

## **PRÓLOGO: Importancia de la presente guía**

*Por sus propias características, el trabajo en el laboratorio presenta una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas, relacionados básicamente con las instalaciones, los productos que se manipulan (y también con las energías y organismos vivos) y las operaciones que se realizan con ellos. Con respecto a los productos debe tenerse en cuenta que suelen ser muy peligrosos, aunque normalmente se emplean en pequeñas cantidades y de manera discontinua.*

*En consecuencia, la prevención de los riesgos en el laboratorio presenta unas características propias.*

*Para la minimización de los posibles riesgos en un laboratorio debemos tener en cuenta las siguientes acciones preventivas:*

- *Disponer de **información** sobre las características de peligrosidad de las sustancias.*
- *Disponer de la adecuada información para realizar el trabajo de manera segura.*
- *Adquirir y mantener **buenas prácticas de trabajo**.*
- *Trabajar con material suficiente y adecuado a las necesidades y en buen estado.*
- *Llevar una buena política de mantenimiento preventivo, con revisiones periódicas, y reparar con rapidez las averías.*
- *Considerar los aspectos de seguridad (estructural, de diseño y de distribución) en la fase de diseño. No acumular materiales en las superficies de trabajo. Disponer del espacio de una manera racional.*
- *Equipar el laboratorio con un sistema de ventilación general, localizada (vitrinas y cabinas) y de emergencia eficaz.*

*El objetivo de la presente guía es proporcionar unas nociones básicas a cerca de los posibles riesgos y peligros que entraña el trabajo en un laboratorio, cómo actuar en caso de accidente y lo más importante, las normas de conducta y trabajo que impidan ese tipo de situaciones.*

## 1. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

En el laboratorio se realizan operaciones muy diversas, frecuentemente de corta duración, en las que se manipulan una gran variedad de productos con diferentes características de peligrosidad, siendo, a menudo, difícil adoptar medidas de protección colectiva eficaces y resultando, en muchos casos, riesgos residuales. Es en estas circunstancias cuando debe recurrirse a los equipos de protección individual, que han de ser adecuados frente a los riesgos de los que se quiere obtener protección.

### Gafas

Las gafas tienen el objetivo de proteger los ojos del trabajador. Se utilizan oculares filtrantes en todas aquellas operaciones en las que haya riesgo de exposición a radiaciones ópticas como ultravioleta, infrarrojo o láser.



En determinados casos, en que vayan a ser utilizadas de forma continuada por una persona que necesita gafas graduadas, pueden confeccionarse gafas de seguridad graduadas. Téngase en cuenta que el uso de gafas de protección es obligatorio en los laboratorios químicos.

Las personas que necesiten llevar **lentes de contacto** durante los trabajos de laboratorio deben ser conscientes de los siguientes peligros potenciales:

- ☞ Será prácticamente imposible retirar las lentes de contacto de los ojos después de que se haya derramado una sustancia química en el área ocular.
- ☞ Las lentes de contacto interferirán con los procedimientos de lavado de emergencia.
- ☞ Las lentes de contacto pueden atrapar y recoger humos y materiales sólidos en el ojo.
- ☞ Si se produce la entrada de sustancias químicas en el ojo y la persona se queda inconsciente, el personal de auxilio no se dará cuenta de que lleva lentes de contacto.

Por todo ello, la utilización de lentes de contacto en el laboratorio debería considerarse con detalle.

### ■ Protección de la piel (manos)

El objetivo de estos equipos es impedir el contacto y penetración de sustancias tóxicas, corrosivas o irritantes a través de la piel, especialmente a través de las manos que es la parte del cuerpo que más probablemente puede entrar en contacto con los productos químicos. Sin embargo, no debe despreciarse el riesgo de impregnación de la ropa, que se puede prevenir empleando una ropa de trabajo o protección adecuada a las características de peligrosidad del agente químico manipulado. En caso de contacto con el producto debe procederse al lavado inmediato de la protección y si se ha impregnado la ropa de trabajo, quitársela inmediatamente y proceder asimismo a su lavado.

Los guantes de seguridad se fabrican en diferentes materiales (PVC, PVA, nitrilo, látex, neopreno, etc.) en función del riesgo que se pretende proteger. Para su uso en el laboratorio, además de la necesaria resistencia mecánica a la tracción y a la perforación, es fundamental la impermeabilidad frente a los distintos productos químicos. Téngase en cuenta que la utilización de guantes no impermeables frente a un producto, si hay inmersión o contacto directo importante, no solamente no protege sino que incrementa el riesgo. Por estos motivos **a la hora de elegir un guante de seguridad es necesario conocer su idoneidad**, en función de los productos químicos utilizados.



En el anexo II, figura la tabla 1, donde se indican algunos tipos de guantes y su resistencia frente a determinados productos químicos.

### ■ Protección de las vías respiratorias

Los equipos de protección individual de las vías respiratorias son aquellos que tratan de impedir que el contaminante penetre en el organismo a través de esta vía. Técnicamente se pueden clasificar en equipos dependientes e independientes del medio ambiente.

#### ◆ Equipos dependientes del medio ambiente

Son equipos que utilizan el aire del ambiente y lo purifican, es decir retienen o transforman los contaminantes presentes en él para que sea respirable.



Presentan dos partes claramente diferenciadas: el adaptador facial y el filtro. El adaptador facial tiene la misión de crear un espacio herméticamente cerrado alrededor de las vías respiratorias, de manera que el único acceso a ellas sea a través del filtro.

La **mascarilla auto filtrante** es un tipo especial de protector respiratorio que reúne en un solo cuerpo inseparable el adaptador facial y el filtro. No son adecuadas para la protección de gases o vapores sino que es más apta para la protección frente a partículas sólidas y aerosoles.



## 2. EQUIPOS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

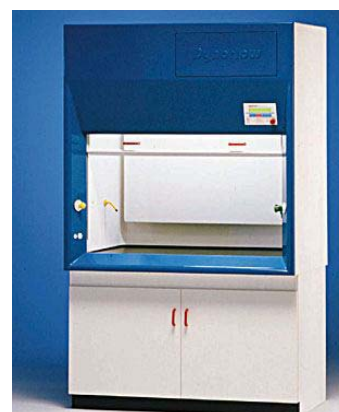
El laboratorio dispone de una serie de elementos de actuación de seguridad que se describen a continuación y que deben estar correctamente señalizados:



### CAMPANAS EXTRACTORAS

Las campanas extractoras capturan, contienen y expulsan las emisiones generadas por sustancias químicas peligrosas.

El propósito de las campanas extractoras de gases es prevenir el vertido de contaminantes en el laboratorio. Ello se consigue extrayendo el aire del laboratorio hacia el interior de la campana, pasando por el operador.



### **Recomendaciones para la utilización de las campanas extractoras:**

- Se debe trabajar siempre, al menos, a 15 cm del marco de la campana.
- Las salidas de gases de los reactores deben estar enfocadas hacia la pared interior y, si fuera posible, hacia el techo de la campana.
- No se debe utilizar la campana como almacén de productos químicos. La superficie de trabajo debe mantenerse limpia y diáfana.
- Hay que tener precaución en las situaciones que requieren bajar la ventana de guillotina para conseguir una velocidad frontal mínimamente aceptable. La ventana debe colocarse a menos de 50 cm de la superficie de trabajo.
- Las campanas extractoras deben estar siempre en buenas condiciones de uso. El operador no debería detectar olores fuertes procedentes del material ubicado en su interior. Si se detectan, asegúrate de que el extractor está en funcionamiento.

### DUCHAS DE SEGURIDAD

Constituyen el sistema de emergencia más habitual para casos de proyecciones con riesgo de quemaduras químicas e incluso si se prende fuego en la ropa.

La ducha deberá proporcionar un caudal de agua suficiente para emparar el sujeto completa e inmediatamente. El agua suministrada debe ser potable, procurando que no esté fría (preferiblemente entre 20 y 35° C) para evitar el riesgo que supone enfriar a una persona quemada en estado de shock y también que la poca aceptación del agua fría cause una eliminación insuficiente del contaminante, al acortar el período de ducha. Asimismo es conveniente que disponga de desagüe (facilita enormemente su mantenimiento).

Los modelos más adecuados son aquellos que tienen un accionador triangular unido al sistema mediante una barra fija (mejor que con cadena).

Se deben quitar las ropas, los zapatos y las joyas mientras se esté debajo de la ducha.



### FUENTES LAVAOJOS

Es un sistema que debe permitir la descontaminación rápida y eficaz de los ojos y que está constituido básicamente por dos rociadores o boquillas capaces de proporcionar un chorro de agua potable para lavar los ojos o la cara, una pileta provista del correspondiente desagüe, de un sistema de fijación al suelo o a la pared y de un accionador de pie (pedal) o de codo.



El chorro proporcionado por las boquillas debe ser de baja presión para no provocar daño o dolor innecesario. Igual que se ha indicado para la ducha, el agua debe ser potable y es recomendable que sea templada.

### ¿Cómo usar las fuentes lavaojos?

- Las lentes de contacto deben extraerse lo más pronto posible para lavar los ojos y eliminar totalmente las sustancias químicas peligrosas.
- El agua no se debe aplicar directamente sobre el globo ocular, sino a la base de la nariz, esto hace que sea más efectivo el lavado de los ojos, extrayendo las sustancias químicas (los chorros potentes de agua pueden volver a introducir partículas en los ojos).
- Se debe forzar la apertura de los párpados para asegurar el lavado detrás de los mismos.
- Hay que asegurarse de lavar desde la nariz hacia las orejas; ello evitará que penetren sustancias químicas en el ojo que no está afectado.
- Deben lavarse los ojos y párpados durante, al menos, 15 minutos.
- Después del lavado, es conveniente cubrir ambos ojos con una gasa limpia o estéril.

## ■ MANTAS IGNÍFUGAS

Las mantas permiten una acción eficaz en el caso de fuegos pequeños y sobre todo cuando se prende fuego en la ropa, como alternativa a las duchas de seguridad. La utilización de la manta puede en ciertos casos evitar el desplazamiento del sujeto en llamas, lo que ayuda a limitar el efecto y desarrollo de éstas. La acción de las mantas ignífugas para apagar fuegos está pensada para una actuación rápida.



Una alternativa a las mantas ignífugas es la utilización de prendas o textiles poco combustibles o previamente humedecidos.

## ■ EXTINTORES

Si no es factible controlar los pequeños incendios que se producen en el laboratorio con mantas ignífugas o textiles mojados, hay que recurrir a los extintores. Los extintores son aparatos que contienen un agente o sustancia extintora que puede ser proyectada y dirigida sobre el fuego por acción de una presión interna.

Dado que existen distintos tipos de fuego, que se clasifican según se trate de sólidos, líquidos, gases, metales o de origen eléctrico, debe decidirse en cada caso el agente extintor adecuado: agua pulverizada o a chorro, polvo, polvo polivalente, espuma, hidrocarburos halogenados o CO<sub>2</sub>. En el anexo II, figura la tabla 2 en la que se indica el extintor apropiado para cada tipo de fuego. Para su uso en el laboratorio, la experiencia demuestra que los más prácticos y universales son los de CO<sub>2</sub>, ya que, dada la presencia de instrumental eléctrico delicado y productos químicos reactivos, otros agentes extintores podrían producir agresiones irreparables a los equipos o nuevos focos de incendios.



Debe tenerse en cuenta, además, que el extintor puede volcar, romper o proyectar el material de vidrio que se halla en las poyatas, generando, asimismo, nuevos focos de incendio, vertidos o reacciones imprevistas. Es totalmente desaconsejable la utilización de extintores no adecuados a las características del material que arde, ya que pueden favorecer el desarrollo del incendio. La utilización de extintores portátiles en los laboratorios debe valorarse cuidadosamente, sobre todo si se trata de fuegos muy localizados que afecten solamente a áreas reducidas de los mismos. Téngase en cuenta que, a los inconvenientes citados, deben añadirse los problemas de limpieza posterior.

Los extintores se clasifican de acuerdo al tipo particular de fuego y se les etiqueta con la misma letra y símbolo que al tipo de fuego:

**TIPO A** - Sustancias combustibles: madera, telas, papel, caucho y plásticos.

**TIPO B** - Líquidos inflamables: aceite, grasas y diluyentes de pinturas.

**TIPO C** - Equipos eléctricos conectados a la corriente.

**TIPO D** - Metales combustibles (magnesio, titanio, sodio, litio, potasio).

### ¿CÓMO USAR UN EXTINTOR?

A. TIRA DE LA ANILLA: Coloca la mano en la parte superior del cilindro y tira del pasador. Ello libera la maneta y permite activar la unidad.

B. APUNTA: la boquilla a la base de las llamas.

C. COMPRIME: la maneta liberando la sustancia extintora.

D. BARRE: Con la boquilla a un lado y otro de la base de las llamas. Vacía el extintor sobre el fuego.

### Precauciones de seguridad personal:

- No te ACERQUES JAMÁS al fuego.
- No dejes JAMÁS que el fuego se interponga entre ti y la salida de la habitación.
- No ENTRES NUNCA a un área desconocida para apagar un fuego, especialmente, en un laboratorio de química.
- Notifica el fuego a la persona u organismo competente si es necesario.

### NEUTRALIZADORES

Otros elementos de actuación y protección para actuaciones de emergencia en caso de derrames o vertidos accidentales son los agentes neutralizadores. Los neutralizadores y absorbentes o adsorbentes necesarios estarán en función de la actividad del laboratorio y de los productos utilizados. Normalmente debe disponerse de agentes específicos para ácidos, bases, disolventes orgánicos y mercurio, lo que constituye el denominado “equipo básico”.





### 3. PROCEDIMIENTO DE PRIMEROS AUXILIOS Y EMERGENCIA

Además de los aspectos generales del plan de emergencia, deben contemplarse una serie de situaciones específicas en los laboratorios, para las cuales debe disponerse de un plan concreto de actuación.

#### VERTIDOS

En caso de vertidos o derrames debe actuarse rápidamente, recogiendo inmediatamente el producto derramado evitando su evaporación y daños sobre las instalaciones. El procedimiento a emplear está en función de las características del producto: inflamable, ácido, álcali, mercurio, etc., existiendo actualmente absorbentes y neutralizadores comercializados.

#### **Actuación en caso de vertidos. Procedimientos generales:**

##### **Líquidos inflamables:**

Los vertidos de líquidos inflamables deben absorberse con carbón activo u otros absorbentes específicos que se pueden encontrar comercializados. No emplear nunca serrín, a causa de su inflamabilidad.

##### **Ácidos**

Los vertidos de ácidos deben absorberse con la máxima rapidez ya que tanto el contacto directo, como los vapores que se generen, pueden causar daño a las personas, instalaciones y equipos. Para su neutralización lo mejor es emplear los absorbentes-neutralizadores que se hallan comercializados y que realizan ambas funciones. Caso de no disponer de ellos, se puede neutralizar con bicarbonato sódico. Una vez realizada la neutralización debe lavarse la superficie con abundante agua y detergente.

##### **Bases**

Se emplearán para su neutralización y absorción los productos específicos comercializados. Caso de no disponer de ellos, se neutralizarán con abundante agua a pH ligeramente ácido. Una vez realizada la neutralización debe lavarse la superficie con abundante agua y detergente.

##### **Otros líquidos no inflamables ni tóxicos ni corrosivos**

Los vertidos de otros líquidos no inflamables ni tóxicos ni corrosivos se pueden absorber con serrín.

En el anexo II figura la tabla 3, en la que se resumen algunos procedimientos de absorción y neutralización de productos químicos y de familias de ellos.

## **ATMÓSFERA CONTAMINADA**

La atmósfera de un laboratorio puede ser tóxica o explosiva después de un accidente/incidente: rotura de un frasco, vertido de un reactivo, fuga de un gas, etc.

Las acciones a llevar a cabo para el control del riesgo son las siguientes

### **Si la contaminación es débil:**

- Abrir todas las ventanas.
- Poner en marcha la vitrina con la pantalla totalmente abierta.

### **Si la contaminación es importante:**

- Activar el sistema de emergencia.
- Evacuar el personal del local.
- Avisar al equipo de intervención provisto del material de protección adecuado al riesgo: equipos de protección respiratoria, vestidos de protección, guantes, etc.
  - Cerrar todos los aparatos con llama si el producto contaminante es volátil e inflamable.
  - Abrir las ventanas.
  - Poner en marcha las vitrinas.
  - Si ha tenido su origen en un vertido, absorberlo con el absorbente indicado para dicho vertido y guardarlo en un recipiente estanco, lavando y aclarando con agua corriente, siempre empleando guantes. Si no se dispone del absorbente adecuado, emplear papel adsorbente.
  - Prohibir la entrada al local hasta que la concentración ambiental de la sustancia peligrosa en la atmósfera deje de ser un riesgo.
  - Hacer mediciones ambientales para conocer los niveles de contaminación.

## **SITUACIONES DE RIESGO EN LA MANIPULACIÓN DE GASES:**

### **Fugas de gases**

La revisión periódica de las conexiones de las botellas y de la instalación de gases en su caso, es la medida preventiva más eficaz para la prevención de fugas que puedan ser causa de una situación de emergencia. Esta revisión debe realizarse con agua jabonosa o productos o detectores específicos para el gas; nunca empleando focos de ignición (cerillas, mecheros).

En caso de detectarse una fuga en una botella, se recomienda la siguiente secuencia de actuación:

1. Aproximarse a la botella siempre con el viento o la corriente de aire a la espalda.

2. Verificar que el gas no se ha encendido
3. Cerrar el grifo, si es posible
4. Trasladar la botella con fuga a un espacio abierto, fuera del alcance de personas e instalaciones
5. Si no se trata de oxígeno o un gas inerte, avisar a los bomberos
6. Señalizar la zona con la indicación de peligro correspondiente, impidiendo el acceso de personas, vehículos, focos de ignición, etc., según el caso
7. Controlar permanentemente la botella hasta su total vaciado
8. Avisar al suministrador

### **Llama en la boca de una botella de gas inflamable**

Si se produce una llama en la boca de una botella, se procederá a cerrar el grifo. Si ello no es posible, la actuación a seguir dependerá del tipo de local en que esté situada la botella. Si está en una caseta de gases y ésta está adecuadamente acondicionada, se apagará la llama con un extintor, preferiblemente de polvo, se señalará la zona indicando el peligro y se enfriará el grifo para poder cerrarlo. Si la botella se halla en el propio laboratorio deberá valorarse si el riesgo derivado del escape de gases inflamables, una vez se haya apagado la llama, no es mayor que el de la propia llama. Si se toma la decisión de no apagar la llama, deberá actuarse para que la llama no provoque un incendio, separando de la botella con llama todo lo susceptible de ello. Se dará inmediatamente aviso a los bomberos, al servicio de prevención y al suministrador.

### **Incendio en un local con botellas de gases a presión**

Si se produce un incendio en un laboratorio o almacén en el que se hallan botellas de gases comprimidos, licuados o disueltos, se deberán retirar del mismo las botellas con la máxima celeridad. Si no se pueden retirar, se refrigerarán regándolas con agua, comunicando la circunstancia al servicio de prevención, a los bomberos y al suministrador. Después del incendio deben revisarse cuidadosamente las botellas que no se hayan retirado para comprobar si existen en ellas marcas claras de exposición al fuego.

## **INCENDIO**

En caso de incendio, el laboratorio debe ser evacuado y cuando concluya la evacuación del laboratorio, deben cerrarse las puertas, a no ser que existan indicaciones en sentido contrario por parte de los equipos de intervención.

El laboratorio debe estar dotado de extintores portátiles (agua pulverizada, halogenados, CO<sub>2</sub>, polvo) adecuados a los tipos de fuegos posibles, debiendo el personal del laboratorio conocer su funcionamiento a base de entrenamiento. Los

extintores deben estar colocados a una distancia de los puestos de trabajo que los hagan rápidamente accesibles, no debiéndose colocar objetos que puedan obstruir dicho acceso.

Son especialmente útiles para el control de pequeños incendios en el laboratorio las mantas ignífugas. Si el fuego prende la ropa, utilizar también la manta o la ducha de seguridad, procurando que el desplazamiento sea mínimo.

### ■ ACCIDENTES

En caso de accidente debe activarse el sistema de emergencia (**PAS: Proteger, Avisar, Socorrer**). Al comunicarse, se debe dar un mensaje preciso sobre:

- *Lugar* donde ha ocurrido el accidente.
- *Tipo de accidente* (intoxicación, quemadura térmica o química, herida, etc.).
- *Número de víctimas*.
- *Estado aparente de las víctimas* (consciencia, sangran, respiran, etc.).
- No colgar antes de que el interlocutor lo haya autorizado, ya que puede necesitar otras informaciones complementarias.
- Disponer de una persona del laboratorio que reciba y acompañe a los servicios de socorro con el fin de guiarlos rápidamente hasta el lugar del accidente.

### ■ SALPICADURAS EN LOS OJOS Y SOBRE LA PIEL

Sin perder un instante **lavarse con agua durante 10 o 15 minutos**, empleando si es necesario la ducha de seguridad; quitarse la ropa y objetos previsiblemente mojados por el producto. Si la salpicadura es en los ojos, emplear el lavaojos durante 15-20 minutos, sobre todo si el producto es corrosivo o irritante. **No intentar neutralizar** y acudir al médico lo más rápidamente posible con la etiqueta o ficha de seguridad del producto.

### ■ MAREOS O PÉRDIDA DE CONOCIMIENTO DEBIDO A UNA FUGA TÓXICA QUE PERSISTA

Hay que protegerse del medio con un aparato respiratorio antes de aproximarse a la víctima. Trasladar al accidentado a un lugar seguro y dejarlo recostado sobre el lado izquierdo. Aflojarle la ropa o todo aquello que pueda oprimirlo, verificando si ha perdido el sentido y si respira; tomarle el pulso. Activar el PAS y, practicar, si es necesario, la reanimación cardiorrespiratoria. No suministrar alimentos, bebidas ni productos para activar la respiración.

### ■ ELECTROCUCIÓN

La electrocución o choque eléctrico tiene lugar cuando, por un contacto eléctrico directo o indirecto, una persona pasa a formar parte de un circuito eléctrico, transcurriendo por su organismo una determinada intensidad eléctrica durante un

tiempo. La intensidad depende del voltaje y de la resistencia del organismo, que a su vez, depende del camino recorrido y de factores fisiológicos. Las acciones a llevar a cabo cuando alguien queda "atrapado" por la corriente son las siguientes:

- Cortar la alimentación eléctrica del aparato causante del accidente antes de acercarse a la víctima para evitar otro accidente y retirar al accidentado.
- Activar el PAS y, practicar, si es necesario, la reanimación cardiopulmonar.
- No suministrar alimentos, bebidas ni productos para activar la respiración.

### QUEMADURAS TÉRMICAS

Las instrucciones básicas para el tratamiento de quemaduras térmicas son: **lavar abundantemente con agua fría** para enfriar la zona quemada, no quitar la ropa pegada a la piel, taponar la parte quemada con ropa limpia. Debe acudir siempre al médico, aunque la superficie afectada y la profundidad sean pequeñas. Son recomendaciones específicas en estos casos:

- No aplicar nada a la piel (ni pomada, ni grasa, ni desinfectantes).
- No enfriar demasiado al accidentado.
- No dar bebidas ni alimentos.
- No romper las ampollas.
- No dejar solo al accidentado.

### INTOXICACIÓN DIGESTIVA

Debe tratarse en función del tóxico ingerido, para lo cual se debe disponer de información a partir de la etiqueta y de la ficha de datos de seguridad. La actuación inicial está encaminada a evitar la acción directa del tóxico mediante su neutralización o evitar su absorción por el organismo. Posteriormente, o en paralelo, se tratan los síntomas causados por el tóxico. Es muy importante la **atención médica rápida**, lo que normalmente requerirá el traslado del accidentado, que debe llevarse a cabo en condiciones adecuadas. No debe provocarse el vómito cuando el accidentado presenta convulsiones o está inconsciente, o bien se trata de un producto corrosivo o volátil. Para evitar la absorción del tóxico se emplea carbón activo o agua albuminosa. Existe una lista de antídotos recomendada por la UE (Anexo III de la Resolución 90/329/03). En caso de pequeñas ingestiones de ácidos, beber solución de bicarbonato, mientras que se recomienda tomar bebidas ácidas (refrescos de cola) en el caso de álcalis

### EMERGENCIAS EN EL TRABAJO CON PRODUCTOS CANCERÍGENOS

En el caso de un derrame, explosión o incendio en un área donde se manipulen cancerígenos, sólo deberán permanecer en ella aquellas personas que estén adecuadamente equipadas; el resto deberá ser evacuado inmediatamente.

Si una persona resulta contaminada por una salpicadura o proyección de material

cancerígeno:

- Se lavará inmediatamente en el caso de que no exista un método específico, con agua templada y un detergente líquido, frotando con un cepillo enérgicamente pero sin erosionar la piel o zona afectada. Los ojos se lavarán con abundante agua.
- Se secará con toallas de celulosa desechables.

## **4. PROTOCOLOS EN EL MANEJO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS, APARATOS E INSTALACIONES**

En el laboratorio, además de los riesgos intrínsecos de los productos químicos y de los generados por las operaciones que con ellos se realizan, deben considerarse también los que tienen su origen en las instalaciones, material de laboratorio y equipos existentes en el mismo:

### **MATERIAL DE VIDRIO**

Es un elemento fundamental en el trabajo de laboratorio ya que presenta una serie de ventajas: transparencia, manejabilidad, facilidad de diseño y sencillez en la preparación de montajes, permitiendo, además, su moldeabilidad por calentamiento y la fabricación de piezas a medida.

Los riesgos asociados a la utilización del material de vidrio en el laboratorio son:

- Cortes o heridas producidos por rotura del material de vidrio o como consecuencia del proceso de apertura de ampollas selladas, frascos con tapón esmerilado, llaves de paso, conectores etc., que se hayan obturado.
- Explosión, implosión e incendio por rotura del material de vidrio en operaciones realizadas a presión o al vacío.

Las medidas de prevención adecuadas frente a estos riesgos son:

- Examinar el estado de las piezas antes de utilizarlas y desechar las que presenten el más mínimo defecto.
- Desechar el material que haya sufrido un golpe de cierta consistencia, aunque no se observen grietas o fracturas.
- Efectuar los montajes para las diferentes operaciones (reflujos, destilaciones ambientales y al vacío, reacciones con adición y agitación, endo y exotérmicas, etc.) con especial cuidado, evitando que queden tensionados, empleando soportes y abrazaderas adecuados y fijando todas las piezas según la función a realizar.
- No calentar directamente el vidrio a la llama; interponer un material capaz de difundir el calor (p.e., una rejilla metálica).
- Introducir de forma progresiva y lentamente los balones de vidrio en los baños calientes.
- Utilizar aire comprimido a presiones bajas (0,1 bar) para secar los balones.
- Evitar que las piezas queden atascadas colocando una capa fina de grasa de silicona entre las superficies de vidrio y utilizando siempre que sea posible tapones de plástico.
- Para el desatascado de piezas deben utilizarse guantes espesos y protección facial o bien realizar la operación bajo campana con pantalla protectora. Si el recipiente a manipular contiene líquido, debe llevarse a cabo la apertura sobre un contenedor de material compatible, y si se trata de líquidos de punto de ebullición inferior a la temperatura ambiente, debe enfriarse el recipiente antes de

realizar la operación.

### **APARATOS CON LLAMA**

El trabajo con llama abierta genera riesgos de incendio y explosión por la presencia de gases comburentes o combustibles, o de productos inflamables en el ambiente próximo donde se utilizan.

Para la prevención de estos riesgos son acciones adecuadas:

- Suprimir la llama o la sustancia inflamable, aislándolas, o garantizar una ventilación suficiente para que no se alcance jamás el límite inferior de inflamabilidad.
- Calentar los líquidos inflamables mediante sistemas que trabajen a una temperatura inferior a la de autoignición (p.e., baño maría).
- Utilizar equipos con dispositivo de seguridad que permita interrumpir el suministro de gases en caso de anomalía.
- Mantenimiento adecuado de la instalación de gas.

### **BAÑOS CALIENTES Y OTROS DISPOSITIVOS DE CALEFACCIÓN**

Los principales riesgos que presentan son quemaduras térmicas, rotura de recipientes de vidrio ordinario con desprendimiento de vapores, vuelcos, vertidos, emisión incontrolada de humos en los baños de aceite y generación de calor y humedad ambiental en los baños de agua.

También es importante el riesgo de contacto eléctrico indirecto por envejecimiento del material.

Para prevenir estos riesgos las principales acciones a tomar son:

- No llenar completamente el baño hasta el borde.
- Asegurar su estabilidad con ayuda de soportes.
- No introducir recipientes de vidrio ordinario en el baño, utilizar vidrio tipo Pyrex.
- Disponer de un termostato de seguridad para limitar la temperatura.
- Utilizar dispositivos aislantes térmicos que no contengan amianto.
- Cuando su uso sea continuado, disponer de extracción localizada.
- Llevar a cabo un mantenimiento preventivo con revisiones periódicas, que deben aumentar de frecuencia con el uso y la antigüedad del dispositivo. Prestar especial atención a las conexiones eléctricas.

### **BAÑOS FRÍOS**

Normalmente, los contactos puntuales y poco intensos con el líquido refrigerante no producen daños ya que la evaporación es instantánea, pero un contacto prolongado es peligroso.



Los principales riesgos que presentan son: quemaduras por frío y desprendimiento de vapores. También hay que tener en cuenta que si se emplean para el control de reacciones exotérmicas, cualquier incidente que anule su función puede generar un incendio, una explosión o la emisión de sustancias tóxicas al ambiente.

Son normas generales para la prevención de estos riesgos:

- **No introducir las manos sin guantes** protectores en el baño frío.
- Manipular la nieve carbónica con la ayuda de pinzas y guantes térmicos.
- Introducir los recipientes en el baño frío lentamente con el fin de evitar una ebullición brusca del líquido refrigerante.
- Emplear los baños de acetona con nieve carbónica preferiblemente en la vitrina.



## **REFRIGERANTES**

Los refrigerantes funcionan normalmente con circulación de agua corriente a través de conexiones mediante tubos flexibles, aunque en algunos casos se emplea un circuito cerrado, con enfriamiento del agua en un baño refrigerado.

Los riesgos más habituales en el uso de refrigerantes son: rotura interna con entrada de agua en el medio de reacción que puede provocar incendio, explosión o emisión de productos tóxicos, fuga de vapores por corte en el suministro de agua e inundación en el caso de desconexión del tubo.

Disponer de un sistema de seguridad que interrumpa el aporte de calor en caso de que se corte el suministro de agua, asegurarse de que los tubos están bien sujetos, y renovarlos periódicamente, son medidas eficaces para la prevención de los riesgos mencionados.



## **ESTUFAS**

Presentan riesgos de explosión, incendio e intoxicación si se desprenden vapores inflamables en la estufa, de sobrecalentamiento si se produce un fallo en el termostato y de contacto eléctrico indirecto.

El control del riesgo en la utilización de las estufas se basa en las siguientes recomendaciones:

- Si se utiliza una estufa para evaporar líquidos volátiles debe disponerse de un sistema de extracción y retención por filtrado o por condensación de los vapores producidos. Si los vapores que se desprenden son inflamables, es recomendable emplear estufas de seguridad aumentada o con instalación antideflagrante.
  - Emplear estufas con sistemas de seguridad de control de temperaturas (doble termostato, por ejemplo).
  - Efectuar un mantenimiento adecuado, comprobando además la ausencia de corrientes de fuga por envejecimiento del material y correcto estado de la toma

de tierra.

## ■ BOTELLAS E INSTALACIÓN DE GASES

En el laboratorio se suelen utilizar gases a presión suministrados a través de una instalación fija o directamente de la botella (bombona). En ambos casos hay que observar determinadas precauciones y disponer de un protocolo de utilización.

Son situaciones de riesgo características en el empleo de gases a presión, disueltos o licuados:

- Caída de la botella.
- Intoxicación en caso de fuga de un gas tóxico, irritante o corrosivo de una botella o de la instalación.
- Fuga de un gas explosivo.
- Fuga de un gas inerte.
- Incendio en la boca de una botella de un gas inflamable.

Control del riesgo:

- Mantener las botellas fijas sujetándolas con una cadena a un soporte sólido.
- Disponer de un plan de actuación para casos de fugas e incendio en la boca de la botella.
- Observar las precauciones adecuadas a las características del gas manipulado.

## ■ CENTRÍFUGAS

Riesgos:

- Rotura del rotor.
- Heridas en caso de contacto con la parte giratoria.
- Explosión por una atmósfera inflamable.
- Formación de bioaerosoles.

Control del riesgo:

- **Repartir la carga simétricamente.**
- La centrífuga debe llevar un mecanismo de seguridad de tal manera que no pueda ponerse en marcha si la tapa no está bien cerrada e impidiendo su apertura si el rotor está en movimiento.
- Disponer de un procedimiento de actuación para el caso de roturas y/o formación de bioaerosoles.

## PIPETAS

Riesgos:

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

Control del riesgo:

- **Prohibir pipetear con la boca.**
- Utilizar siempre guantes impermeables al producto manipulado.
- Utilizar bombas de aspiración manual de caucho o cremallera que se adapten bien a las pipetas a utilizar.
  - Para algunas aplicaciones y reactivos es recomendable utilizar un dispensador automático de manera permanente.

Cualquier operación del laboratorio en la que se manipulen productos químicos presenta siempre unos riesgos. Para eliminarlos o reducirlos de manera importante es conveniente, antes de efectuar cualquier operación, hacer una lectura crítica del procedimiento a seguir, asegurarse de disponer del material adecuado, manipular siempre la cantidad mínima de producto químico, llevar las prendas y accesorios de protección adecuados (si son necesarias) y tener previsto un plan de actuación en caso de incidente o accidente.

A continuación se revisan una serie de operaciones **habituales en el laboratorio químico**, relacionando los posibles riesgos existentes y las correspondientes actuaciones para su eliminación o reducción:

## TRASVASES DE LÍQUIDOS

Los trasvases se pueden realizar por vertido libre, con sifón o con la ayuda de una bomba.

En el primer caso puede haber riesgos de vertido de líquidos e intoxicación por vapores. Para la prevención de estos *riesgos* es aconsejable:

- Emplear una bomba o un sifón para trasvases de gran volumen.
- Utilizar gafas o pantallas de protección facial cuando se trasvasen productos irritantes o corrosivos. Para trasvasar ácidos y bases se recomiendan los guantes de PVC (cloruro de polivinilo) o de policloropreno. En todo caso deberá comprobarse siempre que los guantes sean impermeables al líquido trasvasado.
  - Suprimir las fuentes de calor, llamas y chispas en la proximidad de un puesto donde se realicen trasvases de líquidos inflamables. Si la cantidad de producto a trasvasar es importante, debe realizarse la operación en un lugar

específico acondicionado especialmente y con ventilación suficiente.

- Volver a tapar los frascos una vez utilizados.

Cuando la operación de trasvase es mediante sifón o bombeo puede haber riesgo de explosión por sobrepresión. Para evitar este riesgo, la alternativa es la utilización del vaciado por gravedad. Si se emplea una bomba puede equiparse con dispositivos de seguridad para evitarlo. También en este caso deberá comprobarse siempre la adecuación de la bomba al producto a trasvasar: Compatibilidad de materiales, corrosión, contaminación, riesgo de explosión, etc. Al trasvasar cantidades importantes de líquidos no conductores debe valorarse siempre el problema de la electricidad estática.

### OPERACIONES CON VACÍO

Entre las diferentes operaciones en que se puede utilizar el vacío destacan la evaporación, la destilación, la filtración y el secado (en desecadores) Estas operaciones presentan riesgos de implosión del aparato y proyección de material, aspiración de un líquido y mezcla imprevista de productos que reaccionen violentamente.

Para el control de estos riesgos es recomendable:

- Utilizar recipientes de vidrio especiales capaces de soportar el vacío (paredes gruesas o formas esféricas) e instalar el aparato en un lugar donde no haya riesgo de que sufra un choque mecánico.
- Recubrir con una cinta adhesiva o una red metálica el recipiente en depresión.
- **El paso de vacío a presión atmosférica debe hacerse de manera gradual y lentamente.**
- Tener en cuenta que cuando se utiliza para el vacío una trompa de agua y se cierra lentamente el grifo de alimentación, puede tener lugar un retorno de agua al recipiente donde se hace el vacío; si este recipiente contiene algún producto capaz de reaccionar con el agua, la reacción puede ser violenta. Para evitarlo, hay que igualar presiones abriendo al aire a través de la llave de tres vías que hay entre el aparato sometido a vacío y la trompa. También es útil colocar entre ellos un recipiente de seguridad.

### EVAPORACIÓN AL VACÍO

Se llevan a cabo normalmente en evaporadores rotativos (rotavapor) que permiten el calentamiento y la agitación por rotación de la muestra tratada al vacío, debiéndose tener en cuenta las siguientes precauciones.

- Los balones no deben llenarse excesivamente y debe evitarse un sobrecalentamiento de la mezcla tratada por evaporación. Si existe la posibilidad de que se formen productos inestables (p.e., peróxidos) no se llevará la mezcla a sequedad.
- Debe esperarse el enfriamiento del balón que contenga la mezcla antes de eliminar el vacío.

- Para evitar que los vapores eliminados deterioren la bomba de vacío o bien contaminen el agua en caso de emplear trompas de agua se puede colocar una trampa refrigerada.

### ■ **DESTILACIÓN AL VACÍO**

En las destilaciones a vacío, la ebullición del líquido debe regularse mediante un tubo capilar que haga borbotear aire o un gas inerte, en función de los requerimientos de ausencia de oxígeno o humedad. Conviene verificar que en el transcurso de la operación no se produzca una obturación del capilar por inicio de cristalización, por ejemplo. Si se utiliza refrigerante de paso estrecho también debe vigilarse que no ocurra la obturación en él.

La calefacción no debe empezar hasta que el vacío se ha establecido, a fin de evitar el desencadenamiento espontáneo de la ebullición, con riesgo de la pérdida de producto y contaminación general del sistema.

Al concluir la destilación debe enfriarse el sistema antes de detener el vacío, ya que la introducción del aire en un balón caliente podría producir inflamaciones o explosiones del residuo obtenido en la destilación. El paso del vacío a la presión normal debe hacerse de manera lenta, pudiéndose emplear para ello el capilar usado en la regulación del vacío.

### ■ **FILTRACIÓN AL VACÍO**

Los matraces para la filtración al vacío deben ser de vidrio de elevada calidad, hallarse en excelente estado de conservación y deben fijarse con solidez evitando tensiones. Si la filtración es defectuosa por las características propias de los productos manipulados debe considerarse que un aumento de vacío no va a mejorar el rendimiento ni el tiempo de filtrado; sí, en cambio, el riesgo de implosión. Puede ser aconsejable la aplicación de otras medidas como la presión o el filtrado en pequeñas cantidades con el fin de evitar la colmatación del fritado o del filtro de papel. En este último caso debe estarse siempre pendiente de su posible rotura.

### ■ **SECADO AL VACÍO**

Los desecadores deben colocarse en lugares poco expuestos a golpes y caídas, fuera del alcance de la luz solar, especialmente cuando contienen productos inestables. Cuando se hallan al vacío no deben ser jamás transportados. Cuando se emplee un desecador al vacío debe protegerse mediante redes metálicas o de un material cuya resistencia haya sido contrastada. Deben lubricarse adecuadamente los bordes de contacto y las llaves. Entre el desecador y la trompa de vacío debe colocarse un matraz o borboteador de seguridad a fin de evitar los posibles retornos del agua que podrían afectar los productos que tiene el desecador y reaccionar violentamente con los deshidratantes colocados en éste.

## **MEZCLA DE PRODUCTOS O ADICIÓN DE UN PRODUCTO**

Puede tener lugar una reacción imprevista acompañada de un fenómeno peligroso (explosión, proyección).

Para el control de este riesgo es recomendable disponer de un protocolo de actuación y de información sobre la identidad y peligrosidad de los productos que se manipulan. Por otro lado, cuando se trata de la adición de un reactivo, la velocidad debe de ser proporcional a la reacción producida. Debe ser especialmente lenta si la reacción es exotérmica, provoca espuma, ocurre o puede ocurrir una polimerización rápida, etc.

De una manera general, todas las reacciones exotérmicas están catalogadas como peligrosas ya que pueden ser incontrolables en ciertas condiciones y dar lugar a derrames, emisión brusca de vapores o gases tóxicos o inflamables o provocar la explosión de un recipiente.

Para controlar estos riesgos cuando se trabaja a una temperatura a la que las sustancias reaccionan inmediatamente, es recomendable controlar la reacción adicionando los reactivos en pequeñas cantidades. También es recomendable emplear un termostato para controlar y no sobrepasar la temperatura indicada. En todo caso debe existir un protocolo de actuación para el caso de pérdida del control de la reacción.

Otros tipos de **reacciones consideradas peligrosas** son las siguientes:

- Compuestos que reaccionan violentamente con el agua.
- Compuestos que reaccionan violentamente con el aire o el oxígeno (inflamación espontánea)
- Sustancias incompatibles de elevada afinidad.
- Reacciones peligrosas de los ácidos.
- Formación de peróxidos y sustancias fácilmente peroxidables
- Reacciones de polimerización.
- Reacciones de descomposición.

## **EXTRACCIÓN CON DISOLVENTES VOLÁTILES**

### *Extracción en caliente*

La extracción líquido-sólido o líquido-líquido en caliente es una operación relativamente rutinaria en los laboratorios de química. El caso más habitual es la extracción con el sistema soxhlet. Dado que para ella se suelen emplear líquidos volátiles inflamables, cualquier sobrepresión en el montaje o una fuga de vapor puede provocar un incendio. Téngase en cuenta que siempre que se manipulen sustancias de estas características se presenta riesgo de incendio y explosión.

Los sistemas para el control de estos *riesgos* son:

- Calentar el sistema de extracción empleando un baño maría o en un baño de aceite a una temperatura suficiente, pero no más alta, para asegurar la ebullición del disolvente.
- Realizar la operación en vitrina.
- Disponer de un sistema de actuación (extintor manual adecuado, manta ignífuga, etc.) próximo al lugar de la operación.
- Cuando la extracción sea de larga duración es recomendable disponer de un sistema de control del agua de refrigeración frente a posibles cortes.

### *☞ Extracción líquido-líquido*

En la mayor parte de los procesos de extracción líquido-líquido a temperatura ambiente, una de las fases es un compuesto orgánico volátil, normalmente un disolvente inflamable, por lo que habrá que aplicarle las recomendaciones generales frente a la utilización de este tipo de compuestos que ya se han citado (sobrepresión, presencia de vapores inflamables).

Si se emplea un embudo de decantación con agitación manual, existe además el problema del contacto directo con los productos y la posibilidad de proyecciones de líquidos e inhalación de concentraciones elevadas de vapores al aliviar la presión del embudo (generada por la vaporización durante la agitación) a través de la válvula de la llave de paso. En esta operación es recomendable usar guantes impermeables, ropa de protección y, si las sustancias que intervienen en el proceso tienen características de peligrosidad elevadas, realizar la operación en vitrina, aunque ello represente incomodidad.

### *☞ Extracción sólido-líquido*

La extracción sólido-líquido (procedimiento mediante el cual se retiene el producto a extraer de un líquido en un sólido adsorbente o impregnado por un absorbente) presenta un uso cada vez más extendido. El procedimiento, por sus propias características (poca cantidad de muestra y, en consecuencia, de productos a manipular, posibilidad de automatización, etc.) presenta pocos problemas. Los riesgos más característicos son los derivados de la utilización de presión y vacío en los sistemas semiautomatizados y de manipulación inadecuada en caso de obstrucción del cartucho o del disco de extracción.

## **DESTILACIÓN**

La destilación es una de las operaciones más habituales en los laboratorios. En ella hay que tener en cuenta los posibles riesgos de:

- Rotura del recipiente e inflamación.
- Paro de la refrigeración provocando la emisión de vapores y generación de una atmósfera inflamable.
- Ebullición irregular con posibilidad de desprendimiento de vapores y proyecciones y salpicaduras.

Las pautas de actuación para el control del riesgo son:

- El aparato o el montaje de destilación debe estar adaptado a las cantidades y características de los productos a destilar.
- Si el producto a destilar puede contener subproductos de descomposición de características peligrosas o desconocidas, debe llevarse a cabo la destilación con muchas precauciones (vitrina, apantallamiento, protecciones personales, material de intervención, etc.) y en cantidades pequeñas, que pueden aumentarse paulatinamente en caso de que no se observen anomalías. *La utilización de pequeñas cantidades de productos en todas aquellas operaciones sobre las que no se tiene información previa del posible comportamiento de las sustancias presentes es una norma general a aplicar en la reducción de riesgos en el laboratorio.*
- El calentamiento debe hacerse preferentemente mediante mantas calefactoras o baños (aceite, arena) que deben colocarse encima de sistemas móviles (elevadores) con el fin de permitir un cese rápido del aporte de calor en caso de necesidad.
- Para los líquidos inflamables puede ser ventajoso utilizar un recipiente metálico que evita los riesgos de rotura aunque presenta el inconveniente de que no permite ver la cantidad de líquido que queda en el recipiente.
- Examinar siempre el material y la estanqueidad del montaje de destilación, sobretodo en el caso de líquidos inflamables, antes de cada operación para evitar un fallo eventual o una fuga.
- Regularizar la ebullición introduciendo antes de iniciar la aplicación de calor algunos trocitos de porcelana porosa o de vidrio en el líquido a destilar.
- Trabajar, siempre que sea posible, en vitrinas.
- Disponer de equipos de protección personal (sobretodo, gafas de seguridad).
- Utilizar dispositivos de control de temperatura, de aporte de calor y de la refrigeración.
- Prestar atención a la temperatura de autoinflamación de las sustancias presentes en la mezcla de destilación.
- La aplicación de vacío, que puede representar problemas añadidos, se ha comentado en el apartado de operaciones con vacío.

### **Riesgos en la destilación de éteres**

Los éteres, por envejecimiento a lo largo de su almacenamiento así como por acción de la luz, se oxidan a peróxidos explosivos. La oxidación de un éter recientemente destilado puede ser rápida (tres días para el tetrahydrofurano, una semana para el éter etílico). En el transcurso de una destilación de un éter peroxidado, el peróxido poco volátil se concentra y la explosión se produce cuando sólo queda el peróxido en el recipiente. Éste es un accidente descrito muy corrientemente. También hay que destacar que el éter isopropílico es aún más peligroso que el éter etílico.

Para el control del riesgo, antes de destilación de un éter es conveniente realizar una prueba para detectar la presencia de peróxido (con yoduro de potasio o tiocianato ferroso). Para eliminar el peróxido existen diferentes métodos dentro de los cuales se elegirá el más apropiado. Después de la operación se volverá a realizar la prueba de



peróxidos para verificar la desaparición del mismo. La adición de un inhibidor a un producto recientemente obtenido puede ralentizar su peroxidación.

### **EVAPORACIÓN - SECADO**

Las operaciones de evaporación y secado, cuando se trata de disolventes, presentan el riesgo de desprendimiento de vapores tóxicos o inflamables. Para su prevención son acciones adecuadas:

- Efectuar la operación en el interior de una vitrina o emplear un evaporador rotatorio.
- Si el aporte de calor mediante estufa es indispensable se utilizará una que esté ventilada, disponga de un sistema de aspiración de vapores y se trabajará siempre a temperaturas moderadas, asegurándose que en ningún punto del interior o exterior de la estufa se puede sobrepasar el punto de autoinflamación.
- La evaporación de un producto empapado de un líquido volátil se puede efectuar en frío.
- La evaporación y secado con aplicación de vacío se ha comentado en el apartado de operaciones con vacío.

### **DESECACIÓN DE UN LÍQUIDO**

En muchos casos se utilizan compuestos sólidos peligrosos para eliminar el agua presente en líquidos orgánicos. Algunos de estos productos pueden presentar riesgo de explosión. Los más usuales son los que citan a continuación.

#### **Perclorato de magnesio**

Como medida de prevención puede ser reemplazado por el pentóxido de fósforo aunque éste, a su vez, es corrosivo (provoca quemaduras graves).

#### **Sodio**

Sólo se debe utilizar para eliminar la humedad de un líquido ya secado previamente. El peróxido de sodio es explosivo por simple frotación, igual que el peróxido de potasio.

### **LIMPIEZA DEL MATERIAL DE VIDRIO**

#### **Mezcla crómica**

Mezcla de ácido sulfúrico (mayoritario) y trióxido de cromo o dicromato potásico. Se trata de un preparado tóxico, corrosivo y peligroso para el medio ambiente. Su utilización para destruir la materia orgánica, que es de gran eficacia, debe ser descartada excepto para aquellos casos en que no exista alternativa, empleándolo siempre en la mínima concentración necesaria. Debe tenerse en cuenta que el dicromato potásico está clasificado como compuesto cancerígeno, categoría 2. La clasificación de la mezcla crómica es: Producto tóxico y peligroso para el medio ambiente. Puede causar

cáncer por inhalación y alteraciones genéticas hereditarias. Provoca quemaduras graves y puede causar sensibilización en la piel. Es muy tóxico para los organismos acuáticos y puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

Es recomendable su sustitución por **permanganato potásico**, por ejemplo, que es una sustancia clasificada como nociva por ingestión y comburente (peligro de fuego con materias combustibles).

### **Metanol**

Es un alcohol tóxico por inhalación e ingestión y fácilmente inflamable. A corto plazo produce un efecto narcótico típico de todos los alcoholes. A largo plazo, provoca problemas visuales pudiendo entrañar la ceguera total. Para el aclarado y secado del vidrio se puede reemplazar por isopropanol que es menos tóxico.

## 5. GESTIÓN DE RESIDUOS

La creciente preocupación de los países desarrollados por la salud y el medio ambiente, junto a la influencia que sobre ambos ejercen los distintos tipos de residuos producidos por el hombre obliga a una gestión lo más adecuada posible de los mismos para paliar sus efectos negativos. Dentro de los residuos, uno de los tipos que más atención requiere, si no por su cantidad sí por los potenciales riesgos que encierran, son los residuos peligrosos producidos en los laboratorios y centros similares, es decir, laboratorios de docencia y de investigación, hospitales, clínicas y centros sanitarios, pequeñas unidades de investigación en empresas, etc.

En estos centros productores suelen producirse varios tipos genéricos de residuos: **urbanos o municipales** (papel, cartón, vidrio no contaminado, etc.), **peligrosos** (sustancias químicas, materiales contaminados, etc.), **biológicos, cancerígenos y radioactivos**. El segundo tipo, corresponde a los residuos peligrosos en pequeñas cantidades (RPPC).

Para conseguir un correcto tratamiento de los RPPC, es necesario observar aquellas normas que garanticen, en primer lugar, la seguridad de todos los implicados en la cadena (productores, manipuladores, transportistas, gestores, tratadores) y, en segundo lugar, la entrega al gestor autorizado en óptimas condiciones para su posterior tratamiento final.

### ■ CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

#### Clasificación

De entre los residuos generados en los laboratorios, se exponen los siguientes grupos de clasificación de residuos **peligrosos**. Dicha clasificación está orientada a la posterior gestión de los residuos por un tratador autorizado.

#### Grupo I: Disolventes halogenados

#### Grupo II: Disolventes no halogenados

#### Grupo III: Disoluciones acuosas

Se trata de un grupo muy amplio y por eso es necesario establecer divisiones para evitar reacciones de incompatibilidad y/o por requerimiento de su tratamiento posterior:

- ◆ Disoluciones acuosas inorgánicas:
  - disoluciones acuosas básicas
  - disoluciones acuosas de metales pesados
  - disoluciones acuosas de cromo VI.
  - Otras disoluciones acuosas inorgánicas: Reveladores, sulfatos, fosfatos, cloruros.
- ◆ Disoluciones acuosas orgánicas o de alta DQO:

- disoluciones acuosas de colorantes.
- disoluciones de fijadores orgánicos
- Mezclas agua/disolvente: Eluyentes de cromatografía, metanol/agua.

**Grupo IV: Ácidos**

**Grupo V: Aceites**

**Grupo VI: Sólidos**

- **Sólidos orgánicos**
- **Sólidos inorgánicos**
- **Material desechable contaminado**

**Grupo VII: Especiales**

A este grupo pertenecen los productos químicos, sólidos o líquidos, que, por su elevada peligrosidad, no deben ser incluidos en ninguno de los otros grupos, así como los **reactivos puros obsoletos o caducados**. Estos productos no deben mezclarse entre sí ni con residuos de los otros grupos. Ejemplos:

- Comburentes (peróxidos).
- Compuestos pirofóricos (magnesio metálico en polvo).
- Compuestos muy reactivos [ácidos fumantes, cloruros de ácido (cloruro de acetilo), metales alcalinos (sodio, potasio), hidruros (borohidruro sódico, hidruro de litio), compuestos con halógenos activos (bromuro de benzilo), compuestos polimerizables (isocianatos, epóxidos), compuestos peroxidables (éteres), restos de reacción, productos no etiquetados].
- Compuestos muy tóxicos (tetraóxido de osmio, mezcla crómica, cianuros, sulfuros, etc.).
- Compuestos no identificados.

Mención aparte merecen las sustancias clasificadas como cancerígenas que se recogen separadamente, ya que el trabajo con este tipo de sustancias y, en consecuencia, con sus residuos, está regulado por el **R.D. 665/1997** sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

 **ETIQUETADO E IDENTIFICACIÓN DE LOS ENVASES**

Todo envase de residuos peligrosos debe estar correctamente **etiquetado** (indicación del contenido) e identificado (indicación del productor). La identificación incluye los datos de la *empresa productora*, la referencia concreta de la *unidad* (nombre, clave o similar), el nombre del *responsable* del residuo y las *fechas* de inicio y final de llenado del envase. La función del etiquetado es permitir una rápida identificación del residuo así como informar del riesgo asociado al mismo, tanto al usuario como al gestor.

El almacenamiento de residuos no debe ser superior a seis meses.

### ■ INCOMPATIBILIDADES ENTRE SUSTANCIAS

El principal riesgo en la recogida selectiva de RPPC son las posibles reacciones de incompatibilidad. En este sentido es especialmente importante lo expuesto en el apartado referente a la identificación de los envases. Las incompatibilidades son especialmente destacables en el grupo VII, por lo que debe tenerse en cuenta que éstos jamás se mezclarán entre ellos ni con los otros grupos. Siempre que sea posible, los residuos de este grupo, en cantidades iguales o inferiores a 1 litro, se mantendrán en su envase original. En caso de duda, se ha de consultar al responsable o a la empresa gestora.

Algunas posibles incompatibilidades se resumen en la siguiente tabla :

#### Ejemplos de incompatibilidades a considerar en el almacenamiento de residuos

<b>Ácidos con Bases</b>		
Ejemplo: Ácido sulfúrico con hidróxido sódico		
<b>Ácidos fuertes con Ácidos débiles que desprendan gases</b>		
Ejemplo: Ácido clorhídrico con cianuros o Sulfuros		
<b>Oxidantes con Reductores</b>		
Ejemplo: Ácido nítrico con compuestos orgánicos		
<b>Agua con Compuestos varios</b>		
Ejemplo:	Agua con	boranos anhídridos carburos triclorosilanos haluros haluros de ácido hidruros isocianatos metales alcalinos pentóxido de fósforo reactivos de Grignard

### ■ MANIPULACIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Se exponen a continuación unas instrucciones generales para la manipulación de los residuos.

- Los envases no se han de llenar más allá del **90% de su capacidad** con la finalidad de evitar salpicaduras, derrames y sobrepresiones.

- Siempre que sea posible, los envases se depositarán en el suelo para prevenir la caída a distinto nivel. No se almacenarán residuos a más de 170 cm de altura.

La gestión de residuos de laboratorio debe tener en cuenta las exigencias de la normativa existente, sea a nivel local, autonómico, estatal o comunitario y contemplar la gestión diferenciada de **aquellos residuos que tienen una legislación específica: radiactivos, biológicos (sanitarios) y cancerígenos**, por ejemplo.

En la Universidad de Vigo es la OMA, Oficina del Medio Ambiente, la que se ocupa de la gestión de los residuos peligrosos.

Los recipientes para contener dichos residuos son proporcionados por la OMA o por la empresa de recogida:



↑↑  
Colectores para biopeligrosos



↑↑  
Bidones para sólidos de 30 y 60 L



← Bidón para líquidos de 25 L

En noviembre de 2003 entró en funcionamiento un cuarto destinado al almacenamiento temporal de residuos peligrosos producidos por la Facultad de Químicas. Cabe recordar que esta Facultad es el principal centro productor de residuos peligrosos de la Universidad de Vigo.



Para más información, consultar la página web <http://webs.uvigo.es/oma/>

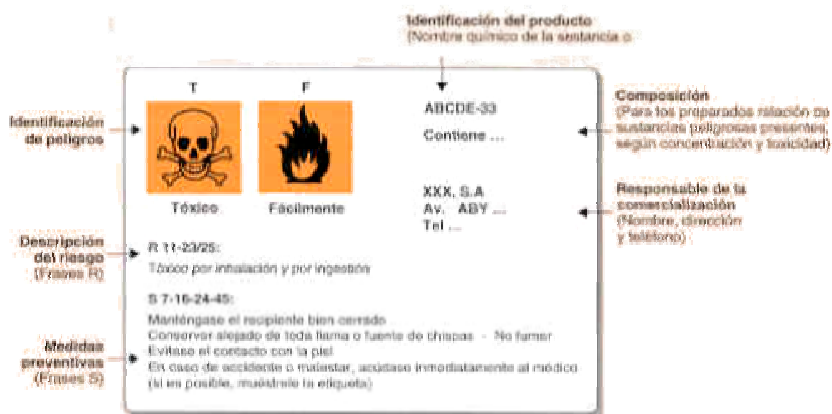
## 6. ETIQUETADO Y FICHAS DE SEGURIDAD

La información sobre las características de peligrosidad de los productos químicos que se adquieren, utilizan u obtienen en el laboratorio es la primera herramienta a utilizar para la prevención del riesgo químico.

En lo que se refiere al riesgo derivado de la utilización de productos químicos, esta información está recogida en su etiqueta y se amplía mediante la ficha de datos de seguridad (FDS).

### Etiqueta

La etiqueta es, en general, la primera información que recibe el usuario y es la que permite identificar el producto en el momento de su utilización. Todo recipiente que contenga un producto químico peligroso debe llevar, obligatoriamente, una etiqueta bien visible en su envase que contenga:



- **Nombre de la sustancia o del preparado.**
- **Nombre, dirección y teléfono del fabricante o importador.**
- **Símbolos e indicaciones de peligro** para destacar los riesgos principales
- **Frasas R** que permiten complementar e identificar determinados riesgos mediante su descripción ( ver anexo II).
- **Frasas S** que a través de consejos de prudencia establecen medidas preventivas para la manipulación y utilización ( ver tabla 4, anexo II).

El objetivo fundamental de una etiqueta es identificar el producto y al responsable de su comercialización así como el aportar información sobre los riesgos que presenta, principalmente desde el punto de vista de la seguridad y de las vías de entrada al organismo en caso de exposición.

### **Ficha de datos de seguridad (FDS)**

La FDS es también una importante fuente de información complementando la información contenida en la etiqueta y constituye una herramienta de trabajo muy útil, especialmente en el campo de la prevención de riesgos laborales.

Esta ficha debe facilitarse obligatoriamente con la primera entrega de un producto químico peligroso y se compone de 16 apartados que incluyen la información disponible de acuerdo con las directrices indicadas en la normativa.

Para información sobre compuestos químicos, también se pueden consultar las fichas internacionales de seguridad química en la dirección:

[www.mtas.es/insht/ipcsnspn/spanish.htm](http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/spanish.htm)







## 7. PELIGROSIDAD DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS

### Categorías de peligro

El etiquetado de un producto implica la asignación de unas categorías de peligro definidas y preestablecidas y que están basadas en las propiedades fisicoquímicas, en las toxicológicas, en los efectos específicos sobre la salud humana y en los efectos sobre el medio ambiente identificadas mediante los pictogramas y/o las frases de riesgo.

Las definiciones y las distintas categorías, su descripción y su identificación se recogen en los siguientes cuadros:


**Cuadro 1: Propiedades fisicoquímicas**

DEFINICIONES	IDENTIFICACIÓN
<p><b>Explosivos</b> Las sustancias y preparados sólidos, líquidos, pastosos o gelatinosos que, incluso en ausencia de oxígeno del aire, puedan reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que, en determinadas condiciones de ensayo, detonan, deflagran rápidamente o, bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial, explotan</p>	<p>E</p>  <p>Explosivo</p>
<p><b>Comburentes</b> Las sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, produzcan una reacción fuertemente exotérmica</p>	<p>O</p>  <p>Comburente</p>
<p><b>Extremadamente inflamables</b> Las sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de ignición extremadamente bajo y un punto de ebullición bajo, y las sustancias y preparados gaseosos que, a temperatura y presión normales, sean inflamables con el aire</p>	<p>F+</p>  <p>Extremadamente inflamable</p>
<p><b>Fácilmente inflamable</b> Las sustancias y preparados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que puedan calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía. o</li> <li>• Los sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación y que sigan quemándose o consumiéndose una vez retirada dicha fuente, o</li> <li>• Los líquidos cuyo punto de ignición sea muy bajo, o</li> <li>• Que, en contacto con agua o con aire húmedo, desprendan gases extremadamente inflamables en cantidades peligrosas</li> </ul>	<p>F</p>  <p>Fácilmente inflamable</p>
<p><b>Inflamables</b> Las sustancias y preparados líquidos cuyo punto de ignición sea bajo</p>	<p>R10</p>

**Cuadro 2. Propiedades toxicológicas**

DEFINICIONES		IDENTIFICACIÓN
<p><b>Muy tóxicos</b> Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte</p>		<p>T+</p>  <p>Muy tóxico</p>
<p><b>Tóxicos</b> Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte</p>		<p>T</p>  <p>Tóxico</p>
<p><b>Nocivos</b> Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte</p>		<p>Xn</p>  <p>Nocivo</p>
<p><b>Corrosivos</b> Las sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos puedan ejercer una acción destructiva de los mismos</p>		<p>C</p>  <p>Corrosivo</p>
<p><b>Irritantes</b> Las sustancias y preparados no corrosivos que, en contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria</p>		<p>Xi</p>  <p>Irritante</p>
<p><b>Sensibilizantes</b> Las sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción de hipersensibilidad, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado dé lugar a efectos negativos característicos</p>	<p>por inhalación</p>	<p>Xn</p> <p>R42</p>  <p>Nocivo</p>
	<p>por contacto cutáneo</p>	<p>Xi</p> <p>R43</p>  <p>Irritante</p>

**Cuadro 3: Efectos específicos sobre la salud**

DEFINICIONES	IDENTIFICACIÓN	
<p><b>Carcinogénicos</b> Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia</p>	Categorías 1 y 2	R45 T  Tóxico
	Categoría 3	R40* Xn  Nocivo
<p><b>Mutagénicos</b> Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir alteraciones genéticas hereditarias o aumentar su frecuencia</p>	Categorías 1 y 2	R46 T  Tóxico
	Categoría 3	R40* Xn  Nocivo
<p><b>Tóxicos para la reproducción</b> Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia, o aumentar la frecuencia de éstos, o afectar de forma negativa a la función o a la capacidad reproductora</p>	Categorías 1 y 2	R60 R61 T  Tóxico
	Categoría 3	R62 R63 Xn  Nocivo

## 8. NORMAS GENERALES DE CONDUCTA EN EL LABORATORIO

- Como norma higiénica básica, se deben **lavar las manos al entrar y salir del laboratorio** y siempre que haya habido contacto con algún producto químico.
- Se debe llevar en todo momento la **bata y ropa de trabajo abrochado** y los cabellos recogidos, evitando colgantes o mangas anchas que pudieran engancharse en los montajes y material del laboratorio. Es aconsejable que no llevar manga corta, faldas cortas, pantalones cortos, ni sandalias. Una vez efectuada la práctica y es recomendable quitarse la bata y no pasear esos productos por toda la Universidad, incluida la cafetería.
- No se debe trabajar separado de la mesa o la poyata, en la que nunca han de depositarse objetos personales.
- No debe estar autorizado el trabajo en solitario en el laboratorio, especialmente cuando se efectúe fuera de horas habituales, por la noche, o si se trata de operaciones con riesgo. Cuando se realicen éstas, las personas que no intervengan en las mismas, pero puedan verse afectadas, deben estar informadas de las mismas.
- Debe estar **PROHIBIDO FUMAR E INGERIR ALIMENTOS EN EL LABORATORIO**. Asimismo, masticar chicle y beber.
- Se debe **evitar llevar lentes de contacto** si se detecta una constante irritación de los ojos y sobre todo si no se emplean gafas de seguridad de manera obligatoria. Es preferible el uso de gafas de seguridad, graduadas o que permitan llevar las gafas graduadas debajo de ellas. El uso de lentillas, es extremadamente peligroso en procesos con altas temperaturas y con el uso de productos químicos
- Antes de procederse a su utilización deben comprobarse siempre los productos y materiales, empleando solamente los que presenten garantías de hallarse en buen estado.
- Debe comprobarse el correcto etiquetado de los productos químicos que se reciben en el laboratorio, etiquetar adecuadamente las disoluciones preparadas y no reutilizar los envases para otros productos sin retirar la etiqueta original.
- Los productos químicos deben manipularse cuidadosamente, no llevándolos en los bolsillos, ni tocándolos o probándolos y **no pipeteando con la boca**, guardando en el laboratorio la mínima cantidad imprescindible para el trabajo diario.
- No deben emplearse frigoríficos de tipo doméstico para el almacenamiento de productos químicos ni guardar alimentos ni bebidas en los frigoríficos destinados a productos químicos.
- Los tubos de ensayo no deben llenarse más de 2 ó 3 cm, han de tomarse con los dedos, nunca con la mano, siempre deben calentarse de lado utilizando pinzas, no deben llevarse en los bolsillos y deben emplearse gradillas para guardarlos. Para sujetar el material de laboratorio que lo requiera deben emplearse soportes adecuados.
- Reducir al máximo la utilización de llamas vivas en el laboratorio. Para el encendido de los mecheros Bunsen emplear preferentemente encendedores piezoeléctricos.
- Al finalizar la tarea o una operación recoger los materiales, reactivos, etc. para evitar su acumulación fuera de los lugares específicos para guardarlos y asegurarse de la desconexión de los aparatos, agua corriente, gases, etc.
- Todas las operaciones con riesgo en las que se manipulen productos peligrosos deben llevarse a cabo en vitrinas de laboratorio que, a su vez, deben ser adecuadas a los productos que se manipulen (ácidos, corrosivos, radiactivos, etc.) y a las

operaciones a realizar (extracciones, baños, destilaciones, etc.).

- En la dilución de ácidos, **añadir siempre el ácido sobre el agua** y no al revés, podría provocar una proyección sumamente peligrosa.
- Considerar las características de peligrosidad de los productos y sus incompatibilidades, agrupando los de características similares, separando los incompatibles y aislando o confinando los de características especiales: muy tóxicos, cancerígenos, explosivos, pestilentes, etc.
- Tener en cuenta que cuando se utiliza para el vacío una trompa de agua y se cierra lentamente el grifo de alimentación, puede tener lugar un retorno de agua al recipiente donde se hace el vacío; si este recipiente contiene algún producto capaz de reaccionar con el agua, la reacción puede ser violenta. Para evitarlo hay que cerrar primero el grifo que debe colocarse entre el aparato sometido a vacío y la trompa. También es útil colocar entre ellos un recipiente de seguridad.
- No se deben chupar los bolígrafos que han estado rodando por la mesa, ya que se facilitaría la ingestión accidental de sustancias químicas.
- Si tienes alguna incompatibilidad con algún producto químico, tienes un marcapasos, o alguna patología que te parezca relevante para el curso normal de una práctica has de informar al profesor antes de realizarla.
- El objetivo de usar campanas extractoras es el de proteger las vías respiratorias. No se debe meter la cabeza dentro.
- Emplear en cada circunstancia el equipo de protección personal adecuado a las necesidades y riesgos de la tarea que se esté llevando a cabo.
- En los trasvases de líquidos, utilizar embudos y realizar la operación a velocidad lenta para evitar salpicaduras y proyecciones.
- No remover ácidos con objetos metálicos; puede provocar proyecciones.
- No calentar ningún recipiente que se encuentre cerrado.
- Se debe verter la disolución más concentrada en la menos concentrada para así evitar reacciones violentas
- No se debe almacenar éteres durante largos períodos de tiempo, ya que se pueden formar peróxidos explosivos.
- No tirar por el fregadero ningún producto químico ni disolución que pueda generar problemas de contaminación en el medio ambiente



## ANEXO II

**Tabla 1. Resistencia química de guantes**

COMPUESTO QUÍMICO	COMPOSICIÓN DE LOS GUANTES					
	Caucho natural o látex	Neopreno	Buna-n (nitrilo)	Butilo	PVC	PVA
<b>Ácidos inorgánicos</b>						
Ácido crómico	M	R	R	B	B	M
Ácido clorhídrico 38%	B	E	B	B	E	M
Ácido fluorhídrico 48%	B	E	B	B	B	M
Ácido fosfórico	B	E	B	B	B	M
Ácido nítrico 70%	M	B	I	B	R	M
Ácido nítrico fumante (Humos rojos)	NC	I	I	NC	I	M
Ácido nítrico fumante (Humos amarillos)	NC	I	I	NC	I	M
Ácido sulfúrico 95%	E	E	R	B	R	M
<b>Ácidos orgánicos</b>						
Ácido acético	E	E	B	B	B	M
Ácido fórmico	E	E	R	B	E	I
COMPUESTO QUÍMICO	COMPOSICIÓN DE LOS GUANTES					
	Caucho natural o látex	Neopreno	Buna-n (nitrilo)	Butilo	PVC	PVA
<b>Alcoholes</b>						
Alcohol butílico	E	E	B	B	B	R
Alcohol etílico	E	E	B	B	B	R
Alcohol metílico	E	E	B	B	B	R
<b>Aldehidos</b>						
Acetaldehido	B	E	B	B	B	R
Benzaldehido	R	R	R	B	R	B
Formaldehido	E	E	B	B	B	I
<b>Cáusticos</b>						
Hidróxido de amonio	E	E	B	B	E	M

Hidróxido de sodio 50%	E	E	B	B	B	M
<b>COMPUESTO QUÍMICO</b>	<b>COMPOSICIÓN DE LOS GUANTES</b>					
	<b>Caucho natural o látex</b>	<b>Neopreno</b>	<b>Buna-n (nitrilo)</b>	<b>Butilo</b>	<b>PVC</b>	<b>PVA</b>
<b>Aminas</b>						
Anilina	R	R	B	B	B	R
Dietilamina	R	B	E	NC	R	R
Hidracina	B	R	B	NC	B	M
<b>Disolventes aromáticos</b>						
Benzol	M	I	B	NC	I	E
Destilados de alquitrán de hulla	M	R	B	NC	R	E
Estireno	M	R	B	NC	I	E
Tolueno	M	M	E	M	B	E
Xileno	M	I	B	R	M	E
<b>Disolventes acetonas</b>						
Acetona	E	B	I	B	I	R
Metil etil cetona	E	B	R	B	M	E
Metil isobutil cetona	E	B	R	B	R	B
<b>COMPUESTO QUÍMICO</b>	<b>COMPOSICIÓN DE LOS GUANTES</b>					
	<b>Caucho natural o látex</b>	<b>Neopreno</b>	<b>Buna-n (nitrilo)</b>	<b>Butilo</b>	<b>PVC</b>	<b>PVA</b>
<b>Disolventes clorados</b>						
Cloroformo	M	B	B	R	M	E
Cloruro de metilo	R	B	B	NC	M	E
Percloro etileno	M	M	B	M	M	E
Tetracloruro de carbono	M	R	B	M	R	E
Tricloroetileno t.c.e.	M	B	B	NC	M	E
<b>Disolventes derivados del petróleo</b>						
Hexano	M	R	E	NC	R	E
Keroseno	M	B	E	M	R	E
Pentano	R	B	E	M	M	E
<b>Disolventes varios</b>						
Acetato de etilo	I	B	B	B	M	I
Acetato de propilo	B	B	B	B	I	B
Acilonitrilo	B	B	R	B	I	E
Bromuro de metilo	R	B	B	NC	M	E
Disolventes de pintura	R	B	B	NC	R	E



COMPUESTO QUÍMICO	COMPOSICIÓN DE LOS GUANTES					
	Caucho natural o látex	Neopreno	Buna-n (nitrilo)	Butilo	PVC	PVA
<b>Otros productos</b>						
Aceite de corte	I	E	B	M	B	R
Baños electrolíticos	E	E	B	I	E	M
Barniz para madera (tung oil)	M	B	B	NC	R	E
Decapantes para pintura y barnices	R	B	B	NC	M	B
Diisocianato de tolueno	B	R	B	NC	M	B
Disulfuro de carbono	M	R	B	M	R	E
Etilenglicol	E	E	B	B	B	B
Glicerina	E	B	B	B	E	R
Grasas animales	E	B	B	NC	B	E
Peróxido de hidrógeno 50% (Agua oxig.)	B	B	B	B	R	I
Resinas de épxi	E	E	B	B	E	E
Tintas de imprimir	B	E	E	NC	I	E
Trinitrotolueno	B	B	B	B	E	E
Trementina	M	B	E	M	B	E
E=excelente    B=bueno    R=regular    I=inferior    M=malo    NC=no comprobado						

**Tabla 2. Tipos de extintores según clases de fuego**

Clases de fuego	Agentes extintores						
	Agua chorro	Agua pulverizada	Espuma física	Polvo seco	Polvo polivalente	Nieve carbónica CO <sub>2</sub>	Halones
<b>A SÓLIDOS</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>
<b>B LÍQUIDOS</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>
<b>C GASES</b>	<b>NO</b> Extingue <b>SI</b> Limita propag.			<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>
<b>D METALES</b>	<b>NO*</b>	<b>NO*</b>	<b>NO*</b>	<b>NO*</b>	<b>NO*</b>	<b>NO*</b>	<b>NO*</b>
<b>E ELÉCTRICOS</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b> HASTA 20.000 V	<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b> HASTA 1.000 V	<b>SI</b>	<b>SI</b>
CLAVES: <b>SI</b> Bueno <b>SI</b> Aceptable <b>NO</b> Inaceptable o Peligroso * REQUIERE AGENTES ESPECIALES							

## ANEXO III

---

### Frases R y S actualizadas

(Actualizado con el contenido de los Anexos III y IV del R.D. 363/1995)

#### **Frases R : Naturaleza de los riesgos específicos atribuidos a las sustancias y preparados peligrosos**

##### **Frases R simples**

- R1** Explosivo en estado seco.
- R2** Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R3** Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R4** Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.
- R5** Peligro de explosión en caso de calentamiento.
- R6** Peligro de explosión, en contacto o sin contacto con el aire.
- R7** Puede provocar incendios.
- R8** Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.
- R9** Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.
- R10** Inflamable.
- R11** Fácilmente inflamable.
- R12** Extremadamente inflamable.
- R14** Reacciona violentamente con el agua.
- R15** Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables.
- R16** Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes.
- R17** Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.
- R18** Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas/inflamables.
- R19** Puede formar peróxidos explosivos.
- R20** Nocivo por inhalación.
- R21** Nocivo en contacto con la piel.
- R22** Nocivo por ingestión.
- R23** Tóxico por inhalación.
- R24** Tóxico en contacto con la piel.
- R25** Tóxico por ingestión.
- R26** Muy tóxico por inhalación.
- R27** Muy tóxico en contacto con la piel.
- R28** Muy tóxico por ingestión.
- R29** En contacto con agua libera gases tóxicos.

- R30** Puede inflamarse fácilmente al usarlo.
- R31** En contacto con ácidos libera gases tóxicos.
- R32** En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.
- R33** Peligro de efectos acumulativos.
- R34** Provoca quemaduras.
- R35** Provoca quemaduras graves.
- R36** Irrita los ojos.
- R37** Irrita las vías respiratorias.
- R38** Irrita la piel.
- R39** Peligro de efectos irreversibles muy graves.
- R40** Posibles efectos cancerígenos
- R41** Riesgo de lesiones oculares graves.
- R42** Posibilidad de sensibilización por inhalación.
- R43** Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
- R44** Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.
- R45** Puede causar cáncer.
- R46** Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.
- R48** Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.
- R49** Puede causar cáncer por inhalación.
- R50** Muy tóxico para los organismos acuáticos.
- R51** Tóxico para los organismos acuáticos.
- R52** Nocivo para los organismos acuáticos.
- R53** Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
- R54** Tóxico para la flora.
- R55** Tóxico para la fauna.
- R56** Tóxico para los organismos del suelo.
- R57** Tóxico para las abejas.
- R58** Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.
- R59** Peligroso para la capa de ozono.
- R60** Puede perjudicar la fertilidad.
- R61** Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
- R62** Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.
- R63** Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
- R64** Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.
- R65** Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar
- R66** La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel
- R67** La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo
- R68** Posibilidad de efectos irreversibles

## Combinación de frases R

<b>R14/15</b>	Reacciona violentamente con el agua, liberando gases extremadamente inflamables.
<b>R15/29</b>	En contacto con el agua, libera gases tóxicos y extremadamente inflamables.
<b>R20/21</b>	Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.
<b>R20/22</b>	Nocivo por inhalación y por ingestión.
<b>R20/21/22</b>	Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
<b>R21/22</b>	Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.
<b>R23/24</b>	Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
<b>R23/25</b>	Tóxico por inhalación y por ingestión.
<b>R23/24/25</b>	Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
<b>R24/25</b>	Tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
<b>R26/27</b>	Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
<b>R26/28</b>	Muy tóxico por inhalación y por ingestión.
<b>R26/27/28</b>	Muy tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
<b>R27/28</b>	Muy tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
<b>R36/37</b>	Irrita los ojos y las vías respiratorias.
<b>R36/38</b>	Irrita los ojos y la piel.
<b>R36/37/38</b>	Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.
<b>R37/38</b>	Irrita las vías respiratorias y la piel.
<b>R39/23</b>	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.
<b>R39/24</b>	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.
<b>R39/25</b>	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
<b>R39/23/24</b>	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.
<b>R39/23/25</b>	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.
<b>R39/24/25</b>	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.
<b>R39/23//24/25</b>	Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
<b>R39/26</b>	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.
<b>R39/27</b>	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.
<b>R39/28</b>	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
<b>R39/26/27</b>	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.
<b>R39/26/28</b>	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.
<b>R39/27/28</b>	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.
<b>R39/26/27/28</b>	Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
<b>R42/43</b>	Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.

- R48/20** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
- R48/21** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
- R48/22** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.
- R48/20/21** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
- R48/20/22** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.
- R48/21/22** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.
- R48/20/21/22** Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
- R48/23** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
- R48/24** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
- R48/25** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.
- R48/23/24** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
- R48/23/25** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.
- R48/24/25** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.
- R48/23/24/25** Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
- R50/53** Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
- R51/53** Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
- R52/53** Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
- R68/20** Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación.
- R68/21** Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel.
- R68/22** Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por ingestión.
- R68/20/21** Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación y contacto con la piel.
- R68/20/22** Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación e ingestión.
- R68/21/22** Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel e ingestión.
- R68/20/21/22** Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

## **Frases S : Consejos de prudencia relativos a las sustancias y preparados peligrosos**

### **Frases S simples**

- S1** Consérvese bajo llave.
- S2** Manténgase fuera del alcance de los niños.
- S3** Consérvese en lugar fresco.
- S4** Manténgase lejos de locales habitados.
- S5** Consérvese en ... (líquido apropiado a especificar por el fabricante).
- S6** Consérvese en ... (gas inerte a especificar por el fabricante).
- S7** Manténgase el recipiente bien cerrado.
- S8** Manténgase el recipiente en lugar seco.
- S9** Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.
- S12** No cerrar el recipiente herméticamente.
- S13** Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.
- S14** Consérvese lejos de ... (materiales incompatibles a especificar por el fabricante).
- S15** Conservar alejado del calor.
- S16** Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.
- S17** Manténgase lejos de materiales combustibles.
- S18** Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.
- S20** No comer ni beber durante su utilización.
- S21** No fumar durante su utilización.
- S22** No respirar el polvo.
- S23** No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].
- S24** Evítese el contacto con la piel.
- S25** Evítese el contacto con los ojos.
- S26** En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
- S27** Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
- S28** En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con ... (productos a especificar por el fabricante).
- S29** No tirar los residuos por el desagüe.
- S30** No echar jamás agua a este producto.
- S33** Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.
- S35** Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
- S36** Úsese indumentaria protectora adecuada.
- S37** Úsense guantes adecuados.
- S38** En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado.

- S39** Úsese protección para los ojos/la cara.
- S40** Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese ... (a especificar por el fabricante).
- S41** En caso de incendio y/o de explosión, no respire los humos.
- S42** Durante las fumigaciones/pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].
- S43** En caso de incendio, utilizar ... (los medios de extinción los debe especificar el fabricante). (Si el agua aumenta el riesgo, se deberá añadir: "No usar nunca agua").
- S45** En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrela la etiqueta).
- S46** En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstrela la etiqueta o el envase.
- S47** Consérvese a una temperatura no superior a ... °C (a especificar por el fabricante).
- S48** Consérvese húmedo con ... (medio apropiado a especificar por el fabricante).
- S49** Consérvese únicamente en el recipiente de origen.
- S50** No mezclar con ... (a especificar por el fabricante).
- S51** Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
- S52** No usar sobre grandes superficies en locales habitados.
- S53** Evítese la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso.
- S56** Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
- S57** Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.
- S59** Remitirse al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación/reciclado.
- S60** Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.
- S61** Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.
- S62** En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrela la etiqueta o el envase.
- S63** En caso de accidente por inhalación, alejar a la víctima fuera de la zona contaminada y mantenerla en reposo
- S64** En caso de ingestión, lavar la boca con agua (solamente si la persona está consciente)

### **Combinación de frases S**

- S1/2** Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.
- S3/7** Consérvese el recipiente bien cerrado y en lugar fresco.
- S3/9/14** Consérvese en lugar fresco y bien ventilado y lejos de ... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
- S3/9/14/49** Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado y lejos de ... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
- S3/9/49** Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado.
- S3/14** Consérvese en lugar fresco y lejos de ... (materiales incompatibles, a especificar por el

fabricante).

- S7/8** Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar seco.
- S7/9** Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar bien ventilado.
- S7/47** Manténgase el recipiente bien cerrado y consérvese a una temperatura no superior a ... °C (a especificar por el fabricante).
- S20/21** No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.
- S24/25** Evítese el contacto con los ojos y la piel.
- S27/28** Después del contacto con la piel quítese inmediatamente toda la ropa manchada.
- S29/35** No tirar los residuos por el desagüe; elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
- S29/56** No tirar los residuos por el desagüe; elimínese esa sustancia y su recipiente en un punto d recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
- S36/37** Úsense indumentaria y guantes de protección adecuados.
- S36/37/39** Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.
- S36/39** Úsense indumentaria adecuada y protección para los ojos/la cara.
- S37/39** Úsense guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.
- S47/49** Consérvese únicamente en el recipiente de origen y a temperatura no superior a ... °C (a especificar por el fabricante).



**Tabla 3. Ejemplos de procedimientos de neutralización y absorción de vertidos de productos químicos**

PRODUCTO O FAMILIA	PROCEDIMIENTO
Acetiluro de calcio	Recoger con vermiculita seca
Ácidos inorgánicos	Ver procedimiento general
Ácidos orgánicos	Bicarbonato sódico
Ácido fluorhídrico	Solución de hidróxido cálcico o de carbonato cálcico
Alcaloides	Bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico
Aldehidos	Solución de bisulfito sódico en exceso
Agua oxigenada	Vermiculita en gran exceso
Amiduros alcalinos	Cloruro amónico en exceso
Aminas alicíclicas	Bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico
Aminas alifáticas	Bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico
Aminas aromáticas	Bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico
Anhidridos de ácidos orgánicos	Bicarbonato sódico
Azoderivados	Solución 10% de nitrato de cerio amoniacal
Bases inorgánicas	Ver procedimiento general
Bases pirimidínicas	Bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico
Borohidruros	Agua fría en exceso
Bromuro de etidio	Carbón activo, Amberlita XAD-16 o Azul algodón (colorante)
Carbamatos	Solución de hidróxido sódico 5 M
Cesio	Butanol o terbutanol en gran exceso
Cetonas	Solución de bisulfito sódico en exceso. Ver también procedimiento general de inflamables
Cianuros	Solución de hipoclorito sódico. Mantener siempre el pH básico
Clorometilsilanos	Agua fría en exceso
Compuestos orgánicos de azufre	Solución de hipoclorito sódico en gran exceso y agua jabonosa con hipoclorito sódico
Disocianatos	Metanol frío
Etanolaminas	Bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico
Fluoruros	Solución de cloruro cálcico
Formol	Solución de hipoclorito sódico
Fósforo blanco y fosfuros	Solución de sulfato de cobre y neutralización posterior con bicarbonato o hipoclorito sódico
Halogenuros inorgánicos	Bicarbonato sódico y solución de hidróxido sódico en exceso
Halogenuros de ácidos orgánicos	Bicarbonato sódico
Halogenuros orgánicos	Solución de hidróxido sódico 10%
Hidrazina (hidrato)	Solución de hipoclorito sódico
Hidrazinas sustituidas	Solución de hipoclorito sódico, bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico
Hidroperóxidos	Vermiculita en gran exceso
Hidruros (en general)	Recoger con disolventes orgánicos. No emplear agua ni alcoholes
Ioduro de propidio	Carbón activo, Amberlita XAD-16 o Azul algodón (colorante)
Litio	Agua en gran exceso
Mercaptanos	Solución de hipoclorito sódico en gran exceso y agua jabonosa con hipoclorito sódico
Mercurio	Ver procedimiento específico
Metales pesados y derivados en solución	Formar derivados insolubles o recoger y precipitar a continuación
Metales carbonilados	Recoger con agua procurando que se mantenga el pH neutro
Organometálicos	Recoger con disolventes orgánicos. No emplear agua ni alcoholes
Perácidos	Vermiculita en gran exceso
Peranhidridos	Vermiculita en gran exceso
Perésteres	Vermiculita en gran exceso
Peróxidos	Vermiculita en gran exceso
Poliaminas	Bisulfato sódico, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico
Potasio	Butanol o terbutanol en gran exceso
Rubidio	Butanol o terbutanol en gran exceso
Silano	Solución diluida de sulfato cúprico
Sodio	Metanol en gran exceso
Sulfato de dimetilo y dietilo	Solución de hidróxido sódico 5M
Sulfuros alcalinos	Solución de hipoclorito sódico en gran exceso y agua jabonosa con hipoclorito sódico
Sulfuro de carbono	Solución de hipoclorito sódico en gran exceso y agua jabonosa con hipoclorito sódico
Tetróxido de osmio	Solución de hidróxido amónico a pH 10
Tioéteres	Solución de hipoclorito sódico en gran exceso y agua jabonosa con hipoclorito sódico

