222 No dejar que entre en contacto con el aire. P262 Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa.
RESPUESTA	P331 No provocar el vómito. P332 +P313 En caso de irritación cutánea: consultar a un médico. P370 +P380 En caso de incendio: evacuar la zona.
ALMACENAMIENTO	P402 Almacenar en un lugar seco. P405 Guardar bajo llave. P410 Proteger de la luz del sol.
ELIMINACIÓN	P501 Eliminar el contenido/el recipiente en (...)

h) en mezclas de productos químicos, el identificador único de la fórmula (UFI), que sirve para identificar correctamente la mezcla en caso de exposición accidental. Se trata de un código alfanumérico de 16 caracteres que, en caso de emergencia, debe de proporcionarse a los centros toxicológicos.

↪ Ejemplo de una etiqueta con sus diferentes elementos:



2.1.1 Caso particular: el transporte de mercancías peligrosas

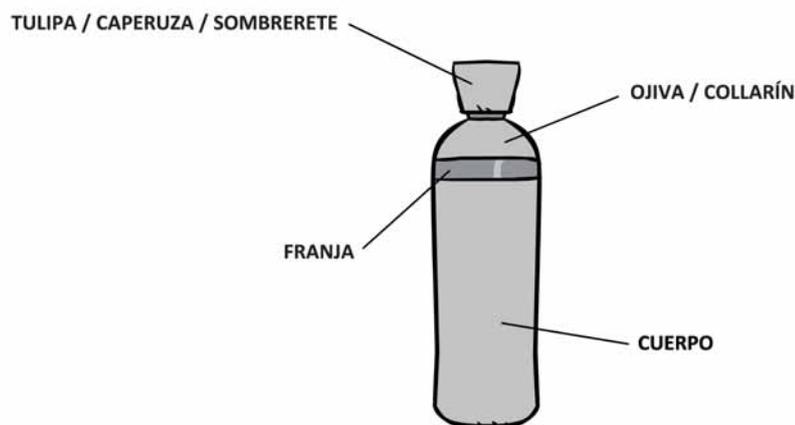
- ↪ Los envases de productos químicos pueden contener los pictogramas de peligro mostrados anteriormente o bien, otros regulados en la normativa de operaciones de transporte.
- ↪ Cuando los pictogramas relativos al reglamento de transporte de mercancías peligrosas hacen referencia a un mismo peligro, no es necesario que figure el etiquetado de agentes químicos peligrosos. Por tanto, para poder identificar todos los peligros, es necesario, conocer el etiquetado del transporte de mercancías peligrosas:

ETIQUETADO TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS					
Explosivos				Gases inflamables	Gases no tóxicos y no inflamables
Gases tóxicos	Líquidos inflamables	Sólidos inflamables	Materias espontáneamente inflamables	Materias que reaccionan con el agua	Comburentes

ETIQUETADO TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS					
					
Peróxidos orgánicos	Tóxicos	Infecciosos		Radiactivas	
					
Radiactivas	Corrosivos	Peligros diversos	Pilas y baterías de litio	Peligrosos para el medio ambiente	

2.1.2 Identificación de los gases en recipientes a presión

- ↪ Las botellas de gases a presión utilizan, aparte de la etiqueta, un código de colores que sirve para identificar los riesgos de las mismas o el contenido. Este código de colores no se aplica a botellas de butano, propano, gases criogénicos, ni a agentes de extinción.
- ↪ Una botella de gases a presión se compone de las siguientes partes:





↪ El color de la ojiva puede indicar el tipo de gas:

TIPO DE GAS			
TÓXICO/CORROSIVO	INERTE*	INFLAMABLE	COMBURENTE
			
Amarillo	Verde intenso	Rojo	Azul claro

* El verde intenso no debe utilizarse para el aire destinado a respiración.

↪ Las botellas de gases a presión que se utilizan más frecuentemente tienen un código propio de color:

Gas	Color	
Acetileno	Granate	
Argón	Verde oscuro	
Dióxido de carbono	Gris	
Helio	Marrón	
Nitrógeno	Negro	
Oxígeno	Blanco	
Óxido nitroso	Azul	

2.1.3 Etiquetado de residuos

↪ Los residuos representan un caso particular de productos químicos peligrosos y generalmente, presentan características de peligrosidad similares al producto del que provienen. Estos residuos deben identificarse con un etiquetado específico que contenga, como mínimo, la siguiente información:

- ✓ la descripción del residuo;
- ✓ el código LER (Lista Europea de Residuos) y el código de peligro (HP);

- ✓ el nombre, dirección y teléfono la empresa productora o poseedora de los residuos;
- ✓ la fecha de envasado;
- ✓ la naturaleza de los riesgos que presentan los residuos; se indica mediante los pictogramas descritos en el apartado 2.1.

↪ A continuación, se muestra un ejemplo de etiqueta de un residuo:

RESIDUO: ÁCIDOS	
CÓDIGO LER: 06 01 06	CÓDIGO DE PELIGRO: HP8
PRODUCTOR: RESIFREP DIRECCIÓN: C/ RESIDUAL 13 TELÉFONO: 28207017	
FECHA DE ENVASADO: 16/11/2020	
 CORROSIVO	

2.2 Ficha de Datos de Seguridad (FDS)

- ↪ Cuando un producto químico es peligroso, la empresa proveedora ha de facilitar la FDS en la primera entrega, así como cuando se produzcan revisiones, por ejemplo, debido a un cambio en la clasificación.
- ↪ Las FDS implican un nivel de información mucho más completo y profundo que las etiquetas, deben estar redactadas, al menos, en español y puestas a disposición del personal para que éste pueda consultarlas.



- ↪ La FDS, según la normativa vigente, consta de 16 secciones y 51 subsecciones, y puede presentarse con un anexo con los diferentes escenarios de exposición. Las secciones, por su parte, se pueden agrupar según las siguientes temáticas:

IDENTIFICACIÓN

- SECCIÓN 1.** Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa.
SECCIÓN 2. Identificación de los peligros.
SECCIÓN 3. Composición/información sobre los componentes.

OPERATIVAS

- SECCIÓN 7.** Manipulación y almacenamiento.
SECCIÓN 8. Controles de exposición/protección individual.
SECCIÓN 13. Consideraciones relativas a la eliminación.
SECCIÓN 14. Información relativa al transporte.

EMERGENCIAS

- SECCIÓN 4.** Primeros auxilios.
SECCIÓN 5. Medidas de lucha contra incendios.
SECCIÓN 6. Medidas en caso de vertido.

PROPIEDADES

- SECCIÓN 9.** Propiedades físicas y químicas.
SECCIÓN 10. Estabilidad y reactividad.
SECCIÓN 11. Información toxicológica.
SECCIÓN 12. Información ecológica.

OTROS

- SECCIÓN 15.** Información reglamentaria.
SECCIÓN 16. Otra información.

Almacenamiento de productos químicos en el laboratorio

En los laboratorios se almacena un gran número de productos químicos con diferente peligrosidad, en recipientes de materiales variados y, por norma general, en poca cantidad. Esto requiere que la adopción de medidas preventivas que garanticen el control de los riesgos generados por el almacenamiento sea una tarea compleja.

Los riesgos más habituales en el almacenamiento de productos químicos son los relativos a los peligros que los caracterizan, como la toxicidad, la inflamabilidad, la corrosividad, etc., y que habitualmente, se materializan en caso de fuga o derrame del recipiente que los contiene. Las consecuencias más graves son los incendios o explosiones y las más comunes, las exposiciones inhalatorias o quemaduras químicas.

Las medidas preventivas se pueden sintetizar en un buen diseño de las instalaciones, una adecuada gestión del almacenamiento y un cálculo adecuado de las incompatibilidades.

3.1 Diseño de las instalaciones

- ↕ El almacenamiento de productos químicos se puede situar en:
 - a) un almacén fuera de los laboratorios donde se recibe y almacena gran cantidad de productos. Esta manera asegura un stock a largo y medio plazo;
 - b) el propio laboratorio, donde se almacena en armarios, baldas, estanterías o frigoríficos. Es un almacenamiento a corto y medio plazo, requiere mayor reposición y cubre las necesidades inmediatas del laboratorio.

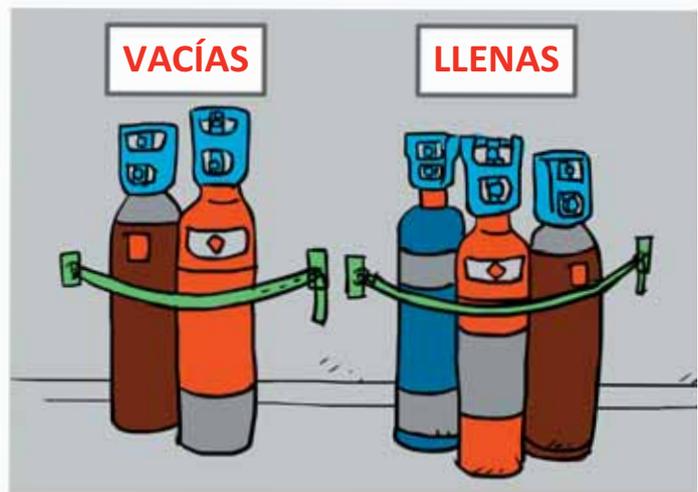
- ↕ Los almacenes situados fuera de los laboratorios, dependiendo de las cantidades almacenadas, deben cumplir unos requisitos técnicos y administrativos derivados del cumplimiento legal de la normativa industrial² (p.ej., si almacenas líquidos inflamables -H224/H225- por encima de 50 litros), que no se va a tratar en este manual.

² Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.



- ❏ El diseño de las instalaciones de almacenamiento en los laboratorios debe ser el adecuado para minimizar los riesgos.
- ❏ Prioriza, siempre que sea posible, el almacenamiento fuera del laboratorio, especialmente si se acopian grandes cantidades de líquidos inflamables o de gases a presión.
- ❏ Las zonas de almacenamiento deben tener una ventilación adecuada (bien natural o forzada) y una iluminación de, al menos, unos 500 lux.
- ❏ Evita el almacenamiento en lugares que puedan suponer un peligro para el personal:
 - ✓ zonas de tránsito: escaleras, pasillos, salidas de vehículos, vestíbulos de acceso general, etc.
 - ✓ zonas de uso: salas de descanso, baños...

- ❏ Almacena los gases en recipientes a presión independientes del resto de productos, en un lugar bien ventilado y separando los inflamables del resto. Separa también las botellas llenas de las vacías. Sujeta las botellas mediante una cadena u otro método efectivo para evitar su caída.



- ❏ Coloca en armarios los productos menos utilizados y en las baldas o estanterías, únicamente, los que necesites a diario. Además, en este caso, sitúa los recipientes más pesados en las partes inferiores.

- ❏ Presta especial atención a los productos químicos más peligrosos, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - ✓ almacena los productos inflamables en armarios de seguridad para inflamables tipo 90, según norma EN 14470-1;
 - ✓ para productos tóxicos, cancerígenos, mutágenos o tóxicos para la reproducción, utiliza un armario de seguridad adecuado;
 - ✓ emplea un armario con salida de vapores para aquellos productos de naturaleza volátil o pestilentes;
 - ✓ evita almacenar los productos corrosivos directamente en armarios o estanterías metálicas;
 - ✓ el almacenamiento de los productos más peligrosos debe tener el acceso limitado a las personas autorizadas.

En relación con los frigoríficos:

- ✓ no utilices nunca los domésticos para almacenar productos químicos;
- ✓ comprueba que los frigoríficos destinados a guardar productos inflamables estén certificados para su uso en atmósferas explosivas;
- ✓ recuerda que no debes guardar comida ni bebida en ellos;
- ✓ los recipientes en su interior han de estar en todo momento cerrados o tapados;
- ✓ es recomendable controlar la temperatura interior periódicamente.

✚ Las vitrinas de gases no son lugares adecuados para almacenar productos químicos.



- ✚ En caso de fuga o derrame, utiliza los EPI adecuados.
- ✚ Si se produce una exposición accidental, emplea las duchas y lavaojos dispuestos a tal fin.

3.2 Gestión del almacenamiento

- ✚ Siempre que sea posible, minimiza la cantidad de producto químico almacenado en el laboratorio:
 - ✓ guarda únicamente lo necesario para el uso diario;
 - ✓ reduce el stock por medio de pedidos frecuentes de suministros.
- ✚ La gestión del almacenamiento debe estar coordinada entre todos los departamentos que puedan compartir el espacio del laboratorio. Es recomendable nombrar a una persona que coordine y gestione dicho almacenamiento de manera conjunta.



- ❖ Confecciona e implanta procedimientos de trabajo, tanto para el almacenamiento, como para las operaciones que entrañen riesgo: trasvases, mantenimiento, transporte, limpieza, etc.
- ❖ Mantén actualizado en tiempo real, un inventario con los productos químicos almacenados indicando la fecha de adquisición de los mismos, su cantidad, su caducidad, etc. (los medios informáticos y la gestión por procesos de calidad pueden ayudar en esta tarea).
- ❖ Utiliza la regla de gestión de almacenamiento para consumir el producto químico antes de que caduque: lo primero que entra es lo primero que sale.
- ❖ Recuerda que todos los recipientes que contienen productos químicos deben estar correctamente etiquetados. La etiqueta incluye la información sobre los peligros y las medidas de seguridad básicas a adoptar (ver apartado 2.1).
- ❖ La FDS de los productos químicos debe estar actualizada y disponible para el personal en todo momento (ver apartado 2.2).
- ❖ Utiliza los recipientes originales evitando los trasvases. En caso de trasvasar, etiqueta el recipiente con la información que viene en el etiquetado del recipiente original.
- ❖ Cualquier producto que no tenga etiqueta debe ser analizado adecuadamente para identificarlo y determinar sus características, o en su defecto, gestionarlo como residuo peligroso.
- ❖ Almacena los productos químicos en recipientes de poco volumen, a ser posible, que sean menores de 1 litro o 1 kilogramo, colocados de manera accesible y con las etiquetas visibles.
- ❖ Nunca emplees recipientes destinados a alimentos para almacenar productos químicos (botellas de agua, tupper, etc.).
- ❖ Usa recipientes de plástico preferentemente. Renuévalos, como mínimo, cada cinco años o antes si observas deterioros.
- ❖ Evita el apilamiento en lugares inadecuados: en el suelo, en los fregaderos, en las salidas de emergencia, frente a los extintores, junto a la ducha de emergencia, en las poyatas, etc.
- ❖ Aquellos productos químicos que son precursores de drogas y los cancerígenos, mutágenos o reprotóxicos deben estar almacenados en lugares donde solo puedan acceder a ellos el personal autorizado.

- ❖ Señaliza las zonas de almacenamiento por medio de las siguientes señales de advertencia:

- ❖ Utiliza la señal de advertencia “*peligro en general*” cuando se almacenen productos químicos con diferente peligrosidad.



- ↪ Gestiona como residuos peligrosos los productos que llevan mucho tiempo sin utilizarse para evitar que sufran reacciones indeseables (polimerización, descomposición, etc.).
- ↪ Implanta un procedimiento de emergencia para el caso de fugas y derrames (ver capítulo 9).

3.3 Incompatibilidades

- ↪ No ordenes nunca los productos químicos por orden alfabético, nº CAS, etc.
- ↪ Estudia las incompatibilidades específicas de los productos químicos almacenados consultando la sección 10 de la FDS.
- ↪ Los productos químicos que tienen similares características deben estar agrupados, separando los incompatibles y aislando o confinando los de características especiales (inflamables, muy tóxicos, cancerígenos, explosivos, etc.). En caso de tener que almacenar productos incompatibles entre sí en el mismo armario o balda, coloca productos o materiales inertes entre ellos.
- ↪ Separa las bases fuertes de los ácidos concentrados; aunque tengan el mismo pictograma, pueden producir reacciones exotérmicas importantes (cuando están diluidos, se disminuye su capacidad reactiva).
- ↪ Almacena los productos que reaccionan con el agua (con las indicaciones de peligro: H260, H261, EUH014 o EUH029), en lugares secos y ventilados, colocando un aviso en lugar visible de prohibición del uso de agua en caso de incendio. Para estas situaciones, dispón de agentes extintores adecuados.
- ↪ Separa los productos químicos inflamables del resto y almacénalos en un lugar libre de focos de ignición y bien ventilado.
- ↪ El almacenaje conjunto por familia química (compuestos de amonio, aldehídos, aminas, ésteres, etc.), puede minimizar incompatibilidades, pero conviene realizar un estudio individualizado sobre posibles reacciones adversas.
- ↪ Como referencia de la incompatibilidad de productos químicos, la siguiente tabla, recogida en la normativa de almacenamiento de productos químicos peligrosos (ITC-APQ 10 “Almacenamiento en recipientes móviles”), indica en color rojo qué clases de peligros requieren un almacenamiento independiente, es decir, que deben estar en sectores de incendio diferentes. El color blanco indica que el almacenamiento puede situarse en el mismo sector de incendio, pero que deben estudiarse las incompatibilidades individualmente.



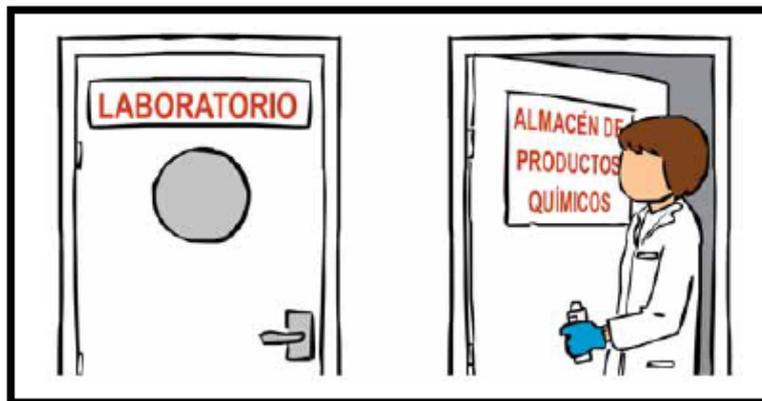
Nº	CLASE DE PELIGRO	INDICACIÓN DE PELIGRO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Aerosoles inflamables	H222 H223										
2	Gases inflamables.	H222 H221										
	Líquidos inflamables.	H224 H225 H226						B	C	B		
3	Sólidos inflamables.	H228										
4	Líquidos pirofóricos.	H250										
	Sólidos pirofóricos.	H251										
	Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo.	H252										
5	Sustancias y mezclas que en contacto con el agua, desprenden gases inflamables.	H260 H261										
6	Gases comburentes.	H270		B								
	Líquidos comburentes.	H271										
	Sólidos comburentes.	H272										
7	Sustancias y mezclas corrosivas.	H290 H314		C					A			
8	Tóxicos no inflamables ni combustibles.	H300 H301 H310 H311 H330 H331 H370										
9	Tóxicos inflamables o combustibles.	H300 H301 H310 H311 H330 H331 H370										
10	Productos peligrosos no incluidos en los grupos anteriores.	H302 H304 H312 H315 H317 H318 H319 H332 H334 H335 H336 H340 H341 H350 H350i H351 H360 H361 H362 H371 H372 H373 H400 H410 H411 H413 H229										

Notas:

- Los productos corrosivos podrán almacenarse conjuntamente sin restricciones siempre que no se produzcan reacciones entre sí (por ejemplo, productos ácidos con productos alcalinos). En caso de incompatibilidad, se dispondrá, al menos, de cubetos de retención separados.
- Los líquidos inflamables o combustibles no se almacenarán conjuntamente en la misma área de almacenamiento con productos químicos comburentes (fila 6) ni con productos químicos tóxicos que no sean combustibles (fila 8), a no ser que se sectoricen mediante la colocación de armarios protegidos.
- Los productos químicos corrosivos contenidos en recipientes frágiles (fila 7) y los bifenilos policlorados, no podrán almacenarse en un área que contenga líquidos inflamables o com-

Almacenamiento de productos químicos en el laboratorio

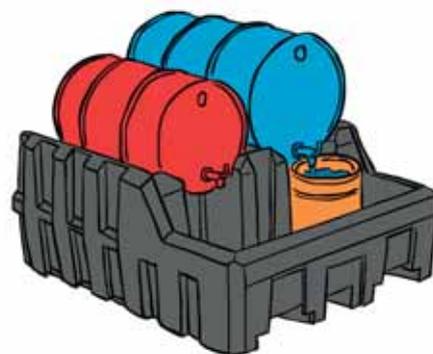
bustibles que no cuenten, además, con estas propiedades, a menos que se adopten las medidas necesarias para que, en caso de siniestro, no provoquen reacciones peligrosas (por ejemplo, separación mediante obra, grandes distancias, cubetos colectores separados, utilización de armarios protegidos etc.).



Algunas operaciones comunes en los laboratorios

4.1 Recomendaciones de carácter general

- ⚠ Antes de cualquier operación en un laboratorio, identifica los métodos y prácticas seguras de la misma.
- ⚠ Infórmate de la peligrosidad de los productos a través de las FDS: sus peligros intrínsecos, su reactividad, etc.
- ⚠ Siempre que sea posible, sustituye los productos químicos peligrosos por otros de menor peligrosidad.
- ⚠ Haz un listado de todos los productos químicos que sean necesarios para la operación y su cantidad; utiliza la menor cantidad posible.
- ⚠ Si se trata de una tarea nueva o se requiere usar un equipo o instalación por primera vez, recuerda que necesitas una autorización expresa de la persona responsable del laboratorio.
- ⚠ Abre los recipientes que contengan sustancias químicas de forma lenta y cuidadosa, sobre todo si este lleva cerrado un largo periodo de tiempo.
- ⚠ Cuando un líquido se vierta desde un recipiente, ha de hacerse con especial precaución para evitar las salpicaduras. Utiliza embudos o elementos similares que disminuyan la velocidad del vertido libre.
- ⚠ Se debe disponer y utilizar los EPI adecuados: protección ocular y facial, guantes de protección química, equipos de protección respiratoria, etc. Asegúrate que están en perfecto estado antes de utilizarlos y que han sido limpiados y revisados en función de lo indicado en las instrucciones.





- ↪ Todo el personal que está en el laboratorio ha de estar al tanto de los procedimientos de emergencias: incendios, derrames, fugas, etc.
- ↪ Al finalizar los trabajos, guarda los equipos, los materiales y los productos químicos (ver capítulo 3) en el lugar previsto para ello. Desconecta todos los aparatos del agua, corriente eléctrica e instalación de gas.
- ↪ Los trabajos sin vigilancia (fuera del horario laboral, en fines de semana, etc.) deben reducirse al máximo. En caso de que no fuera posible, y siempre con autorización de la *persona responsable* del laboratorio, instala dispositivos de control automáticos que detecten alteraciones en los parámetros críticos de la operación.
- ↪ Si estos trabajos se realizan de manera habitual, se recomiendan salas especialmente acondicionadas con instalaciones y alarmas contra incendios automáticas, evitando realizar este tipo de operaciones con compuestos muy peligrosos: explosivos, tóxicos, compuestos inestables, etc.

4.2 Trasvases

- ↪ El trasvase de productos químicos peligrosos es una de las operaciones que provoca más accidentes, por lo tanto, se deben evitar siempre que se pueda.
- ↪ Si esto no fuera posible, adopta las siguientes recomendaciones:
 - ✓ trasvasa pequeñas cantidades;
 - ✓ minimiza el número de personas que realizan trasvases;
 - ✓ los trasvases se harán en zonas específicas;
 - ✓ si son pequeñas cantidades, se realizarán en vitrinas o cabinas, según corresponda;
 - * si son cantidades más importantes, en zonas ventiladas, utilizando sistemas de extracción localizada;
 - * se dispondrá de algún sistema de control de derrames;
 - * las zonas contarán con los medios adecuados de emergencias, entre otros, duchas de emergencias y lavaojos, en un lugar cercano a la zona de trabajo no superior a 10 metros.
 - ✓ utiliza dispositivos basculantes para volúmenes grandes (10-20 litros);
 - ✓ emplea medios mecánicos: sistemas de bombeo manuales o mecánicos. Cuando no sea posible o si los recipientes son grandes, por ejemplo, bidones o grandes recipientes a granel (GRG) es recomendable dotar a los envases de grifos;
 - ✓ usa embudos, dosificadores o sifones;
 - ✓ nunca pipetees con la boca;

- ✓ trasvasa siempre lentamente, empezando por el fondo y respetando los tiempos de relajación;
- ✓ recuerda que los recipientes deben estar limpios y ser adecuados al producto a trasvasar. No dejes recipientes sin cerrar;
- ✓ trasvasa sustancias inflamables lejos de los focos de calor o electricidad estática. Haz la operación con conexiones equipotenciales y puesta a tierra.
- ✓ utiliza el EPI adecuado, según los productos químicos que se manipulan. Presta especial atención a aquellos que provocan daños graves a la salud, entre otros, productos cancerígenos, tóxicos, irritantes o corrosivos.

4.3 Operaciones al vacío

- ↪ Las operaciones que se realizan al vacío son, entre otras, la destilación, la filtración, la evaporación y el secado (en desecadores).
- ↪ Las medidas de prevención generales cuando se realizan estas operaciones son:
 - ✓ instalar el equipo en lugares en los que no haya riesgo de que caigan o sean golpeados;
 - ✓ utilizar recipientes de vidrio capaces de soportar la presión de vacío;
 - ✓ envolver con una red metálica, plástica o una cinta adhesiva, el recipiente en depresión;
 - ✓ realizar lentamente el paso de vacío a presión atmosférica;
 - ✓ para evitar reacciones violentas con el retorno del agua de la trompa de vacío, cerrar primero el grifo entre la trompa y el aparato sometido a vacío.
- ↪ En la siguiente tabla, se resumen las principales recomendaciones específicas en las operaciones de vacío más habituales:

Operación al vacío	Medidas preventivas específicas
Evaporación	<ul style="list-style-type: none"> • No llenes mucho el balón para evitar sobrecalentamientos. • Deja enfriar el balón antes de eliminar el vacío.
Destilación	<ul style="list-style-type: none"> • Verifica que el capilar no se obtura por cristalización. • Deja enfriar el sistema antes de eliminar el vacío. • Procura que no se seque todo el líquido del matraz para evitar un calentamiento súbito de las posibles impurezas.
Filtración	<ul style="list-style-type: none"> • Nunca aumentes el vacío para mejorar el tiempo ni el rendimiento del filtrado.
Secado	<ul style="list-style-type: none"> • Sitúalos fuera del alcance de la luz (sobre todo, si son inflamables). • No muevas los desecadores si aún están al vacío. • Lubrica los bordes de contacto y las llaves. • Coloca entre el desecador y la trompa de vacío, un matraz o borbotador a fin de evitar retornos de agua.



4.4 Reacciones químicas

- ✚ De todas las reacciones que se producen en un laboratorio, las exotérmicas son las más peligrosas. Para evitar los riesgos generados, se recomienda seguir estas buenas prácticas:
 - ✓ añade los reactivos en pequeñas cantidades;
 - ✓ emplea un termostato para controlar la temperatura (se colocarán en cascada si la reacción es muy peligrosa o se realiza con grandes cantidades, como en plantas piloto);
 - ✓ refrigera en función del grado de exotermia, bien con aire o con baños fríos;
 - ✓ protocoliza la actuación en caso de pérdida de control de la reacción.

- ✚ Si la reacción es peligrosa o no se ha descrito anteriormente, ten en cuenta las medidas preventivas que se indican a continuación:
 - ✓ previamente, recaba toda la información sobre la peligrosidad de la reacción para ajustar las medidas preventivas a implementar;
 - ✓ realiza la reacción siempre con la autorización de la *persona responsable* del laboratorio o del proyecto;
 - ✓ emplea la mínima cantidad de reactivos;
 - ✓ trabaja en vitrinas;
 - ✓ organiza el laboratorio para que haya el menor número de personas presentes;
 - ✓ en el caso de realizar una disolución de ácidos, añade el ácido sobre el agua de forma lenta y con agitación. Si la operación la efectúas al revés, añadiendo el agua sobre el ácido, existe un riesgo elevado de salpicadura que te podría provocar quemaduras químicas.

4.5 Extracción con disolventes volátiles

- ✚ Las extracciones pueden ser en caliente, líquido-líquido y sólido-líquido.

- ✚ Las medidas de prevención generales a seguir, cuando se realicen estas operaciones son:
 - ✓ realizar la operación en vitrina, siempre que se pueda;
 - ✓ calentar el sistema de extracción con baños (aceite o agua) a la mínima temperatura necesaria;
 - ✓ utilizar un sistema de refrigeración con agua cuando la extracción sea de larga duración.

4.6 Destilación

- ✚ La destilación tiene riesgos derivados de la exposición a productos químicos, como consecuencia de la rotura del recipiente y de incendios o explosiones, si se trata de productos inflamables.
- ✚ Las medidas de prevención generales que debes adoptar cuando lleves a cabo estas operaciones son las siguientes:
 - ✓ realiza la operación, siempre que sea posible, en vitrina;
 - ✓ comprueba la estanqueidad del montaje para evitar fugas;
 - ✓ extrema las precauciones si no tienes información sobre los subproductos de descomposición del producto a destilar;
 - ✓ emplea pequeñas cantidades de producto;
 - ✓ calienta por medio de mantas calefactoras o baños (de aceite o arena). Estos se deben colocar sobre peanas o elevadores para poder retirarlos en caso necesario;
 - ✓ utiliza dispositivos de control de temperatura para evitar alcanzar el punto de autoinflamación;
 - ✓ valora la utilización de recipientes metálicos para líquidos inflamables;
 - ✓ regulariza la ebullición añadiendo al producto a destilar trocitos de porcelana porosa o vidrio;
 - ✓ en el caso de la destilación de éteres, asegúrate de que no contengan peróxidos para evitar posibles explosiones.

4.7 Manipulación de material de vidrio

- ✚ El trabajo con vidrio conlleva riesgos asociados a su fragilidad: cortes, explosiones y exposición tanto dérmica como inhalatoria, a los productos que contienen.
- ✚ Los aspectos a tener en cuenta son los siguientes:
 - ✓ antes de utilizar cualquier material de vidrio, verifica su buen estado y en caso de detectar defectos, deséchalo;
 - ✓ cuando el material utilizado sufra algún golpe violento, retíralo, aunque no se detecte ninguna anomalía de consideración;
 - ✓ selecciona el tipo de material de vidrio en función de las condiciones de presión y temperatura. Por ejemplo, el vidrio de borosilicato (tipo Pyrex) es más resistente a temperaturas extremas por su menor coeficiente de dilatación;



- ✓ manipula el material de vidrio cuidadosamente: utiliza pinzas para sujetar los tubos de ensayo y rodea con los dedos el cuerpo de los recipientes de más tamaño (matraces aforados, matraces de Erlenmeyer, vaso de precipitados, etc.). Asegúrate que no estén calientes.

✦ En relación con los tubos de ensayo:

- ✓ no los llenes más de 2 o 3 centímetros;
- ✓ sostenlos con los dedos, no con la mano;
- ✓ para calentarlos, emplea pinzas;
- ✓ guárdalos en gradillas; no los lleses nunca en los bolsillos.



✦ Coloca el material de vidrio lejos del borde de la poyata o encimera, sobre soportes adecuados para evitar su caída.

✦ Si tienes que calentar un recipiente de vidrio:

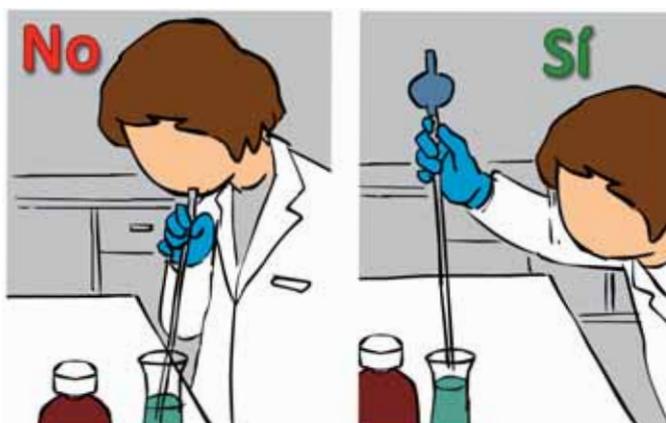
- ✓ interpón una malla o rejilla difusora metálica entre la llama y el material;
- ✓ en el caso de recipientes como vasos de precipitados, matraces de Erlenmeyer, matraces aforados, etc., colócalos en soportes adecuados, llénalos menos de la mitad e introduce un trozo de porcelana porosa para evitar que la ebullición sea muy activa y se produzcan proyecciones del líquido caliente. No uses la porcelana porosa más de una vez, ya que sus poros se saturan de líquido y al enfriarse pierde sus propiedades;
- ✓ coloca un embudo en los recipientes, sin taparlos, para minimizar las proyecciones;
- ✓ cuando calientes tubos de ensayo, llénalos menos de una tercera parte, aplica la llama a la pared del tubo y muévelos continuamente con un poco de inclinación;
- ✓ deja enfriar los recipientes de vidrio sobre un soporte de madera o corcho, nunca encima de superficies que pueden provocar choque térmico y su posible rotura.

✦ Al realizar montajes de vidrio, se deben seguir las recomendaciones que se muestran a continuación:

- ✓ evitar que los materiales utilizados queden tensionados mediante el uso de abrazaderas y soportes;

Algunas operaciones comunes en los laboratorios

- ✓ no forzar las uniones;
 - ✓ priorizar las uniones con tubos de goma y tapones perforados. Estos tubos no deben quedar por debajo de soportes o abrazaderas;
 - ✓ tener presente que si la unión es entre materiales de vidrio, las bocas deben ser esmeriladas;
 - ✓ usar grasa de silicona en todas las fijaciones de vidrio y tapones de plástico, siempre que sea posible, para evitar atascos.
 - ✓ utilizar los EPI adecuados o realizar la operación en una vitrina de gases con la guillotina bajada al máximo, al desunir las piezas o para desatascar el material de vidrio.
- ✚ Los balones de vidrio han de ser introducidos en los baños de forma lenta y progresiva.
- ✚ Seguidamente, se presenta una serie de consejos sobre la manipulación de las varillas o tubos de vidrio:
- ✓ se deben cortar sujetándolas con un trapo cerca de la señal por donde se va a realizar el corte y una vez cortadas, se moldearán las puntas mediante calentamiento;
 - ✓ si hay que darles formas, aplica una fuerza suave y uniforme mientras está caliente. Sujeta la varilla, como mínimo, a 5 cm del punto donde apliques la llama.
 - ✓ nunca las enfríes con agua y déjalas al aire;
 - ✓ cuando introduzcas la varilla por el orificio de un tapón o por peras o tubos de goma, por ejemplo, mójala con agua para lubricar y asegúrate que los diámetros de los elementos son adecuados;
 - ✓ utiliza los EPI indicados para estas tareas.
- ✚ Durante el uso de las pipetas, puede haber riesgo de contacto o ingestión de líquidos tóxicos, o corrosivos, así como cortes por rotura. Adopta las siguientes recomendaciones:
- ✓ nunca pipetees con la boca;



- ✓ para la aspiración de fluidos por la pipeta, haz uso de las denominadas “peras” de caucho, cremalleras o pipetas electrónicas;



- ✓ al quitar la pera, ejerce fuerza cerca de ésta para evitar roturas;
 - ✓ usa los EPI adecuados, tales como guantes resistentes al producto químico utilizado y protección facial, siempre que sea posible.
- ↻ En cuanto a la limpieza de material de vidrio, es recomendable que:
- ✓ vacíes y descontamines completamente los recipientes antes de lavarlos;
 - ✓ tengas una adecuada ventilación en el área de limpieza;
 - ✓ sustituyas la mezcla crómica (ácido sulfúrico y trióxido de cromo o dicromato de potasio) utilizada para la limpieza y desengrasado de material de vidrio, que es cancerígena, por permanganato potásico, menos peligrosa para la salud;
 - ✓ utilices los EPI adecuados.
- ↻ Evita secar material de vidrio con aire comprimido, pero en caso de tener que hacerlo, usa presiones bajas (inferiores a 0,1 bar) y sujétalo firmemente.
- ↻ Para el aclarado y secado del vidrio, sustituye el metanol (tóxico por inhalación, por contacto por la piel y por ingestión, entre otros peligros) por el isopropanol, menos tóxico.
- ↻ Aprovechate de material suficiente para no emplear material defectuoso.
- ↻ Gestiona como residuo el material de vidrio roto o defectuoso. Almacénalo en recipientes rígidos sin sobrepasar la capacidad máxima de almacenamiento.

4.8 Gestión de los residuos

La gestión inadecuada de los residuos puede generar exposiciones a los productos químicos.

- ↻ Sigue las buenas prácticas que se indican a continuación:
- ✓ realiza un inventario de los residuos generados en el laboratorio y clasifícalos según su peligrosidad (la gestión de los residuos varía en función de si están clasificados como peligrosos o como no peligrosos);
 - ✓ recuerda que también los residuos peligrosos deben estar correctamente etiquetados (ver apartado 2.1.3).
 - ✓ consulta el sistema de gestión de recogida de residuos implantado en tu centro de trabajo;
 - ✓ el envasado debe realizarse desde el momento en que se genera el residuo peligroso;
 - ✓ consulta con la empresa gestora de residuos la selección del envase adecuado, que dependerá principalmente, del tipo de residuo, del volumen generado y de la frecuencia de recogida de los mismos;

Algunas operaciones comunes en los laboratorios

- ✓ evita que los envases de residuos líquidos superen los 25 litros de volumen;
 - ✓ no tires productos químicos directamente por el fregadero o desagüe, ni tampoco a las papeleras. Se deben segregar, según las instrucciones facilitadas por la organización, en los contenedores correspondientes;
 - ✓ manipúlalos siempre como si fueran peligrosos, asumiendo el máximo nivel de protección en caso de que se desconozcan las propiedades y características del producto que se va a manejar;
 - ✓ si es posible, usa material de un solo uso que permita ser eliminado después del contacto con el producto, o en caso contrario, aquel que pueda ser completamente descontaminado;
 - ✓ efectúa el vertido de residuos a los contenedores correspondientes de forma lenta y controlada. Esta operación se interrumpirá si se observa cualquier fenómeno anormal como la producción de gases o el incremento de la temperatura;
 - ✓ una vez acabada la operación de vertido, cierra el envase con la contratapa y la rosca hasta la próxima utilización; así, reducirás la exposición a los productos;
 - ✓ bajo ningún concepto, empujes o presiones el contenido de un recipiente para introducir más residuos;
 - ✓ aleja los contenedores de fuentes de calor o radiación y de lugares expuestos a la luz solar directa y no los apiles unos encima de otros. No los llenes completamente con el fin de evitar salpicaduras, derrames y sobrepresiones, y nunca los apiles en zonas de paso o lugares que puedan provocar tropiezos o caídas.
- ✚ En el caso concreto de los contenedores de residuos biológicos:
- ✓ cierra las trampillas o tapas giratorias cuando no se estén depositando residuos;
 - ✓ no intentes volver a colocar manualmente el capuchón de las agujas y utiliza las muescas disponibles para extraerlas;
 - ✓ llénalos hasta su capacidad útil de seguridad;
 - ✓ cierra mediante el sistema de clausura hermética, presionando con fuerza la tapa hacia abajo.





4.9 Transporte interno

- ✚ Durante el transporte interno de productos químicos, es decir, dentro de la propia empresa, se puede producir la rotura del recipiente, con la consecuente exposición dérmica e inhalatoria.
- ✚ Como medidas preventivas se recomiendan las siguientes:
 - ✓ nunca transportes recipientes que estén trabajando en vacío;
 - ✓ al trasladarlos, utiliza carros con contenedores para retener el posible vertido;
 - ✓ si transportas sustancias muy peligrosas, utiliza dos envases: un primer envase estanco con la sustancia y otro segundo, a prueba de fugas, de un material que no reaccione con la sustancia transportada. Recuerda disponer un material absorbente entre ambos recipientes;
 - ✓ usa carretillas manuales cuando sea necesario movilizar botellas de gases;
 - ✓ utiliza, si es posible, el montacargas. Si no existe, emplea el ascensor sin personas ajenas al transporte en su interior;
 - ✓ con objeto de evitar fugas o derrames accidentales, usa envases secundarios equipados con gradillas, por ejemplo, cajas, de modo que los recipientes que contienen las muestras se mantengan en posición vertical durante su traslado.

Seguridad de los equipos de laboratorio

En un laboratorio, se utiliza una gran cantidad y variedad de equipos de trabajo: baños calientes, centrifugas, cromatógrafos, autoclaves, etc.

Aunque cada equipo presenta unos riesgos y unas medidas de prevención específicas, existen una serie de recomendaciones comunes a todos ellos.

5.1 Recomendaciones de carácter general

- ❏ Sigue las indicaciones del manual de instrucciones en cuanto a instalación, uso y mantenimiento del equipo, así como los procedimientos de trabajo seguro.
- ❏ Utiliza los EPI adecuados en función de los riesgos específicos de cada equipo.
- ❏ Antes de realizar las labores de mantenimiento o de reparación de una avería, determina qué productos químicos se han utilizado en el equipo. Infórmate de las características de los mismos a través de las FDS.
- ❏ Cuando el equipo desprenda productos tóxicos, usa sistemas de extracción.
- ❏ De manera previa a manipular equipos con partes donde se generan altas temperaturas (lámparas, hornos, bombas de vacío, estufas, etc.), espera el tiempo necesario para que se enfríen.
- ❏ Si los equipos contienen líquidos criogénicos, ten especial precaución ante el contacto con áreas frías, como dedos fríos, dióxido de carbono sólido, trampas frías, recipientes Dewar, etc.
- ❏ Revisa cada seis meses las conducciones y fugas de los equipos que utilizan gases a presión. En caso de conectarlos por medio de botellas, realiza la comprobación a diario.
- ❏ Maneja con especial precaución los gases inflamables (p.ej., hidrógeno y acetileno) o asfixiantes, tales como el monóxido de carbono o el dióxido de carbono.



- ↙ En las operaciones de pesada en las balanzas, procura que la zona de pesaje no esté sometida a vibraciones, cambios de temperatura o corrientes de aire. Utiliza recipientes de pesada que se encuentren limpios y sean lo más pequeños posibles. Mantén los corta aires cerrados y ábrelos solo cuando sea necesario.
- ↙ En aquellos laboratorios o zonas en que exista riesgo por realizar las tareas con una humedad elevada, emplea bajo voltaje (24 V), tapas, etc., y evita que se mojen los aparatos.
- ↙ Previene el sobrecalentamiento de los equipos: en caso de observar alguna anomalía en forma de descarga eléctrica (sensación de hormigueo al tocar alguna parte con la mano), olor, humo, chispas o ruido no habituales, desconecta el equipo y avisa para su reparación. Además, no te olvides de señalar la situación.
- ↙ Desenchufa el equipo de la red eléctrica en operaciones de mantenimiento, limpieza...
- ↙ Mientras el equipo esté conectado a la red eléctrica, no lo manipules con materiales metálicos para evitar así el riesgo de contacto eléctrico.
- ↙ Evita cualquier fuente de ignición durante el uso de equipos que puedan desprender productos inflamables como los equipados con motores (secadores, molinos, mezcladoras...) o aquellos que generen chispas (encendedores piezoeléctricos, mecheros, etc.). Además, recuerda que en los lugares donde se trabaje con líquidos o gases inflamables, la instalación eléctrica debe cumplir las normas específicas sobre atmósferas explosivas (ATEX).

5.2 Recomendaciones de carácter específico

A continuación, se muestran los riesgos y medidas preventivas de los equipos más habituales en un laboratorio:

5.2.1 Aparatos con llama

RIESGOS	
	Incendio.
	Explosión.
	Quemaduras térmicas.
MEDIDAS PREVENTIVAS	
	Siempre que sea posible, evita el uso de equipos de llama, sobre todo, en presencia de productos inflamables. Los líquidos inflamables han de ser calentados a temperaturas inferiores a la de autoignición por medio de baños de arena, de aceite, baño maría, placas calefactoras o microondas, entre otros.
	Los equipos con llama deben disponer de un sistema de seguridad que permita el corte de suministro de gas en caso de emergencia o un mal funcionamiento.
	Emplea la ventilación general para que no se alcance el límite inferior de inflamabilidad cuando se calienten líquidos inflamables.
	Siempre que sea posible, trabaja con un sistema de extracción.
	La instalación de gases debe llevar un mantenimiento adecuado. Revisa el estado de las conducciones flexibles para detectar poros o fisuras.
	Las conducciones flexibles que alimentan los mecheros deben permitirte retirarlos inmediatamente si tienes que interrumpir el calentamiento.
	Utiliza encendedores piezoeléctricos largos en vez de mecheros de bolsillo o cerillas.



5.2.2 Dispositivos de calefacción y refrigeración

Baños calefactores y otros dispositivos de calefacción

RIESGOS

- ☞ Quemaduras térmicas.
- ☞ Rotura de recipientes de vidrio con desprendimiento de vapores.
- ☞ Vuelcos y vertidos.
- ☞ Emisión de humos en los baños de aceite.
- ☞ Inhalación de gases, vapores o fibras.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- ☞ No introduzcas la mano en el baño ni toques zonas calientes.
- ☞ Cuando manejes objetos a altas temperaturas, utiliza guantes de protección contra el calor y la llama, pinzas y otros utensilios.
- ☞ Usa un vidrio específico que aguante altas temperaturas, por ejemplo, de borosilicato, tipo PYREX.
- ☞ Utiliza un agente calefactor compatible con el líquido que se va a calentar para evitar reacciones en caso de rotura. Por ejemplo: agua, aceite mineral, aceite de silicona, cera de parafina, glicerina, arena, etc.
- ☞ Introduce lentamente los recipientes de vidrio (balones, matraces...).
- ☞ Antes de sacar los recipientes, déjalos enfriar y evita su contacto directo con superficies frías para evitar el choque térmico. Emplea un soporte de madera o corcho.
- ☞ No llenes los baños hasta el borde.
- ☞ Utiliza soportes para asegurar la estabilidad del baño.
- ☞ Ten en cuenta que los recipientes deben estar sujetos por medio de un soporte o en compartimientos y no deben flotar.
- ☞ Siempre que sea posible, trabaja bajo un sistema de extracción localizada, sobre todo, si su uso es intensivo.
- ☞ Instala un termostato para limitar la temperatura del baño y que no se produzca sobrecalentamiento.
- ☞ Si el baño contiene aceite, cámbialo periódicamente.
- ☞ Usa líquidos que no se evaporen fácilmente y que no sean inflamables a la temperatura que se van a calentar.
- ☞ Recuerda que los aislantes térmicos no deben emitir fibras inhalables.

Sistemas de refrigeración (baños fríos)

RIESGOS	
⚠	Quemaduras térmicas.
⚠	Explosión.
⚠	Inhalaciones de gases o vapores.
⚠	Ausencia de aire respirable.
MEDIDAS PREVENTIVAS	
⚠	No metas la mano en el baño criogénico (de nitrógeno líquido o de hielo seco/nieve carbónica).
⚠	Utiliza un recipiente adecuado (p.ej., tipo Dewar).
⚠	Introduce los recipientes en los baños lentamente para evitar una ebullición súbita del líquido refrigerante.
⚠	Realiza el almacenamiento en un recipiente sin tapa hermética para impedir la expansión del gas formado.
⚠	Emplea un agente enfriador compatible con el líquido que se va a enfriar para evitar reacciones en caso de rotura. Por ejemplo: mezcla agua-hielo, mezcla hielo-sal inorgánica, hielo seco, líquidos criogénicos...
⚠	Cuando utilices baños de acetona con nieve carbónica, trabaja en la vitrina de gases.
⚠	Implementa una ventilación adecuada en el laboratorio.
⚠	Almacena los líquidos criogénicos en lugares ventilados.
⚠	Usa guantes de protección frente al frío, pinzas y otros utensilios durante el manejo de hielo seco o de nitrógeno líquido.

Estufas-muflas

RIESGOS	
⚠	Incendio y explosión.
⚠	Exposición inhalatoria a gases o vapores por sobrecalentamiento debido al fallo del termostato.
⚠	Quemaduras.
MEDIDAS PREVENTIVAS	
⚠	Revisa si la estufa está certificada y es apta para el disolvente utilizado, comprobando si es compatible con el grupo de gas (IIA, IIB o IIC) y si su temperatura de autoignición es inferior a la temperatura máxima alcanzada por la estufa.
⚠	Si se pueden desprender productos volátiles, trabaja bajo un sistema de extracción localizada.
⚠	Emplea un sistema de control de temperaturas, por ejemplo, doble termostato.
⚠	Antes de sacar el material de la estufa, espera a que se haya enfriado. Si no se pudiese esperar, utiliza un guante de protección contra el calor y la llama, así como unas pinzas.



5.2.3 Autoclaves

RIESGOS	
☒	Explosión.
☒	Quemaduras.
☒	Proyecciones.
MEDIDAS PREVENTIVAS	
☒	Ubica en locales preparados para la explosión aquellos autoclaves que trabajen a presiones elevadas.
☒	Ten presente que el material de diseño del mismo debe resistir la corrosividad de los productos de reacción.
☒	No trabajes por encima de la presión de diseño. Comprueba periódicamente la presión por medio de los manómetros y asegúrate de que el equipo tenga dispositivos de descarga de presión (válvula de seguridad o disco de ruptura).
☒	La descarga de sobrepresiones se debe canalizar para evitar la contaminación del laboratorio y del medioambiente.
☒	Los dispositivos de agitación han de ser adecuados al autoclave.
☒	Dispón de un sistema de enfriamiento eficaz para las reacciones exotérmicas.
☒	Ten en cuenta que este debe estar herméticamente cerrado y disponer de un sistema de seguridad que garantice la total despresurización del equipo previo a su apertura.
☒	Lleva guantes y pantallas de protección al abrir el autoclave, aun cuando la temperatura baje de los 80 °C y no lo abras si el manómetro no está a cero y no se ha liberado el vapor de agua.
☒	Controla periódicamente su capacidad de desinfección.

5.2.4 Instrumental analítico

Cromatógrafo de gases/espectrómetros de masas

RIESGOS

- ↘ Quemaduras térmicas por contacto con partes calientes (columnas, inyector, detector...).
- ↘ Inhalación de agentes químicos peligrosos.
- ↘ Cortes y pinchazos por contacto con la columna capilar.
- ↘ Atmósferas explosivas (fuga de hidrógeno).
- ↘ Contactos eléctricos indirectos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- ↘ Extrema las precauciones al manipular la columna.
- ↘ Usa guantes de protección mecánica para evitar cortes, y guantes frente al calor y la llama al manipular los inyectores, columnas, detectores (deja enfriar el equipo previamente).
- ↘ Dispón de un sistema de extracción que garantice la salida de contaminantes y de una ventilación que permita disipar el calor.
- ↘ Haz el mantenimiento y las revisiones periódicas correspondientes. Asimismo, comprueba periódicamente los puntos de fugas, especialmente, en las conexiones tanto fuera como dentro del equipo.
- ↘ Realiza una prueba de caída de presión sobre el sistema durante 5 minutos.
- ↘ Verifica las tomas de tierra y las ausencias de corrientes de fuga por envejecimiento del material.





Cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC)

RIESGOS

- ⚠ Exposición inhalatoria a gases o vapores.
- ⚠ Exposición dérmica a líquidos peligrosos.
- ⚠ Quemaduras térmicas.
- ⚠ Contactos eléctricos indirectos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- ⚠ Utiliza tapones de caucho y parafina en las entradas y salidas del eluyente para impedir el paso de éste al medioambiente.
- ⚠ El material de vidrio utilizado en las operaciones de vacío debe ser suficientemente resistente.
- ⚠ Comprueba las tomas de tierra y las ausencias de corrientes de fuga por envejecimiento del material.
- ⚠ Realiza las operaciones con riesgo de contacto dérmico o salpicaduras de líquidos con los EPI.
- ⚠ No realices ajustes, reparaciones, ni operaciones de mantenimiento estando el equipo abierto mientras haya tensión. Desconéctalo y desenchufa el cable de alimentación antes de realizar las tareas de mantenimiento.
- ⚠ Haz el mantenimiento y las revisiones periódicas correspondientes.

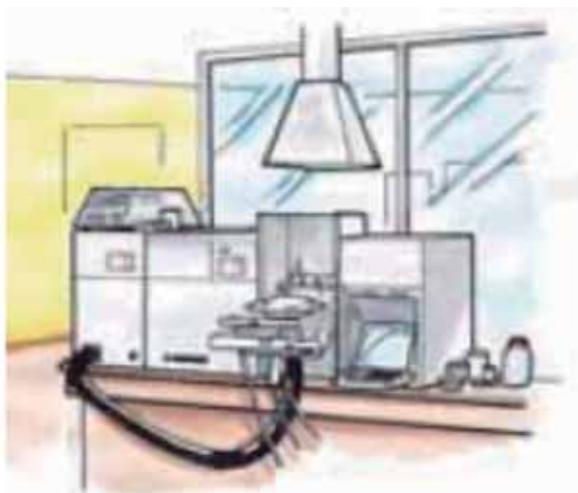
Espectrofotómetro de absorción atómica

RIESGOS

- ↙ Exposición inhalatoria a gases o vapores.
- ↙ Exposición dérmica a líquidos corrosivos.
- ↙ Quemaduras térmicas.
- ↙ Atmósferas explosivas.
- ↙ Radiaciones UV.
- ↙ Contactos eléctricos indirectos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- ↙ Instala un equipo de extracción localizada sobre la llama o el horno de grafito.
- ↙ Realiza las digestiones ácidas en la vitrina de gases.
- ↙ Minimiza el volumen de disolvente al mínimo imprescindible para realizar la tarea.
- ↙ Ten presente que la manipulación de gases como el acetileno, por ejemplo, debe hacerse siguiendo las recomendaciones que aparecen en el apartado sobre instalación de gases.
- ↙ Favorece una buena ventilación general cuando trabajes con el generador de hidruros.
- ↙ Al utilizar una llama, usa siempre el espectrómetro con el protector de llama cerrado y el panel frontal de la muestra colocado. Además, recuerda no mirar directamente a la llama ni a las fuentes de emisión (lámparas).
- ↙ Utiliza EPI adecuados, entre ellos: la protección ocular y/o facial, guantes de protección química y guantes de protección frente al calor y la llama.
- ↙ Recuerda que solo los técnicos de mantenimiento pueden abrir los paneles o tapas fijados con cierres que precisen el uso de herramientas para su retirada.





Espectrofotómetro UV-visible e infrarrojo, fluorímetro, etc.

RIESGOS

- ☒ Radiaciones UV e infrarrojas.
- ☒ Exposición inhalatoria a gases o vapores.
- ☒ Contacto eléctrico.
- ☒ Cortes.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- ☒ Emplea gafas de seguridad frente a radiaciones UV e infrarrojas.
- ☒ Evita el contacto de las radiaciones con la piel.
- ☒ En caso de formación de ozono (gas tóxico detectable por el olfato), aumenta la ventilación y valora la utilización de un equipo de protección respiratorio adecuado (con filtro de carbón activado). Además, avisa a la persona responsable del laboratorio.
- ☒ Realiza un mantenimiento y las revisiones periódicas correspondientes. Comprueba las tomas de tierra y las ausencias de corrientes de fuga por envejecimiento del material.
- ☒ Evita el contacto con los bordes de las placas de cromatografía de capa fina para prevenir cortes. Considera la necesidad de usar guantes de protección mecánica.

5.2.5 Centrífugas

RIESGOS

- ⚠ Explosión.
- ⚠ Exposición por inhalación a aerosoles.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- ⚠ Si trabajas con productos volátiles, inertiza el equipo.
- ⚠ Coloca los tubos bien fijados en el rotor de tamaño similar y de manera simétrica para equilibrar las cargas.
- ⚠ Utiliza centrífugas con sistema de seguridad que impida su accionamiento con la tapa abierta o mal cerrada y su apertura si está en movimiento.
- ⚠ No fuerces la apertura del equipo.
- ⚠ Fíjala a la mesa para evitar su desplazamiento.
- ⚠ Si es posible, utiliza tubos cerrados.
- ⚠ Sigue los procedimientos en caso de rotura de tubos. Si se pueden generar bioaerosoles, espera al menos 30 minutos para que sedimenten antes de abrir la centrífuga.





5.2.6 Instalaciones de radiaciones ionizantes

RIESGOS
<ul style="list-style-type: none">↻ Irradiación.↻ Exposición por inhalación, ingestión o dérmica a fuentes no encapsuladas.
MEDIDAS PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none">↻ Apantalla los equipos.↻ Disminuye todo lo posible el tiempo de exposición.↻ Utiliza superficies de trabajo lisas que favorezcan su descontaminación.↻ Trabaja sobre bandejas recubiertas de absorbentes para evitar la dispersión de radionucleidos.↻ En caso de manipular productos volátiles, hazlo en vitrinas específicas.↻ No permanezcas con ropa de calle en el área radioactiva.↻ Gestiona los residuos de manera adecuada.↻ Utiliza los EPI indicados en la evaluación de riesgos.

5.2.7 Instalaciones de gases

- ↻ Las botellas de gases deben estar correctamente etiquetadas y fijadas por medio de algún soporte para evitar su caída.
- ↻ En la zona de consumo procura que solo se encuentren las botellas en uso y las de reserva.
- ↻ La válvula debe estar siempre cerrada, excepto cuando se emplee el gas, en cuyo momento estará completamente abierta.
- ↻ No fuerces nunca las conexiones que no ajusten bien ni utilices piezas intermedias, salvo las aprobadas en el manual de instrucciones.
- ↻ Evita el uso de herramientas sobre las válvulas equipadas con volante manual. Si las válvulas presentan dificultad para su apertura o cierre, o bien, están agarrotadas, solicita unas instrucciones al respecto a la empresa suministradora.
- ↻ No emplees llamas para detectar fugas. Si existiera una fuga en la válvula, cierra ésta y avisa igualmente a la empresa suministradora.
- ↻ Protege las botellas de gases de agresiones mecánicas, sobre todo si están en zonas de paso o cerca de áreas de circulación de vehículos.
- ↻ Revisa los sistemas de alarma que alertan sobre el cambio de botellas vacías.

- ✦ No hagas acopio de botellas en áreas no destinadas a su almacenamiento y legalizadas como tal.
- ✦ Revisa todas las instalaciones siguiendo las indicaciones de la empresa instaladora.

5.2.8 Instalaciones de rayos láser

- ✦ El láser puede producir daños en los ojos y en la piel, como las lesiones térmicas o las fotoquímicas, las cataratas, la fotoqueratitis o la quemadura corneal. Asimismo, pueden presentar otros riesgos como los que se muestran a continuación:
 - ✓ contaminación atmosférica producida por el material vaporizado por el láser;
 - ✓ radiación colateral producida por la radiación UV o la radiación visible y de IR próximo asociadas a los sistemas de bombeo;
 - ✓ riesgos eléctricos por la utilización de corriente de alta tensión (> 1 KV).
- ✦ En función de la clase del láser (Clase 1,1C, 1M, 2, 2M, 3R, 3B y 4) varía la peligrosidad del mismo y, por tanto, las medidas de seguridad que la empresa fabricante incorpora a los equipos en la fase de diseño: carcasas protectoras, paneles de enclavamiento de seguridad, atenuadores de haz, etc.
- ✦ Todos los equipos que utilizan láser deben venir identificados con la clase. Además, aquellos de clases 1C, 1M, 2, 2M, 3R, 3B y 4 deben tener la siguiente etiqueta de advertencia:
- ✦ El área con equipos láser se debe señalar advirtiendo del riesgo con la misma señal de advertencia y añadiendo la señal de prohibición de “Entrada prohibida a personas no autorizadas”:
- ✦ Aparte de esta etiqueta, en función de la clase de láser, se advertirá con otra etiqueta explicativa informando de las precauciones a tener en cuenta.
- ✦ Para evitar los riesgos derivados de esta radiación no ionizante, se deben seguir las indicaciones de seguridad que indique la empresa fabricante en el manual de instrucciones del equipo, protocolizar procedimientos de trabajo seguro y usar los EPI adecuados en función de la clase de láser (ver apartado 7.4).
- ✦ Presta especial atención a las operaciones de alineación, ajuste de haz y reparaciones. Evita llevar objetos en las manos o muñecas que puedan provocar reflejos.
- ✦ Por último, destacar como aspecto importante, que una buena iluminación del laboratorio reduce la abertura de las pupilas disminuyendo la superficie ocular expuesta.

Protección colectiva

La medida preventiva más efectiva para reducir o controlar el riesgo provocado por la contaminación ambiental química o biológica, es el uso de sistemas de extracción localizada, emplazados próximos al foco contaminante, en las diferentes opciones existentes: vitrinas de gases, cabinas de seguridad biológica, cajas de guantes, aisladores, aspiradores, dispositivos de extracción móviles o portátiles, etc.



Los dispositivos de extracción localizada presentan las siguientes ventajas frente a la ventilación general mecánica:

- ✓ captan el contaminante en el origen;
- ✓ emplean caudales más pequeños que los que se requieren en la ventilación;
- ✓ tienen un coste energético inferior respecto a la ventilación general por dilución.

6.1 Vitrinas de gases

En un laboratorio químico, la vitrina de gases es el principal equipo de seguridad de protección colectiva que, combinado con una buena ventilación general mecánica, permite controlar los riesgos que suponen para las personas los agentes químicos peligrosos.

- ✚ Son dispositivos de protección ventilados mediante un flujo inducido de aire a través de una apertura de trabajo ajustable, que permiten limitar la propagación de los contaminantes presentes mediante una evacuación controlada, ofrecen una protección mecánica y limitan las salpicaduras o proyecciones de sustancias.



↪ En función de su modo de funcionamiento, se clasifican en:

- ✓ Vitrinas de volumen de aire constante. El caudal de extracción es constante, por lo que la velocidad de entrada del aire depende de la altura de la guillotina.
- ✓ Vitrinas de volumen de aire variable (VAV), donde el caudal de extracción varía en función de la apertura de la guillotina. Mantienen la velocidad de entrada del aire en el rango deseado, independientemente de la altura de la guillotina.
- ✓ Vitrinas de recirculación sin conducto. Basan su funcionamiento en retener los contaminantes mediante filtros específicos, retornando a la sala el aire filtrado.

↪ Las vitrinas de gases ofrecen protección siempre que se realice:

1. Una selección adecuada para los productos que se manipulen y operaciones que se lleven a cabo. Para que una vitrina de gases sea adecuada, además de ajustarse a la idoneidad técnica que se precise en cuanto a materiales constructivos, dimensiones, dotación de servicios, modo de funcionamiento o accesorios, entre otros, se recomienda que cumpla los requisitos especificados en la norma EN 14175-2.

En las vitrinas de gases de recirculación sin conducto, es deseable que cumplan con la norma francesa NF X 15-211.

Si en el interior se efectúan aplicaciones especiales en las que se trabaje con alta carga térmica o se manipulen ácidos concentrados como el perclórico o fluorhídrico, es necesario que las vitrinas también sean conformes a la norma EN 14175-7.

Cuando se tengan que manipular microorganismos patógenos, agentes citostáticos, etc., y se requiera proteger al producto o evitar contaminaciones cruzadas, no se deben seleccionar vitrinas de gases, sino cabinas de seguridad biológica conformes a la norma EN 12469 (ver apartado 6.2.).

2. Un estudio previo de la ubicación donde se van a instalar. La existencia de otras vitrinas o sistemas de extracción próximos, la ubicación de puertas y ventanas, la ventilación general de la sala o la situación de las mesas de trabajo, interfieren en el correcto funcionamiento de las vitrinas de gases.
3. El ensayo de comprobación *in situ*, una vez finalizada la instalación de la vitrina de gases, con el fin de determinar la capacidad que tiene de retener los contaminantes en su interior y obtener los parámetros de referencia (velocidad frontal, caudal volumétrico de extracción, etc.), que se van a verificar y comparar en posteriores ensayos de rutina.
4. Un mantenimiento y limpieza durante el ciclo de vida de la vitrina de gases, según lo indicado en el manual de instrucciones, donde se incluyan los ensayos de rutina, con una frecuencia anual, que aseguren que se mantienen las características de la vitrina de gases a lo largo del tiempo.

✎ La eficacia de una vitrina de gases está condicionada en gran medida por el modo en que se utiliza, de manera que se debe conocer y adoptar las siguientes pautas de actuación, sin perjuicio de lo que indique el manual de instrucciones:

- ✓ en primer lugar, comprueba que la vitrina de gases es la idónea para el tipo de operación que vas a llevar a cabo en su interior. Presta especial atención en el caso de que la vitrina sea de recirculación, donde los productos químicos que manipules tienen que figurar en el listado que proporciona la empresa fabricante, en función de los filtros instalados;
- ✓ lee el manual de instrucciones antes de la primera utilización y planifica la actuación a seguir en caso de derrame;
- ✓ asegúrate que las puertas y ventanas más cercanas estén cerradas, que no existen elementos que generen corrientes de aire en las inmediaciones y advierte al resto del personal que mientras duren los trabajos, no circulen por las inmediaciones de la vitrina;
- ✓ verifica que ninguna alarma se encuentra activada y que el sistema de extracción funciona correctamente, comprobando el indicador de flujo del aire de la vitrina, o en su defecto, colocando unas tiras de papel en la guillotina que, por lo menos, permitan percibir si se están generando corrientes de aire;
- ✓ si se activa alguna alarma, consulta en el manual de instrucciones cómo resolver la incidencia;
- ✓ en caso de almacenar en su interior equipos u objetos voluminosos, utiliza peanas o estantes, de tal modo que se evite la obstrucción de paso de aire al deflector trasero;

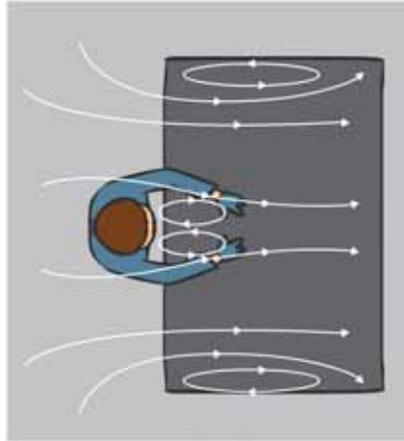
Demasiados objetos
perturban
el flujo de aire



Utilizar un estante
para mejorar
el flujo de aire

- ✓ colócate los EPI asignados para el experimento que vas a efectuar;
- ✓ no comiences los trabajos sin haber puesto en funcionamiento de manera previa, el sistema de extracción. Si detectas alguna incidencia, comunícaselo a la persona responsable del laboratorio y no inicies los trabajos;
- ✓ retira todos los reactivos y equipos que no se precisen para la operación que vayas a realizar, dejando solamente el material indispensable;
- ✓ evita la utilización de fuentes de calor o ventiladores en el interior de la vitrina, debido a que condicionan las corrientes de aire;

- ✓ cuando manipules sustancias inflamables o que sean capaces de producir una explosión, conecta los equipos eléctricos a una toma de corriente fuera de la vitrina y verifica que los equipos están certificados para trabajar en atmósferas explosivas;
- ✓ no introduzcas la cabeza en su interior ni hagas movimientos bruscos con los brazos;



- ✓ limita la apertura de la guillotina al mínimo espacio compatible con el trabajo que vayas a realizar, no recomendándose que la altura operacional supere los 50 cm respecto a la superficie de trabajo, especialmente, si la vitrina es de volumen de aire constante;
- ✓ trabaja en la parte central de la vitrina y al menos, 15 cm por detrás del plano de la guillotina;



- ✓ una vez finalizados los trabajos, mantén la vitrina, como mínimo, un minuto adicional en funcionamiento. Retira todos los elementos innecesarios y procede a su limpieza para posteriormente concluir cerrando el frontal de la guillotina.

6.2 Cabinas de seguridad biológica (CSB)

- ✦ Las CSB constituyen el principal elemento de contención física del laboratorio frente a los riesgos asociados a agentes biológicos peligrosos y a otros materiales infecciosos. Su finalidad es proporcionar una zona de trabajo que minimice la probabilidad de que las partículas transportadas por el aire (bioaerosoles), puedan escapar hacia el exterior de la cabina y contaminar así a la persona usuaria, a la zona que le rodea y al medioambiente.
- ✦ Ejemplos de operaciones habituales que requieren su uso, son la centrifugación, la trituración, el mezclado, la agitación enérgica, la disrupción sónica, la apertura de envases, el flameado de asas de siembra o los trabajos con animales de experimentación infectados, entre otros.



- ✦ Las CSB deben ser conformes con la norma EN 12469, que las clasifica en 3 clases (I, II, III), diferenciándose por sus características técnicas y por los grados de protección que proporcionan.
- ✦ La selección del dispositivo de contención debe basarse en los resultados de una evaluación de riesgos y va a depender principalmente del grupo al que pertenece el agente biológico, los agentes químicos manipulados, así como el sistema de evacuación. En caso de duda en la selección, consulta a la persona responsable del laboratorio o de bioseguridad.
- ✦ La evaluación y certificación de las CSB debe realizarse, al menos una vez al año, en el momento de su instalación, cuando se cambie de ubicación, después de las operaciones de mantenimiento, etc.
- ✦ La descontaminación o la esterilización de las CSB se realizará siguiendo los procedimientos establecidos.
- ✦ A continuación, te mostramos una serie de buenas prácticas sobre su uso:
 - ✓ no utilices una CSB si no has recibido información y formación, teniendo en cuenta siempre el manual de instrucciones. Comprueba además, que se está manteniendo según las mismas;



- ✓ no trabajes en cabina de flujo laminar si manipulas agentes biológicos o químicos peligrosos. Este tipo de dispositivos están diseñados para cuando se requieren condiciones de trabajo estériles, pero no para ofrecer protección a las personas;
- ✓ planifica los trabajos que vas a realizar y cómo actuar ante un posible incidente (dispón de un kit frente a derrames);
- ✓ siempre que uses una CSB, lleva los EPI que se indiquen en la evaluación de riesgos, en función de las tareas realizadas;
- ✓ previamente a colocarte los guantes, lávate las manos y antebrazos con jabón germicida;
- ✓ coordínate con el personal del laboratorio para evitar interrupciones y tráfico en el entorno;
- ✓ limita las posibles corrientes de aire provocadas por la apertura de puertas o ventanas;
- ✓ permite que la CSB funcione libremente durante unos minutos antes de iniciar los ensayos. Si estuviese encendida la lámpara UV, apágala;
- ✓ no inicies los trabajos con alarmas visuales o sonoras activadas;
- ✓ descontamina la superficie interior de la CSB con los biocidas de contacto adecuados;
- ✓ limpia los materiales y equipos cuidadosamente antes de introducirlos en la CSB;
- ✓ divide el espacio en 3 áreas. Trabaja desde la zona limpia a la zona contaminada;

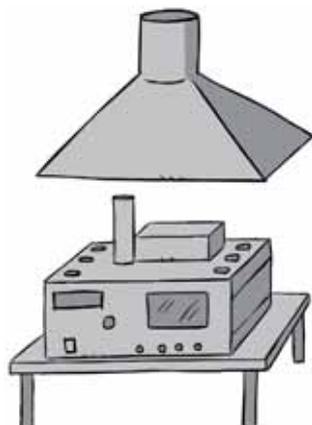


- ✓ evita colocar objetos grandes cercanos y verifica que las rejillas están libres de obstrucciones. Mantén los elementos, al menos 10 cm detrás de la rejilla frontal;
- ✓ regula la abertura frontal según las especificaciones de la CSB;
- ✓ realiza las tareas de forma metódica y cuidadosa, minimizando los movimientos laterales bruscos de manos y brazos;
- ✓ evita en lo posible el uso de llamas, los golpes, las proyecciones...;
- ✓ al terminar la tarea, limpia la CSB siguiendo los protocolos establecidos, permitiendo que el aire fluya de 3 a 5 minutos;

- ✓ cierra la abertura frontal y si procede, enciende la lámpara UV como método complementario de desinfección;
- ✓ descontamina los EPI utilizados siguiendo las instrucciones o protocolos que tenga establecidos el laboratorio;
- ✓ lávate las manos con agua y jabón germicidas tras quitarte los guantes.

6.3 Extracciones localizadas

- ✚ Las campanas localizadas o exteriores son una alternativa cuando no se puedan utilizar vitrinas de gases, bien porque no haya disponibilidad o porque la configuración de los equipos o los aparatos que se requieren en las operaciones hacen inviable esta opción.
- ✚ El diseño de un sistema de extracción localizada se debe reservar a especialistas, por lo que no debes nunca intentar modificar o ampliar ningún elemento de la instalación (ventiladores, campanas, conductos o filtros) de forma particular.



- ✚ Las tres características principales que garantizan la eficacia de los sistemas de extracción son:
 - ✓ que el foco se encuentre lo más encerrado posible;
 - ✓ que la velocidad mínima de captura por parte de la campana permita dirigir hacia ella el contaminante;
 - ✓ que la distancia desde el foco de contaminación a la campana sea la menor posible.
- ✚ Si trabajas con sistemas de extracción localizada, adopta las siguientes recomendaciones:
 - ✓ sitúa la campana de captación lo más próxima posible al foco y procura que tu zona de respiración no se vea afectada por la trayectoria de los contaminantes, es decir, no te coloques entre la zona de trabajo y el sistema de extracción;



- ✓ en procesos que se desarrollen a altas temperaturas, como pueden ser los baños calientes de aceite y de agua, o en equipos de absorción atómica o cromatógrafos de gases, cobra especial relevancia la colocación de campanas sobre los equipos;
- ✓ en el caso de que no se pueda acercar la campana al foco emisor, consulta la posibilidad de acoplar campanas más grandes que aumenten la zona de captura o bien, incrementa el flujo de aire siempre que la instalación permita variar el caudal.

Se recomienda que las velocidades de captura en el foco estén en el intervalo entre 0,5 y 1 m/s, teniendo, en ocasiones, que aumentar esta velocidad cuando:

- * el contaminante se genere en una zona donde existan corrientes de aire o se libere a gran velocidad;
- * el contaminante sea altamente tóxico;
- * las dimensiones de la campana sean muy reducidas;
- * se capten gases o polvos más pesados que el aire.



- ✓ Para asegurar la eficacia de los sistemas de extracción localizada, comprueba que se verifican periódicamente los siguientes parámetros de referencia:
 - * la velocidad de captura en el foco, que va a depender directamente del caudal del aire aspirado (parámetro que también se debe de comprobar) y de la forma de la campana;
 - * la integridad física de las campanas y los conductos (no deben existir grietas, roturas, tubos desconectados, bridas sueltas, etc.);
 - * las presiones en puntos significativos del circuito, tales como la unión de la campana con el conducto o la entrada al ventilador, entre otros;
 - * los ventiladores y sus elementos mecánicos (temperatura de los rodamientos, vibraciones, tensión y desgaste de correas, alineamiento de acopladores y rodetes...).

6.4 Ventilación en el laboratorio

- ✚ La ventilación general mecánica, por sí sola, puede resultar insuficiente para reducir la concentración ambiental de agentes químicos a niveles aceptables, aunque es una medida preventiva complementaria de los sistemas de extracción localizada, proporcionando:
 - ✓ el acondicionamiento termohigrométrico;
 - ✓ la renovación de aire del lugar de trabajo (se recomienda un mínimo de 8 renovaciones/hora). Dicha renovación permite la dilución y evacuación de las concentraciones residuales de contaminantes, además de reducir la aparición de olores indeseados;
 - ✓ la compensación del aire extraído por los sistemas de extracción, manteniendo el laboratorio con una presurización adecuada, con cierto nivel de depresión respecto a las zonas anexas.

- ✚ En el diseño del laboratorio o en las posibles modificaciones de instalaciones, se requiere de un sistema de ventilación independiente del que exista en el resto de la edificación, para evitar, de este modo, la dispersión de los contaminantes y dificultar la propagación de un incendio a zonas colindantes.

- ✚ Como norma general, las soluciones que se adopten respecto a la ventilación deben ser específicas en cada caso, el aire extraído del área de trabajo no debe recircular y las corrientes de aire tienen que desplazarse desde el lugar menos contaminado hacia el más contaminado.

- ✚ Sigue las recomendaciones que te mostramos a continuación:
 - ✓ comprueba regularmente que las entradas y salidas de aire no están obstruidas o tapadas, con el objeto de que la circulación del aire recorra todo el local;
 - ✓ en el caso de no disponer de un sistema integral de acondicionamiento y optar por equipos portátiles (estufas, ventiladores, etc.), para acondicionar la temperatura y la humedad del laboratorio, procura situarlos alejados de los sistemas de extracción localizada;
 - ✓ la ventilación natural (apertura de puertas y ventanas) no es la opción más deseable para renovar el aire del laboratorio y evacuar los contaminantes, pero puede ser una solución cuando no existan otras alternativas. Será más efectiva si existe un gradiente de temperaturas que fuerce el movimiento del aire o la presencia de viento en el exterior de la edificación. La ventilación natural puede afectar al rendimiento de los sistemas de extracción localizada y ser una fuente de contaminación de zonas anexas;
 - ✓ cuando se trabaje con polvo combustible y existan capas o depósitos de polvo, la ventilación podría favorecer que estas capas se pongan en suspensión y se pueda formar una atmósfera explosiva, por lo que se debe analizar si es seguro poner en funcionamiento el sistema de ventilación. Sin embargo, si lo que se realizan son operaciones con gases o líquidos inflamables, un grado de ventilación elevado o la captación mediante un sistema de extracción localizada, evitará que la concentración ambiental de dichos gases o los vapores de líquidos inflamables alcancen el límite inferior de inflamabilidad.

Protección individual (EPI)

Cuando las medidas de protección colectiva sean insuficientes, será necesario recurrir a la protección individual.

A continuación, se muestran las características a tener en cuenta de los EPI más habituales utilizados en los laboratorios, si bien será la evaluación de riesgos la que defina qué EPI va a ser necesario en cada puesto de trabajo.

Los EPI llevarán marcado CE e irán acompañados de las instrucciones de la empresa fabricante, que complementarán la formación e información sobre los riesgos contra los que les protegen, la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse.

7.1 Protección de la piel: guantes

- ❏ Los riesgos químicos, biológicos, mecánicos o térmicos, son los riesgos más frecuentes a los que están expuestas las manos del personal de laboratorio. En el caso de guantes de mayor longitud, también ofrecerán protección a la zona de los antebrazos.
- ❏ Las recomendaciones sobre su uso son la siguientes:
 - ✓ retira los objetos personales de tus manos (anillos, pulseras, relojes, etc.) y mantén las uñas cortas, limpias y sin esmaltar;
 - ✓ lávate las manos antes y después de usar los guantes. A continuación, sécatelas cuidadosamente (preferentemente con toallitas de papel) e hidrátalas con una crema adecuada;
 - ✓ elige la talla que más se ajuste a tus manos y revisa con atención si presentan defectos o daños;
 - ✓ cuando utilices guantes impermeables durante largos periodos de tiempo, procura usar otros interiores de algodón, que reduzcan los efectos de la sudoración;
 - ✓ aumenta la frecuencia de sustitución en los guantes desechables (recomendable cada 2 horas), cuando detectes desgaste por el uso o la sudoración excesiva;



- ✓ quítatelos con una técnica adecuada que evite la contaminación de las manos;
- ✓ limpia los guantes reutilizables siguiendo las instrucciones de la empresa fabricante;
- ✓ almacénalos en lugares protegidos, que no estén expuestos a la luz del sol o la humedad.

7.1.1 Guantes de protección química

- ✚ Las manos son, habitualmente, la parte del cuerpo más expuesta a los agentes químicos. El empleo de estos EPI puede evitar que se ocasione una acción inmediata y directa de algunos productos agresivos para la piel e impide la absorción a través de la misma y su consiguiente entrada al torrente sanguíneo.
- ✚ Verifica en la etiqueta o en la FDS del producto químico que vayas a utilizar, si aparece alguna de las siguientes indicaciones de peligro (frases H), que informan de un peligro para nuestra piel:

CÓDIGO	INDICACIÓN DE PELIGRO
H310	Mortal en contacto con la piel.
H311	Tóxico en contacto con la piel.
H312	Nocivo en contacto con la piel.
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
H315	Provoca irritación cutánea.
H317	Puede provocar una reacción alérgica en la piel.

- ✚ Los guantes de protección frente a los agentes químicos presentan resistencia a la penetración, a la permeación y a la degradación, tras haber sido sometidos a la exposición de determinados agentes químicos:
 - ✓ la **penetración** es el paso, en una escala superior a la molecular, de un producto químico a través de los poros, costuras, agujeros, etc., del guante.
 - ✓ la **permeación** consiste en el paso de un producto químico a escala molecular a través del material del guante sin que sea por los poros, agujeros o costuras, entre otras. Los niveles de prestación se determinan, en función del tiempo que tarda el producto químico ensayado en atravesar el guante a nivel molecular:

	NIVEL DE PRESTACIÓN FRENTE A LA PERMEACIÓN					
	1	2	3	4	5	6
Tiempo de paso (minutos)	> 10	> 30	> 60	> 120	> 240	> 480

- ✓ la **degradación** es el cambio de las propiedades físicas del guante al entrar en contacto con un producto químico.

- ↪ Los guantes de protección química pueden ser de tres tipos, en función del número de agentes químicos normalizados que han superado el ensayo de resistencia a la permeación con un nivel 2 (tiempo de paso de 30 minutos):
 - ✓ tipo A: superan el ensayo seis o más agentes químicos;
 - ✓ tipo B: superan el ensayo tres, cuatro o cinco agentes químicos;
 - ✓ tipo C: supera el ensayo un solo producto durante 10 minutos.

- ↪ Las letras identificativas que aparecen en los pictogramas de los guantes se refieren a los siguientes productos de ensayo normalizados:

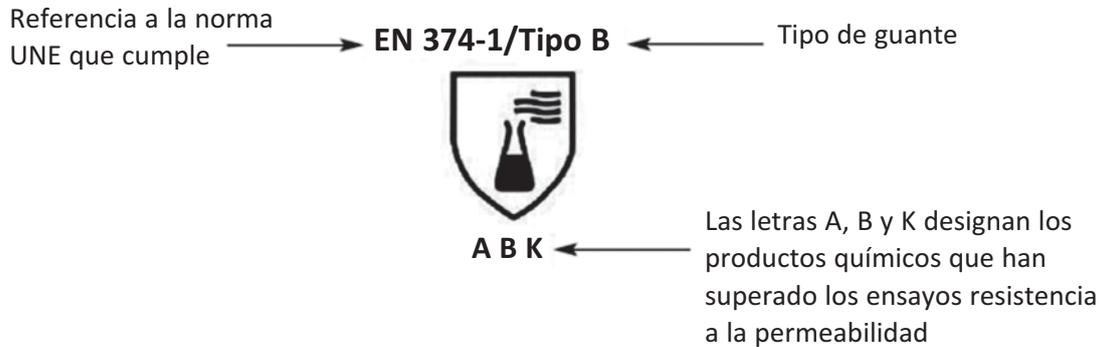
LETRA	PRODUCTO QUÍMICO NORMALIZADO	CLASE
A	Metanol	Alcohol primario
B	Acetona	Cetona
C	Acetonitrilo	Compuesto orgánico con grupos nitrilo
D	Diclorometano	Hidrocarburo clorado
E	Disulfuro de carbono	Compuesto orgánico conteniendo azufre
F	Tolueno	Hidrocarburo aromático
G	Dietilamina	Amina
H	Tetrahidrofurano	Compuesto heterocíclico y éter
I	Acetato de etilo	Éster
J	N-heptano	Hidrocarburo saturado
K	Hidróxido sódico con una concentración del 40%	Base inorgánica
L	Ácido sulfúrico con una concentración del 96%	Ácido mineral inorgánico
M	Ácido nítrico con una concentración del 65%	Ácido mineral inorgánico, oxidante
N	Ácido acético con una concentración del 99%	Ácido orgánico
O	Amoníaco con una concentración del 25%	Base orgánica
P	Peróxido de hidrógeno con una concentración del 30%	Peróxido
S	Ácido fluorhídrico con una concentración del 40%	Ácido mineral inorgánico
T	Formaldehido con una concentración del 37%	Aldehído

- ↪ Generalmente, un guante de protección química desechable de látex o nitrilo ofrece una protección suficiente para una pequeña salpicadura o contacto breve con un producto químico.

- ↪ Cuando sea necesaria la inmersión de las manos en el producto químico o un contacto directo frecuente y prolongado con el mismo, asegúrate que el guante ha sido ensayado frente a esa clase de producto químico y que el tiempo de paso frente a la permeación es superior al tiempo de exposición al riesgo.



- ❖ Comprueba en el marcado de los guantes, los productos químicos frente a los que ha sido ensayado. Dicho marcado figura en el embalaje, en las instrucciones o en el propio guante cuando sea reutilizable:



7.1.2 Guantes de protección contra microorganismos peligrosos

- ❖ Cuando exista exposición a agentes biológicos peligrosos, se requiere utilizar guantes certificados, según la norma EN ISO 374-5. Estos guantes están ensayados para ofrecer protección frente a hongos y bacterias. Así mismo, cuando debajo del pictograma figure la palabra “VIRUS”, significará que también han sido ensayados contra este tipo de microorganismos.

EN ISO 374-5



EN ISO 374-5



VIRUS

7.1.3 Guantes de protección mecánica

- ❖ La manipulación de objetos cortantes puede hacer necesario la utilización de guantes de protección mecánica en ciertas tareas. El nivel de prestación de resistencia al corte figura debajo del pictograma inferior y varía de “0” a “5” o de “A” a “F”, en función del ensayo realizado al guante.

PICTOGRAMA*	PRESTACIÓN	NIVELES DE PRESTACIÓN
	U Resistencia a la abrasión	X O 1 2 3 4
	V Resistencia al corte	X O 1 2 3 4 5
	W Resistencia al rasgado	X O 1 2 3 4
	X Resistencia a la perforación	X O 1 2 3 4
	Y Resistencia al corte, según norma internacional EN ISO 13997	X A B C D E F
	P Resistencia al impacto (opcional)	P

* Se marca con una X cuando uno de estos requisitos no ha sido ensayado.

7.1.4 Guantes de protección térmicos

- La manipulación de superficies calientes, por ejemplo, en estufas o en muflas, así como el uso de aparatos con llama, puede requerir el empleo de guantes con resistencia al calor de contacto o de propagación limitada de la llama. Únicamente, los guantes marcados con el pictograma de la llama se ensayan con una prueba de inflamabilidad y presentan cierta resistencia a la propagación de la misma.

PICTOGRAMA*	PRESTACIÓN	NIVELES DE PRESTACIÓN
	U Propagación limitada de la llama	X O 1 2 3 4
	V Resistencia al calor de contacto	X O 1 2 3 4
	W Resistencia al calor convectivo	X O 1 2 3 4
	X Resistencia al calor radiante	X O 1 2 3 4
	Y Resistencia a pequeñas salpicaduras de metal fundido	X O 1 2 3 4
	P Resistencia a fuertes salpicaduras de metal fundido	X O 1 2 3 4

* Se marca con una X cuando uno de estos requisitos no ha sido ensayado.

- En atmósferas y ambientes con nitrógeno líquido, baños líquidos refrigerantes, crio-congeladoras, etc., los guantes, además de ofrecer protección mecánica, estarán certificados frente al frío y serán impermeables (aislamiento frente al agua = 1).





PICTOGRAMA	PRESTACIÓN		NIVELES DE PRESTACIÓN					
	A	Frío convectivo	X	O	1	2	3	4
	B	Frío de contacto	X	O	1	2	3	4
	C	Aislamiento frente al agua			O	1		

7.2 Protección de la piel: ropa de protección

- Al igual que los guantes, la ropa de protección evita que se ocasione una acción inmediata y directa de algunos productos agresivos para la piel e impide la absorción a través de la misma y su consiguiente entrada al torrente sanguíneo, generando efectos negativos en órganos internos.
- La ropa de protección contra el riesgo químico y biológico se clasifica en función del estado físico o forma de contacto del agente frente al que protege:

TIPO	PROTECCIÓN FRENTE A:
1	Gases y vapores (hermético). Pueden ser de tres tipos: 1a. Llevan el equipo de protección dentro del traje. 1b. Llevan el equipo de protección fuera del traje. 1c. Conectados a una línea de aire respirable a presión positiva.
2	Gases y vapores. Se trata de ropa no hermética presurizada (presión positiva).
3	Líquidos en forma de chorro a presión. Empleada en tareas en las que pueda existir riesgo de proyección accidental.
4	Líquidos pulverizados. Ofrece una menor protección, ya que los líquidos pulverizados no ejercen la presión de un chorro.
5	Partículas o fibras. Generalmente desechables, recomendadas, por ejemplo, para tareas con exposición a fibras de amianto.
6	Salpicaduras. Empleadas cuando la peligrosidad es baja, para pequeñas pulverizaciones o si se pueden producir salpicaduras accidentales.

- La ropa de protección contra agentes biológicos se clasifica de la misma forma que la ropa de protección química, añadiéndose una "B" en el marcado del EPI (por ejemplo, tipo 4-B).
- En aquellos casos en los que el riesgo de exposición al agente químico afecta solo a una zona particular del cuerpo, como el torso, los brazos, las piernas u otras, existen prendas de protección

parcial que se identifican con las letras PB (Partial Body), seguidas entre corchetes, del tipo de ropa de protección. Ejemplos de ropa de protección parcial son los manguitos, mandiles, polainas, cubrezapatos, etc.

- ✚ También se comercializan batas de protección química/biológica, como ropa de protección parcial desechable.

7.3 Protección respiratoria

- ✚ Existen dos tipos de equipos de protección respiratoria, los aislantes y los filtrantes. Los aislantes proporcionan aire respirable de una fuente no contaminada, mientras que los filtrantes purifican el aire por medio de filtros, eliminando los contaminantes que puedan afectar a la persona.

7.3.1 Equipos aislantes

- ✚ Estos equipos se utilizan habitualmente cuando la cantidad de oxígeno ambiental es insuficiente o si la concentración de contaminante ambiental es desconocida o bien, demasiado elevada. También se recomienda su utilización cuando el agente químico es difícilmente detectable (olor, sabor o irritación en vías respiratorias) a menos que el contaminante esté muy bien definido y los filtros se sustituyan antes de que estén saturados.
- ✚ Los equipos aislantes pueden ser de dos clases:
 - a. Autónomos, cuando el aire es transportado por la persona en botellas a presión.
 - b. Semiautónomos, cuando el aire se suministra a través de una manguera.
- ✚ Sobre estos equipos, has de tener en cuenta los siguientes aspectos:
 - ✓ no los uses si no tienes una formación específica y entrenamiento;
 - ✓ antes de utilizarlos, comprueba exhaustivamente su estanqueidad;
 - ✓ en aquellos equipos que empleen botellas a presión, verifica antes de su uso que la presión es correcta. Asimismo, examina el funcionamiento del avisador acústico;
 - ✓ verifica que no existen pérdidas de presión antes de su uso;
 - ✓ cuando emplees equipos semiautónomos con manguera de aire fresco, observa que la admisión de aire se encuentra en un lugar en el que no se pueda contaminar;
 - ✓ consulta en las instrucciones de cómo descontaminar, limpiar y mantener los equipos de manera adecuada.



7.3.2 Equipos filtrantes

- ↙ Los equipos de protección respiratoria filtrantes purifican el aire haciendo pasar el aire inhalado por un material filtrante que retiene los contaminantes, con objeto de suministrar aire por debajo de los límites permitidos para los contaminantes presentes en el ambiente. Constan de dos partes:
 - ✓ el adaptador facial, que actúa como barrera contra la atmósfera contaminada en el caso de las mascarillas y como elemento al que se conectan los filtros (medias máscaras o máscaras completas). Además, en los equipos de ventilación asistida, también se usa como adaptador facial un casco o capuz;

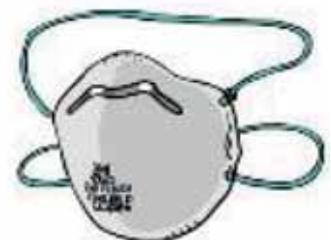


- ✓ filtros, cuya función es retener o adsorber el contaminante presente en el aire, asegurando que la respiración de la persona sea segura.
- ↙ Los filtros pueden ser de tres tipos, en función de los agentes que son susceptibles de retener:
 - ✓ **Protección contra partículas**, destinados a la protección de aerosoles (p. ej., polvos, nieblas o nanomateriales) o bioaerosoles. El material filtrante está constituido por un entramado de fibras que atrapan el contaminante.

Los filtros se identifican mediante una banda de color blanco y la letra P, y se clasifican en tres clases:

CÓDIGO	CLASES
P1	Filtros de baja eficacia
P2	Filtros de media eficacia
P3	Filtro de alta eficacia

En las mascarillas autofiltrantes, el adaptador facial y el material filtrante son una sola pieza o conjunto, identificándose con el código FF (autofiltrante).



- ✓ **Protección contra gases y vapores.** El material filtrante (carbón activo) es específico para cada contaminante, por lo que resulta imprescindible conocer los contaminantes presentes en el ambiente.

Dependiendo de su capacidad se clasifican en tres clases:

- Clase 1: baja capacidad.
- Clase 2: media capacidad.
- Clase 3: alta capacidad.

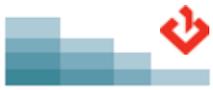
Todos los filtros se identifican mediante una banda de color y una letra, según lo indicado en la siguiente tabla:

COLOR DEL FILTRO	TIPO DE FILTRO	PROTECCIÓN FRENTE A:
Marrón	A	Gases y vapores orgánicos con puntos de ebullición < 65°C.
Marrón	AX	Gases y vapores orgánicos con puntos de ebullición > 65°C.
Gris	B	Gases y vapores inorgánicos.
Amarillo	E	Dióxido de azufre y vapores ácidos.
Verde	K	Amoníaco y derivados orgánicos del amoníaco.
Violeta	SX	Gases y vapores específicos.



- ✓ **Protección contra partículas, gases y vapores.** Es una combinación de un entramado de fibras y carbón activo específico. Por ejemplo:

COLOR DEL FILTRO	TIPO DE FILTRO	PROTECCIÓN FRENTE A:
Marrón	A + P	Gases y vapores orgánicos con puntos de ebullición < 65°C + partículas.
Blanco		



Existen unos filtros específicos ya predefinidos contra partículas y gases o vapores:

COLOR DEL FILTRO	TIPO DE FILTRO	PROTECCIÓN FRENTE A:
Azul	NO-P3	Gases nitrosos y partículas.
Blanco		
Rojo	Hg-P3	Vapores de mercurio y partículas.
Blanco		

Adopta las siguientes recomendaciones sobre el uso de los equipos de protección respiratoria:

- ✓ consulta en las instrucciones cómo llevar a cabo las comprobaciones previas de uso, la detección de fallos en el equipo, la forma correcta de ponerse el EPI y de almacenarlo, así como el modo de proceder para la limpieza, desinfección e inspección después del uso;



- ✓ antes de utilizar los equipos, selecciona el modelo o talla que mejor se ajuste al contorno de tu cara; comprueba además, que no haya incompatibilidad con tus gafas graduadas o de seguridad;
- ✓ revisa el estado de todos los elementos y verifica la fecha de caducidad de los filtros;
- ✓ de manera previa a acceder a la zona de riesgo, verifica que el ajuste facial es adecuado. La ausencia de vello facial en la cara evitará que disminuya tu protección;
- ✓ efectúa pausas periódicas cuando trabajes con los equipos de protección respiratoria durante periodos prolongados de tiempo. Es recomendable no superar las dos horas de uso continuado sin hacerlas;
- ✓ con respecto a la sustitución de los filtros reutilizables, no existe un criterio único para saber cuándo se deben sustituir. No obstante, de forma general, se recomienda la sustitución de los filtros contra partículas cuando notes un aumento a la resistencia a la respiración. Los filtros contra gases o vapores se cambiarán cuando detectes el olor o sabor del contaminante, o bien te cause irritación en las vías respiratorias;

- ✓ no te retires el equipo de protección si permaneces en zonas de riesgo en las que todavía puedan existir contaminantes en el ambiente. Por ejemplo, los nanomateriales pueden permanecer durante horas en el aire si no hay una ventilación adecuada de la sala;
- ✓ guarda los equipos en bolsas o cajas adecuadas, en un lugar seco, protegidos del polvo, de la luz solar y de otros contaminantes. Los filtros siguen actuando, aunque no se usen, por lo que pueden llegar a colmatarse y dejar de ser efectivos.

7.4 Protección ocular y facial: gafas y pantallas

- ✚ En los laboratorios está presente el riesgo de proyección de partículas sólidas, proyección de líquidos corrosivos, irritantes o criogénicos, además de la exposición a radiaciones ópticas (infrarrojo, ultravioleta, láser).
- ✚ Ciertas tareas pueden generar contacto con la cara y los ojos por salpicaduras o proyecciones de sustancias líquidas o debido a concentraciones elevadas en el ambiente de gases o vapores, que alcancen las mucosas oculares. Para estos casos hay que prever el empleo de gafas o pantallas faciales:



Gafa montura universal



Gafa integral



Pantalla facial

- ✚ En función del campo de uso del equipo, se seleccionarán los diferentes tipos de monturas, según lo establecido en el siguiente cuadro:

TIPO DE PROTECCIÓN OCULAR Y/O FACIAL	PROTECCIÓN FRENTE A:			
	Partículas en ambiente: sólidas; polvo y humo líquida (aerosoles y nieblas)	Gases y vapores	Salpicaduras	Impacto de objetos
Gafas con montura universal	No válido	No válido	No válido	Válido
Gafas con montura integral	Válido	Válido	No válido	Válido
Pantalla facial	No válido	No válido	Válido	Válido



↘ Ten en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ✓ selecciona el tipo de protección en función de la exposición prevista. Es posible que puedan existir riesgos por impactos, por ejemplo, por rotura de envases de vidrio o por exposición a radiaciones, que deben ser contemplados a la hora de seleccionar el equipo;
- ✓ cuando exista riesgo de proyecciones o salpicaduras de agentes químicos que puedan entrar en contacto con la cara, operaciones con vidrio a presión o donde exista riesgo de impacto de partículas a gran velocidad y alta energía, emplea pantallas faciales para la protección completa de la cara;
- ✓ los daños a la salud que provocan los diferentes tipos de radiaciones dependen de la energía que transportan y de su longitud de onda emitida. Existen filtros específicos para la radiación infrarroja, radiación ultravioleta y a la exposición accidental al láser o para trabajos de ajuste y sistema de láser. Consulta en el manual de instrucciones de la fuente del láser o de los diferentes equipos de trabajo, si se requiere utilizar protección ocular. Las personas presentes en las proximidades de las operaciones, también son susceptibles de estar expuestas a las radiaciones ópticas;
- ✓ si necesitas graduación ocular, utiliza, si es posible, gafas de protección graduadas, o bien, usa una protección ocular adecuada sobre las gafas habituales. No se recomienda el uso de lentillas, ya que sería complicado retirarlas en caso de proyecciones en el ojo, interferirían en los lavados de urgencia y pueden llegar a atrapar humos o materiales en el ojo;
- ✓ asegúrate de limpiar y mantener la protección ocular, según las instrucciones del EPI.

Equipos de seguridad

8.1 Duchas de seguridad y lavaojos

- En aquellas zonas en las que se trabaja con productos químicos peligrosos, donde exista riesgo de proyecciones, salpicaduras, contactos dérmicos o quemaduras químicas, entre otros, se requiere disponer de elementos de protección como las duchas de seguridad de cuerpo entero y lavaojos, que ofrezcan una ayuda rápida en primeros auxilios.



- Sigue las recomendaciones propuestas a continuación:

- ✓ conoce la ubicación de las duchas de emergencia y los lavaojos más próximos;
- ✓ procura realizar las operaciones de mayor riesgo químico a menos de 10 metros de estos equipos de seguridad;
- ✓ revisa periódicamente que las duchas y lavaojos se encuentren libres de obstáculos y debidamente señalizados, puesto que, en caso de emergencia, es probable que la persona que tenga que utilizarlos tenga limitada su visión;
- ✓ si la salpicadura se ha producido en los ojos, es fundamental acudir inmediatamente (en menos de 10 segundos) a un lavaojos. Procura mantener los ojos abiertos, ayudándote con tus dedos;
- ✓ sigue las recomendaciones indicadas por la empresa fabricante respecto al mantenimiento y la frecuencia de los ensayos periódicos. La temperatura del agua proporcionada, en ningún caso debería ser inferior a 15 °C ni superior a 37 °C, recomendándose que permanezca entre los 20 y los 35 °C;
- ✓ aunque el dolor y las molestias remitan, la duración del lavado, tanto del cuerpo como de los ojos, no debe ser inferior a 15 minutos;



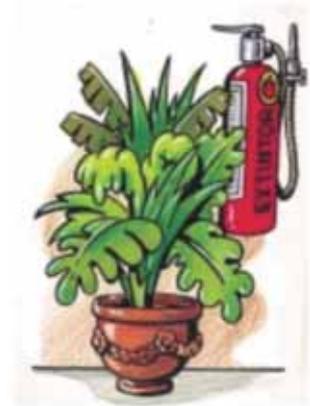


- ✓ cuando se produzcan derrames o vertidos sobre la ropa o en partes del cuerpo donde no se pueda utilizar el lavavojos, se debe acudir a la ducha de seguridad y quitarse la ropa bajo el agua si es mucha la cantidad derramada o vertida;
- ✓ en el caso de que haya entrado en llamas la ropa, además de la ducha de seguridad, se podrán utilizar mantas ignífugas destinadas a sofocar este tipo de fuego.

8.2 Equipos contra incendios y pautas de actuación

↘ Las pautas de actuación a adoptar para prevenir las consecuencias de un posible incendio, son las siguientes:

- ✓ deja siempre accesibles y visibles los elementos de lucha contra incendios;
- ✓ identifica y familiarízate con los medios de lucha contra incendios y las vías de evacuación de tu área;
- ✓ conoce el funcionamiento de estos equipos y participa en los diferentes simulacros que se organicen;
- ✓ ten presente que es conveniente la designación de una persona que se encargue de que estén mantenidos todos los equipos, sistemas y componentes que conforman las instalaciones de protección activa contra incendios (extintores, sistemas de detección y alarma, mangueras contra incendios BIE, mantas ignífugas, etc.);



No



- ✓ si detectas un incendio y es posible, retira los elementos inflamables que estén cerca. Posteriormente, comunica la emergencia conforme a los cauces establecidos en tu centro de trabajo (apretando los pulsadores de alarma, llamando a los teléfonos de emergencias, etc.);
- ✓ cuando la magnitud del fuego lo permita (conatos de incendio) y en función de tu capacidad, intenta extinguir el fuego si la intervención no entraña peligro, para lo cual:

- * actúa, siempre que sea posible, por parejas;
- * mantén la calma, pero no pierdas el tiempo;
- * guarda en todo momento una distancia de seguridad con el fuego;
- * asegúrate de que siempre dispones de una vía de escape;
- * si cuentas con mantas ignífugas, éstas pueden ser especialmente útiles para el control de pequeños incendios en vitrinas, poyatas o cuando se prenda fuego en la ropa de una persona;
- * ten en cuenta que si el incendio se acaba de iniciar, el extintor de CO₂ es el más recomendado para usar en aparatos o instrumental eléctrico, ya que minimiza los daños producidos;
- ✓ no utilices directamente el agua para apagar fuegos donde puedan existir elementos con tensión eléctrica, metales (sodio, magnesio...), líquidos inflamables o productos químicos que reaccionen con esta (con las indicaciones de peligro: H260, H261, EUH014 o EUH029);
- ✓ en función del tipo de fuego, utiliza el agente extintor más adecuado que tengas disponible dirigiendo la boquilla a la base de las llamas. Recuerda que la duración de un extintor es solo de unos pocos segundos;



- ✓ si finalmente se da la orden de evacuar el laboratorio, mantén la calma y atiende a las instrucciones facilitadas por los equipos de emergencias;
- ✓ en caso de tener que cruzar por zonas con mucho humo, procura mantener tu cabeza lo más baja posible y camina a ras de suelo o andando a gatas, ya que la atmósfera es más respirable y la temperatura más baja. Además, siempre que sea posible, cúbrete la nariz y la boca con un pañuelo húmedo.

Actuación en caso de derrames o fugas

- ✚ El paso previo a una óptima actuación de emergencias en caso de fugas o derrames es disponer de un sistema de detección que permita minimizar el tiempo de respuesta a la misma y, por tanto, las consecuencias de la emergencia.
- ✚ El personal que intervenga en las situaciones de emergencia debe tener formación y entrenamiento periódico, así como disponer de los equipos de intervención y de protección individual adecuados en función de la naturaleza del producto químico. Estarán ubicados en lugares seguros y accesibles.
- ✚ En caso de fugas o derrames importantes, actúa rápidamente, pero sin exponerte al riesgo, siguiendo el protocolo PAS (Proteger, Avisar, Socorrer), según el procedimiento de actuación del laboratorio.

PROTEGER

- ✓ No improvises. Toma las medidas necesarias para que nadie pueda acceder a la zona donde se ha producido la fuga o derrame. El balizamiento y la señalización te facilitarán esta labor.
- ✓ Únicamente se permitirá trabajar en la zona afectada a las personas autorizadas y que dispongan de los medios de protección adecuados al incidente.

AVISAR

- ✓ Comunica el incidente, según los sistemas de aviso y comunicación preestablecidos. No intervengas en solitario, sin haber avisado previamente de la situación de emergencia.
- ✓ Alerta al personal de las áreas de trabajo más próximas, por si se requiriera la evacuación del lugar de trabajo.

SOCORRER

- ✓ Presta auxilio a las personas lesionadas o contaminadas y acompáñalas a un lugar seguro. Si la ropa se ha contaminado, ésta debe quitarse rápidamente. Según la magnitud de la impregnación, puede ser necesario colocar a la persona contaminada bajo una ducha de seguridad o bien, utilizar un lavaojos.
- ✓ En función del tipo de emergencia, procede a actuar siguiendo la secuencia: neutralización, absorción y eliminación.



9.1 Derrames o vertidos de líquidos

- ❖ Para actuar con inmediatez y evitar que se extienda o se des controle un derrame, será preciso disponer previamente de kits de emergencias o intervención rápida. En función de los contaminantes presentes y las cantidades manejadas, estos kits podrán contener: neutralizadores, absorbentes, barreras, esterillas, paños de secado, EPI, obturadores para canalizaciones, etc.
- ❖ En el caso de que se puedan producir grandes derrames, se precisará además, de cubetos de retención y recipientes de reserva para su trasvase.
- ❖ Antes de actuar, se deberá evaluar el peligro potencial: identifica el contaminante, su toxicidad e inflamabilidad, el origen del mismo y la cantidad máxima que se puede derramar. Si lo precisas, consulta la sección 6 sobre medidas en caso de vertido accidental de la FDS.
- ❖ Adopta, entre otras, las siguientes recomendaciones en caso de derrame:
 - ✓ aumenta la ventilación del local mediante la apertura de ventanas o la puesta en marcha de los dispositivos de extracción localizada. Separa los reactivos potencialmente peligrosos;
 - ✓ en el caso de líquidos inflamables, apaga y desconecta las fuentes de energía que puedan generar focos de ignición;
 - ✓ señala la zona del derrame;
 - ✓ la neutralización, absorción y eliminación se llevará a cabo en función de la peligrosidad del producto. En primer lugar, delimita el derrame mediante absorbentes-neutralizadores comercializados específicamente para estas funciones (gusanos, almohadas, bayetas, etc.) o en su defecto, mediante el empleo de absorbentes minerales en forma granulada de probada eficacia como la sepiolita, la vermiculita o el carbón activo;
 - ✓ amplía la información de la que dispones en la sección 6 de la FDS, sobre los procedimientos de neutralización y absorción frente a vertidos de productos químicos específicos. Como ejemplos de neutralizadores, se destacan los siguientes:



FAMILIA O SUSTANCIA	NEUTRALIZADOR
Ácidos	Bicarbonato sódico
Bases	Agua de pH ligeramente ácido
Líquidos inflamables	Carbón activo, sepiolita
Mercurio	Polisulfuro cálcico, amalgamantes o azufre

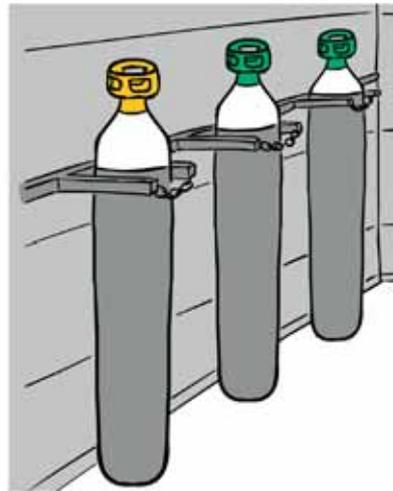
- ✓ la utilización de un EPI se determina en función de las características de peligrosidad del producto vertido (consulta la sección 8 de la FDS). De manera general, se recomienda la utilización de guantes de protección química que cubran el antebrazo, ropa de protección impermeables al producto, gafas de montura integral herméticas y protección respiratoria contra la materia particulada, gases o vapores que se hayan generado;
- ✓ en aquellos casos en que se recoja el producto por absorción, procede a continuación, a su eliminación, según el procedimiento específico recomendado, retirando en los contenedores para residuos habilitados todo el material utilizado;
- ✓ no olvides descontaminar y limpiar las superficies afectadas con agua y jabón. En el caso de que el derrame hubiera sido provocado por un cultivo biológico, emplea, además, un desinfectante adecuado, respetando el tiempo de contacto mínimo preestablecido;
- ✓ no permitas la entrada al recinto evacuado hasta asegurarte que la concentración ambiental del contaminante no presenta riesgo alguno.

9.2 Fuga de gases

- ✚ Previamente a la utilización y manipulación de gases, se requiere conocer las propiedades fisicoquímicas y toxicológicas de los mismos, así como las medidas indicadas por el suministrador en caso de fuga.
- ✚ Las fugas de gases se pueden originar en instalaciones fijas o en la manipulación de botellas con gases a presión. En ambos casos, la revisión periódica para detectar pequeñas fugas con agua jabonosa o detectores específicos para el gas, es la mejor medida para evitar posibles emergencias.
- ✚ Adopta las recomendaciones propuestas en caso de fuga:
 - ✓ cuando la fuga se haya producido en una instalación fija, cierra los grifos de las botellas conectadas a la misma y comunícaselo a la persona responsable de la instalación. No se deberá acometer su reparación hasta que ésta haya sido purgada con un gas inerte;
 - ✓ si la fuga se produce en una botella ubicada en el laboratorio y no hay llama en la boca, sigue estas normas de actuación:
 - * aproxímate a la botella, teniendo en cuenta que el viento o las corrientes de aire deben quedar a tu espalda;
 - * cierra el grifo si es posible;
 - * en cuanto a los gases inflamables, elimina los posibles focos de ignición en la zona donde haya podido extenderse la fuga de gas;
 - * utiliza un equipo adecuado para trasladar la botella a un espacio abierto, fuera del alcance de personas e instalaciones, señalizando las zonas afectadas e impidiendo el acceso a



- la misma y la prohibición de generar focos de ignición; recuerda no utilizar los ascensores;
- * una vez en el exterior, mantén la distancia de seguridad establecida y controla la botella hasta su total vaciado;
 - * avisa a la empresa suministradora.
- ✓ Si por el contrario, se ha encendido una llama en la boca de una botella de gas inflamable:
- * corta el flujo de gas sin poner en riesgo tu integridad física, siempre que sea posible;
 - * comunica lo sucedido a la persona responsable de la instalación;
 - * si no es posible cerrar el grifo, pero se prevé que se podrá cerrar una vez apagada la llama, procede a extinguir el fuego con un extintor (preferiblemente de polvo polivalente);
 - * cuando resulte imposible cerrarlos, avisa inmediatamente al 112 y si la operación no conlleva riesgo, separa las botellas o el material combustible que esté más próximo para evitar la propagación de un incendio;
 - * ten presente que es preferible que la fuga siga ardiendo y refrigerar con agua la botella. Solo en el caso excepcional de que el fuego impida rescatar a una persona accidentada o incida sobre un elemento que genere otro riesgo aún mayor, se procederá a utilizar los medios de extinción disponibles;
 - * no manipules las botellas afectadas por las llamas hasta que el suministrador las revise.



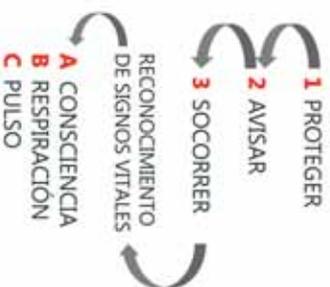
ANTE UN ACCIDENTE, ¿QUÉ DEBEMOS HACER?



Asistencia Colaboradora con la
Seguridad Social nº 61

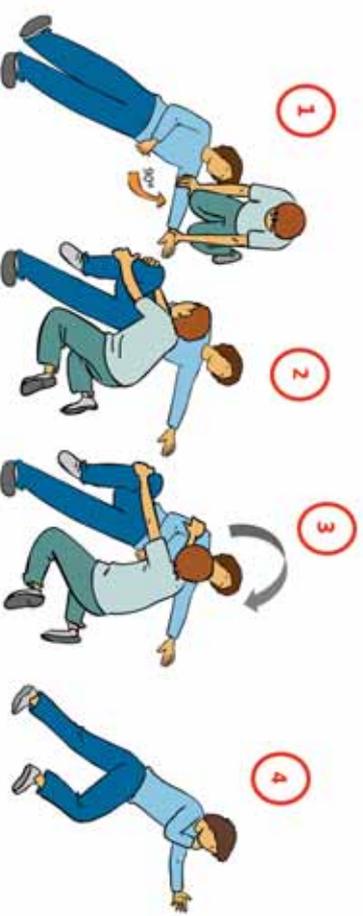
**EN CASO DE URGENCIA
900 61 00 61**

PRINCIPIOS GENERALES



RECUERDA QUE A LA PERSONA ACCIDENTADA
HAY QUE TRATARLA CON URGENCIA.
NO TRASLADARLA CON URGENCIA.

POSICIÓN DE SEGURIDAD



LIPOTIMIA

- Traslada a la persona afectada a una zona más fresca.
- Acuéstale con la cabeza ladeada para evitar aspiraciones y con las piernas elevadas para aumentar el flujo de sangre al cerebro. Además, alójale la ropa para que tenga más comodidad abanicándole constantemente.
- Si se recupera, siéntale unos minutos antes de incorporarle totalmente.
- En caso de que no se recupere, avisa a los servicios de urgencia (112).

TÓXICOS

Pautas básicas:

- Recaba información del producto (ficha de seguridad, etiqueta) y llama al Servicio de Información Toxicológica (91 562 04 20).

En caso de ingestión:

- Si está consciente, provócale el vómito salvo que la información del producto no lo aconseje (sustancias corrosivas, hidrocarburos).

En caso de inhalación:

- Aleja a la víctima de ese lugar y trasládala a una zona ventilada.
- Aflojale la ropa.
- Si se produce por permanecer en espacios confinados (pozos, alcantarillas, tanques, silos...), el rescate sólo puede efectuarse por personal especializado. En su defecto, solicita ayuda de emergencia (112).

CUERPO EXTRAÑO EN LOS OJOS

- Nunca frotes el ojo afectado.
- Si es por salpicaduras, lava el ojo con agua fría abundante.
- Cuando se deba a partículas, no intentes extraerlas y cubre el ojo sin presionar.
- Solicita asistencia médica.



NO

HERIDAS

- Lávala con agua y jabón.
- Tápala con gasa estéril.



GOLPES Y CONTUSIONES

- Inmoviliza la zona afectada: la mejor manera de inmovilizar es "no mover".
- Calma el dolor: aplica frío local a intervalos regulares. Además, retrasarás la aparición de la inflamación inicial.
- Solicita traslado a un centro médico.



QUEMADURAS

- Introduce la zona quemada en un recipiente con agua durante un tiempo aproximado de 15 minutos.
- Si la zona quemada está descubierta, tápala con una gasa estéril húmeda y solicita asistencia médica.



**TELÉFONO DEL SERVICIO DE
INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA
91 562 04 20**

Edita:

Mutua Colaboradora con la Seguridad Social Nº 61

Depósito legal:

M-36364-2021

Diseña e Imprime:

Imagen Artes Gráficas, S.A.



FREMAP

*Mutua Colaboradora con la
Seguridad Social nº 61*

www.fremap.es
<http://prevencion.fremap.es>