



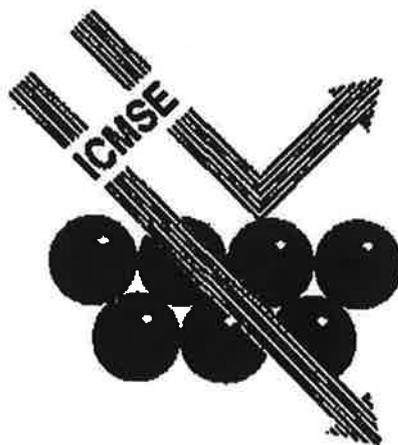
MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



CONSEJO SUPERIOR
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS

Informe ICMSE 01-06:

**INFORMACIÓN DE MEDIDAS APLICABLES PARA
LA ELIMINACIÓN Y CONTROL DE LOS RIESGOS
DETECTADOS EN LA EVALUACIÓN INICIAL DE
RIESGOS LABORALES DEL "INSTITUTO DE
CIENCIA DE MATERIALES DE SEVILLA".**



**Redactado por:
Servicio de Prevención de Riesgos Laborales del
CSIC en Sevilla**

Sevilla, marzo de 2006

SERVICIO DE PREVENCIÓN
DE SEVILLA
CENTRO DE
INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS ISLA DE LA
CARTUJA
C/AMERICO VESPUCIO S/N
41092 SEVILLA ESPAÑA
TELF. 95 448 95 00 EXT 9002
FAX.: 95 446 0065

INDICE:

INTRODUCCIÓN: DESTINATARIOS DE LA INFORMACIÓN SOBRE LOS PELIGROS Y MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO (Art. 18, Ley 31/95).	2
CAPÍTULO 1: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA.	4
CAPÍTULO 2: TIPOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y GESTIÓN DE LOS MISMOS.	14
CAPÍTULO 3: PELIGROSIDAD DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS DE USO MÁS CORRIENTE. FRASES R y S.	32
CAPÍTULO 4: RECOMENDACIONES DE PROTECCIÓN FRENTE A AGENTES TÓXICOS PARA LA REPRODUCCIÓN.	46
CAPÍTULO 5: RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO CON LÍQUIDOS CRIOGÉNICOS.	59
CAPÍTULO 6: LISTADO DE ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO.	63
CAPÍTULO 7: SEÑALIZACIÓN DE LOCALES DONDE SE EMPLEAN GASES.	65
CAPÍTULO 8: RECOMENDACIONES ERGONÓMICAS PARA EL TRABAJO CON PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE DATOS.	71
CAPÍTULO 9: CRITERIOS DE DISEÑO DE UN LABORATORIO.	91
CAPÍTULO 10: PREVENCIÓN DEL RIESGO EN LABORATORIO: ORGANIZACIÓN, INSTALACIONES Y OPERACIONES BÁSICAS.	98
CAPÍTULO 11: BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO.	129
CAPÍTULO 12: RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN TRABAJOS DE CORTE Y SOLDADURA.	144
FIRMA Y FECHA.	169

INTRODUCCIÓN: DESTINATARIOS DE LA INFORMACIÓN SOBRE LOS PELIGROS Y MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO (Art. 18, Ley 31/95)

Desde este informe se recomienda la máxima difusión de la información contenida en el mismo en aras a dar cumplimiento al artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, orientativamente, y para garantizar el seguimiento de esta difusión, se recomienda la entrega de la documentación con acuse de recibo.

A continuación, se incluyen una serie de cuadros en los que se recomiendan cuales son los destinatarios de la información en función de la naturaleza de la misma.

CAPÍTULO 1: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

Destinatarios:

Información útil para los trabajadores del Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, especialmente los que trabajen con productos químicos.

CAPÍTULO 2: TIPOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y GESTIÓN DE LOS MISMOS

Destinatarios:

Información útil para los trabajadores del Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, especialmente los que trabajen con productos químicos.

CAPÍTULO 3: PELIGROSIDAD DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS DE USO MÁS CORRIENTE. FRASES R y S

Destinatarios:

Todos los usuarios de productos químicos, personal de mantenimiento, limpieza y seguridad.

CAPÍTULO 4: RECOMENDACIONES DE PROTECCIÓN FRENTE A AGENTES TÓXICOS PARA LA REPRODUCCIÓN

Destinatarios:

Todos los usuarios de productos químicos, personal de mantenimiento, limpieza y seguridad.

CAPÍTULO 5: RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO CON LÍQUIDOS CRIOGÉNICOS

Destinatarios:

Usuarios de líquidos criogénicos, personal de mantenimiento, limpieza y seguridad.

CAPÍTULO 6: LISTADO DE ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO

Destinatarios:

Gerencia, por la utilidad que supone al tratar de poner en conformidad las instalaciones sujetas a legislación industrial.

CAPÍTULO 7: SEÑALIZACIÓN DE LOCALES DONDE SE EMPLEAN GASES

Destinatarios:

Usuarios de gases, personal de mantenimiento, limpieza y seguridad.

CAPÍTULO 8: RECOMENDACIONES ERGONÓMICAS PARA EL TRABAJO CON PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE DATOS.

Destinatarios:

Usuarios de ordenadores.

CAPÍTULO 9: CRITERIOS DE DISEÑO DE UN LABORATORIO

Destinatarios:

Dirección, y Responsables de los Laboratorios, y de forma general, a todos los estamentos del Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla.

CAPÍTULO 10: PREVENCIÓN DEL RIESGO EN LABORATORIO: ORGANIZACIÓN, INSTALACIONES Y OPERACIONES BÁSICAS

Destinatarios:

Todos los estamentos del Instituto implicados con el trabajo de laboratorio.

CAPÍTULO 11: BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Destinatarios:

Todos los estamentos del Instituto implicados con el trabajo de laboratorio.

CAPÍTULO 12: RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN TRABAJOS DE CORTE Y SOLDADURA.

Destinatarios:

Personal de mantenimiento.

CAPÍTULO 1: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA.

Los equipos de protección colectiva están constituidos básicamente por: duchas de seguridad, fuentes lavaojos, mantas ignífugas, extintores, neutralizadores y equipos para ventilación de emergencia.

La instalación de equipos de protección colectiva y el establecimiento de un programa para su mantenimiento y utilización debe constituir una exigencia dentro del plan de emergencia y prevención de riesgos del laboratorio.

Los elementos de actuación y protección son sistemas que deben permitir una rápida actuación para el control de incidentes producidos en el laboratorio, tales como incendios y derrames, así como para la descontaminación de personas que hayan sufrido una proyección, salpicadura o quemaduras. Su número y ubicación (que se comentan más adelante) están, relacionados con la distribución, los productos manipulados y almacenados y las operaciones que se lleven a cabo en el laboratorio. Desde el punto de vista práctico, deben hallarse ubicados en lugares en los que su utilización implique un mínimo desplazamiento desde el conjunto de puestos de trabajo en los que exista el factor de riesgo que desencadene la necesidad de su utilización.

Elementos de actuación y protección. Características:

- 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. A continuación se resumen las características más importantes que se requieren de una ducha de seguridad. Ver figura.

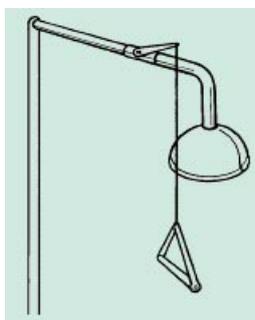


Figura 1: Ducha de seguridad

La ducha deberá proporcionar un caudal de agua suficiente para empapar 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 periodo de ducha. Asimismo es conveniente que disponga de desagüe (facilita enormemente su mantenimiento).

El cabezal debe tener un diámetro suficiente para impregnar totalmente al sujeto (20 cm), con orificios grandes que impidan su obstrucción por la formación de depósitos calcáreos. La distancia desde el suelo a la base del cabezal de la ducha debe permitir el acomodo de la persona erguida, (por ejemplo, de 2 a 2,3 m). La separación desde la pared al cabezal debería ser suficiente para acomodar, en caso necesario, a dos personas (por ejemplo, no inferior a 60 cm). También es recomendable que la distancia desde el suelo al pulsador no supere los 2 m.

La válvula de apertura debe ser de accionamiento rápido, por lo que no deben utilizarse los grifos convencionales. El pulsador / accionador debe ser fácilmente atrapable. Los modelos más adecuados son aquellos que tienen un accionador triangular unido al sistema mediante una barra fija (mejor que con cadena). Los pulsadores de pie no suelen utilizarse dada la facilidad de pisarlos inadvertidamente dando lugar al accionamiento involuntario del sistema y al riesgo de tropezar con ellos; una excepción son los sistemas que se accionan al situarse sobre una plataforma.

Las llaves de paso de agua de la instalación deben estar situadas en un lugar no accesible para el personal, al objeto de evitar que se corte el suministro de manera permanente por existencia de fugas u otras anomalías, que, por otra parte, deben ser inmediatamente comunicadas y reparadas. De este modo, las llaves se cerrarán exclusivamente en el momento de efectuar la reparación.

Es útil disponer de un sistema de alarma acústica o visual que se ponga en marcha al utilizar el equipo y así permita, que el resto de personal se entere de que existe un problema, y pueda acudir en auxilio. Las duchas colocadas en vestuarios o lavabos pueden realizar las funciones subsidiarias de las duchas de seguridad, especialmente en casos de laboratorios de poca superficie y para pequeñas quemaduras o salpicaduras en la ropa, ya que al hallarse fuera de la vista, permiten a la persona afectada despojarse de aquella sin ningún tipo de complejos.

- 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 separadas entre 10 y 20 cm capaces de proporcionar un chorro de agua potable para lavar los ojos o la cara, una pileta, de 25 a 35 cm, 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.

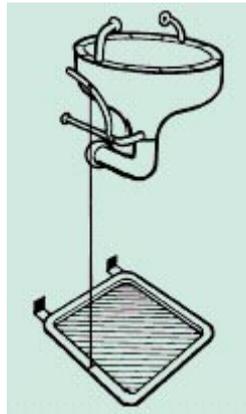


Figura 2: Fuente lavaojos

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. Con las llaves de paso del agua de la instalación se tendrán las mismas precauciones que para las duchas de seguridad.

- 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.



Figura 3: Manta ignífuga

Existen en el mercado distintos mecanismos de almacenamiento que permiten su rápida utilización. Como material de la manta, descartada la utilización de amianto, existen actualmente alternativas basadas en fibra de vidrio y otros tejidos ignífugos o tratados con ignifugantes.

Una alternativa a las mantas ignífugas es la utilización de prendas o textiles poco combustibles o previamente humedecidos. Téngase en cuenta que la acción de las mantas ignífugas para apagar fuegos está pensada para una actuación rápida, durante un espacio de tiempo muy corto, que normalmente será inferior al requerido para que entre en combustión cualquier prenda confeccionada con materiales M1, M2 o, incluso M3, especialmente si se ha humedecido previamente.

- Extintores:

Si no es factible controlar los pequeños incendios que se producen en el laboratorio, por su ubicación, características, persistencia o extensión, con mantas ignífugas o textiles mojados, hay que recurrir a los extintores. Los extintores son aparatos que contienen un agente extintor que puede ser proyectado y dirigido sobre el fuego por acción de una presión interna.



Figura 4: Extintor

Dado que existen distintos tipos de fuego, que se clasifican según se trate de sólidos, líquidos, gases, o metales, debe decidirse en cada caso el agente extintor adecuado: agua pulverizada o a chorro, polvo, polvo polivalente, espuma, hidrocarburos halogenados o CO₂. Ver la siguiente tabla:

Clases de fuego	Agentes extintores					
	Agua chorro	Agua pulverizada	Espuma física	Polvo seco	Polvo polivalente	Nieve carbónica CO ₂
A SÓLIDOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI
B LÍQUIDOS	NO	SI	SI	SI	SI	SI
C GASES	NO extingue Si Limita propagación.			SI	SI	SI
D METALES	NO*	NO*	NO*	NO*	NO*	NO*
CLAVES:	SI:	BUENO;	SI:	Aceptable;	NO:	Inaceptable o Peligroso
* REQUIERE AGENTES ESPECIALES						

Tabla 1: Tipos de extintores según tipos de fuego.

Para su uso en el laboratorio, la experiencia demuestra que los más prácticos y universales son los de CO₂, 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 portátil, que debe ser de fácil manejo y poco peso, 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, sobretodo 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.

- 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".



Figura 5: Neutralizadores

Asimismo es recomendable disponer de materiales altamente adsorbentes para control físico de vertidos que no requieran tratamientos especiales o como complemento de éstos.

- Equipos para ventilación de emergencia:

La ventilación de emergencia consiste es una instalación que, en caso de necesidad, genera un elevado caudal de aire de extracción que barre completamente el conjunto del laboratorio o una parte prefijada del mismo. Puede consistir, bien en la combinación de varios ventiladores conectados directamente al exterior y la adecuada distribución de las entradas de aire, bien en un accesorio de la ventilación general del laboratorio que permita temporalmente un importante aumento en el caudal de renovación. Se utiliza en casos de emergencia originados por fugas de gases o grandes vertidos de productos volátiles y permite la rápida eliminación del contaminante ambiental generado o mantener una atmósfera respirable durante el tiempo empleado en la evacuación del laboratorio o en actuar para reducir el foco de emisión.

- Equipos de protección para trabajo con radiaciones ionizantes:

La norma básica es evitar exposiciones innecesarias del propio operador de material radiactivo, del resto de trabajadores, o del entorno. Como medidas de protección se observarán las siguientes:

- Empleo de blindajes adecuados:
 - Pantallas de metacrilato para emisores β , excepto para ^3H .
 - Pantallas de vidrio plomado o de metacrilato plomado de diferentes espesores para emisores γ y emisores β de elevada actividad.
- Medición dosimétrica ambiental en instalaciones con trabajadores de categoría B.
- Comprobación de ausencia de contaminación antes y después de la manipulación utilizando un detector específico de la radiación emitida.
- En caso de producirse contaminación, ésta se eliminará con la mayor brevedad.
- Realizar manipulaciones sobre doble sistema de contención, bandeja más papel absorbente.

Situación, instalación y mantenimiento:

Los elementos de actuación y protección deben situarse en lugares de fácil accesibilidad desde cualquier lugar del laboratorio, y lo más cerca posible de las zonas de mayor riesgo, procurando que su ubicación no genere un nuevo riesgo para el laboratorio.

Las duchas y fuentes lavaojos pueden disponerse como equipo conjunto o de forma separada, considerando la proximidad de conducciones de agua y desagües. El lugar elegido para su instalación debe ser fácilmente accesible y visible, preferiblemente en la dirección de salida del laboratorio, y no debe tener en las proximidades tomas ni aparatos eléctricos. La zona de ubicación debe mantenerse libre de materiales, aparatos y productos. Es importante considerar que la situación de las duchas y fuentes lavaojos, en determinados casos, puede significar un entorpecimiento en situaciones de evacuación.

Para la ubicación y número de extintores portátiles a instalar debe considerarse la ya citada NBE que establece (art. 21.1) que el recorrido, en la misma planta, desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor, no superará los 15 m (10 m para locales o zonas de riesgo alto cuya superficie sea menor de 100 m²). La existencia de instalaciones fijas de extinción: bocas e hidrantes de incendios, columna seca e instalaciones automáticas, regulada asimismo por la NBE, afecta evidentemente a la planificación de la protección contra incendios en el laboratorio. La ubicación de las mantas ignífugas está en función de su proximidad a las zonas del laboratorio en las que existe un mayor riesgo de incendio.

Los neutralizadores y adsorbentes necesarios deben situarse en un lugar centralizado del laboratorio cerca de las mesas de trabajo, y en todos aquellos lugares en los que puedan producirse derrames o vertidos accidentales, como es el caso del almacén.

En la siguiente tabla se resumen a modo de recomendación una serie de aspectos relativos a la situación de los diversos elementos de actuación, y a su control y mantenimiento.

ELEMENTOS DE ACTUACIÓN	SITUACIÓN	CONTROL Y MANTENIMIENTO ^A
DUCHA FUENTE LAVAOJOS	Lugar alcanzable en menos de 15 s desde cualquier puesto de trabajo. En dirección a la salida habitual del laboratorio.	Caudal, calidad del agua y correcto funcionamiento del sistema.
MANTA IGNÍFUGA	Laboratorio, o unidad, en que se trabaje con productos inflamables. Cerca de la mesa de trabajo.	No precisa mantenimiento.
EXTINTOR	Ver NBE-CPI/96. Laboratorio, o unidad, en que se trabaje con productos inflamables. En un extremo de la mesa de trabajo y en la dirección habitual de salida del laboratorio. Almacén de productos inflamables.	Revisión anual y retimbrado cada 5 años. Debe estar contemplado en el plan general de medios de extinción del edificio.
NEUTRALIZADORES	Lugar centralizado. Cerca de las mesas de trabajo. En el almacén de productos.	Control de stock. Gestión de los residuos ^B .

- A. Se debe designar por el responsable del laboratorio a una persona encargada del seguimiento del programa de mantenimiento.
- B. Los residuos generados por la vía de vertidos, una vez neutralizados deben recogerse y gestionarse de acuerdo con el programa de residuos general del laboratorio.

Tabla 2: Situación, control y mantenimiento de los elementos de actuación.

Señalización, información y formación:

La presencia en los laboratorios de diferentes elementos de actuación y protección no implica que los aspectos de seguridad por ellos cubiertos se den por resueltos. Su eficacia radica, no sólo en que estén en perfecto estado de utilización, sino que el personal de laboratorio conozca su ubicación y sus condiciones de utilización. Ello hace necesario que todos los elementos de actuación estén correctamente señalizados y que el personal de laboratorio este informado, formado y entrenado.



Figura 6: Señalización de seguridad

El personal debe conocer la utilidad, situación y condiciones de utilización de las duchas de seguridad y fuentes lavaojos, especialmente en aquellos aspectos tales como el tiempo mínimo que debe aplicarse agua a los ojos, habitualmente 20 minutos, tiempo de ducha o bien en qué casos es preferible quitar la ropa al accidentado, etc. En el caso de los derrames o vertidos accidentales el procedimiento de actuación establecido debe incluir la designación de responsables, así como la manera de reducir la exposición del personal y la dispersión de la

contaminación. Todo ello estará contemplado en el plan de seguridad y emergencia del laboratorio y deberá existir constancia de su conocimiento por parte de los posibles afectados.

El entrenamiento es especialmente importante para el uso de los extintores, ya que debido a su peso y a la rapidez con que se agota su contenido, su empleo puede resultar no sólo inútil, sino contraproducente. En caso de duda sobre la posibilidad de controlar el fuego, es recomendable activar el plan de emergencia y proceder a la evacuación del laboratorio. Por otro lado, el personal debe conocer la utilidad de las mantas ignífugas, su ubicación (no suelen disponer de señalización específica) y su forma de utilización.

Aspectos a considerar en la elección e instalación de elementos de actuación y protección en el laboratorio:

La implantación de los equipos de actuación y protección exige como primera acción la evaluación de los riesgos en el laboratorio, considerando la actividad del mismo y las operaciones características que se desarrollan en él, las instalaciones existentes y los productos y agentes biológicos empleados. Para su elección e instalación se deben tener en cuenta, además, aspectos como el tamaño, ubicación y distribución, la situación de los desagües y conducciones de suministro (agua, gases y electricidad), la situación de las entradas y salidas, así como del número de personas que habitualmente trabajan en él. Ello permite conocer el número y tipo de elementos o equipos necesarios para cada laboratorio, así como su distribución y situación más idónea. En la siguiente tabla se indican, a modo de ejemplo, riesgos asociados a una serie de actividades habituales en los laboratorios y los elementos de actuación a contemplar.

OPERACIONES	RIESGOS ^(*)	ELEMENTOS DE ACTUACIÓN
Trasvase de líquidos.	Salpicaduras / impregnación de la ropa, vertidos.	Ducha, lavaojos, neutralizadores, ventilación de emergencia.
Operaciones con vacío: evaporación, destilación, filtración, secado.	Proyecciones, salpicaduras, vertidos, incendio.	Ducha, lavaojos, neutralizadores, manta ignífuga, extintor.
Reacciones químicas.	Explosión, proyecciones, salpicaduras/impregnación de la ropa, vertidos, incendio.	Ducha, lavaojos, neutralizadores, manta ignífuga, extintor, ventilación de emergencia.
Extracciones con líquidos.	Salpicaduras, vertidos, incendios.	Ducha, lavaojos, neutralizadores, manta ignífuga, extintor.
Destilación.	Proyecciones, salpicaduras, vertidos, incendio.	Ducha, lavaojos, neutralizadores, manta ignífuga, extintor.
Desecado.	Explosión, incendio.	Ducha, lavaojos, manta ignífuga, extintor.
Limpieza de vidrio.	Salpicaduras.	Ducha, lavaojos.
Transporte de productos químicos.	Vertidos, salpicaduras / impregnación de la ropa.	Extintor, ducha, manta ignífuga.
Uso de instrumentación química en general.	Incendio, explosión.	Neutralizadores, ducha.

(*) En esta valoración solo se citan, y no de manera exhaustiva, los riesgos relacionados con las técnicas y operaciones específicas del laboratorio, que es donde los elementos de actuación son útiles. No se han considerado los riesgos no específicos, como, por ejemplo, el eléctrico o el de caídas, ni los generados por las instalaciones específicas del laboratorio.

Tabla 3: Operaciones, riesgos y elementos de actuación necesarios.

Para la instalación definitiva de los equipos debe considerarse la adaptación de las necesidades existentes a las disponibilidades de espacio, distribución, y de organización, excepto, evidentemente en las zonas de riesgo elevado, en las que primarán de manera absoluta las medidas de protección, aunque ello implique modificaciones estructurales u organizativas importantes. Los casos especiales deben considerarse de manera independiente, como sería el de los laboratorios docentes o de prácticas en donde en determinados momentos puede haber un elevado número de personas poco expertas en espacios relativamente grandes, o bien laboratorios donde se manipulan sustancias o fuentes radiactivas, con elevado riesgo biológico o de incendio y explosión. Paralelamente a la instalación de los equipos, debe elaborarse el programa de mantenimiento por escrito y, de acuerdo con los criterios descritos en los apartados anteriores, el de formación e información el personal.

CAPÍTULO 2: TIPOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y GESTIÓN DE LOS MISMOS.**Aspectos generales¹:**

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 (**EPI's**), que han de ser adecuados frente a los riesgos de los que se quiere obtener protección mediante su correspondiente certificación (marca "CE").

Consideraciones legales:

El Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, define los Equipos de Protección Individual (EPI) como "cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos, que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin". Esta definición excluye, entre otros equipos, la ropa de trabajo corriente, pero no la que ofrece protección frente a un riesgo.

Una bata, por ejemplo, se considera como ropa de trabajo, excepto que sea anticorrosión o ignífuga, en cuyos casos debe estar certificada frente a estos riesgos.

Es importante establecer un principio de utilización de dichos equipos, que está recogido en el artículo 17 de la **Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL)**, y figura como norma general de uso en el citado Real Decreto:

"Los Equipos de Protección Individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo".

Como ya se ha comentado, este criterio de utilización de la protección individual la convierte en una medida preventiva de carácter excepcional a la que debe recurrirse sólo cuando no es posible eliminar o reducir el riesgo mediante otras medidas que preceptivamente deben haberse implantado con carácter prioritario. El uso de los EPI debe contemplarse también

¹ NTP 517: Prevención del riesgo en el laboratorio. Utilización de equipos de protección individual (I): aspectos generales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

como un complemento de otras actuaciones preventivas que no garantizan un control suficiente de la situación de riesgo, así como y de manera provisional, mientras no se adoptan otras medidas correctoras colectivas.

Por último, su utilización está recomendada en situaciones de emergencia, rescate o autosalvamento. Esta limitación se justifica básicamente, por el hecho de que **la protección individual no varía la situación ambiental existente y por tanto no introduce mejora alguna en la misma**. Así si se halla presente un determinado contaminante en el ambiente, éste permanece en la misma concentración e intensidad.

El carácter de "última protección", que diferencia a un EPI de otros medios de protección, obliga a las Administraciones de los diferentes países a vigilar su calidad, y a otorgar certificaciones que legitimen su uso. Mediante el **R.D. 1407/1992** (BOE 28/12/92), se regula la comercialización y la libre circulación intercomunitaria de los equipos de protección individual. En esta legislación se establece la obligatoriedad de que todo prototipo de EPI sea sometido al examen "CE de tipo" por un organismo de control oficialmente reconocido (notificado), que garantice la eficacia del equipo según las normas vigentes. En el caso de EPI que deban proteger riesgos graves (protecciones respiratorias, por ejemplo), se exige además el control de calidad de la fabricación por uno de los organismos anteriormente citados. El cumplimiento de estos requisitos viene indicado por la marca de conformidad "CE" que se otorga sólo a los equipos que superen los mencionados controles.

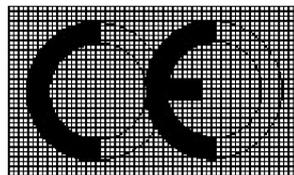


Figura 7: Marcado CE

Los EPI's, a los efectos de su comercialización, se clasifican, según el RD 1407/97, en tres categorías:

- Categoría 1: EPI de diseño sencillo para los que el usuario puede juzgar por sí mismo su eficacia contra riesgos mínimos y cuyos efectos, cuando sean graduales, puedan ser percibidos a tiempo y sin peligro para el usuario.
- Categoría 2: modelos de EPIs que no reuniendo las condiciones de la categoría 1, no están de la forma y para la magnitud de riesgo que se indica en la categoría 3.
- Categoría 3: EPI de diseño complejo, destinados a proteger al usuario de todo peligro mortal o que pueda dañar gravemente y de forma irreversible la salud, sin que pueda descubrir a tiempo su efecto inmediato.

Clasificación de los EPI

Los equipos de protección individual también pueden clasificarse, considerando la parte del cuerpo que protejan, en los siguientes grupos:

- Protectores de los ojos y la cara
- Protectores de la piel
- Protectores de las manos y los brazos
- Protectores de las vías respiratorias
- Protectores del oído
- Protectores de las piernas
- Protectores del tronco y del abdomen
- Protectores de la totalidad del cuerpo

De todos ellos los más utilizados en el laboratorio son los protectores de la **piel**, de los **ojos**, de las **vías respiratorias** y de las **manos** y los **brazos**. Aunque es evidente que, en ciertas circunstancias puede requerirse en un laboratorio la utilización de protecciones auditivas (en un laboratorio con riesgo de trauma sonoro) o de todo el cuerpo (en un laboratorio de seguridad biológica nivel 4).

Equipos de protección respiratoria (EPR).

Los EPR proporcionan protección mediante dos vías:

1. Mediante la eliminación de los contaminantes del aire antes de ser inhalado.
2. Mediante el suministro de aire respirable, procedente de una fuente independiente.

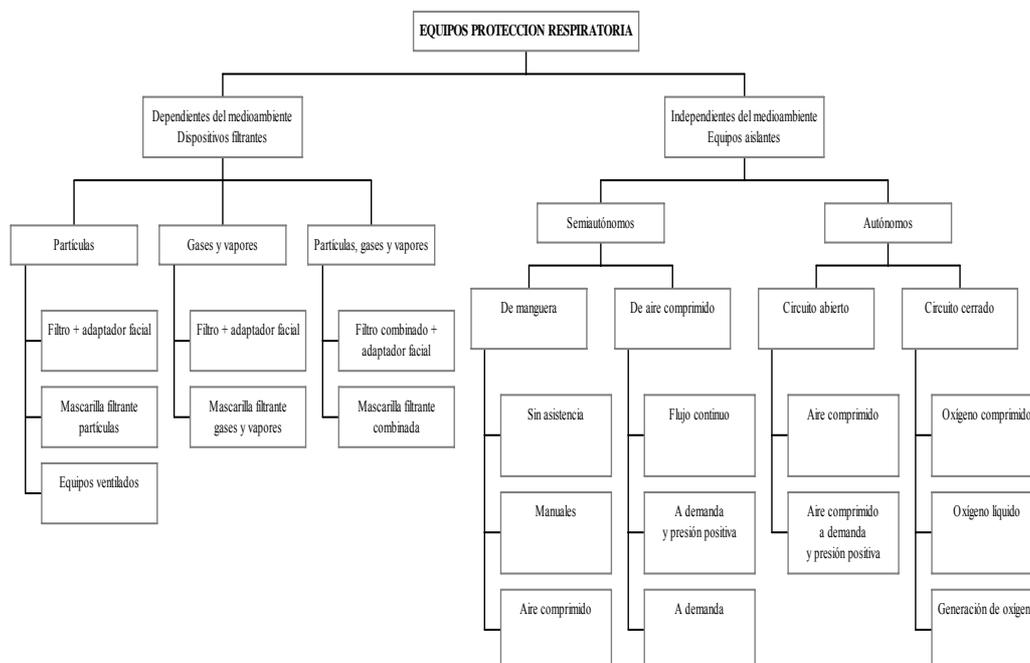


Figura 8: Tipos de equipos de protección de las vías respiratorias.

Equipos dependientes del medioambiente:

Constan de un adaptador facial y uno o más filtros, el aire inhalado pasa a través de un filtro que retiene los contaminantes. Actúan como barrera contra la atmósfera contaminada y como marco al que se conectan los filtros y los elementos que suministran gas respirable. **SÓLO DEBEN UTILIZARSE EN ATMÓSFERAS QUE CONTENGAN MÁS DEL 17 % DE OXÍGENO.**

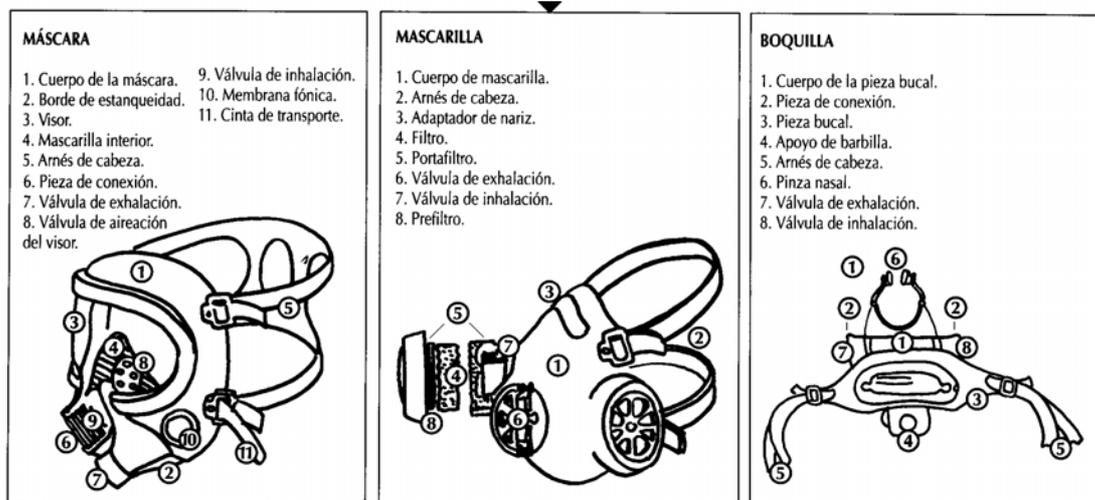


Figura 9: Tipos de adaptadores faciales.

Tipo	Uso	Clase	Color	Particularidades
A	Contra gases y vapores orgánicos con $PE \geq 65^{\circ}C$	1, 2 ó 3	Marrón	
AX	Contra gases y vapores orgánicos con $PE < 65^{\circ}C$		Marrón	No reutilizable
B	Contra gases y vapores inorgánicos	1, 2 ó 3	Gris	
E	Contra dióxido de azufre y vapores ácidos	1, 2 ó 3	Amarillo	
K	Contra amoníaco y derivados orgánicos del amoníaco.	1, 2 ó 3	Verde	
P	Contra partículas	1, 2 ó 3	Blanco	
NO-P3	Contra óxido de nitrógeno		Azul-blanco	Filtro de uso único
Hg-P3	Contra mercurio		Rojo-blanco	Duración máxima 50 horas

Tabla 4: Tipos de filtros de equipos de protección respiratoria dependientes del medio ambiente.

Equipos independientes del medioambiente:

Son los que proporcionan aire respirable procedente de una fuente independiente del medio ambiente. Se clasifican en:

- Equipos semiautónomos: Poseen una manguera a través de la cual llega el aire respirable. Pueden ser de aire fresco o con línea de aire comprimido.

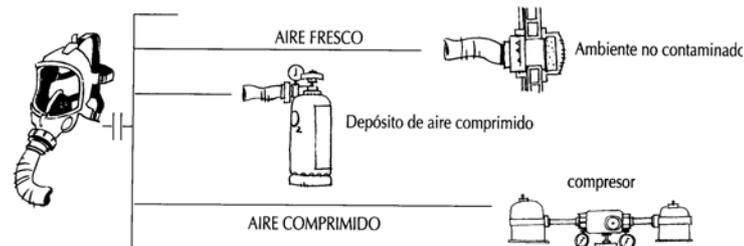


Figura 10: Tipos de equipos semiautónomos

- Equipos autónomos: La fuente de gas respirable la porta el usuario (en la espalda o en el pecho). Pueden ser de circuito abierto o de circuito cerrado.
 - De circuito abierto: el aire exhalado por el usuario fluye directamente a la atmósfera. Estos equipos llevan una fuente (botella) de aire comprimido.
 - De circuito cerrado: el aire exhalado por el usuario no se descarga a la atmósfera sino que se regenera dentro del equipo.

En los equipos de oxígeno el CO₂ del aire exhalado se fija en un filtro de regeneración mientras que se suministra oxígeno procedente de la fuente del equipo.

En los equipos tipo "generador de oxígeno" el CO₂ y el vapor de agua contenidos en el aire exhalado reaccionan con una sustancia química, normalmente KO₂, y se libera oxígeno.

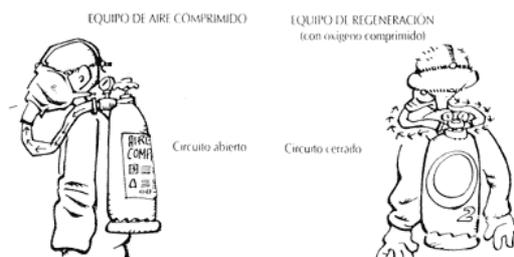


Figura 11: Representación de equipos de circuito abierto y cerrado respectivamente.

Conclusiones:

¿Qué cuidados se deben tener con estos equipos?
Almacenamiento, mantenimiento, y limpieza adecuados.
Elección correcta = utilización correcta
Utilización (p. ej.: desgaste, deterioro, ensuciamiento)
Cuidar el contacto con productos químicos (p. ej.: aceites, disolventes, ácidos)
Frío, humedad, radiaciones U.V.
Deficiente información del usuario, inobservancia del tiempo de uso, modo de utilización del equipo
Acción térmica: frío, calor.

¿De qué tiene que proteger un equipo de protección respiratoria?	
Amenaza de las vías respiratorias por acciones externas	<ul style="list-style-type: none"> • RIESGOS QUÍMICOS (polvos, nieblas, humos, gases y vapores). • Riesgos por falta de oxígeno en el aire respirable. • Riesgos por contaminación radiactiva. • Riesgos biológicos (bacterias, virus). • Riesgos térmicos (salpicaduras de metal fundido, llamas, chispas).
Riesgos para las personas por acción a través de las vías respiratorias (bacterias, virus)	
Riesgos para la salud o molestias vinculadas al uso de equipos de protección respiratoria	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgos de incomodidad y entorpecimiento en el trabajo vinculados al uso de protectores respiratorios (p. ej.: peso, pérdida de carga, microclima bajo la máscara...). • Riesgos condicionados por el entorno (calor, frío, humedad ambiental). • Riesgos relacionados con las características particulares del usuario. • Riesgos por elección y utilización erróneas, ensuciamiento, desgaste, deterioro, envejecimiento.

Protección de la cara y los ojos.

Los equipos destinados a la protección de la cara y los ojos permiten protegerse frente a los riesgos causados por proyecciones de partículas sólidas, proyecciones de líquidos (corrosivos, irritantes) y exposición a radiaciones ópticas (infrarrojo, ultravioleta, láser). Se pueden clasificar en dos grandes grupos: pantallas y gafas.

Gafas:

Las gafas tienen el objetivo de proteger los ojos del trabajador, ver la figura. Para que resulten eficaces, requieren combinar junto con unos oculares de resistencia adecuada, un diseño o montura o bien unos elementos adicionales adaptables a ella, con el fin de proteger el ojo en cualquier dirección. Se utilizan oculares filtrantes en todas aquellas operaciones en las que haya riesgo de exposición a radiaciones ópticas como ultravioleta, infrarrojo o láser.

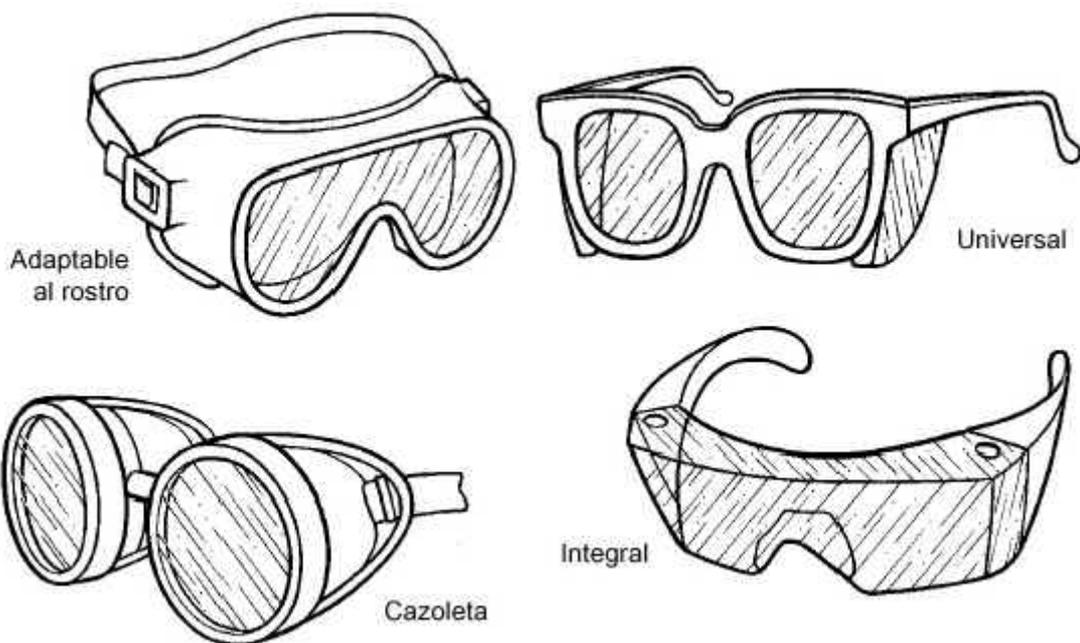


Figura 12

Pantallas

Las pantallas, ver la figura, cubren la cara del usuario, no solamente los ojos. Aunque existen, en orden a sus características intrínsecas, dos tipos de pantallas, faciales y de soldadores, en los laboratorios normalmente sólo son necesarias las pantallas faciales, que pueden ser con visores de plástico, con tejidos aluminizantes o reflectantes o de malla metálica. Si su uso está destinado a la protección frente a algún tipo de radiaciones deben estar equipadas con visores filtrantes a las mismas.

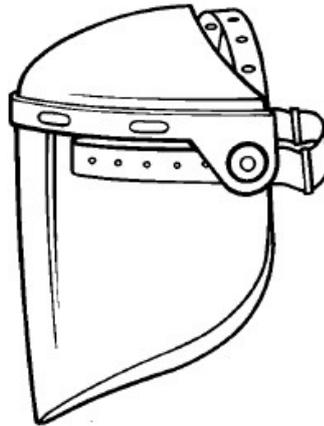


Figura 13

Conclusiones:

¿Qué cuidados se deben tener con estos equipos?
Almacenamiento, mantenimiento, y limpieza adecuados.
Elección correcta = utilización correcta
Utilización (p. ej.: desgaste, deterioro, ensuciamiento)
Cuidar el contacto con productos químicos (p. ej.: aceites, disolventes, ácidos)
Frío, humedad, radiaciones U.V.

¿De qué tiene que proteger unas gafas y unas pantallas?	
Lesiones en los ojos y la cara por acciones externas	<ul style="list-style-type: none"> • RIESGOS QUÍMICOS (salpicaduras). • Riesgos mecánicos (impactos). • Riesgos por radiaciones. • Riesgos térmicos. • Riesgos termo-mecánicos
Riesgos para las personas por acción sobre los ojos y la cara	
Riesgos para la salud o limitaciones vinculadas al uso de equipos de protección ocular o facial	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgos de incomodidad y entorpecimiento en el trabajo vinculados al uso de protectores oculares y faciales (p. ej.: mala adaptación, empañamiento...)

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 delantales, mandiles y, en general, 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.



Figura 14

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.

COMPUESTO QUÍMICO	COMPOSICIÓN DE LOS GUANTES					
	Caucho natural o látex	Neopreno	Buna-n (nitrilo)	Butilo	PVC	PVA
Ácidos inorgánicos y orgánicos (acético y fórmico)						
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
Ácidos orgánicos						
Ácido acético	E	E	B	B	B	M
Ácido fórmico	E	E	R	B	E	I

Tabla 5

La certificación de un guante de protección exige unos mínimos de resistencia a la tracción y a la perforación que garantice la integridad del mismo en situaciones normales de trabajo y los clasifica según los productos o familias de compuestos contra los que protege. Otros aspectos que han de considerarse en la elección de los guantes son la longitud del manguito (zona que forma el guante desde el borde superior hasta la muñeca) y el forro o revestimiento. En la elección debe prevalecer, a igualdad de características protectoras, la comodidad.

Para las diferentes exigencias se establecieron las siguientes Normas Europeas para guantes protectores:

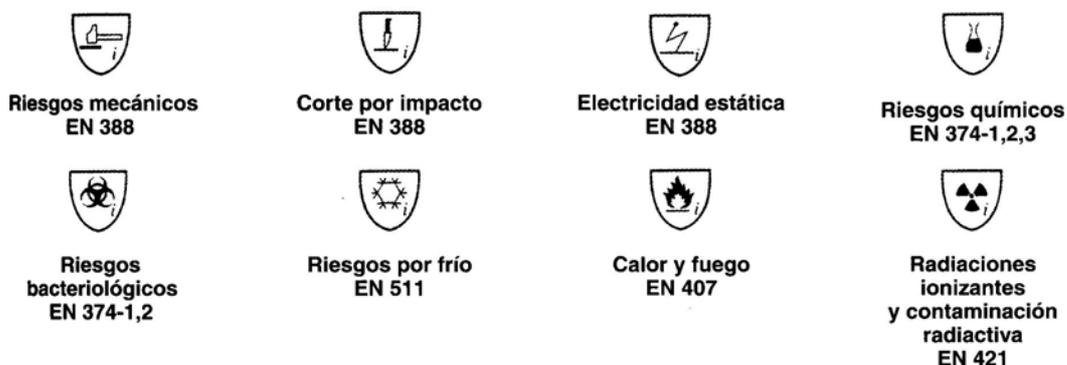


Figura 15

Los métodos para comprobar la resistencia del material del que están fabricados los guantes sometidos a los efectos de un producto químico son:

- **Permeación:** cuando un producto químico "migra" a través del material de protección en el ámbito molecular. La medición de la permeabilización se halla en la norma EN- 374.3. La ratio de permeación, tras la realización del test adecuado, es la cantidad de producto químico testado que "permea" a través del producto "barrera" (material en que está confeccionado el guante) por espacio y unidad de tiempo.

Tabla de ensayos para riesgos químicos	
Tiempo mínimo de permeación	Índice de protección (n)
10 minutos	Clase 1
30 minutos	Clase 2
60 minutos	Clase 3
120 minutos	Clase 4
240 minutos	Clase 5
480 minutos	Clase 6

Tabla 6

- **Penetración:** se define como el flujo de líquido que pasa a través del material de protección a nivel no molecular. El método del test es la medida de escape en el guante para detectar pequeños poros en guantes impermeables. Los métodos para comprobar la resistencia están definidos en la norma EN- 374.2. Un valor "0" indica que el guante es penetrable, un valor "1" indica que el guante es estanco.

Conclusiones:

¿Qué cuidados se deben tener con estos equipos?
Almacenamiento, mantenimiento, y limpieza adecuados.
Elección correcta = utilización correcta
Utilización (p. ej.: desgaste, deterioro, ensuciamiento)
Cuidar el contacto con productos químicos (p. ej.: aceites, disolventes, ácidos)
Acción térmica: calor, frío.
Inclencias del tiempo.

¿De qué tiene que proteger unos guantes?	
Lesiones en las manos debidas a acciones externas	<ul style="list-style-type: none"> • RIESGOS QUÍMICOS (ácidos, bases, disolventes). • Riesgos mecánicos (abrasiones, pinchazos, cortes). • Riesgos por radiaciones. • Riesgos térmicos.
Riesgos para las personas por acción sobre las manos.	<ul style="list-style-type: none"> • RIESGOS QUÍMICOS. • Riesgos eléctricos. • Riesgos por vibraciones. • Riesgos por enfermedades (p. ej.: agentes patógenos).
Riesgos para la salud o molestias vinculadas al uso de guantes de protección.	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgos de incomodidad y molestias en el trabajo vinculados al uso de guantes de protección (p. ej.: transpiración, alergias, rozaduras...). • Riesgo de atrapamiento en partes giratorias.

Trajes de protección frente al riesgo químico.

La norma UNE-EN-340 define la ropa de protección como aquella que sustituye o cubre la ropa personal, y que está diseñada para proporcionar protección contra uno o más peligros.

A continuación se indican diferentes pictogramas existentes para diferentes tipos de riesgos. En el caso de que aparezcan números acompañando al pictograma, dichos números (dispuestos siempre en el mismo orden) indican los niveles de prestaciones obtenidos en los ensayos correspondientes. Se incluye un ejemplo explicativo:

	Piezas móviles		Frío		Calor y fuego
	Químico		Motosierra		Contaminación radiactiva
	Mal tiempo		Baja visibilidad		Descargas electrostáticas

Figura 16: Pictogramas identificativos de las prendas de protección

Para prendas de protección química, se establece la siguiente clasificación:

- Trajes tipo 1: herméticos a productos gaseosos o en forma de vapor. Cubren todo el cuerpo, incluyendo guantes, botas y equipo de protección respiratoria. Se subdividen en:
 - Tipo 1 a: llevan el equipo de protección respiratoria dentro del traje.



Figura 17: Traje de tipo 1 a.

- Tipo 1 b: llevan el equipo de protección respiratoria en el exterior del traje.
 - Tipo 1 c: van conectados una línea de aire respirable.
- Trajes tipo 2: son como los del tipo 1 c pero sus costuras no son estancas. Todos ellos están constituidos por materiales no transpirables y con resistencia a la permeación.
- Trajes tipo 3: tienen conexiones herméticas a productos químicos líquidos en forma de chorro a presión. Todos ellos están constituidos por materiales no transpirables y con resistencia a la permeación.
- Trajes tipo 4: tienen conexiones herméticas a productos químicos en forma de spray. Pueden estar constituidos por materiales transpirables o no. Tienen que ofrecer resistencia a la permeación.
- Trajes tipo 5: tienen conexiones herméticas a productos químicos en forma de partículas sólidas. Están confeccionados con materiales transpirables y el nivel de prestación se mide por la resistencia a la penetración de partículas sólidas.
- Trajes tipo 6: ofrecen protección limitada frente a pequeñas salpicaduras de productos químicos líquidos. Están confeccionados con materiales transpirables y el nivel de prestación se mide por la resistencia a la penetración de líquidos.

En resumen, el tipo 1 es el más hermético y el tipo 6 es el menos hermético. No hay que confundir esta clasificación de los trajes con los índices de protección de los guantes, cuyo grado de protección es justo a la inversa: el 1 indica la menor protección mientras que el 6 indica la máxima.

Ropa de protección frente a riesgos biológicos:

Este es un campo aún en fase de estudio, y en la confección de estas prendas se ha avanzado en dos direcciones. Por un lado se han desarrollado productos que toman como base materiales no-tejidos, que actúan como barreras efectivas, y por otro lado los tejidos antibacterianos, obtenidos por aplicación de un agente bactericida sobre la superficie de la tela.

Al ser un campo que todavía está en fase de estudio y desarrollo no existe normativa técnica de referencia en la materia (las normas se encuentran en fase de borrador).

Ropa de protección frente a radiaciones:

Las soluciones adoptadas en el terreno de las radiaciones no ionizantes pasan por los blindajes electromagnéticos y los tejidos con elevada conductividad eléctrica y disipación estática, existiendo diversos productos comerciales que aportan estas características.

Por su parte para las radiaciones ionizantes suelen emplearse prendas impermeables conjuntamente con materiales que actúan como blindaje (Pb, B, etc.)

En la actualidad, las características de este tipo de ropa vienen reguladas por la norma EN 1073.

Conclusiones:

¿Qué cuidados se deben tener?
Almacenamiento, mantenimiento, y limpieza adecuados.
Elección correcta = utilización correcta
Utilización (p. ej.: desgaste, deterioro, ensuciamiento)
Cuidar el contacto con productos químicos (p. ej.: aceites, disolventes, ácidos)
Acción térmica: calor, frío.
Inclemencias del tiempo (envejecimiento).

¿De qué tiene que protegerla ropa de protección?

Lesiones en el cuerpo debidas a agresiones externas

- RIESGOS QUÍMICOS (ácidos, bases, disolventes).
- RIESGOS BIOLÓGICOS (agentes patógenos, material médico, contaminado, etc...)
- Riesgos mecánicos (objetos punzantes, cortantes, chorros).
- Riesgos por radiaciones.
- Riesgo de no ser visto por condiciones de percepción adversas.
- Riesgos térmicos (calor, frío, llamas, chispas, salpicaduras de metal fundido).
- Riesgos eléctricos (contacto con conductores eléctricos, descargas electrostáticas).

Riesgos para la salud o molestias vinculadas al uso de ropa de protección.

- Riesgos de incomodidad y molestias en el trabajo vinculados al uso de ropa de protección (p. ej.: transpiración, alergias, rozaduras, atrapamientos, disminución de movilidad...).

Gestión de equipos de protección individual.

Operaciones/actividades	Riesgos	EPI utilizables
Manipulación de: <i>a.</i> Disolventes y productos volátiles <i>b.</i> Aparatos a temperaturas elevadas <i>c.</i> Jeringas, material de vidrio y columnas capilares <i>d.</i> Botellas a presión <i>e.</i> Extracciones en frío y en caliente <i>f.</i> Operaciones con vacío	<i>a.</i> Inhalación de vapores orgánicos <i>b.</i> Irritación de la piel y vías respiratorias <i>c.</i> Salpicaduras y proyecciones <i>d.</i> Quemaduras <i>e.</i> Incendios <i>f.</i> Cortes y pinchazos <i>g.</i> Contaminación biológica	<i>a.</i> Gafas <i>b.</i> Guantes <i>c.</i> Mascarillas <i>d.</i> Pantallas faciales
Manipulación de: <i>a.</i> Material biológico <i>b.</i> Fluidos biológicos <i>c.</i> Animales de experimentación	<i>a.</i> Cortes y pinchazos <i>b.</i> Arañazos y mordeduras <i>c.</i> Inhalación de un bioaerosol <i>d.</i> Contacto dérmico	<i>a.</i> Guantes <i>b.</i> Mascarillas <i>c.</i> Pantallas faciales
Manipulación de productos con riesgos específicos	<i>a.</i> Exposición a cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción <i>b.</i> Exposición a radionucleidos <i>c.</i> Exposición a fibras de amianto y otras	<i>a.</i> Gafas <i>b.</i> Guantes impermeables a fluidos biológicos <i>c.</i> Guantes resistentes a cortes y punciones <i>d.</i> Mascarillas <i>e.</i> Pantallas faciales
Almacén y trasvases	<i>a.</i> Incendios <i>b.</i> Vertidos <i>c.</i> Salpicaduras	<i>a.</i> Equipo autónomo o semiautónomo <i>b.</i> Gafas <i>c.</i> Guantes <i>d.</i> Delantal <i>e.</i> Mascarilla

Tabla 7: Descripción de algunas de las operaciones y actividades más frecuentes que se realizan en un laboratorio y los riesgos asociados a las mismas.

Guantes	De uso general, impermeables frente a soluciones acuosas y muestras biológicas (sangre y orina)
	Específicos para diferentes productos químicos y específicos para distintas características físicas (cortes, calor, frío)
Gafas	Frente a proyecciones: con y sin protección lateral
	Frente a radiaciones
Viseras	De protección facial contra proyecciones de líquidos
Mascarillas	Para polvo, partículas y gérmenes, y antiolor
Delantales	Impermeables utilizados para trasvases y operaciones especiales (digestiones)

Tabla 8: Diferentes tipos de EPI utilizados en los laboratorios.

Para la correcta utilización de los EPI adquiridos y previamente a su utilización, se debe establecer un procedimiento normalizado de uso, que informe de manera clara y concreta sobre los siguientes aspectos:

- Zonas o tipo de operaciones en que debe utilizarse.
- Instrucciones sobre su correcto uso.
- Limitaciones de uso, en caso de que las hubiera.
- Instrucciones de almacenamiento.
- Instrucciones de limpieza.
- Instrucciones de conservación.
- Fecha o plazo de caducidad del EPI o de sus componentes.
- Criterios, si los hubiere, de detección del final de su vida útil.

En el caso concreto de los laboratorios y considerando sus condiciones específicas de trabajo, la utilización de EPI en los mismos presenta determinadas características, como puede ser la posibilidad de ser utilizados por varios usuarios. Ello hace que en ciertos casos y para algunos equipos, estos pierdan su condición de equipos de protección individual (que deben ser necesariamente de uso personalizado) y se conviertan en prendas de protección, a las que, sin embargo, habrá que exigir exactamente las mismas características de calidad, control y comodidad. En la tabla siguiente se presenta una clasificación para los equipos de protección de laboratorio, considerando su carácter personalizado o no y su utilización.

A	Desechables	Guantes de látex utilizados en la manipulación productos químicos en general o muestras biológicas.
B	Reutilizables de asignación personal	Gafas, mascarillas autofiltrantes y batas.
C	Reutilizables e intercambiables	Equipos de uso específico y esporádico. Su intercambio no representa un riesgo para la salud: guantes para ácidos, bases, productos especiales, frío y calor; delantales, mandiles, pantallas faciales.

Tabla 9

Los EPI están destinados a un uso personal, no sólo por imperativo legal, sino por criterios de eficacia en el uso y gestión de los mismos. Debe tenerse en cuenta que los EPI para ser eficaces, deben ajustarse a las características anatómicas de cada trabajador, lo que debe ser considerado en su adquisición. A su vez, cada usuario debe ser responsable del mantenimiento y conservación del equipo que se le entrega y ser informado e instruido sobre las características y uso del mismo. Ello sólo es posible si la asignación de los equipos es personalizada y se establece un mecanismo de seguimiento y control.

Como ya se ha dicho, en el caso concreto de los laboratorios no siempre los equipos tienen una asignación personalizada, hecho que debe tenerse en consideración. A continuación, y en

función los riesgos más frecuentes en un laboratorio, se indica, a modo de recomendación, un posible modelo de distribución:

- Los equipos de uso general, como los guantes de protección química se distribuirán por todas las unidades del laboratorio, teniendo en cuenta que puede haber personal cuya estancia en el laboratorio sea eventual (contratos temporales, estudiantes en prácticas o becarios). Una vez se hallen en uso, se considerarán asignados de forma personalizada. Hay que tener en cuenta que algunos de estos equipos son de un solo uso, con lo que el problema de la "personalización" carece de sentido.
- Los guantes para el frío se ubicarán normalmente, junto a los arcones congeladores para la manipulación de su contenido y se utilizarán en todas aquellas operaciones que impliquen la utilización de baños fríos y nieve carbónica. En este caso, excepto cuando haya personas encargadas específicamente de estas tareas, no es necesario que su asignación sea personalizada.
- Los guantes para calor se ubicarán junto a los hornos de calcinación, estufas o cromatógrafos de gases y en general junto a todo equipo que presente un riesgo de quemadura por calor. También deben utilizarse en todas aquellas operaciones que impliquen una manipulación de material caliente (extracciones, destilaciones). En este caso tampoco sería necesaria una asignación personalizada, excepto en el caso de que las mismas personas efectúen de forma más o menos continuada las mismas operaciones.
- Las gafas de seguridad, aunque después de la evaluación de riesgos realizada, no se establezca su obligatoriedad con carácter general, **se recomienda su asignación personalizada a todo el personal del laboratorio**, disponiéndose siempre de un excedente para el personal eventual. Es importante que quede claramente establecida la protección que ofrecen (proyecciones de sólidos o líquidos, vapores irritantes de la mucosa ocular, radiaciones, etc.).
- Las viseras, delantales y ropa de protección específica suelen tener un uso esporádico y puntual. Deberá disponerse de un stock mínimo en un almacén centralizado y su asignación tendrá carácter personal o no, según cada caso.
- Los equipos de protección respiratoria tendrán siempre una asignación personalizada. Una excepción son las mascarillas autofiltrantes desechables que se guardarán en un almacén centralizado. Una vez solicitada su utilización se convertirán en uso personalizado.

CAPÍTULO 3: PELIGROSIDAD DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS DE USO MÁS CORRIENTE. FRASES R y S.

COMPATIBILIDAD.

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, a continuación se da un listado de las sustancias de uso más corriente en un laboratorio de química con sus características de peligrosidad y frases de riesgo (frases R) y consejos de seguridad (frases S). El significado de los códigos de dichas frases se encuentra a continuación del listado. En la asignación de las características de peligrosidad se ha tenido en cuenta no solamente la normativa de la Unión Europea que se transpuso mediante los RR.DD. 1078/1993 (posteriormente 255/2003) y 363/1995, sino las nuevas adaptaciones al progreso técnico, Directivas 96/54/CE y 97/69/CE, especialmente la primera, que ha representado modificaciones importantes en la lista original del R.D. 363/1995.

	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
A			
*ACETAL (1,1- DIETOXIETANO), CONC. ³ 10%	F, Xi	11-36/38	9-16-33
ACETALDEHÍDO	F ⁺ , Xn	12-36/37-40	16-33-36/37
*ACETATO DE 2-BUTOXIETIL, CONC. ³ 25%	Xn	20/21	24
ACETATOS DE PROPILO E ISOPROPILO	F	11	16-23-29-33
ACETATOS DE 2-ETOXI Y 2-METOXIETIL (ACS. CELLOSOLVE)	T	20/21/22-60-61	53-45
ACETATO DE ETILO	F	11	16-23-29-33
ACETILENO (ETINO)	F	5-6-12	9-16-33
ACETONA (PROPANONA)	F	11	9-16-23-33
*ACETONITRILO (CIANURO DE METILO), CONC. ³ 20%	F,T	11-23/24/25	16-27-45
*ÁCIDO ACÉTICO, CONC. ³ 90%	C	10-35	2-23-26-45
*ÁCIDO ACRÍLICO, CONC. ³ 25%	C	10-34	26-36-45
*ÁCIDO BROMHÍDRICO (BROMURO DE HIDRÓGENO), CONC. ³ 40%	C	34-37	7/9-26-45
*ÁCIDO CIANHÍDRICO (CIANURO DE HIDRÓGENO) CONC. ³ 7%	T ⁺	26/27/28	7/9-16-36/37-58-45
*ÁCIDO CLORHÍDRICO (CLORURO DE HIDRÓGENO), CONC. ³ 5%	T,C	23-35	9-26-36/37/39-45
*ÁCIDO FLUORHÍDRICO, CONC. ³ 7%	T ⁺ , C	26/27/28-35	7/9-26-36/37/39-45
*ÁCIDO FÓRMICO, CONC. ³ 90%	C	35	2-23-26-45

*ÁCIDO FOSFÓRICO, CONC. ³ 25%	C	34	26-45
ÁCIDO IODHÍDRICO ANHIDRO	C	35-37	7/9-26-45
*ÁCIDO IODHÍDRICO (IODURO DE HIDRÓGENO), CONC. ³ 20%	C	35	9-26-36/37/39-45
ÁCIDO MALEICO	Xn	22-36/37/38	26-28-37
*ÁCIDO NÍTRICO, CONC. ³ 20%	O,C	8-35	23-26-36-45
*ÁCIDO OXÁLICO, CONC. ³ 5%	Xn	21/22	2-24/25
*ÁCIDO PERCLÓRICO, CONC. ³ 50%	O,C	5-8-35	23-26-33-45
ÁCIDO PÍCRICO	E,T	2-4-23/24/25	28-35-37-45
*ÁCIDO PROPIÓNICO, CONC. ³ 25%	C	34	2-23-36-45
ÁCIDO SULFHÍDRICO	F, T ⁺	12-26	7/9-16-45
*ÁCIDO SULFÚRICO, CONC. ³ 15%	C	35	2-26-30-45
*ÁCIDO TRICLOROACÉTICO, CONC. ³ 10%	C	35	24/25-26-45
ACRILAMIDA	T	45-46-24/25-48/23/24/25	53-45
*ACRILATO DE METILO, CONC. ³ 10%	F,Xn	11-20/22-36/37/38	9-16-33
*ACRILONITRILO, CONC. ³ 20%	F,T	45-11-23/24/25-38	53-45
ACROLEÍNA (ALDEHÍDO ACRÍLICO)	F, T ⁺	11-25-26-34	3/9/14-26-36/37/39-38-45
*AGUA OXIGENADA, CONC. ³ 20%	O,C	8-34	3-28-36/39-45
*AGUARRÁS (ESENCIA DE TREMENTINA), CONC. ³ 25%	Xn	10-20/21/22	2
ALCOHOL ALÍLICO	T,N	10-23/24/25-36/37/38-50	36/37/39-38-45-61
*ALCOHOL BENCÍLICO, CONC. ³ 25%	Xn	20/22	26
*ALCOHOL DE DIACETONA, CONC. ³ 10%	Xi	36	24/25
*ALCOHOL FURFURÍLICO, CONC. ³ 5%	Xn	20/21/22	2
ALUMINIO EN POLVO (PIROFÓRICO)	F	15-17	7/8-43
2-AMINO BUTANO (sec-BUTILAMINA)	F,C,N	11-20/22-35-50	9-16-26-28-36/37/39-45-61
2-AMINOETANOL (ETANOLAMINA)	Xi	20-36/37/38	2
2-AMINOFENOL	Xn	20/22-40	28-36/37
2-AMINOPROPANO (ISOPROPILAMINA)	F ⁺ , Xi	12-36/37/38	16-26-29
AMONÍACO ANHIDRO	T,N	10-23-34-50	9-16-26-36/37/39-45-61
*AMONÍACO, SOLUCIÓN ACUOSA, CONC. ³ 25%	C,N	34-50	26-36/37/39-45-61
*ANHÍDRIDO ACÉTICO, CONC. ³ 20%	C	10-34	26-45

*ANHÍDRIDO FTÁLICO, CONC. ³ 5%	Xi	36/37/38	2
*ANHÍDRIDO MALEICO, CONC. ³ 25%	Xn	22-36/37/38-42	22-38-39
*ANILINA Y SALES, CONC.³ 1%	T,N	20/21/22-40-48/23/24/25-50	28-36/37-45-61
p-ANISIDINA	T ⁺ ,N	26/27/28-33-50	28-36/37-45-61
*ARSÉNICO Y COMPUESTOS, EXCEP. TRIÓXIDO, CONC. ³ 0,2%	T	23/25	1/2-20/21-28-45
ARSINA	F ⁺ ,T ⁺ ,N	12-26-48/20-50/53	9-16-28-33-36/37-45-60-61
AZIDA SÓDICA (TRINITRURO DE SODIO)	T ⁺	28-32	28-45
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
B			
*BARIO Y SALES, EXCEPTO SULFATO, Y ÁCIDO 1-AZO-2-HIDROXINAFTALENIL ARIL SULFÓNICO CONC. ³ 1%	Xn	20/22	28
BARIO, CLORURO DE	T	20-25	45
BENCENO	F, T	45-11-48/23/24/25	53-45
BENCIDINA Y SALES	T,N	45-22-50/53	53-45-60-61
BENCILAMINA	C	21/22-34	26-36/37/39-45
BENZALDEHÍDO	Xn	22	24
BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)	Xn	33-50/53	35-60-61
BROMO	T ⁺ , C	26-35	7/9-26-45
BROMOETANO (BROMURO DE ETILO)	Xn	20/21/22	28
BROMOFORMO	T,Xi,N	23-36/38-51/53	51/53
BROMOMETANO (BROMURO DE METILO)	T, N	23-36/37/38-50/53-59	15-27-36/37/39-38-45-59-61
1,3-BUTADIENO	F⁺ , T	45-12	53-45
BUTANO	F ⁺	12	9-16
*BUTANOL, TODOS LOS ISÓMEROS EXCEPTO terc, CONC. ³ 25%	Xn	10-20	16
*terc-BUTANOL (ALCOHOL terc-BUTÍLICO), CONC. ³ 25%	F, Xn	11-20	9-16
BUTANONA (METILETILCETONA)	F, Xi	11-36/37	9-16-25-33
BUTENOS	F ⁺	12	9-16-33
BUTILAMINA	F, C	11-20/21/22-35	3-16-26-29-36/37/39-45
*2-BUTOXIETANOL (BUTILCELLOSOLVE), CONC. ³ 20%	Xn	20/21/22-37	20/21/22
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S

C			
*CADMIO Y COMPUESTOS, EXCEPTO *SULFUROS Y CLORUROS, CONC. ³ 0,1%	Xn	20/21/22	22
CALCIO	F	15	8-24/25-43
CARBURO CÁLCICO	F	15	8-43
CIANUROS, EXCEPTO COMPLEJOS	T ⁺	26/27/28-32-33-40	1/2-7-28-29-45
CICLOHEXANO Y METIL DERIVADOS	F	11	9-16-33
*CICLOHEXANOL, CONC. ³ 25%	Xn	20/22-37/38	24/25
*CICLOHEXANONA Y METILCICLOHEXANONA, CONC. ³ 25%	Xn	10-20	25
CICLOPROPANO	F ⁺	12	9-16-33
CINC EN POLVO (PIROFÓRICO)	F	15-17	7/8-43
CINC, ALQUIL DERIVADOS	F,C	14-17-34	16-43
CLORATO POTÁSICO	O,Xn	9-20/22	2-13-16-27
CLORO	T,N	23-36/37/38-50	9-45-61
*CLOROBENCENO, CONC. ³ 5%	Xn,N	10-20-51/53	24/25-61
2-CLORO-1,3-BUTADIENO (CLOROPRENO)	F, Xn	11-20/22-36	16
CLOROETANO (CLORURO DE ETILO)	F ⁺ , Xn	12-40-52/53	9-16-33-36/37-61
CLOROFENOL	Xn	20/21/22	2-28
CLOROMETANO (CLORURO DE METILO)	F⁺, Xn	13-40-48/20	9-16-33
p-CLORONITROBENCENO	T	23/24/25-33	28-37-45
CLOROPICRINA	T ⁺	22-26-36/37/38	36/37-38-45
*1-CLOROPROPANO Y 2-CLOROPROPANO, CONC. ³ 25%	F, Xn	11-20/21/22	9-29
CLOROTOLUENO (TODOS LOS ISÓMEROS Y MEZCLAS DE ISÓMEROS)	Xn,N	20-51/53	24/25-61
CLORURO DE ACETILO	F, C	11-14-34	9-16-26-45
CLORURO DE ALUMINIO ANHIDRO	C	34	7/8-28-45
CLORURO DE ANTIMONIO, TRI- Y PENTA-	C	34-37	26-45
CLORURO DE BENCILIDENO	T	22-23-37/38-40-41	36/37-38-45
CLORURO DE BENCILO	T	22-23-37/38-40-41	36/37-38-45
CLORURO DE BENZOÍLO	C	34	26-45
CLORURO DE CADMIO	T	45-48/23/25	53-45
CLORURO DE CINC	C	34	7/8-28-45

CLORURO DE MERCURIO(I) (CALOMELANOS)	Xn	22-36/37/38	13-24/25-46
CLORURO DE SULFURILO	C	14-34-37	26-45
CLORURO DE VINILO (CLOROETILENO)	F⁺ ,T	45-12	53-45
*CRESOL (METILFENOL), CONC. ³ 5%	T	24/25-34	36/37/39-45
COMPUESTOS DE Cr (VI), EXCEPTO CITADOS	T,N	49-43-50/53	53-45-60-61
CROMATOS DE CALCIO Y ESTRONCIO	T,N	45-22-50/53	53-45-60-61
CROMATOS DE CINC (INCLUIDO EL DE CINC Y POTASIO)	T,N	45-22-43- 50/53	53-45-60-61
CROMATO DE PLOMO	T,N	61-62-33-40- 50/53	53-45-60-61
*CROMATO DE POTASIO, CONC.³ 20%	T,N	49-46- 36/37/38-43- 50/53	53-45-60-61
CROTONALDEHIDO	F, T	11-23-36/37/38	29-33-45
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
D			
*1,2-DIAMINOETANO (ETILENDIAMINA), CONC ³ 25%	C	10-21/22-34-43	9-26-36/37/39- 45
*1,2-DIBROMOETANO (DIBROMURO DE ETILENO), CONC.³ 20%	T,N	45-23/24/25- 36/37/38- 51/53	53-45-61
*DIBROMOMETANO (BROMURO DE METILENO), CONC. ³ 12,5%	Xn	20-52/53	24-61
m-DICLOROBENCENO	Xn	22-51/53	61
*o-DICLOROBENCENO, CONC. ³ 20%	Xn	22-36/37/38	23-60-61
p-DICLOROBENCENO	Xn	22-36/38	22-24/25-46
*1,1-DICLOROETANO (DICLORURO DE ETILIDENO), CONC. ³ 20%	F,Xn	11-22-36/37- 52/53	16-23-61
*1,2-DICLOROETANO (CLORURO DE ETILENO), CONC.³ 25%	F,T	45-11-22- 36/37/38	53-45
*1,1-DICLOROETILENO (CLORURO DE VENILIDENO), CONC. ³ 12,5%	F ⁺ ,Xn	12-20-40	7-16-29
*1,2-DICLOROETILENO (DICLORURO DE ACETILENO), CONC. ³ 12,5%	F,Xn	11-20-52/53	7-16-29-61
DICLOROMETANO (CLORURO DE METILENO)	Xn	40	23-24/25-36/37
1,1-DICLORO-1-NITROETANO	T	23/24/25	26-45
*1,2-DICLOROPROPANO (DICLORURO DE PROPILENO), CONC. ³ 12,5%	F, Xn	11-20/22	16-24
1,1-DICLOROPROPENO	F, T	11-25-52/53	16-29-33-45-61
1,3-DICLOROPROPENO	T, N	10-20/21-25-	36/37-45-60-61

		36/37/38-43-50/53	
*DICROMATO DE POTASIO, CONC.³ 7%	T⁺ ,N	49-46-21-25-26-37/38-41-43-50/53	53-45-60-61
*DICROMATO DE SODIO, CONC.³ 7%	O,T⁺ ,N	49-46-8-21-25-26-37/38-41-43-50/53	53-45-60-61
*DICROMATO DE SODIO (DIHIDRATO), CONC.³ 7%	T⁺ ,N	49-46-21-25-26-37/38-41-43-50/53	53-45-60-61
*DIETANOLAMINA, CONC. ³ 10%	Xi	36/38	26
*DIETILAMINA, CONC. ³ 25 %	F,C	11-20/21/22-35	3-16-26-29-36/37/39-45
2-DIETILAMINOETANOL	Xi	36/37/38	28
DIFENILAMINA	T,N	23/24/25-33-50/53	28-36/37-45-60-61
*DIISOCIANATOS DE DIFENILMETANO, MEZCLAS, CONC. ³ 25%	Xn	20-36/37/38-42	26-28-38-45
*DIISOCIANATO DE HEXAMETILENO, CONC. ³ 20%	T	23-36/37/38-42/43	26-28-38-45
*DIISOCIANATO DE TOLUENO, 2,4- y 2,6-, MEZCLAS, CONC. ³ 20%	T	23-36/37/38-42	23-26-28-38-45.4
*DIISOPROPILAMINA, CONC. ³ 25%	F,C	11-20/22-34	16-26-36/37/39-45
*N,N-DIMETILFORMAMIDA, CONC.³ 20%	T	20/21-36-61	53-45
2,4-DINITROANILINA	T ⁺ ,N	26/27/28-33-51/53	28-36/37-45-61
DINITROFENOL Y SALES	T	23/24/25-33	28-37-45
DINITROTOLUENO	T	23/24/25-33	28-37-45
*1,4-DIOXANO, CONC. ³ 20%	F,Xn	11-19-36/37-40	16-36/37
DIÓXIDO DE AZUFRE	T	23-34	9-26-36/37/39-45
DIÓXIDO DE NITRÓGENO Y TETRÓXIDO DE DINITRÓGENO	T ⁺	26-34	9-26-28-36/37/39-45
DIPROPILAMINA	F,C	11-20/21/22-35	16-26-36/37/39-45
*DISULFURO DE CARBONO, CONC.³ 20%	F,T	11-36/38-48/23-62-63	16-33-36/37-45
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
E			
*EPICLORHIDRINA, CONC.³ 10%	T	45-10-23/24/25-34-43	53-45
*ESTIRENO, CONC. ³ 12,5%	Xn	10-20-36/38	23

ESTRICNINA	T ⁺	27/28	36/37-45
ETANO	F ⁺	12	9-16-33
ETANOL (ALCOHOL ETÍLICO)	F	11	7-16
ÉTER DIETÍLICO	F ⁺	12-19	9-16-29-33
ÉTER DIMETÍLICO	F	12	9-16-33
ÉTER DIPROPÍLICO Y DIISOPROPÍLICO	F	11-19	9-16-33
ETILAMINA	F,Xi	13-36/37	16-26-29
ETILAMINA, DI- Y TRI-	F,Xi	11-36/37	16-26-29
*ETILBENCENO, CONC. ³ 25%	F,Xn	11-20	16-24/25-29
*ETILENGLICOL (ETANODIOL), CONC. ³ 25%	Xn	22	2
ETILENO (ETENO)	F ⁺	12	9-16-33
ETILMERCAPTANO (ETANOTIOL)	F,Xn	11-20	16-25
2-ETOXIETANOL (CELLOSOLVE)	T	10-20/21/22-60-61	53-45
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
F			
*o,m y p-FENILENDIAMINA, CONC. ³ 5%	T,N	23/24/25-43-50/53	28-36/37-45-60-61
FENILHIDRACINA	T,N	23/24/25-36-50	28-45-61
*FENOL, CONC. ³ 5%	T	24/25-34	2-28-45
*FORMALDEHÍDO, CONC. ³ 25%	T	23/24/25-34-40-43	26-36/37/39-45-51
FORMIATO DE METILO	F ⁺	12	9-16-33
FORMOL (VER FORMALDEHÍDO) m y p-FOSFATOS DE TRICRESILO	Xn,N	21/22-51/53	28-61
*o-FOSFATOS DE TRICRESILO, CONC. ³ 1%	T,N	39/23/24/25-51/53	20/21-28-45-61
FÓSFORO BLANCO	F,T ⁺	17-26/28-35	5-26-28-45
FÓSFORO ROJO	F	11-16	7-43
FOSGENO (DICLORURO DE CARBONILO)	T ⁺	26-34	9-26-36/37/39-45
*FURFURAL, CONC. ³ 5%	T	23/25	24/25-45
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
G			
*GLUTARAL (GLUTARALDEHÍDO), CONC. ³ 50%	T,N	23/25-34-42/43-50	26-36/37/39-45-61
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
H			

HEPTANO	F	11	9-16-23-29-33
3-HEPTANONA (ETILBUTILCETONA)	Xn	10-20-36	24
HEXACLOROBENCENO	T,N	45-48/25-50/53	53-45-60-61
*HEXACLOROFENO, CONC. ³ 2%	T,N	24/25-50/53	20-37-45-60-61
n-HEXANO	F,Xn	11-48/20	9-16-24/25-29-51
HEXANO (MEZCLA DE ISÓMEROS, CONC. n-HEXANO £ 5%)	F	11	9-16-23-29-33
*2-HEXANONA (METIL-n-BUTILCETONA), CONC. ³ 10%	F,T	11-48/23	9-16-29-45-51
*HIDRACINA, CONC.³ 25%	T	45-10-23/24/25-34-43	53-45
HIDRÓGENO	F ⁺	12	9-16-33
HIDROQUINONA (1,4-DIHIDROXIBENCENO)	Xn	20/22	2-24/25-39
*HIDRÓXIDOS SÓDICO Y POTÁSICO, CONC. ³ 5%	C	35	2-26-37/39-45
HIDROXILAMINA	Xn, N	5-22-37/38-41-43-48/22-50	22-26-36/37/39-61
HIDRUROS DE LITIO, ALUMINIO, SODIO Y CALCIO	F	15	7/8-24/25-43
*HIPOCLORITO SÓDICO, CLORO ACTIVO ³ 10%	C	31-34	2-28-45-50
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
I			
iodo	Xn	20/21	23-25
IODOMETANO (IODURO DE METILO)	T	21-23/25-37/38-40	36/37-38-45.5
ISOCIANATO (FULMINATO) DE MERCURIO	E,T	3-23/24/25-33	3-34-35-45
*ISOFORONA, CONC. ³ 25%	Xi	36/37/38	26
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
L			
LITIO	F,C	14/15-34	8-43-45
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
M			
MAGNESIO, POLVO (PIROFÓRICO)	F	15-17	7/8-43
MERCURIO	T	23-33	7-45
*MERCURIO, COMP. INORG. EXCEP. SULFURO Y CALOMELANOS, CONC. ³ 2%	T ⁺	26/27/28-33	1/2-13-28-45

*MERCURIO, COMP. ORG. EN GENERAL, CONC. ³ 1%	T ⁺	26/27/28-33	2-13-28-36-45
*MESITILENO (TRIMETILBENCENO), CONC. ³ 25%	Xi	10-37	
*METACRILATO DE METILO, CONC. ³ 20%	F, Xi	11-36/37/38-43	9-16-29-33
METALDEHÍDO	Xn	10-22	2-13-25-46
METANO	F ⁺	12	9-16-33
*METANOL, CONC. ³ 20%	F, T	11-23/25	2-7-16-24-45
*METILAMINA, MONO-, DI- Y TRI-, CONC. ³ 5%	F ⁺ , Xn	12-20-37/38-41	16-26-39
3-METIL-2-BUTANONA (METILISOPROPILCETONA)	F	11	9-16-33
*2-METILCICLOHEXANOL, CONC. ³ 25%	Xn	20	24
*o-METILESTIRENO (2-VINILTOLUENO), CONC. ³ 25%	Xn	20	24
METILMERCAPTANO	F ⁺ , Xn	12-20	16-25
METIL-n-BUTILCETONA (2-HEXANONA)	F, T	11-48/23	9-16-29-45-51
4-METIL-2-PENTANONA (METILISOBUTILCETONA)	F	11	9-16-23-33
2-METOXIETANOL (METILCELLOSOLVE)	T	10-20/21/22-60-61	53-45
MONÓXIDO DE CARBONO	F ⁺ , T	61-12-23-48/23	53-45
*MORFOLINA, CONC. ³ 25%	C	10-20/21/22-34	23-36-45
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
N			
1-NAFTILAMINA	Xn, N	22-51/53	24-61
*2-NAFTILAMINA, CONC.³ 25%	T, N	45-22-51/53	53-45-61
2-NAFTILAMINA, SALES DE	T, N	45-22-51/53	53-45-61
2-NAFTOL	Xn	20/22	24/25
NICOTINA	T ⁺	25-27	36/37-45
NICOTINA, SALES DE	T ⁺	26/27/28	1-13-28-45
NÍQUEL TETRACARBONILO	F, T⁺	11-26-40-61	53-45
NITRATO DE PLATA	C	34	2-26-45
NITROBENCENO	T, N	23/24/25-40-48/23/24-51/53-62	28-36/37-45-61
*NITROETANO, CONC. ³ 12,5%	Xn	10-20/22	9-25-41
p-NITROFENOL	Xn	20/21/22-33	28

NITROGLICERINA	E, T ⁺	3-26/27/28-33	33-35-36/37-45
*NITROMETANO, CONC. ³ 12,5%	Xn	5-10-22	41
*1-NITROPROPANO, CONC. ³ 5%	Xn	10-20/21/22	9
*2-NITROPROPANO, CONC. ³ 25%	T	45-10-20/22	53-45
NITROTOLUENO	T,N	23/24/25-33-51/53	28-37-45-61
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
O			
OCTANO	F	11	9-16-29-33
OLEUM (H ₂ SO ₄ +SO ₃ , 20% SO ₃ E CONC E 65% SO ₃)	C	14-35-37	26-30-45
ÓXIDO DE ETILENO	F⁺ ,T	45-46-13-23-36/37/38	53-45
OXICIANURO DE MERCURIO	E,T	23/24/25-33	28-35-45
OXICLORURO DE FÓSFORO	C	34-37	7/8-26-45
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
P			
*PENTAFLUOROFENOL, CONC. ³ 5%	T ⁺ ,N	24/25-26-36/37/38-40-50/53	22-36/37-45-52-60-61
PENTAFLUORONAFTALENO	Xn	21/22-36/38-50/53	35-60-61
PENTANO E ISÓMEROS	F	11	9-16-29-33
*PENTANOL, TODOS LOS ISÓMEROS EXCEP. terc, CONC. ³ 25%	Xn	10-20	24/25
*terc-PENTANOL (ALCOHOL terc-AMÍLICO), CONC. ³ 25%	F,Xn	11-20	9-16-24/25
3-PENTANONA (DIETILCETONA)	F	11	9-16-33
PENTÓXIDO DE FÓSFORO	C	35	22-26-45
PERMANGANATO POTÁSICO	O,Xn	8-22	2
PERÓXIDO DE DIBENZOÍLO	E,Xi	2-7-36-43	3/7-14-36/37/39.6
*PIPERIDINA, CONC. ³ 5%	F,T	11-23/24-34	16-26-27-45
*PIRIDINA, CONC. ³ 5%	F,Xn	11-20/21/22	26-28
*PLOMO, ALQUIL DERIVADOS, CONC.³ 5%	T⁺ ,N	61-62-26/27/28-33-50/53	53-45-60-61
*PLOMO Y COMPUESTOS EXCEP. CROMATOS Y ALQUIL DERIVADOS, CONC.³ 1%	T	20/22-33-61-62	53-45
POTASIO	F,C	14/15-34	5-8-45
PROPANO	F ⁺	13	9-16-33

PROPANOL E ISOPROPANOL (ALCOHOL ISOPROPÍLICO)	F	11	7-16
*PROPILBENCENO E ISOPROPILBENCENO, CONC. ³ 25%	Xi	10-37	
PROPILENO (PROPENO)	F ⁺	12	9-16-33
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
Q			
QUINONA	T	23/25-36/37/38	26-28-45
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
R			
*RESINA EPOXI (BISFENOL A+ EPICLORHIDRINA) PM <700, CONC. ³ 5%	Xi	36/38-43	28-37/39
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
S			
SELENIO Y DERIVADOS EN GENERAL	T	23/25-33	20/21-28-45
SODIO	F,C	14/15-34	5-8-43-45
SULFATO DE DIMETILO	T⁺	45-25-26-34	53-45
SULFONÍTRICA, MEZCLA (H ₂ SO ₄ +HNO ₃ , CONC. HNO ₃ >30%)	O,C	8-35	23-26-30-36-45
*SULFURO DE HIDRÓGENO, CONC. ³ 10%	F ⁺ ,T ⁺ ,N	12-26-50	9-16-28-36/37-45-61
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
T			
TALIO Y DERIVADOS	T ⁺	26/28-33	2-13-28-45
*1,1,2-TETRABROMOETANO (TETRABROMURO DE ACETILENO), CONC. ³ 20%	T ⁺	26-36-52/53	24-27-45-61
*1,1,2,2-TETRACLOROETANO (TETRACLORURO DE ACETILENO), CONC. ³ 7%	T ⁺	26/27-51/53	2-38-45-61
*TETRACLOROETILENO (PERCLOROETILENO), CONC. ³ 1%	Xn,N	40-51/53	23-36/37-61
*TETRACLOROMETANO (TETRACLORURO DE CARBONO), CONC.³ 1%	T,N	23/24/25-40-48/23-52/53-59	23-36/37-45-59-61
*TETRAHIDROFURANO, CONC. ³ 25%	F,Xi	11-19-36/37	16-29-33
TETRÓXIDO DE OSMIO	T ⁺	26/27/28-34	7/9-26-45
*TOLUENO, CONC. ³ 12,5%	F,Xn	11-20	16-25-29-33
o-TOLUIDINA	T,N	45-23/25-36-50	53-45-61
TRIBROMOMETANO (BROMOFORMO)	T	23-36/38	28-45

1,1,1-TRICLOROETANO (METILCLOROFORMO)	Xn,N	20-59	24/25-59-61
*1,1,2-TRICLOROETANO, CONC. ³ 5%	Xn	20/21/22	9
*TRICLOROETILENO, CONC. ³ 1%	Xn	40-52/53	23-36/37-61
*TRICLOROMETANO (CLOROFORMO), CONC.³ 20%	Xn	22-38-40-48/20/22	36/37
TRINITROTOLUENO (TNT)	E,T	2-23/24/25-33	35-45
TRIÓXIDO DE ARSÉNICO	T⁺	45-28-34	53-45
TRIÓXIDO DE CROMO	O,T,C,N	49-8-25-35-43-50/53	53-45-60-61
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
U			
URANIO Y DERIVADOS	T ⁺	26/28-33	20/21-45
	Indicación de peligro	Frases R	Frases S
X			
*XILENO, MEZCLA DE ISÓMEROS (PUNTO DE DESTELLO <21°), CONC. ³ 20%	Xn	11-20/21-38	25
*XILENO, MEZCLA DE ISÓMEROS, CONC. ³ 20%	Xn	10-20/21-38	25
XILENOL	T	24/25-34	2-28-45
XILIDINA	T,N	23/24/25-33-51/53	28-36/37-45-61
(*) Concentraciones inferiores pueden tener una clasificación de menor peligrosidad.			

FRASES R y S.

Frases R:

Propiedades fisicoquímicas a)	Propiedades toxicológicas b)
<p>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 explotar 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. R44 Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.</p>	<p>R20 Nocivo por inhalación. R21 Nocivo en contacto con la piel. R22 Nocivo por ingestión. R23 Tóxico por inhalación. R24 Tóxico en contacto con la piel. R25 Tóxico por ingestión. R26 Muy tóxico por inhalación. R27 Muy tóxico en contacto con la piel. R28 Muy tóxico por ingestión. R29 En contacto con agua libera gases tóxicos. R30 Puede inflamarse fácilmente al usarlo. R31 En contacto con ácidos libera gases tóxicos. R32 En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos. R33 Peligro de efectos acumulativos. R34 Provoca quemaduras. R35 Provoca quemaduras graves. R36 Irrita los ojos. R37 Irrita las vías respiratorias. R38 Irrita la piel. R39 Peligro de efectos irreversibles muy graves. R40 Posibilidad de efectos irreversibles. R41 Riesgo de lesiones oculares graves. R42 Posibilidad de sensibilización por inhalación. R43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel. R65 Nocivo: si se ingiere puede causar daño pulmonar.</p>
Efectos específicos sobre la salud	Efectos sobre el medio ambiente c)
<p>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. 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. R 68 Posibilidad de efectos irreversibles</p>	<p>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.</p>

Frases S:

<p>Almacenamiento y manipulación a)</p> <p>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. S33 Evítase la acumulación de cargas electrostáticas. 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. S51 Úsese únicamente en lugares bien ventilados. S52 No usar sobre grandes superficies en locales habitados.</p>	<p>Higiene personal b)</p> <p>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 Evítase el contacto con la piel. S25 Evítase el contacto con los ojos.</p>
<p>Vertidos y residuos c)</p> <p>S29 No tirar los residuos por el desagüe. S35 Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles. S40 Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese ... (a especificar por el fabricante). 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 Evítase su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.</p>	<p>Incidente/Accidente d)</p> <p>S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. S27 Quítase 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). S41 En caso de incendio y/o de explosión, no respire los humos. 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. S62 En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrela la etiqueta o el envase. S 63 En caso de accidente por inhalación, alejar a la víctima fuera de la zona contaminada y mantenerla en reposo. S 64 En caso de ingestión, lavar la boca con agua (solamente si la persona está consciente).</p>
	<p>Equipos de protección personal (EPI's) e)</p> <p>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. S42 Durante las fumigaciones/pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante]. S53 Evítase la exposición -recábense instrucciones especiales antes del uso.</p>
	<p>Reactividad/incompatibilidades f)</p> <p>S30 No echar jamás agua a este producto. S50 No mezclar con ... (a especificar por el fabricante)</p>

CAPÍTULO 4: RECOMENDACIONES DE PROTECCIÓN FRENTE A AGENTES TÓXICOS PARA LA REPRODUCCIÓN.

Ante la existencia personas del Centro en edad fértil, a continuación se informa del peligro que supone esta práctica a efectos de proteger a los trabajadores.

Introducción.

Aunque se sabe que determinados hábitos de vida durante el embarazo, tales como alimentación incorrecta y consumo de alcohol y tabaco, pueden afectar a la salud del feto, se conoce muy poco acerca de las causas directas de la mayoría de los problemas de la reproducción. Existen evidencias de que la exposición en ciertos ambientes laborales es peligrosa y puede afectar al ciclo reproductivo de la mujer, a su capacidad para quedarse embarazada, o a la salud del feto, por lo que debe considerarse que algunas exposiciones profesionales pueden interferir la reproducción aunque pasen desapercibidas durante los períodos en los que no se desee la fertilidad. Cualquier intento de análisis de las causas ambientales debe tener en cuenta una serie de aspectos característicos como, la relación en la pareja, el que la función reproductiva femenina se desarrolla de forma intermitente y el que la pareja trate de conseguir un embarazo.

La gónada femenina, a diferencia de la masculina, tiene un número limitado de células germinales desde el momento del nacimiento, por lo que cualquier efecto sobre éstas puede producir una disminución de la fecundidad, aumento de las gestaciones malogradas, menopausia precoz o infertilidad. Esta característica diferencial de la gónada femenina es el argumento fundamental para tomar las medidas preventivas adecuadas durante toda la vida fértil de la mujer.

Proceso reproductivo femenino y posibles efectos adversos sobre el mismo.

Los principales órganos de la reproducción en las mujeres son los ovarios, útero, y trompas de Falopio cuyas funciones están controladas por hormonas producidas en el cerebro y en la glándula pituitaria que regulan el ciclo menstrual, el embarazo, y la producción de leche materna. Las hormonas sexuales, estrógeno y progesterona, son producidas por los ovarios y son las responsables del desarrollo sexual, preparan las paredes del útero cada ciclo para mantener y nutrir el óvulo fertilizado y también contribuyen a la salud básica del corazón, huesos, hígado y otros muchos tejidos. Durante el embarazo la placenta produce una hormona (gonadotropina coriónica humana, o hCG), cuya función es la de "apoyar" el embarazo.

Con los ciclos menstruales, se libera un ovocito que, una vez maduro (óvulo) después de 2 ó 3 semanas, es liberado del ovario a la trompa de Falopio, donde puede ser fertilizado por un espermatozoide. Si no es fecundado, muere y 2 semanas después es expulsado,

produciéndose una hemorragia (menstruación). Si el óvulo es fecundado, continúa el complejo proceso de la reproducción: se desplaza durante una semana hacia el final de la trompa de Falopio hasta alcanzar el útero, donde se implanta en la pared; en este momento, entre el útero y el nuevo feto que se va desarrollando se forma la placenta, que es un tejido especializado encargado de transferir oxígeno y nutrientes de la madre al feto. Durante los tres primeros meses de embarazo se forman los órganos más importantes del feto que posteriormente maduran mientras el feto crece.

Posibles efectos adversos.

Efectos en el ciclo menstrual.

Elevados niveles de estrés físico o psíquico o exposición a agentes químicos tales como disulfuro de carbono pueden interrumpir o desorganizar el balance hormonal entre el cerebro, la glándula pituitaria y los ovarios. Esta interrupción puede generar un desequilibrio de estrógeno y progesterona, e inducir cambios en la duración y regularidad del ciclo menstrual y de la ovulación. Dado que estas hormonas sexuales tienen efectos por todo el cuerpo de la mujer, si el desequilibrio es importante o duradero puede afectar al estado general de salud de las mujeres.

Infertilidad y subfertilidad.

Aproximadamente entre el 10% y el 15% de las parejas no son capaces de concebir un niño después de intentar el embarazo durante 1 año. Esta ausencia de fertilidad puede deberse a problemas de uno o de los dos miembros de la pareja. Daños en los ovocitos de la mujer y cambios en las hormonas necesarias para regular el ciclo menstrual normal son factores que pueden causar problemas con la fertilidad, aunque no hay que descartar también daños en el esperma masculino.

Abortos y partos de fetos muertos.

Aproximadamente 1 de cada 6 embarazos acaba en un aborto, entendiendo como tal una terminación no planificada del embarazo que puede ocurrir muy al principio, incluso antes de que la mujer sea consciente de que está embarazada. Aunque se desconocen muchos de los factores que pueden causar abortos y partos de fetos muertos, algunos de los que se suelen mencionar son:

- El ovocito o el esperma pueden estar dañados y por consiguiente no se completa la fertilización, o el óvulo no sobrevive después de ella.
- Puede existir un problema en el sistema hormonal, necesario para mantener el embarazo.

- El feto puede no haberse desarrollado normalmente.
- Pueden existir problemas físicos en el útero o en el cuello del útero.

Defectos en el recién nacido.

Aproximadamente del 2% al 3% de los recién nacidos lo hacen con algún defecto, aunque puede que no sea detectado hasta más tarde. Existe todavía poca información sobre el posible origen de muchos de estos efectos. Téngase en cuenta, además, que muchas mujeres no son conscientes de que están embarazadas durante una parte importante del periodo crítico inicial.

Bajo peso al nacer y partos prematuros.

Aproximadamente el 7% de los recién nacidos son prematuros o de bajo peso. Se considera responsable en la mayoría de estos casos a una nutrición materna pobre, al consumo de tabaco y alcohol durante el embarazo y a factores ambientales indeterminados. Aunque la mejora de los cuidados médicos ha elevado mucho la supervivencia de los prematuros, es evidente que deben investigarse los factores que provocan este tipo de efecto.

Desórdenes del desarrollo.

Aproximadamente el 10% de los niños (en Estados Unidos) tienen algún tipo de incapacidad del desarrollo. Algunas veces el cerebro del feto no se desarrolla con normalidad, dando como resultado un retraso que a lo largo de la vida puede representar la aparición de incapacidades y retraso en el aprendizaje. A menudo, este tipo de problemas no son perceptibles al nacer y puede ser difícil estimarlos o medirlos; pueden ser temporales o permanentes, y en un rango desde medio a severo. Los problemas del desarrollo pueden aparecer como hiperreactividad, problemas de atención, dificultad en el aprendizaje y, en casos severos, retrasos mentales.

Cáncer en la infancia.

Las radiaciones ionizantes han causado cáncer en algunos niños cuyas madres estuvieron expuestas durante el embarazo. La práctica habitual de minimizar los rayos X en mujeres embarazadas, el uso de nuevos equipos que reducen el riesgo de exposición, y el uso de pantallas protectoras han ayudado a disminuir la probabilidad de peligro en el feto por exposición a radiaciones. No existe constancia de otros agentes, aunque hay muchos estudios en marcha.

Agentes peligrosos para la reproducción.

Se consideran como peligrosas para la reproducción aquellas sustancias o agentes que afectan la salud reproductiva de la mujer o del hombre o afectan la capacidad de las parejas para tener niños sanos. Por lo que se refiere a los agentes químicos, formalmente un tóxico

para la reproducción es aquel producto que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puede 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 (Real Decreto 363/1995 sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas).

Son ejemplos de agentes peligrosos para la reproducción: las radiaciones ionizantes, algunos productos químicos, ciertos fármacos (como el ácido 1,3-cis-retinóico) y drogas, el tabaco, algunos virus y el alcohol. Por lo que se refiere al ámbito laboral, hace más de 100 años, se descubrió que la exposición al plomo causaba abortos, mortandad en fetos e infertilidad en mujeres trabajadoras en alfarería. Por otro lado, la rubéola fue reconocida en los años 40 como una importante causa de defectos en el nacimiento. Como ya se ha dicho, muchas causas de problemas de infertilidad, aborto y nacimientos de bajo peso son desconocidas y consideradas sucesos comunes, afectando tanto a las mujeres trabajadoras como a las que no trabajan fuera del hogar.

Los efectos de un tóxico de la reproducción pueden depender del momento de la exposición en relación con el ciclo reproductor y el desarrollo del embarazo. Es habitual que en los tres primeros meses del embarazo cause defectos en el nacimiento o abortos, mientras que durante los seis últimos, la exposición a tóxicos de la reproducción retarde el crecimiento del feto, afecte el desarrollo de su cerebro, o cause un parto prematuro. Los peligros para la reproducción pueden no afectar a cada trabajadora o a cada embarazo.

La Directiva 92/85/CEE relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en periodo de lactancia, incluye en su Anexo I la lista no exhaustiva de los agentes, procedimientos y condiciones de trabajo que deben evaluarse en la protección de la maternidad.

Por otro lado, en la tabla 10 se da la lista de las sustancias químicas que tienen asignadas las frases 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) en el anexo VI del RD 363.95. La clasificación en categorías se comenta más adelante.

Finalmente, dado el permanente avance en la investigación respecto a los efectos de los agentes peligrosos sobre el ser humano en general y sobre la reproducción femenina en particular, se incluye un listado actualizado de agentes físicos y químicos (tabla 11) y otro de agentes biológicos (tabla 12) que se consideran peligrosos para la reproducción femenina, incluidas en la publicación de 1999 del NIOSH: The effects of Workplace Hazards on Female

Reproductive Health (ver la bibliografía). Evidentemente, la no inclusión en las listas no significa la garantía de ausencia de este tipo de efecto.

NOMBRE	CAS	TÓXICOS PARA LA REPRODUCCIÓN CATEGORÍA	SÍMBOLO	FRASES R
Acetato de etilglicol (ver Acetato de 2-etoxietilo)				
Ácido 2-etilhexanoico	149-57-5	3	Xn	63
Acetato de 2-etoxietilo	111-15-9	2	T	60-61
Acetato de metilazoximetilo (ver Acetato de metil-O,N,N-azoximetilo)				
Acetato de metilglicol (ver Acetato de 2-metoxietilo)				
Acetato de metil-O,N,N-azoximetilo	592-62-1	2	T	61
Acetato de 2-metoxietilo	110-49-6	2	T	60-61
Acetato de 2-metoxipropilo	70657-70-4	2	T	61
Acetato de plomo, básico	1335-32-6	1,3	T,N	61-62
Amarillo de sulfocromato de plomo	1344-37-2	1,3	T,N	61-62
4-Ami no-3-[[4'-(2,4-diaminofenil)azo][1,1'-bifenil]-4-il]azo] -6-(fenilazo) -5-hidroxi-naftaleno-2,7-disulfonato de sodio	1937-37-7	3	T	63
Benzo[d,e,f]criseno	50-32-8	2	T,N	60-61
3,3''-(1,1''-Bifenil-1)-4,4''-diilbis(azo)bis(5-amino-4-hidroxi-naftaleno -2,7-disulfonato)) de sodio	2062-46-2	3	T	63
Binapacril (jso)	485-31-4	2	T	61
[[[3,5-Bis(1,1-dimetiletil)-4-hidroxi-fenil]metil]tio]acetato de 2-etilhexilo	80387-97-9	2	T	61
Bisortofosfato de triplomo	7446-27-7	1,3	T,N	61-62
Bromoxinil (jso)	1689-84-5	3	T	63
2-ter-Butil-4,6-dinitrofenol	1420-07-1	2	T+,N	61
6-sec-Butil-2,4-dinitrofenol (ver Dinoseb)				
Chinometionato (jso)	2439-01-2	3	Xn,N	62
Cicloheximida	66-81-9	2	T+N	61
6-(2-Cloretil)-6-(2-metoxietoxi)-2,5,7,10-tetraoxa-6-silaundecano	37894-46-5	2	T	61
2-Cloroacetamida	79-07-2	3	T	62
Cloruro de cadmio	10108-64-2	2	T+,N	60-61
Cromato de plomo	7758-97-6	1,3	T,N	61-62
Derivados de alquilplomo		1,3	T+,N	61-62
Diacetato de plomo	301-04-2	1,3	T,N	61-62
Diazuro de plomo	13424-46-9	1,3	E,T,N	61-62
1,2-Dibromo-3-cloropropano	96-12-8	1	T	60
3,5-Dibromo-4-hidroxi-benzonitrilo (ver Bromoxinil)				
2,4-Diclorofenil-4-nitrofeniléter (ver Nitrofenol)				
1,3-Difenilguanidina	102-06-7	3	Xn,N	62
N,N-Dimetilformamida	68-12-2	2	T	61
2,6-Dimetil-4-tridecilmorfolina (ver Tridemorf (jso»				
Dinitrotolueno	25321-14-6	3	T,N	62
Dinitrotolueno técnico (ver Dinitrotolueno)				
2,4-Dinitrotolueno	121-14-2	3	T,N	62
2,6-Dinitrotolueno	606-20-2	3	T	62
Dinoseb	88-85-7	2,3	T,N	61-62
Dinoseb sales y ésteres, excepto especificados		2,3	T	61-62
Dinoterb sales y ésteres		2	T+, N	61
Disulfuro de carbono	75-15-0	3	F,T	62-63
Dodecatoropentaciclo[5.2.1.0(2,6).0(3,9).0(5,8)] decano	2385-85-5	3	Xn,N	62-63-64
2,3-Epoxipropan-1-ol	556-52-5	2	T	60
Éter monoetilico del etilenglicol; etilglicol (ver 2-Etoxietanol)				

Éter monometílico del etilenglicol; metilglicol (ver Metoxietanol)				
Etilentiourea	96-45-7	2	T	61
2-Etoxietanol	110-80-5	2	T	60-61
(R)-3-(1-Fenil-3-oxobutil)-4-hidroxi-2-benzopirona	5543-58-8	1	T	61
(S)-3-(1-Fenil-3-oxobutil)-4-hidroxi-2-benzopirona	5543-57-7	1	T	61
Fluoruro de cadmio	7790-79-6	2	T+, N	60-61
Ftalato de bis(2-metoxietilo)	117-82-8	2,3	T	61-62
Hexafluorisilicato de plomo	25808-74-6	1,3	T	61-62
n-Hexano	110-54-3	3	F,Xn,N	62
Hexan-2-ona	591-78-6	3	T	62
Hidrogenoarsenato de plomo	7784-40-9	1,3	T,N	61-62
4-Hidroxi-3,5-diidobenzonitrilo (ver loxinil (jso))				
Imidazolidina-2-tiona (ver Etilentiourea)				
loxinil (jso)	1689-83-4	3	T	63
Metansulfonato de plomo(jj)	17570-76-2	1,3	T,N	61-62
3-Metilcrotonato de 2-sec-4,6-dinitrofenilo (ver Binapacril (jso))				
6-Metil-1,3-ditiolo-(4,5,b)quinoxalin-2-ona (ver Chinometionato(iso))				
2-Metoxietanol	109-86-4	2	T	60-61
2-(2-Metoxietoxi)etanol	111-77-3	3	Xn	63
2-Metoxipropanol	1589-47-5	2	T	61
Miclobutanilo	8867-89-0	3	Xn,N	63
Mirex (ver Dodecacloropentaciclo (5.2.1.0 (2,6) 0 (3,9)0(5,8))decano)				
Monóxido de carbono	630-08-0	1	F+,T	61
Níquel carbonilo (ver Tetracarbonilníquel)				
Nitrobenceno	98-95-3	3	T,N	62
Nitrofe (jso)	1836-75-5	2	T,N	61
Octanoato de 2,6-dibromo-4-cianofenilo	1689-99-2	3	Xn	63
Octanoato de 4-ciano-2,6-diidofenilo	3861-47-0	3	Xn	63
Pentóxido de divanadio	1314-62-1	3	T,N	63
Plomo compuestos, excepto especificados		1,3	T,N	61-62
Rojo cromato molibdato sulfato de plomo	12656-85-8	1,3	T,N	61-62
(Sustancia identificada por el colour index constitution number c.i. 77603) (ver Amarillo de sulfocromato de plomo)				
(Sustancia identificada por el colour index constitution number c.i. 7760) (ver Rojo cromato molibdato sulfato de plomo)				
Tetracarbonilníquel	13463-39-3	2	FT+,N	61
Tiourea	62-56-6	3	Xn,N	63
1,2,4-Triazol	288-88-0	3	Xn	63
Tridemorf (jso)	24602-86-6	2	T,N	61
2,4,6-Trinitro-m-fenilendioxido de plomo	15245-44-0	1,3	E,T,N	61-62
Warfarina	81-81-2	1	T	61

Tabla 10: Sustancias que tienen asignadas las frases R60, R61, R62, R63, R64.

AGENTES	EFFECTOS OBSERVADOS	TRABAJADORAS POTENCIALMENTE EXPUESTAS
Drogas de tratamiento para el cáncer (ej. Metatrexato)	Infertilidad, aborto, defectos en el nacimiento, bajo peso al nacer	Sanitarias, farmacéuticas
Ciertos ésteres de etilenglicol tales como 2-etoxietanol y 2-metoxietanol	Abortos	Trabajadoras de electrónica y semiconductores
Disulfuro de carbono	Cambios del ciclo menstrual	Trabajadoras en viscosa y rayón.
Plomo	Infertilidad, abortos, bajo peso al nacer, desórdenes del desarrollo.	Fabricantes de baterías, soldadoras, reparadoras de radiadores, pintoras de puentes, ceramistas, constructoras.
Radiaciones ionizantes (ej. rayos X y g)	Infertilidad, aborto, defectos al nacer, bajo peso al nacer, desórdenes en el desarrollo, cánceres en la infancia.	Sanitarias, dentistas, y trabajadoras del sector nuclear
Carga física de trabajo (ej. levantamientos de cargas pesadas, permanecer mucho tiempo de pie)	Abortos tardíos, parto prematuro.	Varios tipos de trabajadoras.

Tabla 11: Agentes físicos y químicos presentes en el lugar de trabajo y que son peligrosos para la reproducción femenina

AGENTE	EFFECTOS OBSERVADOS	TRABAJADORAS POTENCIALMENTE EXPUESTAS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Citomegalovirus (CMV)	Defectos en el nacimiento, bajo peso al nacer, desórdenes del desarrollo	Sanitarias, trabajadoras en contacto con jóvenes y niños	Buenas prácticas higiénicas tales como lavarse las manos
Virus de la hepatitis B	Bajo peso al nacer	Sanitarias	Vacunación
Virus del SIDA (HIV)	Bajo peso al nacer, cáncer en la infancia	Sanitarias	Precauciones de práctica universal.
Parvovirus humano B19	Aborto	Sanitarias, trabajadoras en contacto con jóvenes y niños.	Buenas prácticas higiénicas tales como lavarse las manos.
Rubéola	Defectos al nacer, bajo peso al nacer	Sanitarias, trabajadoras en contacto con jóvenes y niños	Vacunación antes del embarazo, sino antes de la inmunidad
Toxoplasmosis	Aborto, defectos al nacer, desórdenes del desarrollo	Sanitarias, veterinarias	Buenas prácticas higiénicas tales como lavarse las manos.
Varicela	Defectos al nacer, bajo peso al nacer	Sanitarias, trabajadoras en contacto con jóvenes y niños	Vacunación antes del embarazo sino antes de la inmunidad.

Tabla 12: Agentes biológicos presentes en el lugar de trabajo causantes de enfermedades y que son peligrosos para la reproducción femenina.

Respecto a los agentes biológicos, cabe señalar que las trabajadoras con inmunidad por vacunación o por haber sufrido infecciones previas no se consideran generalmente personal de riesgo de enfermedades tales como hepatitis B, parvovirus humano 1319, rubéola o varicela. Pero las embarazadas sin inmunidad previa deben evitar todo contacto con niños o adultos infectados. En ningún caso deben obviarse las buenas prácticas higiénicas y las precauciones de tipo universal tales como llevar guantes y disponer de un sistema seguro de eliminación de agujas.

Criterios generales de clasificación y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos para la reproducción (RD 363/95).

Categoría 1.

Sustancias de las que se sabe que perjudican la fertilidad de los seres humanos.

Se dispone de pruebas suficientes para establecer una relación entre la exposición de los seres humanos a la sustancia y los problemas de fertilidad. Clasificación: T; R 60: Puede perjudicar la fertilidad.

Sustancias de las que se sabe producen toxicidad para el desarrollo de seres humanos.

Se dispone de pruebas suficientes para establecer una relación entre la exposición de los seres humanos a la sustancia y la aparición posterior de efectos tóxicos para el desarrollo de la descendencia. Clasificación: T; R 61: Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.

Categoría 2.

Sustancias que deben considerarse como perjudiciales para la fertilidad de los seres humanos.

Se dispone de elementos suficientes para suponer firmemente que la exposición de los seres humanos a la sustancia puede producir problemas para la fertilidad, a partir de pruebas claras de estudios con animales de problemas para la fertilidad en ausencia de efectos tóxicos, o bien pruebas de problemas para la fertilidad que se presenta aproximadamente a los mismos niveles de dosis que otros efectos tóxicos pero no pueden considerarse como consecuencia inespecífica de los otros efectos tóxicos. Clasificación: T; R60: Puede perjudicar la fertilidad.

Sustancias que deben considerarse como tóxicos para el desarrollo de los seres humanos.

Se dispone de elementos suficientes para suponer firmemente que la exposición de seres humanos a la sustancia puede producir toxicidad para el desarrollo, generalmente a partir de resultados claros en estudios con animales adecuados en que se hayan observado efectos en ausencia de signos de toxicidad marcada para la madre, o a los mismos niveles de dosis aproximadamente que otros efectos tóxicos, pero sin que se trate de una consecuencia secundaria inespecífica de los otros efectos tóxicos. Clasificación: T; R 61: Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.

Categoría 3.

Sustancias preocupantes para la fertilidad humana.

Esta preocupación se basa generalmente en resultados en estudios con animales adecuados que proporcionan pruebas suficientes para suponer firmemente la presencia de problemas para la fertilidad en ausencia de efectos tóxicos, o bien pruebas de problemas para la fertilidad presentes a, aproximadamente, los mismos niveles de dosis que otros efectos tóxicos, pero sin que las pruebas sean suficientes para clasificar la sustancia en categoría 2. Clasificación: Xn; R 62: Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.

Sustancias preocupantes para los seres humanos por sus posibles efectos tóxicos para el desarrollo.

Esta preocupación se basa generalmente en resultados de estudios con animales adecuados que proporcionan pruebas suficientes para suponer firmemente la presencia de toxicidad para el desarrollo en ausencia de signos de toxicidad marcada para la madre, o bien a, aproximadamente, los mismos niveles de dosis que otros efectos tóxicos, y sin que las pruebas sean suficientes para clasificar la sustancia en la categoría 2. Clasificación: Xn; R63: Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.

Observaciones relativas a la clasificación de las sustancias tóxicas para la reproducción.

La toxicidad para la reproducción incluye el deterioro de la función o capacidad reproductora masculina y femenina, así como la inducción de efectos nocivos no hereditarios en la descendencia. Así pues, estos efectos pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- 1.Efectos sobre la fertilidad masculina o femenina, donde se incluyen los efectos negativos sobre la libido, comportamiento sexual, cualquier aspecto de la espermatogénesis u ovogénesis, o sobre la actividad hormonal o la respuesta fisiológica que pueden interferir con la capacidad de fertilizar, el propio proceso de fertilización o el desarrollo del huevo fecundado hasta la fase de implantación, con inclusión de esta última.
- 2.Toxicidad del desarrollo, en un sentido más amplio para incluir cualquier efecto que interfiera con el desarrollo normal, tanto antes como después del nacimiento. Aquí se incluyen los efectos inducidos o manifestados en época prenatal así como los que se manifiestan tras el nacimiento. Se incluyen efectos tóxicos sobre el feto o embrión como disminución del peso corporal, retraso del crecimiento y del desarrollo, toxicidad para los órganos, muerte, aborto, defectos estructurales (efectos teratogénicos), defectos funcionales, defectos peripostnatales, y problemas de desarrollo físico o mental tras el nacimiento hasta la fase de desarrollo de la pubertad normal, con inclusión de esta.

Efectos durante la lactancia.

Sustancias y preparados absorbidos por mujeres y que pueden interferir en la lactancia o que pueden estar presentes (incluidos sus metabolitos) en la leche materna en cantidades suficientes para afectar a la salud del lactante. Se les asigna la frase R64: Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.

En relación con la clasificación, los efectos tóxicos sobre la descendencia que procedan exclusivamente de la exposición a través de la leche materna, o los efectos tóxicos derivados de la exposición directa de los niños, no se considerarán "tóxicos para la reproducción", salvo que tales efectos produzcan un deterioro en el desarrollo de la descendencia. La frase R64 también puede ser adecuada para sustancias que afectan a la cantidad y calidad de la leche. Las sustancias que se acumulen en el organismo y que puedan pasar posteriormente a la leche durante la lactancia podrán etiquetarse con R 33 Peligro de efectos acumulativos y R 64.

Medidas preventivas.

Las mujeres que están planificando quedarse embarazadas, las que lo están y las que acaban de tener un hijo deben tener especial cuidado con la exposición a las sustancias peligrosas para la reproducción. Téngase en cuenta también que las sustancias del lugar del trabajo que afectan a las mujeres trabajadoras y sus embarazos, pueden afectar también a sus familias. Las trabajadoras (y los trabajadores, por supuesto), pueden llevar a su casa las sustancias peligrosas que pueden afectar a la salud de otros miembros de su familia, tanto adultos como niños; ropa contaminada por plomo sería un ejemplo en este sentido.

Aspectos legales.

Independientemente de lo tratado en otras normativas específicas, en los artículos. 25 y 26 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, fruto de la transposición a la normativa española de la Directiva 92/85/ CEE, se dice lo siguiente:

"Artículo 26. Protección a la maternidad"

1. La evaluación de los riesgos a que se refiere el artículo 16 de la presente Ley deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, en cualquier actividad susceptible de presentar un riesgo específico. Si los resultados de la evaluación revelasen un riesgo para la seguridad y la salud o una posible repercusión sobre el embarazo o la lactancia de las citadas trabajadoras, el empresario adoptará las medidas necesarias para evitar la exposición

a dicho riesgo, a través de una adaptación de las condiciones o del tiempo de trabajo de la trabajadora afectada. Dichas medidas incluirán, cuando resulte necesario, la no realización de trabajo nocturno o de trabajo a turnos.

2. Cuando la adaptación de las condiciones o del tiempo de trabajo no resultase posible o, a pesar de tal adaptación, las condiciones de un puesto de trabajo pudieran influir negativamente en la salud de la trabajadora embarazada o del feto, y así lo certifique el médico que en el régimen de la Seguridad Social aplicable asista facultativamente a la trabajadora, ésta deberá desempeñar un puesto de trabajo o función diferente y compatible con su estado. El empresario deberá determinar, previa consulta con los representantes de los trabajadores, la relación de los puestos de trabajo exentos de riesgos a estos efectos.
3. Lo dispuesto en los anteriores números de este artículo será también de aplicación durante el período de lactancia, si las condiciones de trabajo pudieran influir negativamente en la salud de la mujer o del hijo y así lo certificase el médico que, en el régimen de Seguridad Social aplicable, asista facultativamente a la trabajadora.

"Artículo 25. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos."

2. Igualmente, el empresario deberá tener en cuenta en las evaluaciones los factores de riesgo que puedan incidir en la función de procreación de los trabajadores y trabajadoras, en particular por la exposición a agentes físicos, químicos y biológicos que puedan ejercer efectos mutagénicos o de toxicidad para la procreación, tanto en los aspectos de la fertilidad, como del desarrollo de la descendencia, con objeto de adoptar las medidas preventivas necesarias."

No observar las normas específicas en materia de protección de la seguridad y la salud de las trabajadoras durante los períodos de embarazo y lactancia se considera como infracción muy grave (art. 48.1)."

Respecto a lo indicado en el artículo 26 apartado 3, en el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social, (RD 1/1994, de 20 de julio), modificado por la Ley 39/1999 de 5 de noviembre, para promover la conciliación de la vida familiar y laboral de las personas trabajadoras, en su capítulo IV, Riesgo durante el embarazo, art. 134 Situación protegida, se indica que "a los efectos de prestación económica por riesgo durante el embarazo, se considera situación protegida el periodo de suspensión del contrato de trabajo en los supuestos en que, debiendo la mujer trabajadora cambiar de puesto de trabajo por otro compatible con su estado... ...dicho cambio de puesto no resulte técnica u objetivamente posible, o no pueda razonablemente exigirse por motivos justificados". El artículo siguiente, 135. Prestación económica, establece el mecanismo para la concesión de la prestación económica por riesgo

durante el embarazo de la trabajadora como incapacidad laboral derivada de enfermedad común.

También el Reglamento de los Servicios de Prevención (RD 39/1997) incide en el tema en el artículo 37 Funciones del técnico de prevención nivel superior, punto g, donde dice: "El personal sanitario del servicio de prevención estudiará y valorará, especialmente, los riesgos que puedan afectar a las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, y propondrá las medidas preventivas adecuadas."

Recomendaciones

Dado que no se dispone de información completa y actualizada sobre los posibles efectos peligrosos de la mayoría de productos químicos sobre la reproducción y la lactancia, deben aplicarse de modo general las recomendaciones siguientes:

- Almacenar los productos químicos de manera adecuada evitando toda emisión.
- Lavarse las manos después del contacto con sustancias peligrosas y antes de comer, beber o fumar.
- Evitar el contacto de la piel con los productos químicos.
- Si los productos químicos entran en contacto con la piel, seguir las instrucciones de la ficha de datos de seguridad (FDS) para el lavado. El empresario debe disponer de las FDS de todos los materiales peligrosos usados en el trabajo y suministrarlas, a petición de las trabajadoras.
- Revisar todas las FDS para familiarizarse con cualquier peligro para la reproducción existente en el trabajo. Si existe preocupación o dudas al respecto, consultar con el Servicio de Prevención o el médico de la empresa.
- Participar en todas las actividades de información y formación
- Conocer los procedimientos seguros de trabajo y las medidas de protección colectiva
- Cuando esté justificado, usar equipos de protección personal (guantes, mascarillas y ropa de protección personal) para reducir la exposición a las sustancias peligrosas.
- Prevenir la contaminación de los hogares y familia con las siguientes actuaciones:
 - Quitarse la ropa contaminada y lavarse cuidadosamente antes de salir del trabajo.
 - Guardar la ropa de calle separadamente de la de trabajo para prevenir la contaminación.
 - El lavado de la ropa de trabajo debe llevarse a cabo siempre a cuenta de la empresa. En aquellos casos en que estuviera justificado no hacerlo así, lavar la ropa separadamente de la doméstica.
 - Evitar llevar a casa ropa contaminada u otros objetos. Si la ropa de trabajo debe ser llevada a casa, transportarla en una bolsa de plástico hermética.

RESUMEN:

FASE DE LA REPRODUCCIÓN	SEXO	ALTERACIONES
<p>PRECONCEPCIÓN (acción sobre las células germinales –espermatozoides y óvulos-)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ ESTERILIDAD. ▪ ALTERACIONES CROMOSÓMICAS: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aborto. ○ Muerte intrauterina. ○ Malformación congénita.
<p>EMBARAZO</p>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ ABORTO ▪ MUERTE INTRAUTERINA. ▪ MALFORMACIÓN CONGÉNITA. ▪ BAJO PESO. ▪ MORTALIDAD PERINATAL. ▪ ENFERMEDADES INFANTILES.
<p>LACTANCIA</p>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ RIESGO TÓXICO NEONATO.

CAPÍTULO 5: RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO CON LÍQUIDOS CRIOGÉNICOS.

Hay once gases básicos que pueden licuarse a temperaturas inferiores a -100°C , de los cuales los más comunes son el argón, helio, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno. Así mismo, hay también que citar al CO_2 , cuya temperatura de ebullición a presión atmosférica es de -78°C .

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	He	H	N	Ar	O
Temperatura de ebullición a 1 atm. en $^{\circ}\text{C}$	-269	-253	-196	-186	-183
Densidad del líquido a 1 atm en kg/l	0.125	0.071	0.808	1.40	1.142
Densidad del gas a 15°C y 1 atm en kg/m^3	0.167	0.084	1.17	1.67	1.34
Densidad relativa respecto al aire a 15°C y 1 atm	0.136	0.068	0.95	1.36	1.09
Volumen del gas obtenido de 1 l de líquido a 15°C y 1 atm	749	842	691	836	854

Tabla 13: Propiedades de los principales líquidos criogénicos.

En la utilización de gases licuados a baja temperatura hay que distinguir entre dos grupos de riesgos claramente diferenciados: los derivados de las características físico- químicas de cada gas y un segundo grupo derivado de la baja temperatura de utilización lo que se traduce en lo siguiente:

- Quemaduras por contacto directo con el gas licuado o sus vapores a baja temperatura, que pueden tener origen en escapes, proyecciones o ebullición del gas. Las quemaduras que se producen tienen efectos semejantes a las producidas por el calor, si bien presentan una apariencia poco espectacular y poco inquietante al principio, ya que los tejidos helados son poco dolorosos, presentando un aspecto amarillento. Cuando posteriormente se deshuelan se vuelven muy dolorosos y propensos a la infección. Las quemaduras que se producen tienen una gravedad que depende de la temperatura y del tiempo de exposición. Por otra parte, el gas licuado tiene tendencia a infiltrarse bajo los vestidos, y al acumularse en ellos, aumenta el tiempo de contacto con la piel, extendiéndose la superficie quemada.
- Quemaduras por contacto con equipos, canalizaciones, etc., en los que es corriente que se forme hielo, y que si bien en la superficie puede tener una temperatura próxima a 0°C , a medida que se profundiza, desciende notablemente. Si por alguna circunstancia se desprende la capa superficial y se produce el contacto directo de alguna parte del cuerpo con la capa al descubierto, las quemaduras que se producen son graves.
- Lesiones pulmonares al respirar gas muy frío procedente de la vaporización del gas licuado.

- Fragilización de los materiales. Al contacto con el gas a muy baja temperatura, el acero dulce, aluminio, hormigón, sufren una fragilización, disminuyendo considerablemente su resistencia, con el peligro de rotura o desmoronamiento.
- Los escapes de gases licuados a baja temperatura hacen condensar el vapor de agua que se encuentra en el aire, dando lugar a la formación de una nube densa, muy fría y pesada, que se estanca en las proximidades del suelo.
- La vaporización de un gas licuado ocasiona un gran volumen de gas desplazando el aire y ocasionando riesgo de asfixia.

La utilización segura de gases licuados a baja temperatura requiere conocer y aprovechar sus características específicas, y en particular se ha de tener en cuenta lo siguiente:

Utilizar exclusivamente recipientes concebidos e identificados para el gas que se este utilizando; estos recipientes pueden variar según sea la utilización desde pequeñas unidades tipo Dewar a depósitos especiales de almacenaje con vaporizador.

Dado que en condiciones ambientales los gases licuados se encuentran en ebullición, al rellenar recipientes abiertos que se encuentran a dicha temperatura, se utilizaran prendas de protección adecuada para cara y manos, las cuales consistirán en pantallas faciales y guantes criogénicos respectivamente.

Estas consideraciones deberán tenerse también en cuenta cuando la aplicación del gas licuado implique el sumergir piezas, objetos, etc., en ellos, y que se encuentre a la temperatura ambiental.

Como medida genérica en toda instalación que implique contacto con gas licuado a baja temperatura, se utilizará protección personal y ropa adecuada. Esta última será de fibra natural y estará seca y limpia de grasa, téngase en cuenta que si el gas es por ejemplo oxígeno, y entra en contacto con grasa, esta puede entrar espontáneamente en combustión.

En ningún caso se utilizará ropa ceñida, al objeto de poder quitarse rápidamente en el caso de ser alcanzado por el líquido.

Se prohibirá expresamente el uso de ropa con bolsillos abiertos, mangas remangadas o pantalones con dobleces, por ser lugares donde puede quedar retenido fácilmente el líquido.

En toda instalación que utilice gas licuado a baja temperatura, se evitará la posibilidad que el mismo quede atrapado entre dos válvulas de la instalación, para lo cual se deberá disponer dispositivos de descarga de presión. Aun con el mejor aislamiento estos gases acaban vaporizándose y por lo tanto generando elevadas presiones en los elementos que lo contengan, por ejemplo tuberías, con el consiguiente riesgo de explosión.

Los recipientes, tuberías, etc., que deban contener gases licuados a baja temperatura, estarán exentos de humedad al introducirse en ellos el gas, ya que su baja temperatura ocasionaría la formación de hielo y el consiguiente riesgo de mal funcionamiento de elementos tales como manómetros, válvulas de seguridad, etc.

Se debe dar particular importancia a la contracción que presentan todos los materiales al descender su temperatura, y que depende no solamente de esta última, sino de las características de cada material. El empleo de materiales con distintos coeficientes de dilatación puede hacer que se produzcan roturas, fugas, etc., en elementos tales como bridas, acoplamientos, conexiones roscadas, etc.

Todas las personas que deban de trabajar con estos gases deberán ser formados e informados adecuadamente, así como asegurarse de que poseen el suficiente adiestramiento.

Los líquidos criogénicos se encuentran a temperaturas muy bajas (nitrógeno líquido a -196°C), esto puede provocar la congelación de los tejidos humanos (ojo, piel), la fragilización de los aceros y el endurecimiento de los plásticos.

El elevado índice de expansión líquido-gas (unas 800 veces) puede crear un aumento de presión (efecto "Quench").

Tener disponibles todas y cada una de las Fichas Internacionales de Seguridad Química correspondientes a los gases empleados en el laboratorio, además de las restantes correspondientes a todos los productos químicos utilizados.

Actuaciones en caso de contacto con líquido criogénico:

Si en una instalación de gas licuado a baja temperatura se observa la formación de una nube densa en la proximidad del suelo, se deberá sospechar de la existencia de un escape de gas, ya que la mezcla del gas con el aire condensa la humedad atmosférica. Téngase en cuenta que en muchas ocasiones la formación de dicha nube es el primer síntoma de un escape.

Si la fuga es muy extensa restará visibilidad, además de modificar la composición de la atmósfera y ser fría; jamás penetrar en dicha niebla y estar al tanto de su evolución. Solamente personas adiestradas y con equipos adecuados, podrán actuar en dicha nube en el cumplimiento de un Plan de Emergencia previamente establecido.

Cuando se ha producido un escape de gas en las proximidades de sótanos, semisótanos, pozos, etc., una vez eliminado el escape, se deberá contar con la posibilidad que el gas se haya quedado retenido en esos lugares y modificado la atmósfera o desplazado el aire, por lo que antes de entrar en ellos se deberá comprobar la misma, mediante mediciones oportunas.

Cuando se trate de hidrógeno licuado, se utilizará calzado antielectricidad estática.

Si como consecuencia de un escape de gas se viesen afectados los neumáticos de un vehículo, no se deberá tratar de moverlo, se esperara que alcancen la temperatura ambiente, comprobándose su estado.

A continuación se indican los primeros auxilios que se deben proporcionar a una persona que ha entrado en contacto con gas licuado, aunque se ha de tener en cuenta que serán los criterios de la atención médica los que prevalecerán en todo momento.

- **Se aflojarán** las prendas de vestir y los sectores de la piel que han sido afectados se rociarán con abundante agua templada. **Jamás** se utilizará agua caliente o cualquier otra forma de calor directo, ya que temperaturas superiores a 42°C causarían quemaduras adicionales. Por otra parte hay que tener en cuenta que los vestidos han podido quedar adheridos a la piel debido a la congelación de la humedad, por lo que tratar de quitarlos tirando, vendría a agravar las lesiones.
- Si debido a la exposición a la baja temperatura, la temperatura de todo el cuerpo ha descendido, será necesario **calentar al accidentado**, siendo deseable el sumergirlo en un baño de agua a una temperatura comprendida entre 40 y 42°C, y mantenerla como mínimo a 40°C para que el calentamiento se efectúe lo más rápidamente posible. Esta operación se deberá efectuar bajo control médico, por lo que si se está en espera de su presencia, se llevará al accidentado a una habitación con una temperatura de unos 22°C y se le tapaná con mantas de lana.
- Se dispondrá el **traslado del accidentado** a un centro hospitalario adecuado, que disponga de Unidad de Quemados.

CAPÍTULO 6: LISTADO DE ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO.

Para facilitar la puesta en conformidad del almacén de gases mediante un Organismo de Control Autorizado, a continuación se relacionan todas las OCA's certificadas para expedir declaraciones de conformidad del almacén de productos químicos:

1. **ECA, ENTIDAD COLABORADORA DE LA ADMINISTRACIÓN, S.A.**
C/Avda. Tibidabo, 30. 08022 Barcelona
Tlfno: 93/253.03.30 Fax: 93/253.03.29
2. **NOVOTEC CONSULTORES, S.A.**
C/ Arturo Soria, 343.28033 Madrid
Tlfno: 91/768.41.00 Fax: 91/768.41.20
4. **NORCONTROL, S.A. (acredita todas las ITC's)**
Ctra. Nacional VI, Km. 582 15168 SADA (La Coruña)
Tlfno: 981/014.500 Fax: 981/014.55.
5. **ATISAE, Asistencia Técnica Industrial, S.A.E.**
San Telmo, 28 28016 Madrid
Tlfno: 91/359.65.61 Fax: 91/359.56.46
6. **EUROCONTROL, S.A.**
C/ Zurbano, 48 28010 Madrid
Tlfno: 91/702.78.50 Fax: 91/319.42.66
7. **INSPECCIÓN Y GARANTÍA DE CALIDAD, S.A. (I.G.C.)**
Vía de las Dos Castillas, 33 28224 Pozuelo de Alarcón (Madrid)
Tlfno: 91/352.16.46 Fax: 91/352.18.08
8. **SGS TECNOS, S.A.**
Trespaderme, 29 Edif. Barajas 1 28042 Madrid
Tlfno: 91/313.80.00 Fax: 91/313.80.90
9. **GRUPO ITEVELESA, S.A.**
Ctra. N-VI Km. 20,400 28230 Las Rozas (Madrid)
Tlfno: 91/636.34.80 Fax: 91/636.16.62
10. **CUALICONTROL-ACI, S.A.**
C/ Caleruega, 67 Edif. Pinar II 28033 Madrid
Tlfno: 91/766.31.33 Fax: 91/767.17.99
11. **ICICT, S.A.**
Parque de Negocios "Mas Blau", Edif. Océano
C/ Garrotxa, 10-12
08820 El Prat de Llobregat Barcelona
Tlfno: 93/478.11.31 Fax: 93/478.07.68
13. **BUREAU VERITAS ESPAÑOL, S.A.**
C/ Francisca Delgado, 11. Pol Ind. Arroyo de la Vega. 28109 Alcobendas (Madrid)
Tlfno: 91/270.22.00 Fax: 91/270.22.76
15. **WEZOL, S.L.**
Sangróniz Torretxu Bidea, 7 48180 Loiu (Vizcaya)
Tlfno: 94/471.02.85 Fax: 94/471.04.08
20. **INGENIERÍA Y TÉCNICAS DE CALIDAD, S.L. (INTECA).**
Polígono Aurrerá- Manzana 1-nº 63-1ª Planta 48510 Trapagarán (Vizcaya)
Tlfno: 94/472.34.10 Fax: 94/472.40.60

Complementando la información anterior se incluye la siguiente tabla indicando cuales de las OCA's anteriores también están acreditadas para certificar las siguientes instalaciones: equipos de trabajo (marcado CE), instalaciones de protección contra incendios, aparatos a presión, instalaciones eléctricas y aparatos de elevación y manutención.

INSTALACIÓN	ORGANISMO DE CONTROL AUTORIZADO (OCA)													
	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	13	15	20	
Productos químicos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Equipos de trabajo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Protección contra incendios	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Instalaciones eléctricas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aparatos a presión	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Como se puede comprobar las únicas OCA's que dan conformidad todas las instalaciones anteriores son ECA (1), NOVOTEC (2), EUROCONTROL (6), I.G.C. (7), ITEVELESA (9) y CUALICONTROL (10).

CAPÍTULO 7: SEÑALIZACIÓN EN LOCALES DONDE SE EMPLEAN GASES.

La figura 18 presenta un ejemplo de una tubería por la que circula un fluido que se quiere identificar como un gas inflamable, álcali y corrosivo. Para ello se emplean las señales triangulares de advertencia correspondientes a inflamable y corrosivo. Además se complementa tal señalización con la aplicación de la norma DIN 2403 referente a señalización de tubería (tablas 26 y 27) con un anillo amarillo junto a otro violeta para indicar la naturaleza de gas y álcali respectivamente. El sentido de circulación del fluido esta indicado por las flechas. Dicha norma DIN se correlaciona en parte con la norma española UNE 1063, ver tabla 27.

Color	Coordenadas cromáticas		Factor de Luminancia
	x	y	
Verde	0,273	0,399	9,2
Rojo	0,602	0,324	7,5
Azul	0,190	0,185	8,1
Amarillo	0,480	0,481	60,6
Negro	0,293	0,307	3,8
Blanco	0,310	0,320	84,4
Gris	0,314	0,328	28,7
Marrón	0,389	0,362	13,5
Naranja	0,577	0,383	19,0
Violeta	0,333	0,237	13,8

Tabla 14: Coordenadas de colores de tuberías según DIN 2403

Fluido	Color básico	Estado fluido	Color complementario
ACEITES	Marrón	Gas-oil	Amarillo
		De alquitrán	Negro
		Bencina	Rojo
		Benzol	Blanco
*ÁCIDO	Naranja	Concentrado	Rojo
AIRE	Azul	Caliente	Blanco
		Comprimido	Rojo
		Polvo carbón	Negro
AGUA	Verde	Potable	Verde
		Caliente	Blanco
		Condensada	Amarillo
		A presión	Rojo
		Salada	Naranja
		Uso industrial	Negro
		Residual	Negro + Negro
ALQUITRAN	Negro		
BASES	Violeta	Concentrado	Rojo
GAS	Amarillo	Depurado	Amarillo
		Bruto	Negro
		Pobre	Azul
		Alumbrado	Rojo
		De agua	Verde
		De aceite	Marrón
		Acetileno*	Blanco + Blanco
		Ácido carbónico*	Negro + Negro
		Oxígeno*	Azul + Azul
		Hidrógeno*	Rojo + Rojo
		Nitrógeno*	Verde + Verde
		Amoniaco*	Violeta + Violeta
		VACIO	Gris
VAPOR	Rojo	De alta	Blanco
		De escape	Verde

Tabla 15: Color identificativo de tuberías según DIN2403. Con asterisco los productos difieren de la UNE-1063

CLASIFICACIÓN			
Fluido	Color básico	Nº del Grupo	Subdivisión primaria
Vapor	Rojo fuerte	2	2,0 Vapor a presión
			2,1 Vapor saturado
			2,2 Vapor recalentado
			2,3 Vapor expan. (vapor de contrapresión)
			2,4 Vapor sobresaturado
			2,5 Vapor distendido
			2,6 Vapor de circulación
			2,7
			2,8
			2,9 Vapor de escape
Aire	Azul moderado	3	3,0 Aire fresco
			3,1 Aire comprimido
			3,2 Aire recalentado
			3,3 Aire acondicionado
			3,4
			3,5 Aire enrarecido
			3,6 Aire de circulación
			3,7 Aire transportado
			3,8
			3,9 Aire de escape
Gases para alumbrado	Amarillo vivo	4	4,0 Gas de hulla I
			4,1 Acetileno
			4,2 Metano
			4,3 Butano I
			4,4 Otros gases
Líquidos y gases químicos	Gris medio	5,1	5,11 Ácido sulfúrico
			5,12 Ácido clorhídrico
			5,13 Ácido nítrico
			5,14 Otros ácidos minerales
			5,15 Ácidos orgánicos
			5,16 Sosa cáustica
			5,17 Agua amoniacal
			5,18 Otras lejías
			5,19 Residuos
		5,2	5,21 Nitrógeno
			5,22 Oxígeno
			5,23 Hidrógeno
			5,24 Otros gases
			5,25 Gas de escape

DIRECCIÓN OPCIONAL

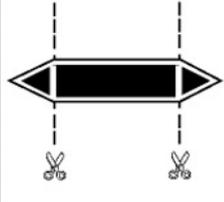


Tabla 16: Color identificativo de tuberías según UNE 1063.



Figura 18: Tubería con fluido identificado según DIN 2403 como gas alcali y paneles de inflamable y corrosivo.

Si se considera el caso representado en la figura 19, en la que se puede ver una batería de tuberías por las que circulan fluidos de distintas características, se podría optar por aplicar la norma UNE 1063, según la cual, se pintarían completamente de color amarillo las tuberías que conducen gas natural, de color azul las tuberías que conducen aire de instrumentación y de color verde las que conducen agua desmineralizada. Siguiendo esta misma norma, se ve en la figura cómo se indica la dirección de circulación de fluidos en cada tubería. Para identificar cada uno de los tres fluidos, se podrían etiquetar las tuberías con el nombre correspondiente y además como de los tres fluidos citados solamente el gas natural es sustancia peligrosa se optaría por fijar o pintar en dicha tubería la señal de advertencia de material inflamable.

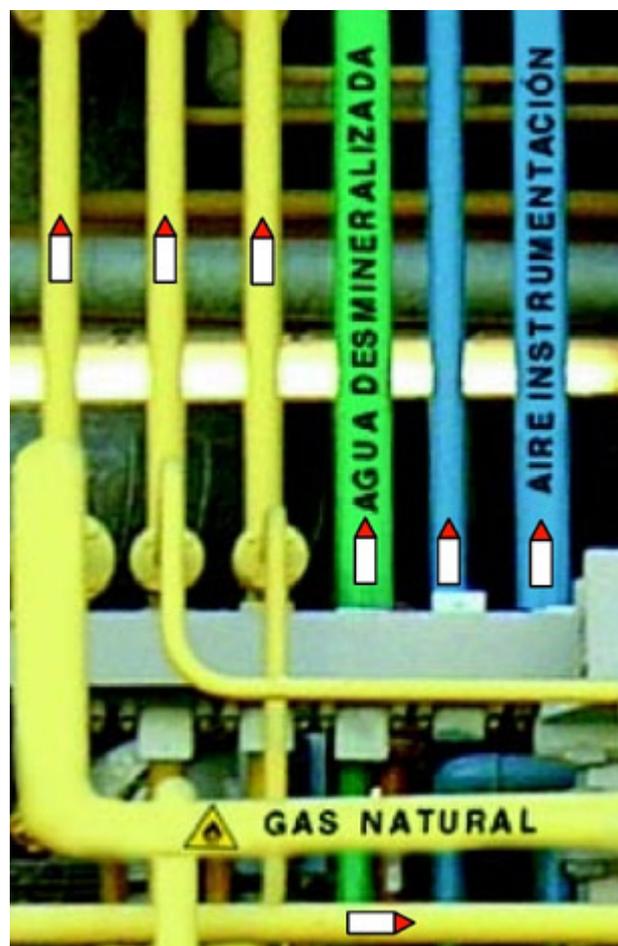


Figura 19: Batería de tuberías pintadas según norma UNE 1063 y señal panel de material inflamable.

Señalización de los lugares de trabajo.

Cuando las instalaciones de gases se encuentren en el interior de laboratorios y talleres:

Según la peligrosidad de los gases presentes, y de acuerdo con la HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (FISQ ó MSDS) de una sustancia química, se debe emplazar la siguiente señalización:

			
Siempre que haya una instalación de gases...	Siempre: es un riesgo inherente a recipientes a presión.	Para aquellos gases que sean comburentes.	Para aquellos gases que sean inflamables.
			
Para gases inertes	Para gases tóxicos	Para gases corrosivos	Para gases que sean inflamables espontáneamente

Figura 23

Cuando las instalaciones de gases se encuentren en casetas de gases en el exterior del edificio:

Del mismo modo que encontramos gases en el interior de los laboratorios y talleres, encontraremos gases en casetas emplazadas por lo general en zonas externas a edificaciones. Aplicando idénticos criterios a los expuestos para los laboratorios, según la peligrosidad de los gases emplazados en las casetas, y de acuerdo con la HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD de los mismos se deberá emplazar la siguiente señalización a una altura no superior a 1,70 m. preferiblemente (esta señalización es muy importante ya que constituye una fuente de información esencial para los diferentes equipos y medios de apoyo que interviniesen en caso de emergencias):

 <p>PROHIBIDO FUMAR</p>	 <p>RIESGO DE EXPLOSION</p>	 <p>PELIGRO MATERIAL COMBURENTE</p>	 <p>RIESGO DE INCENDIO</p>
<p>Siempre que haya una instalación de gases...</p>	<p>Siempre: es un riesgo inherente a recipientes a presión.</p>	<p>Para aquellos gases que sean comburentes.</p>	<p>Para aquellos gases que sean inflamables.</p>
 <p>ALTO ACCESIBLE SOLO A PERSONAL AUTORIZADO</p>	 <p>PELIGRO PRODUCTOS TOXICOS</p>	 <p>PELIGRO GASES CORROSIVOS</p>	 <p>GASES INFLAMABLES ESPONTÁNEAMENTE</p>
<p>Siempre que haya una instalación de gases...</p>	<p>Para gases tóxicos</p>	<p>Para gases corrosivos</p>	<p>Para gases que sean inflamables espontáneamente</p>
 <p>RIESGO DE ASFIXIA GAS INERTE</p>			
<p>Para gases inertes</p>			

Figura 24

Las dimensiones de estas señales serán las más aproximadas a:

- Ancho: 250 mm.
- Alto: 350 mm.
- Material: metálico

Y ADICIONALMENTE: en la puerta de entrada al interior de la caseta de gases se colocará el siguiente tipo de señalización (parte superior de la puerta); por ejemplo:

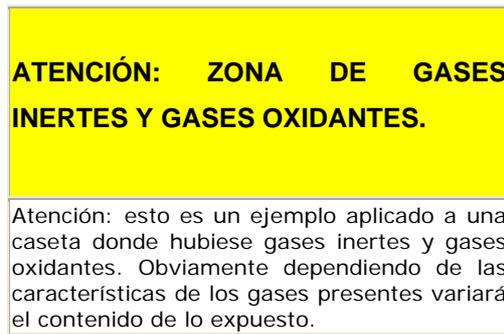


Figura 25

Este letrero tendrá fondo amarillo, con letras negras y borde color negro. Las letras deberán ser mayúsculas, de dimensiones aproximadas: altura 35 mm, anchura en proporción a la altura. El material resistirá la exposición a la intemperie (metálico, preferiblemente).

CAPÍTULO 8: RECOMENDACIONES ERGONÓMICAS PARA EL TRABAJO CON PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE DATOS.

1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se proporcionan conocimientos básicos para prevenir los riesgos para la salud o bienestar de las personas que utilizan habitualmente pantallas de visualización. Para ello, se muestra cómo realizar el trabajo en condiciones ergonómicamente correctas y se informa de los aspectos normativos que afectan al trabajador de forma más directa.

2. UNA CUESTIÓN PREVIA.

El término "pantalla de visualización" se refiere a cualquier pantalla alfanumérica o gráfica, es decir, capaz de representar texto, números o gráficos, independientemente del método de presentación utilizado.

Las pantallas más habituales en el ámbito laboral son las que forman parte de un equipo informático. Dentro de éstas, las más difundidas son las pantallas de "sobremesa" (basadas en la tecnología del tubo de rayos catódicos), pero también se dispone de varios tipos de "pantallas planas" basadas en diferentes tecnologías (cristal líquido, plasma, TFT, etc.) que se utilizan con mayor frecuencia en los ordenadores portátiles.

¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES RIESGOS PARA LA SALUD DEL USUARIO DE PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN?

Los principales problemas asociados al uso habitual de estos equipos son:

- Fatiga visual
- Trastornos musculoesqueléticos
- Fatiga mental

La mayoría de estos problemas pueden evitarse mediante un buen diseño del puesto, una correcta organización del trabajo y una información y formación adecuadas del usuario.

¿POR QUÉ SE PRESENTAN HABITUALMENTE ESTOS PROBLEMAS EN EL TRABAJO CON PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN?

1. Muchos de los problemas visuales suelen estar relacionados con las actuales limitaciones de las pantallas de visualización y/o la utilización incorrecta de las mismas. La presencia de reflejos y parpadeos molestos, unida a la pobre definición de la imagen se puede traducir en un rápido incremento de la fatiga visual, especialmente si la tarea conlleva la lectura frecuente de textos en la pantalla.

2. Los problemas musculoesqueléticos que aquejan a los usuarios de equipos con pantalla de visualización suelen estar asociados, entre otras cosas, al mantenimiento de posturas estáticas prolongadas (habituales en este tipo de puestos) unidas a la adopción de malas posturas. También pueden contribuir a la aparición de dichos problemas los movimientos repetitivos debidos al manejo habitual e intensivo del teclado y el "ratón".
3. Finalmente, la fatiga mental puede estar causada, entre otras cosas, por las dificultades de manejar con soltura las aplicaciones informáticas o programas de ordenador, así como por la excesiva presión de tiempos, ausencia de pausas y, en general, por deficiencias en la organización del trabajo.

¿QUÉ TIPO DE MEDIDAS PREVENTIVAS PUEDEN ADOPTARSE PARA PREVENIR DICHOS RIESGOS?

En general, se pueden clasificar en tres grupos:

1. Las medidas dirigidas a garantizar que todos los elementos del puesto satisfagan los requisitos de lo que se conoce como diseño ergonómico. Por ejemplo, utilización de pantallas de buena calidad, sistemas de iluminación que no produzcan reflejos ni deslumbramientos, programas informáticos de fácil manejo.
2. Las medidas dirigidas a garantizar formas correctas de organización del trabajo. Por ejemplo, la posibilidad de realizar pequeñas pausas periódicas para prevenir la fatiga y respetar el propio ritmo de trabajo sin apremios excesivos de tiempo.
3. Las medidas dirigidas a proporcionar una información y formación adecuadas a los usuarios de equipos con pantallas de visualización. Por ejemplo, facilitar la información necesaria para saber utilizar correctamente el equipo de trabajo y proporcionar una formación básica sobre los tipos de riesgo existentes y la forma de prevenirlos.

4. LA PREVENCIÓN DE LOS PROBLEMAS VISUALES.

¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES CAUSAS DE LA FATIGA VISUAL?

En los últimos años se han producido grandes avances en la fabricación de monitores de pantalla de visualización; a pesar de ello, la calidad obtenida en la representación de textos e imágenes en las pantallas más habituales continúa siendo bastante inferior a la que se logra en el papel impreso.

Esta escasa definición de la imagen, unida a la existencia de reflejos y parpadeos en las pantallas, produce fatiga visual con mayor rapidez que cuando la lectura se realiza sobre papel

impreso. Si la pantalla utilizada no es de buena calidad, estos problemas se incrementan rápidamente.

Por otro lado, si el sistema de iluminación no está bien acondicionado puede producir deslumbramientos al operador así como reflejos molestos en la pantalla, mesa u otras superficies reflectantes del entorno. De este modo contribuyen al incremento de la fatiga visual del usuario y a la aparición de molestias visuales.

¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES REQUISITOS DE DISEÑO ERGONÓMICO PARA EVITAR LOS PROBLEMAS VISUALES?

Hay que distinguir dos tipos de requisitos:

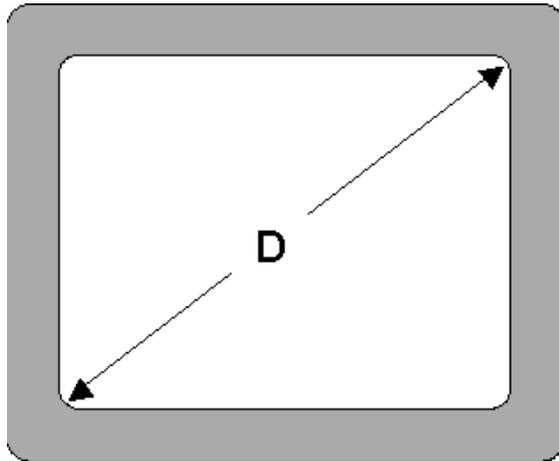
- a. Los que conciernen a la propia pantalla de visualización.
- b. Los referidos al sistema de iluminación y el entorno visual.

a) Los que conciernen a la propia pantalla de visualización.

La pantalla debe ser de buena calidad y apropiada al tipo de trabajo realizado. La "Guía técnica sobre pantallas de visualización", editada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, recomienda los siguientes requisitos mínimos en función del tipo de trabajo principal que se realice:

TRABAJO PRINCIPAL	TAMAÑO DE LA PANTALLA (DIAGONAL)	RESOLUCIÓN (Nº DE "PIXELES" ^(*))	FRECUENCIA DE IMAGEN
OFICINA	35 cm (14")	640 x 480	70 Hz
GRÁFICOS	42 cm (17")	800 x 600	70 Hz
PROYECTOS	50 cm (20")	1024 x 768	70 Hz

(*) "PIXELES".- elementos más pequeños de la pantalla, direccionables, que forman la trama de la imagen.



El tamaño de una pantalla se expresa por la longitud de la diagonal D (en centímetros o pulgadas)

Figura 20

El tamaño de los caracteres del texto.

Es importante que los caracteres de los textos representados en la pantalla tengan un tamaño que permita su fácil lectura. Lo mejor es que las aplicaciones informáticas utilizadas permitan ajustar el tamaño de los caracteres a las necesidades de cada usuario. El trabajador debe saber realizar este ajuste y habituarse a utilizarlo para conseguir el tamaño que le resulte más cómodo en cada caso.

En los programas informáticos que no dispongan de dicha posibilidad de ajuste, los caracteres deberían tener al menos una altura de 3 mm (para las distancias habituales de lectura en la pantalla, unos 50 cm).

Regulación del brillo y del contraste.

El trabajador debe saber ajustar con facilidad el brillo y el contraste de la pantalla. Los correspondientes controles deben permitirle encontrar los niveles más confortables y el usuario debería ajustarlos cada vez que cambien las condiciones de iluminación.

Polaridad positiva y polaridad negativa

En las pantallas de visualización se pueden representar los textos y gráficos de dos formas:

- Con polaridad positiva: caracteres o trazos oscuros sobre fondo brillante.
- Con polaridad negativa: caracteres o trazos brillantes sobre fondo oscuro.

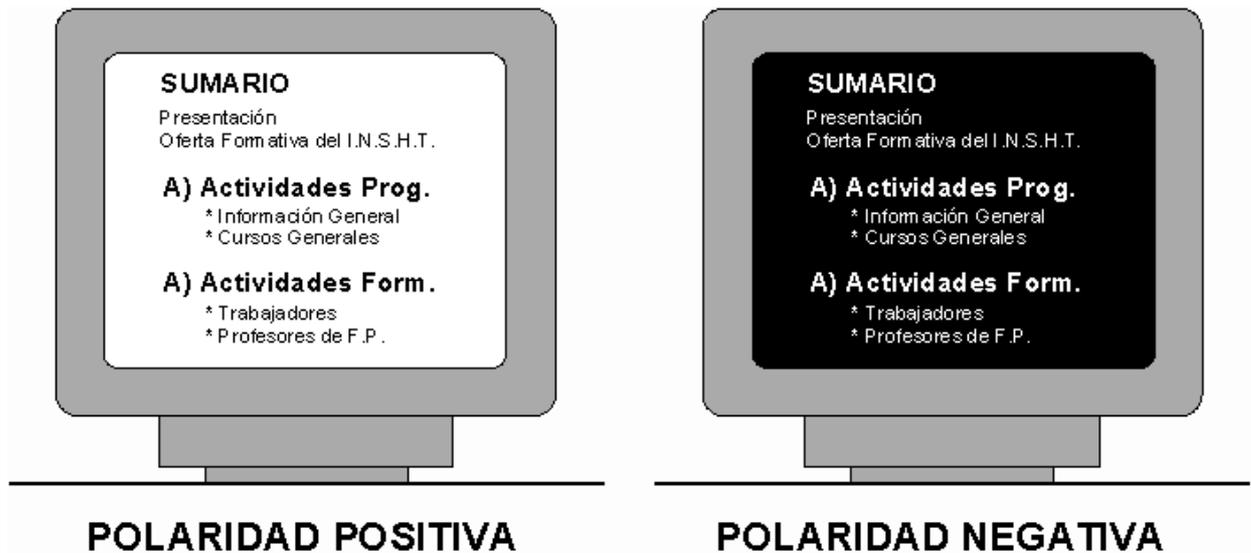


Figura 21

Ventajas e inconvenientes:

Con polaridad negativa el parpadeo de la pantalla es menos perceptible y la legibilidad de los textos es mejor para las personas que tienen menor agudeza visual. Con polaridad positiva los reflejos en la pantalla resultan menos molestos y se logra más fácilmente un equilibrio de luminosidad (luminancia).

Los actuales entornos informáticos suelen permitir cambiar a voluntad la polaridad de la pantalla. El trabajador lo debe saber hacer, con el fin de elegir el modo de representación que le resulte más confortable.

En la mayoría de los casos suele resultar más favorable el empleo de la polaridad positiva en la pantalla, que emula la representación sobre papel impreso.

La colocación de la pantalla:

La mesa o superficie donde se coloque el monitor de la pantalla debería tener una profundidad suficiente para permitir al usuario colocarla a la distancia de sus ojos que le resulte más confortable. Si esta regulación no es posible, la distancia de la pantalla a los ojos del operador debería ser, al menos, de 40 cm.

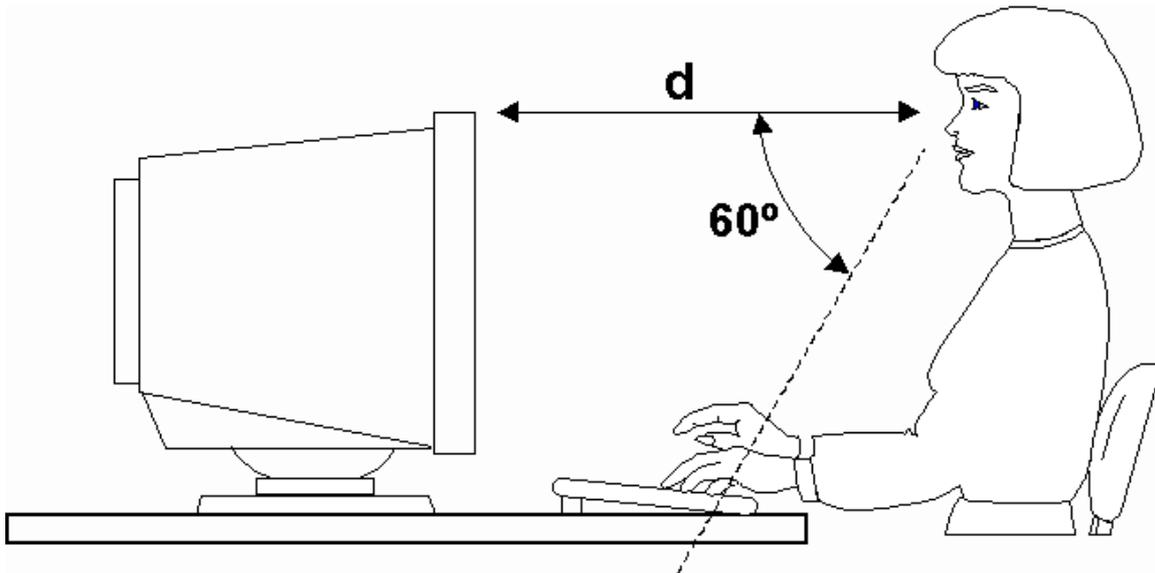


Figura 22

Por otro lado, es recomendable que la pantalla se sitúe de manera que pueda ser contemplada dentro del espacio comprendido entre la línea de visión horizontal y la trazada a unos 60° bajo la horizontal.

Empleo del atril:

En las tareas que requieran alternar la visualización de la pantalla con la lectura frecuente de documentos impresos se hace necesario el empleo de un atril. Este atril debería colocarse junto a la pantalla, con el fin de limitar los movimientos de la cabeza y de los ojos del usuario.

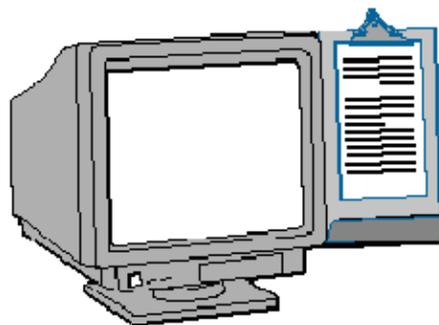


Figura 23

Cuando el tamaño de los caracteres de los documentos impresos sea demasiado pequeño para leerlos con facilidad a la distancia a la que se encuentra la pantalla, conviene acercar el atril hasta lograr la situación más confortable.

b) Los referidos al sistema de iluminación y el entorno visual

Los aspectos más importantes que deben considerarse en relación con el acondicionamiento de la iluminación y del entorno visual son los siguientes:

- Orientar el puesto de manera que las ventanas queden situadas lateralmente. Esta disposición tiene por objeto evitar el deslumbramiento que se produciría si el usuario quedara frente a las ventanas o los reflejos que se producirían en la pantalla si fuera ésta la que se situara frente a las ventanas.

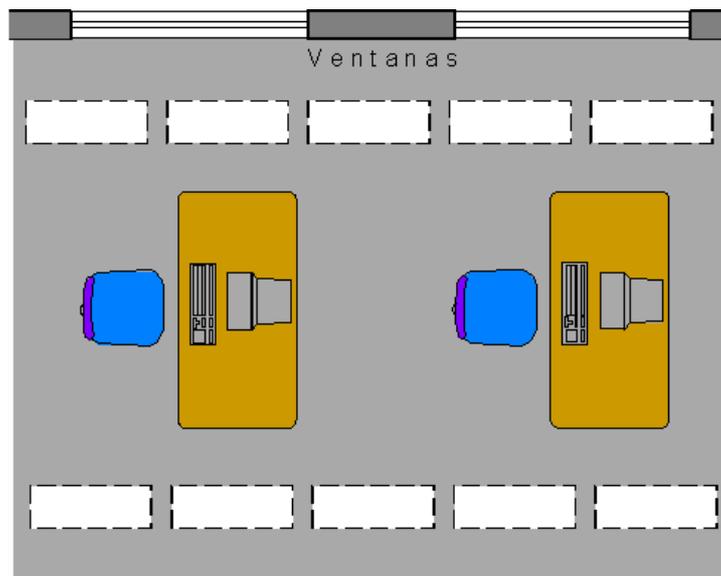


Figura 24

- Utilizar cortinas o persianas para atenuar la luz natural, en función de la hora del día. Las cortinas de lamas verticales y las persianas de lamas horizontales orientables facilitan dicho ajuste.
- Comprobar que las lámparas están correctamente apantalladas, de manera que no produzcan deslumbramiento ni causen reflejos molestos en la pantalla.
- Utilizar pantallas de visualización con tratamiento antirreflejo o, en su defecto, instalar filtros antirreflejo de buena calidad. Los filtros deben ser objeto de limpieza periódica por ambas caras.
- En el local donde se encuentran los puestos con pantalla de visualización se debe trabajar con una iluminación general ambiental. Si, además de dicha iluminación, se utilizan fuentes de luz individuales (por ejemplo, flexos), éstas no deben situarse cerca de la pantalla si originan deslumbramiento o reflejos molestos.
- También hay que procurar que dichas fuentes de luz no provoquen molestias en los puestos del entorno.

- Utilizar un nivel de iluminación suficiente para realizar las tareas que requieran la lectura de documentos impresos, etc., pero sin alcanzar valores que reduzcan demasiado el contraste de la pantalla.

En ocasiones, se puede conseguir una mejora del contraste y de la visualización de la pantalla colocando un suplemento en el monitor, a modo de capota o visera que impida la incidencia de la luz directa en la pantalla.

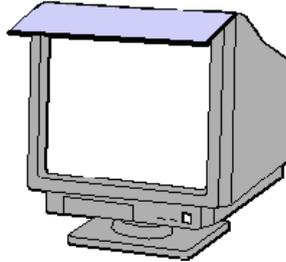


Figura 25

¿QUÉ PUEDE HACER PARA PREVENIR LA FATIGA VISUAL?

- Utilice una pantalla de buena calidad y oriéntela de manera que no se produzcan en ella reflejos molestos.
- Oriente su puesto de manera que quede situado paralelamente a las ventanas.
- Utilice correctamente las cortinas o persianas en función de la hora del día con el fin de obtener un ambiente de luz confortable.
- Coloque la pantalla a la distancia de sus ojos que le resulte más confortable, especialmente para la lectura de documentos.
- Aprenda a utilizar los controles de brillo y de contraste y ajústelos hasta conseguir las condiciones que le resulten más confortables.
- En el caso de que la aplicación lo permita, ajuste el tamaño de los caracteres de los textos para conseguir una cómoda lectura.
- Mantenga limpia la pantalla y, en su caso, el filtro antirreflejo.
- Realice pequeñas pausas periódicas para prevenir la fatiga visual y, si es posible, alterne el trabajo en pantalla con otros que supongan menor carga visual.
- Consulte a su médico ante la presencia de síntomas o molestias en los ojos o la vista.
- Realice ejercicios de relajación de la vista. Por ejemplo:
 - Contemple de vez en cuando escenas lejanas.
 - En las pausas realice ejercicios de "palmeado" (colocar las palmas de las manos sobre los ojos, manteniéndolos abiertos y sin tocar los párpados, y permanecer así 20 o 30 segundos, sin ver ninguna luz).

5. LA PREVENCIÓN DE LOS PROBLEMAS MUSCULOESQUELÉTICOS.

¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA APARICIÓN DE PROBLEMAS MUSCULOESQUELÉTICOS?

En los trabajos con pantallas de visualización es habitual mantener posturas estáticas prolongadas. Estas posturas estáticas resultan nocivas desde el punto de vista fisiológico y pueden propiciar la aparición de molestias en la espalda. Dichas molestias, por ejemplo, el dolor en la parte baja de la espalda (lumbar) o en el cuello (cervical), se pueden agravar si al mencionado estatisimo se une el mantenimiento de malas posturas.

Las malas posturas pueden tener varias causas: hábitos adquiridos, diseño incorrecto del puesto o intentos del usuario de ver mejor la pantalla inclinando el tronco hacia delante o retorciéndose para evitar reflejos molestos.

Finalmente, los movimientos repetitivos propios de las actividades que requieren el uso frecuente e intensivo del teclado y el "ratón" pueden acabar originando trastornos musculoesqueléticos localizados en las manos y las muñecas del usuario.

¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES REQUISITOS DE DISEÑO PARA EVITAR LOS PROBLEMAS MUSCULOESQUELÉTICOS?

Los principales requisitos de diseño se pueden dividir en dos grupos:

- a. Los que conciernen al sistema silla / mesa.
- b. El diseño y colocación de los demás elementos del puesto.

a. Los que conciernen al sistema silla / mesa:

El sistema silla / mesa debe permitir al usuario adoptar una postura correcta y, al mismo tiempo, permitir los cambios de postura, por ejemplo: inclinar hacia atrás el respaldo de la silla para relajar la espalda, estirar las piernas de vez en cuando bajo la mesa, proporcionar el espacio necesario para alojar el cuerpo y realizar sin dificultad los movimientos que demande la tarea, entre otros.

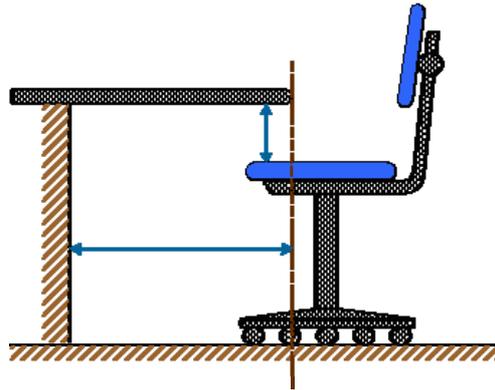


Figura 26

Requisitos específicos de la silla de trabajo:

- La altura del asiento debe ser ajustable.
- El respaldo debe tener una suave prominencia para dar apoyo a la zona lumbar (parte baja de la espalda). Su altura e inclinación deben ser ajustables.
- Es recomendable que se pueda regular la profundidad del respaldo respecto al asiento, de manera que el usuario pueda utilizar eficazmente el respaldo sin que le presione las piernas el borde del asiento.
- Los mecanismos de ajuste deben ser fácilmente accionables desde la posición de sentado.
- El asiento y el respaldo deberían estar recubiertos de una superficie transpirable.
- Es recomendable la utilización de sillas giratorias con cinco apoyos dotados de ruedas, con el fin de facilitar el desplazamiento en superficies amplias de trabajo, así como las acciones de levantarse o sentarse.



Figura 27

El reposapiés:

En algunos casos puede ser necesaria la utilización de un reposapiés. Esto puede ocurrir cuando no se puede regular la altura de la mesa y el usuario tiene una talla pequeña. En estas condiciones, cuando se ajusta la altura del asiento para que los codos se sitúen aproximadamente a la altura de la superficie de la mesa o del teclado los pies no pueden descansar en el suelo.

En los casos en los que se requiera el uso de reposapiés, éstos deben reunir los siguientes requisitos:

- Altura ajustable.
- Inclinación ajustable entre 0° y 15° sobre el plano horizontal.
- Dimensiones mínimas de 45 cm de ancho por 35 cm de profundidad.
- Superficie y apoyos antideslizantes.



Figura 28

Requisitos de la mesa de trabajo:

- Las dimensiones de la mesa deben ser suficientes para permitir una colocación flexible de la pantalla, el teclado, el "ratón", los documentos y el resto de los elementos y materiales de trabajo.

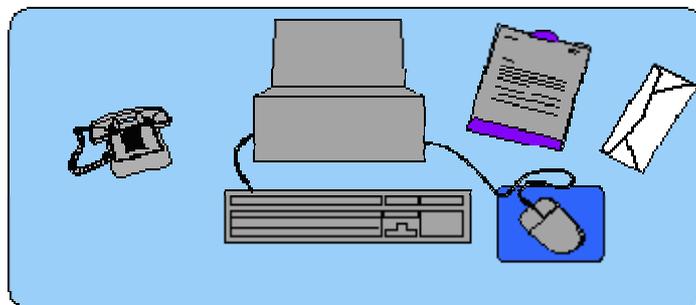


Figura 29

- Debajo del tablero debe existir espacio suficiente para alojar cómodamente las piernas sin que sufran la presión de ningún elemento y para permitir los cambios de postura.
- La superficie debe tener aspecto mate, para evitar los reflejos molestos y carecer de aristas o esquinas agudas con las que pueda golpearse el usuario.

El diseño y colocación de los demás elementos del puesto.

El teclado:

- Algunas características del teclado, como su altura, grosor e inclinación, pueden influir en la adopción de posturas incorrectas y propiciar los trastornos musculoesqueléticos.

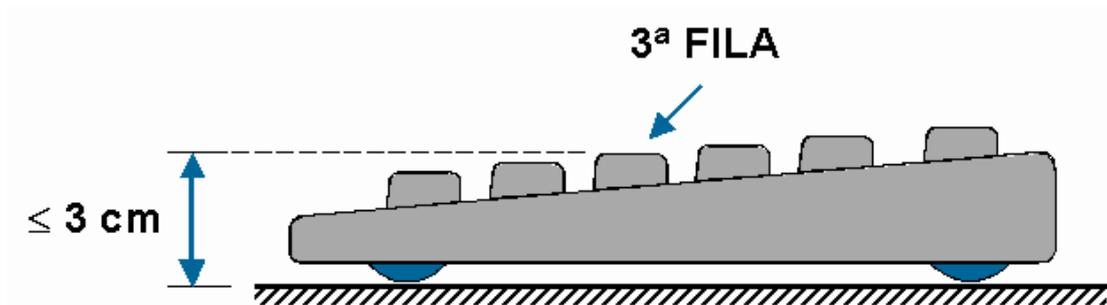


Figura 30

Para prevenir estos riesgos el teclado debe cumplir, entre otros los siguientes requisitos:

El teclado debe ser independiente del resto del equipo con el fin de colocarlo en la posición más conveniente para el usuario.

- Su inclinación debe estar comprendida entre 0° y 25°.
- El grosor del teclado debe ser menor o igual a 3 cm, contados desde su base de apoyo hasta la parte superior de la 3ª fila de teclas.
- Las superficies del teclado deben ser mate para evitar los reflejos y no deben existir esquinas o aristas agudas.
- La disposición del teclado y las características de las teclas, fuerza de accionamiento, etc., deben permitir un accionamiento cómodo y preciso.
- Si el diseño del teclado incluye un soporte para las manos su profundidad debería ser al menos de 10 cm. Si no existe dicho soporte, se debe disponer de un espacio similar en la mesa delante del teclado.

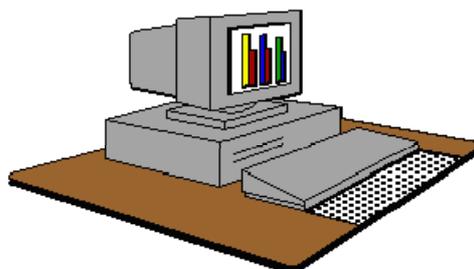


Figura 31

El "ratón":

- El diseño del cuerpo del "ratón" debe adecuarse a la anatomía de la mano.
- La fuerza requerida para el accionamiento de los pulsadores no debe ser excesiva, para evitar la fatiga de los dedos, ni demasiado pequeña, a fin de impedir accionamientos involuntarios.
- Se recomienda que exista en la mesa espacio suficiente para poder apoyar el antebrazo durante el accionamiento del "ratón".



Figura 32

El monitor de pantalla:

La legibilidad deficiente de la pantalla, la falta de definición, los caracteres demasiado pequeños, los reflejos molestos, etc., pueden propiciar las malas posturas. Para evitar esto es necesario que las características de la pantalla y su colocación se atengan a las recomendaciones dadas en el punto correspondiente a la prevención de los problemas visuales. El ajuste de la inclinación y orientación del monitor ayuda a evitar los reflejos.

Esto resulta aplicable también al empleo y colocación del atril destinado a facilitar la lectura de documentos impresos cuando se combina con la visualización de la pantalla.

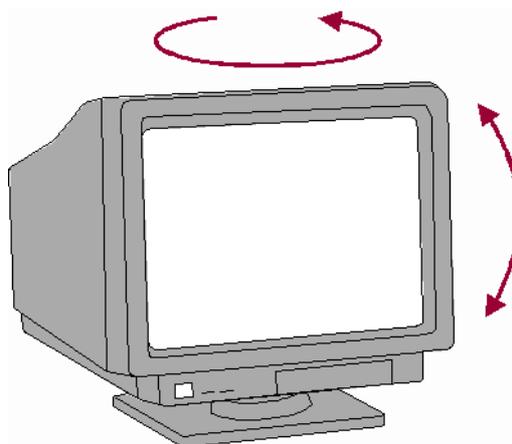


Figura 33

¿QUÉ PUEDE HACER PARA PREVENIR ESTOS TRASTORNOS?

- Ajuste correctamente la altura del asiento, de manera que los codos queden aproximadamente a la altura del plano de trabajo.
- Si, una vez realizado el ajuste anterior, no puede apoyar los pies cómodamente en el suelo, solicite un reposapiés (en el supuesto de que no sea ajustable la altura de la mesa).
- Siéntese de forma que su espalda permanezca en contacto con el respaldo del asiento.
- Aprenda a regular la altura del respaldo de su silla de trabajo y ajústela de forma que la suave prominencia del respaldo quede situada a la altura de la zona lumbar (la curva natural de la columna vertebral en la parte baja de la espalda).

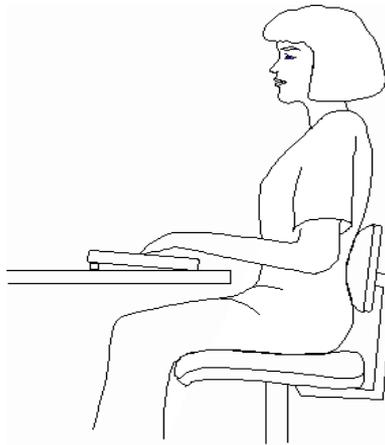


Figura 34

- Utilice de vez en cuando el mecanismo que permite inclinar hacia atrás el respaldo para relajar la tensión de la espalda.
- Coloque el teclado de forma que quede un espacio delante del mismo en la mesa que le sirva de reposamanos.
- Habilite un espacio suficiente en la mesa para poder accionar el "ratón" apoyando el antebrazo sobre la mesa.
- Utilice un modelo de "ratón" que se adapte al tamaño de su mano y cuyo diseño le permita accionarlo con comodidad.
- Acerque la silla a la mesa de trabajo de manera que no tenga que inclinar el tronco hacia delante (verifique que los eventuales reposabrazos de la silla no le impiden dicho acercamiento, para lo cual deberían poder deslizarse bajo el tablero de la mesa).

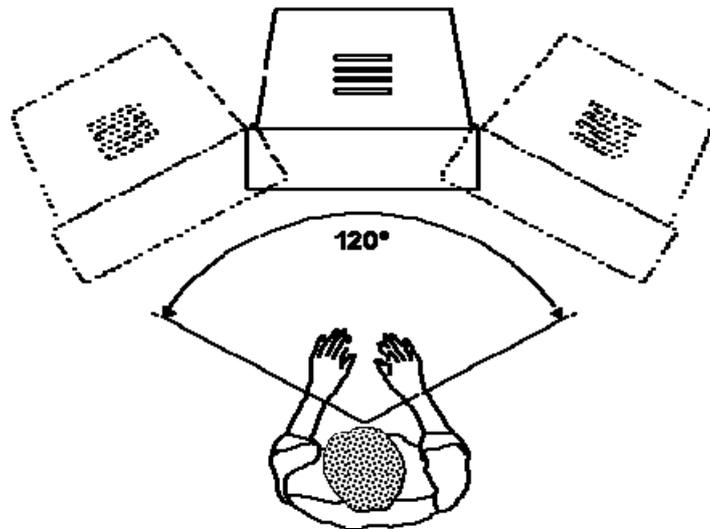


Figura 35

Coloque el monitor frente a usted o, en todo caso, dentro de un ángulo de 120° en el plano horizontal, de manera que no necesite girar repetidamente el tronco o la cabeza para visualizarla.

- Realice pequeñas pausas periódicas para relajar la tensión muscular y contrarrestar el estatismo postural.
- Durante dichas pausas realice movimientos que favorezcan la circulación sanguínea: estiramientos, movimientos suaves del cuello, dar algunos pasos, etc.
- Contrarreste el estatismo de su trabajo haciendo algún deporte en su tiempo libre o, en su defecto, caminando a paso ligero al menos media hora diaria.
- Consulte a su médico ante la aparición de síntomas o molestias de tipo musculoesquelético.

6. LA PREVENCIÓN DE LA FATIGA MENTAL.

¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA APARICIÓN DE FATIGA MENTAL?

- El empleo de programas o aplicaciones informáticas difíciles de manejar (poco "amigables") puede ser una fuente de estrés y causar fatiga mental. En ocasiones, la dificultad de manejar con soltura la aplicación se debe a no haber recibido la formación o entrenamiento adecuados.
- En otro orden de cosas, una organización del trabajo que no permita las pausas periódicas, que imponga una excesiva presión de tiempos o que establezca tareas excesivamente monótonas y repetitivas puede constituir también una importante causa de estrés generador de fatiga mental.

¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES REQUISITOS ERGONÓMICOS PARA EVITAR ESTOS PROBLEMAS?

Se pueden clasificar en dos grupos:

- a. Los referidos al diseño del "software" utilizado
- b. Los relativos a la organización del trabajo

a. Los referidos al diseño del "software" utilizado

Para prevenir los problemas de sobrecarga mental que pueden derivarse de las aplicaciones o programas informáticos, estos deben ser fáciles de manejar, "amigables" y suficientemente flexibles para adaptarse a usuarios con diferente grado de experiencia. Junto a ello, es importante que el trabajador reciba una formación o entrenamiento adecuados, de manera que pueda manejar las aplicaciones con soltura.

En general, los programas informáticos deben cumplir los siguientes requisitos:

- Adaptarse a la tarea que se realice.
- Adaptarse al nivel de conocimientos y experiencia del usuario.
- Facilitar al usuario su manejo, por ejemplo, mediante sistemas de diálogo intuitivos que resulten directamente comprensibles, o bien proporcionando explicaciones al usuario conforme las requiera.
- Ser controlable en todo momento por el usuario, por ejemplo, permitiendo anular los últimos pasos o acciones efectuadas por el usuario.
- Satisfacer las expectativas habituales del usuario, es decir, corresponder con las convenciones comúnmente aceptadas para el significado de los iconos, códigos y comandos.

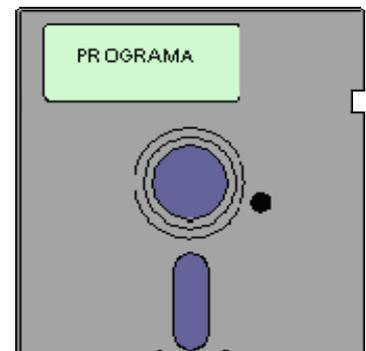


Figura 36

- Ser tolerante a los errores, de manera que ayude al usuario a descubrir los errores cometidos y pueda continuar la tarea sin realizar correcciones o con correcciones mínimas.
- Fácil de aprender a utilizar, por ejemplo, que proporcione guías o ejemplos al usuario durante su etapa de aprendizaje.

b) Los relativos a la organización del trabajo

- Siempre que la naturaleza de las actividades lo permita, debería organizarse el trabajo de manera que los usuarios de equipos con pantalla de visualización puedan seguir su propio ritmo de trabajo y hacer pequeñas pausas discrecionales para prevenir la fatiga.

Cuando esto no sea posible, se debería alternar el trabajo ante la pantalla con otras tareas que demanden menor esfuerzo mental, visual o musculoesquelético, o bien establecer pausas planificadas, por ejemplo, de unos 10 minutos cada hora y media de trabajo ante la pantalla.

Por otro lado, el trabajo debería ser organizado de manera que se reduzca la repetitividad que pueda provocar monotonía e insatisfacción, que no produzca una presión indebida de tiempos o situaciones de sobrecarga y que no dé lugar a situaciones de aislamiento que impidan el contacto social entre las personas.

¿QUÉ PUEDE HACER PARA PREVENIR LA FATIGA MENTAL?

- Siga con aprovechamiento las actividades formativas necesarias para manejar con soltura los programas o aplicaciones informáticas que ha de utilizar en su trabajo.
- Trate de realizar trabajos variados o alternar con otras tareas que no requieran el uso de la pantalla de visualización.
- Realice pequeñas pausas periódicas para prevenir la fatiga.
- Contribuya al mantenimiento de un buen clima laboral y cuide las relaciones personales con sus compañeros de trabajo.

7. OTRAS CUESTIONES DE INTERÉS

¿EMITEN RADIACIONES NOCIVAS LOS EQUIPOS CON PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN?

No existe actualmente ninguna evidencia sobre la nocividad de las radiaciones que puedan emitir los equipos dotados con pantallas de visualización.

La preocupación acerca de las radiaciones emitidas y sus posibles efectos se plantea principalmente en las pantallas basadas en la tecnología de tubos de rayos catódicos (TRC) que siguen siendo las más utilizadas. En este tipo de pantallas se produce una pequeña radiación ionizante de baja energía que es absorbida en su totalidad por la pared de vidrio de la propia pantalla, de manera que su intensidad raramente supera la radiación natural de fondo, a la que todos estamos expuestos.

Por lo que se refiere a las radiaciones ópticas, que se producen en el fósforo de la pantalla (ultravioleta, visible e infrarroja), sus intensidades son mucho menores que los límites máximos que se consideran seguros actualmente.

Esto mismo ocurre con los campos electromagnéticos de radiofrecuencia producidos en estos equipos, en tanto que las intensidades de los campos eléctricos y magnéticos de baja frecuencia son similares a los que se producen en los electrodomésticos.

Las investigaciones realizadas hasta el momento en relación con las pantallas basadas en la tecnología de tubos de rayos catódicos están de acuerdo en que los niveles de radiación emitidos se encuentran muy por debajo de los límites que se consideran seguros. En todo caso, estas conclusiones siempre están sujetas a la aparición de nuevos datos derivados de la investigación científica.

¿PARA QUÉ SIRVEN LOS FILTROS DE PANTALLA?

La principal misión de estos filtros es evitar o atenuar los reflejos molestos que se pueden producir en las pantallas debido a su naturaleza reflectante. Estos filtros también pueden atenuar la gama de radiaciones ópticas, pero no se les deberían atribuir las supuestas radiaciones nocivas.

Algunos de estos filtros, dotados de un cable con una pequeña pinza metálica para conectar a la "masa" del equipo, pueden eliminar la electricidad estática de la pantalla.

¿QUÉ ASPECTOS LEGALES INTERESA CONOCER AL TRABAJADOR USUARIO DE PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN?

- En España, las condiciones de trabajo en los referidos puestos están reguladas por el Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre el trabajo con pantallas de visualización (BOE nº 97 de 23 de abril).
- Para saber si dicho Real Decreto le resulta de aplicación, lo primero que debe averiguar es si puede considerarse incluido dentro de la definición de trabajador usuario de pantallas de visualización.

Criterios para determinar la condición de trabajador usuario de PVD:

- a. Los que pueden considerarse "trabajadores" usuarios de equipos con pantalla de visualización: todos aquellos que superen las 4 horas diarias o 20 horas semanales de trabajo efectivo con dichos equipos.

- b. Los que pueden considerarse excluidos de la consideración de "trabajadores" usuarios: todos aquellos cuyo trabajo efectivo con pantallas de visualización sea inferior a 2 horas diarias o 10 horas semanales.
- c. Los que, con ciertas condiciones, podrían ser considerados "trabajadores" usuarios: todos aquellos que realicen entre 2 y 4 horas diarias (o 10 a 20 horas semanales) de trabajo efectivo con estos equipos.

Una persona incluida dentro de la categoría c) puede ser considerada, definitivamente, "trabajador" usuario si cumple, al menos, cinco de los requisitos siguientes:

- 1. Depender del equipo con pantalla de visualización para hacer su trabajo, no pudiendo disponer fácilmente de medios alternativos para conseguir los mismos resultados.

(Este sería el caso del trabajo con aplicaciones informáticas que reemplazan eficazmente los procedimientos tradicionales de trabajo, pero requieren el empleo de pantallas de visualización, o bien de tareas que no podrían realizarse sin el concurso de dichos equipos).

- 2. No poder decidir voluntariamente si utiliza o no el equipo con pantalla de visualización para realizar su trabajo.

(Por ejemplo, cuando sea la empresa quien indique al trabajador la necesidad de hacer su tarea usando equipos con pantalla de visualización).

- 3. Necesitar una formación o experiencia específicas en el uso del equipo, exigidas por la empresa, para hacer su trabajo.

(Por ejemplo, los cursos impartidos por la empresa al trabajador para el manejo de un programa informático o la formación y experiencia equivalente exigidos en el proceso de selección).

- 4. Utilizar habitualmente equipos con pantallas de visualización durante periodos continuos de una hora o más.

(Las pequeñas interrupciones, como llamadas de teléfono o similares, durante dichos periodos, no desvirtúa la consideración de trabajo continuo).

- 5. Utilizar equipos con pantallas de visualización diariamente o casi diariamente, en la forma descrita en el punto anterior.

- 6. Que la obtención rápida de información por parte del usuario a través de la pantalla constituya un requisito importante del trabajo.

(Por ejemplo, en actividades de información al público en las que el trabajador utilice equipos con pantallas de visualización).

7. Que las necesidades de la tarea exijan un nivel alto de atención por parte del usuario; por ejemplo, debido a que las consecuencias de un error puedan ser críticas.

(Este sería el caso de las tareas de vigilancia y control de procesos en los que un error pudiera dar lugar a pérdidas materiales o humanas).

***EN EL CASO DE QUE CUMPLA CON LA CONDICIÓN DE USUARIO
¿QUÉ ASPECTOS LE INTERESA CONOCER DEL CITADO REGLAMENTO?***

Los principales aspectos que le conciernen son los siguientes:

1. Su puesto de trabajo ha de ser objeto de una evaluación con el fin de averiguar si existen deficiencias que puedan suponer un riesgo para su salud o bienestar.
 2. Debe ser informado de los resultados de la evaluación y de las medidas correctoras que, en su caso, deban ser aplicadas.
 3. Tiene derecho a una vigilancia periódica de su salud que contemple los riesgos específicos del trabajo con pantallas de visualización.
 4. Debe recibir una formación adecuada sobre el tipo de riesgos que comporta el trabajo con pantallas de visualización y la forma de prevenirlos. Éste es precisamente el objeto del presente documento.
- a. DOCUMENTOS DE INTERÉS
- o Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre trabajos con pantallas de visualización (BOE nº 97, de 23 de abril).
 - o Guía Técnica sobre pantallas de visualización. Editado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
 - o Manual de normas técnicas para el diseño ergonómico de puestos con pantallas de visualización. Editado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
 - o Aplicación informática "PVCHECK" para la evaluación de puestos con pantallas de visualización. Editado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

CAPÍTULO 9: CRITERIOS DE DISEÑO DE UN LABORATORIO.

El diseño del laboratorio debe responder a las necesidades del mismo, predominando la seguridad, la funcionalidad y la eficacia, sobre los criterios puramente estéticos, si bien se deben intentar conjugar todos ellos. Los elementos a considerar en el diseño de un laboratorio se comentan a lo largo del presente epígrafe.

Fachadas

Es recomendable que las fachadas de los edificios dispongan de huecos que faciliten, para actuaciones de emergencia, el acceso a cada una de las plantas, con una altura mínima de 1,20 m y una anchura no inferior a 80 cm, no debiéndose instalar elementos que dificulten el acceso al edificio a través de los mismos. Para evitar en caso de incendio la propagación a pisos superiores, es recomendable que la separación vertical mínima entre ventanas sea de 1,8 m, solución que puede ser sustituida por la construcción de voladizos o cornisas de aproximadamente 1 m de ancho y una resistencia al fuego no inferior a la de la fachada. Otra alternativa puede ser la construcción de un balcón, preferiblemente sin acceso desde el interior, para evitar la colocación de materiales o productos en el mismo. Las fachadas totalmente acristaladas no son aconsejables, ya que facilitan la propagación de los incendios a las plantas superiores. En este sentido, no hay que olvidar que los fuegos que afectan a dos o más plantas son difíciles de dominar.

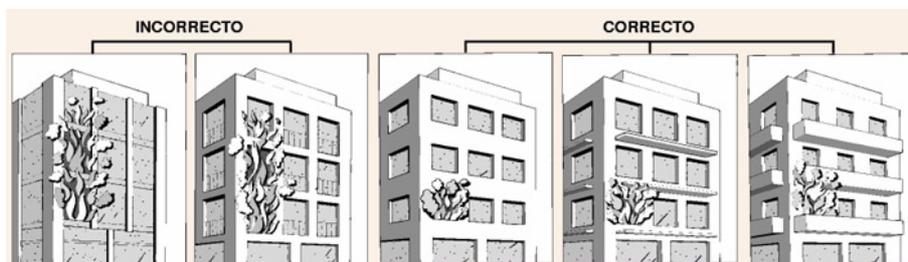


Figura 37: Protección de fachadas.

Tabiques de separación

Las características que deben cumplir las paredes divisorias están condicionadas por la clasificación con respecto al fuego del departamento de laboratorios y dependen principalmente del grado de riesgo existente en los laboratorios, de la estructura del edificio, de las actividades que se realizan y de la existencia o no de sistemas de extinción automáticos. Como recomendaciones generales, no incluidas en las Normas Básicas de Edificación (NBE), los tabiques de separación del departamento con las áreas accesorias deben tener una RF mínima de 120, si el laboratorio está situado en un edificio industrial, y de 180 en caso de estar situado en un centro sanitario o de enseñanza, mientras que la RF de los tabiques de separación entre los diferentes locales del departamento están en función del tipo de riesgo existente en los

misimos. Si el riesgo intrínseco es bajo o medio y no hay sistemas de detección y extinción automáticos, la RF de los tabiques de separación entre locales debe ser, como mínimo, de 60.

Techos y dobles techos

Los laboratorios deben tener una altura no inferior a 3 m (RD 486/97). El techo, donde habitualmente están situados los sistemas de iluminación general, debe estar construido con materiales de elevada resistencia mecánica y pintado o recubierto por superficies fácilmente lavables, evitándose la acumulación de polvo y materiales tóxicos. En laboratorios situados en locales de uso industrial, el material del techo debe ser del tipo incombustible (M0) o ininflamable (M1) (ver más adelante la tabla 18), y si están situados en un centro sanitario o docente sólo puede ser del tipo incombustible (M0).

Si se dispone de doble techo, éste debe ser de material incombustible (M0), lavable y diseñado y construido de manera que sea resistente, seguro y fácilmente desmontable. Un factor a considerar es su impenetrabilidad a gases y vapores a fin de evitar que tanto estos contaminantes como el humo, en caso de incendio, puedan transmitirse a las dependencias adyacentes. En este sentido es también recomendable que los tabiques de separación lleguen hasta el forjado, véase figura siguiente. También deben valorarse sus propiedades en cuanto a transmisión de ruido. Se recomienda que tanto los techos como los dobles techos, estén pintados en blanco, lo que permite evitar diferencias muy acusadas de contraste entre ellos y las luminarias de los sistemas de iluminación.

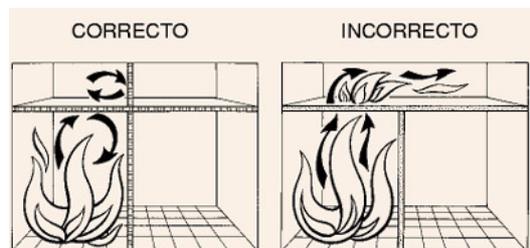


Figura 38: Tabiques y dobles techos.

Suelos

Normalmente, los suelos suelen estar proyectados para una sobrecarga de uso mínimo de 300 kg /m² aunque en los recintos del departamento en que vayan a instalarse equipos o máquinas pesadas, estas cifras deben ser superiores. Es recomendable que tengan una base rígida y poco elástica, para evitar vibraciones especialmente en tareas como la pesada o el análisis instrumental. El revestimiento del suelo varía con relación a los productos químicos y tipo de actividad a desarrollar en el recinto, estando sus características, en algunos casos, específicamente establecidas (por ejemplo, el trabajo con radioisótopos o agentes biológicos). Los factores que suelen considerarse para la elección del material para el suelo son:

- Resistencia a agentes químicos (ver tabla 17)
- Resistencia mecánica
- Posibilidad de caídas, especialmente cuando están mojados
- Facilidad de limpieza y descontaminación
- Impermeabilidad de las juntas
- Posibilidad de hacer drenajes
- Conductividad eléctrica
- Estética
- Comodidad (dureza, ruido, etc.)
- Precio
- Duración
- Facilidad de mantenimiento

AGENTE QUÍMICO	MADERA DURA	LINÓLEUM	67% PVC	CERÁMICA VIDRIADA	TERRAZO	CEMENTO
Acetona, éter	R	R	M	B	B	B
Disolventes organoclorados	M	R	M	B	B	R
Agua	R	B	B	B	B	B
Alcoholes	R	B	B	B	B	B
Ácidos fuertes	R	M	B	B	M	M
Bases fuertes	M	M	B	R	M	M
Agua oxigenada 10%	M	B	B	B	B	M
Aceites	M	B	B	B	R	R
Facilidad de contaminación	M	M	R	B	M	M

R: regular; B: buena; M: mala

Tabla 17: Resistencia de distintos revestimientos a agentes químicos.

Elementos vidriados

El vidrio es un material incombustible que funde a 900°C, lo que unido a su facilidad de fragmentarse por efecto de las elevadas temperaturas o la proximidad de una llama, hace que, desde el punto de vista de incendio, presente graves problemas cuando se utiliza en edificios. Por ello, y dado que la RF del vidrio normal es mínima, en los casos en que sean necesarias RF elevadas, deben utilizarse vidrios especiales como el armado o el pavés de vidrio.

Otro factor de inseguridad derivado de la utilización del vidrio normal se debe al hecho de que es un material fácilmente atravesado por la energía radiante. Ello puede provocar, en áreas no

afectadas directamente por un incendio, la autoinflamación de materiales o la ruptura de recipientes por un aumento de presión en su interior.

La utilización habitual de grandes superficies acristaladas como elemento de separación entre laboratorios, permite la disponibilidad de luz natural y que disminuya la sensación de claustrofobia. Sin embargo no debe olvidarse que son un factor de inseguridad, puesto que su fácil rotura en caso de incendio hace que las llamas puedan propagarse rápidamente a otros laboratorios o locales, por lo que en ningún caso se pueden considerar como un elemento delimitador de un sector de incendios.

Ventanas

Las ventanas reducen la sensación de claustrofobia y permiten la visión lejana, disminuyendo la fatiga visual, influyen en la iluminación del recinto y si son practicables (opción recomendable), posibilitan la renovación del aire en caso de necesidad, aunque también tienen el inconveniente de permitir la transmisión de ruidos externos y de ser una vía de propagación de incendios. No obstante, en caso de incendio permiten presenciar el desarrollo de las operaciones de rescate, su utilización como vías de evacuación (siempre que sean practicables), la entrada de los bomberos y de sus sistemas de extinción, y de aire fresco.

El marco de las ventanas debe ser de material difícilmente combustible para impedir la propagación de un posible incendio a pisos superiores. Si están situadas en la planta baja no se deben poder abrir hacia el exterior, salvo que existan elementos que impidan que las personas que circulan por el exterior lo hagan cerca de ellas. En aquellos casos en que sea necesario situar mesas de trabajo frente a las mismas, la altura del antepecho no debe ser inferior a 1 m. En el caso de que haya materiales, productos o aparatos situados delante de las ventanas, es conveniente que la parte inferior de las mismas no sea de vaivén o no se abran hacia adentro. En laboratorios con riesgo de explosión, deben acoplarse ventanas que ceden ante los efectos de una sobrepresión.

Un buen sistema es el de doble ventana, ya que amortigua el ruido exterior y reduce la pérdida de energía debida a la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior de los locales. Otro aspecto importante a considerar es la facilidad de limpieza de la cara externa de los cristales, para ello existen dos soluciones, los marcos desmontables y la utilización de doble cristal en un sistema de volteo, lo que permite la limpieza desde el interior.

Puertas

Los principales factores a considerar en el diseño e instalación de las puertas se comentan brevemente a continuación:

- **Número**

Es recomendable que los departamentos de laboratorios dispongan de una segunda puerta de salida si hay riesgo incendio o de explosión, pueda bloquearse la salida, se trabaje con gases a presión o correspondan a espacios de más de 100 m². En la práctica, el número de puertas estará establecido por las necesidades de evacuación.

- **Dimensiones mínimas.**

La altura de paso libre de las puertas debe estar comprendida entre 2,0 y 2,2 m, su anchura suele ser de 90 o 120 cm, según sea de una o doble hoja, no debiendo ser inferior a 80 cm en ningún caso. Para evitar accidentes, las puertas de acceso a los pasillos no deben ser de vaivén, mientras que las que comunican los laboratorios entre sí pueden serlo. Las puertas corredizas deben descartarse de manera general, tanto por las dificultades de accionamiento si se tienen las manos ocupadas, como en caso de evacuación. Se recomienda que tanto unas como otras estén provistas de un cristal de seguridad de 500 cm² situado a la altura de la vista, que permita poder observar el interior del laboratorio sin abrir la puerta, y así evitar accidentes.

- **Entrada y salida del laboratorio**

Para facilitar la entrada y salida al recinto con las manos ocupadas, las puertas deben poderse abrir con el codo o el pie, no debiéndose acoplar sistemas de cierre de pasador, ni a las puertas de los laboratorios, ni a las de los departamentos, debido a la dificultad que representaría su apertura en caso de emergencia. Todas las puertas deben disponer de dispositivos que permitan su apertura desde dentro en cualquier circunstancia, (si es necesario, sistemas antipánico) a fin de evitar que el personal pueda quedar atrapado en el laboratorio en caso de incendio.

- **Sentido de apertura**

Según la NBE-CPI/96 las puertas previstas para la evacuación de más de 100 personas deben abrirse «siempre» en el sentido de la evacuación. Aunque ésta circunstancia no sea habitual, excepto para algunos laboratorios de prácticas, como norma general se considera que es conveniente que las puertas de los laboratorios se abran favoreciendo el sentido de la marcha (de salida) evitándose que queden encajadas en caso de accidente. En caso de estar situadas en un pasillo muy transitado, pueden retranquearse, aun a costa de perder una pequeña superficie de laboratorio, lo que impide que su apertura dificulte la evacuación; otra alternativa que soluciona parcialmente el problema es que puedan abrirse 180°. También es

recomendable que las puertas que comunican entre sí distintos laboratorios se abran en el sentido de la evacuación y desde el laboratorio con mayor riesgo hacia el de menor riesgo.

- **Resistencia al fuego (RF)**

La mínima RF de una puerta depende de la RF exigible al sector de incendio en que vaya a ser instalada, debiendo ser de, al menos, la mitad de la RF del elemento compartimentado r. Si el paso entre sectores se realiza a través de un vestíbulo previo, la RF de las puertas será de al menos la cuarta parte de la exigida para el elemento compartimentador. En un laboratorio con riesgo de incendio bajo es recomendable una RF-30, aunque la NBE-CPI/96 fija una RF-60 mínima para las zonas de riesgo especial. A modo de ejemplo, debe considerarse que una puerta convencional de doble tablero de contrachapado sólo tiene una RF de 5-8 minutos.

Materiales y acabados

La selección de materiales para el acabado de las paredes, techos y suelos se efectúa, a veces, considerando solamente factores estéticos, la capacidad, el aislamiento térmico, o la resistencia mecánica, ignorándose casi por completo el comportamiento frente al fuego. Cada vez, sin embargo, se estudian mejor estos recubrimientos, habiéndose llegado a la conclusión de que si bien no suele comenzar en ellos el incendio, son factores de primera magnitud en su propagación. Cuando se produce un conato de incendio en un local, la temperatura de sus revestimientos aumenta bruscamente, por lo que llega rápidamente un momento en el que, si son combustibles, tiene lugar su inflamación y se generaliza el incendio. Por ello, en los locales en los que se manejan productos inflamables, los revestimientos deben ser M0 ó M1. Cuando un elemento de material incombustible, M0, está recubierto de una lámina fina de material combustible, por ejemplo, una pared de yeso con papel pintado, se suele considerar que el material sigue siendo M0 si el espesor de la película es inferior a 1 mm.

CLASE	COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO
M0	Incombustible
M1	Combustible pero ininflamable
M2	Inflamabilidad moderada
M3	Inflamabilidad media
M4	Inflamabilidad alta

Tabla 18: Clasificación de materiales respecto a su comportamiento frente al fuego.

En los laboratorios en que no se manipulen productos inflamables, se recomienda que materiales como alfombras o moquetas no tratadas con productos ignífugantes, ocupen una superficie inferior al 10% de la del local o departamento de laboratorio. Deberá tenerse un cuidado especial con elementos como las cortinas, debido a su facilidad para inflamarse al estar abundantemente aireadas. Si es necesario colocarlas en un local con riesgo de incendio, deberán ser de un material incombustible (M0), como, por ejemplo, la fibra de vidrio.

Finalmente, por lo que se refiere al material a emplear en las mesas de trabajo, llamadas también, mesas de laboratorio, mesetas o bancos de prueba o de trabajo, debe procurarse combinar su resistencia mecánica y a los agentes químicos con la facilidad de lavado y descontaminación, así como con los aspectos estéticos y de comodidad.

Respecto a la resistencia mecánica, debe valorarse, por un lado, las operaciones que se vayan a realizar, que pueden incluir golpes, raspaduras, o aplicación de material cortante, y, por otro, los instrumentos a colocar encima, que por su peso pueden romper superficies duras consideradas adecuadas por su resistencia química y/o a raspaduras y material cortante.

En cuanto a la resistencia química, sirve de referencia lo expuesto en la tabla 17, aunque siempre existe la posibilidad de una protección adicional para operaciones específicas. Si se utilizan superficies con alicatado, éste deberá ser de calidad, aunque habrá que prever también la calidad del cemento de unión, ya que puede convertirse en material absorbente de los productos que se viertan en la superficie. La madera dura tratada, muy utilizada, aunque proporciona sensación de confort y calidad, debe descartarse en aquellos casos en que puede haber riesgo de contaminación por absorción de vertidos o salpicaduras; este aspecto es muy importante cuando se trata de productos de elevada toxicidad u olor penetrante. En el caso de la utilización de radioisótopos o en la manipulación de agentes biológicos deben emplearse los materiales específicamente recomendados, impermeables, exentos de poros y ranuras, que permitan una fácil limpieza y descontaminación (ver RR.DD. 664/97 y 665/ 97). Si en el laboratorio se utilizan habitualmente productos corrosivos, debe descartarse al máximo el empleo de partes metálicas, que requerirían un mantenimiento frecuente. En general es recomendable el uso de los nuevos tipos de materiales poliméricos por su baja porosidad y facilidad de lavado y descontaminación.

Desde el punto de vista estrictamente de seguridad debe valorarse la conveniencia o no de disponer de estantes sobre las mesas de laboratorio o poyatas, debido al peligro de caídas y roturas de recipientes y envases de productos químicos peligrosos depositados en los mismos. No obstante, los estantes resultan de gran utilidad para depositar pequeños objetos o instrumentos utilizados normalmente en el trabajo de laboratorio, facilitando la disponibilidad de la mesa de laboratorio o poyata.

CAPÍTULO 10: PREVENCIÓN DEL RIESGO EN LABORATORIO: ORGANIZACIÓN, INSTALACIONES Y OPERACIONES BÁSICAS.**1. Organización².**

Aunque el laboratorio disponga del comité de salud y seguridad, de un servicio de prevención, etc., es responsabilidad del **director** del mismo el desarrollo de la gestión de prevención de riesgos, debiendo tenerse en cuenta lo dispuesto al respecto por la **Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales** y el **Reglamento de los Servicios de Prevención (RD 39/1997)**, tanto en lo que afecta a los trabajadores de plantilla del laboratorio, como para aquellos externos que desarrollen sus actividades en el mismo de manera esporádica, temporal o fija.

La organización del laboratorio debe permitir la correcta gestión de la prevención. Partiendo del propio compromiso de la dirección, el laboratorio debe estar adecuadamente jerarquizado para que la aplicación del principio de la seguridad en línea se pueda establecer sin problemas.

Es fundamental, en primer lugar, el control del **cumplimiento de las normativas establecidas**, no sólo las directamente relacionadas con la prevención de riesgos laborales sino también de los reglamentos específicos (radiactivos, cancerígenos, agentes biológicos, etc.), de seguridad industrial, de emisiones y vertidos, etc., sin perder de vista las abundantes normativas de carácter local existentes.

En segundo lugar, la **investigación de accidentes e incidentes**, independientemente de la obligación legal que pueda afectar a los primeros, es una excelente herramienta preventiva, ya que la detección de las causas inmediatas y lejanas de un accidente e, incluso de un accidente blanco o incidente, muy abundante por otro lado en los laboratorios, permiten la prevención de sucesos parecidos al estudiado y de otros que aunque no parezcan relacionados directamente, lo pueden ser por cuestiones de tipo organizativo.

En tercer lugar, también las **revisiones de seguridad**, realizadas de manera periódica por personal interno y externo al laboratorio, son especialmente útiles para la detección de factores de riesgo.

Finalmente, la utilización de mecanismos administrativos que permitan y **fomenten la comunicación de riesgos** por parte del personal del laboratorio, es también una herramienta que favorece manifiestamente la seguridad en el laboratorio.

Recomendaciones generales:

² NTP 432: Prevención del riesgo en el laboratorio. Organización y recomendaciones generales. I.N.S.H.T.

- ▶ El laboratorio debe disponer de su propio plan de emergencia o estar incluido en el del edificio o empresa en los que se halle ubicado. Si se trata del laboratorio de un hospital o un centro docente, por ejemplo, existen normativas específicas sobre el desarrollo de los planes de emergencia de este tipo de edificios. Si el laboratorio se halla en una empresa química afectada por las normativas sobre protección de grandes accidentes, el plan de emergencia interior deberá realizarse en conexión con el plan de emergencia exterior.

▶ **Evaluación de riesgos:**

El laboratorio debe haber realizado la evaluación inicial de riesgos y actualizarla cuando cambien las condiciones de trabajo y siempre que se detecten daños para la salud. Como guía para la evaluación de los riesgos en el laboratorio se pueden considerar los siguientes factores de riesgo:

- Desconocimiento de las características de peligrosidad de las sustancias.
- Empleo de métodos y procedimientos de trabajo intrínsecamente peligrosos.
- Malos hábitos de trabajo.
- Empleo de material de laboratorio inadecuado o de mala calidad.
- Instalaciones defectuosas.
- Diseño no ergonómico y falta de espacio.
- Contaminación ambiental.

De una manera general, las acciones preventivas para la minimización de los riesgos causados por estos factores son:

- 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, y reparar con rapidez las averías.
- Considerar los aspectos de seguridad (estructural, de diseño y de distribución) en la fase de proyecto.
- 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 (vitriñas y cabinas) y de emergencia eficaz. La primera de ellas pretende alcanzar condiciones de temperatura y humedad adecuadas a las exigencias de los ensayos que se realizan o a situaciones de confort, mientras que la segunda pretende controlar la concentración en el ambiente de contaminantes liberados en las tareas o procesos llevados a cabo en el laboratorio. Únicamente en casos

muy concretos, se puede utilizar la renovación del aire como técnica de control de contaminantes que es lo que se denomina ventilación por dilución.

La ventilación por dilución se puede utilizar cuando el contaminante presente en el ambiente es de baja toxicidad o se genera en concentraciones no muy elevadas, de forma que con el aporte de aire renovado al laboratorio, se consiguen concentraciones tolerables desde el punto de vista higiénico. Será necesario conocer la velocidad a la que se genera el contaminante, la toxicidad de éste y la distribución de concentraciones dentro del laboratorio para calcular el volumen de aire que es necesario aportar para evitar o eliminar riesgos. Este sistema de control solo está indicado cuando se manipulan sustancias de baja toxicidad y las concentraciones son discretas. No se utilizará cuando se pretendan controlar sustancias inflamables o explosivas o cuando los focos de emisión estén muy próximos a las personas.

► **Normas de organización:**

- La organización y distribución física del laboratorio (distribución de superficies, instalación de aparatos, procedimientos de trabajo, instalaciones generales, etc.) debe ser estudiada a fondo y procurar que sea adecuada para el mantenimiento de un buen nivel preventivo.
- El laboratorio debe disponer de los equipos de protección individual (EPI's) y de las instalaciones de emergencia o elementos de actuación (duchas, lavaojos, mantas ignífugas, extintores, etc.) adecuados a los riesgos existentes.
- El laboratorio debe mantenerse ordenado y en elevado estado de limpieza. Deben recogerse inmediatamente todos los vertidos que ocurran, por pequeños que sean.
- No deben realizarse experiencias nuevas sin autorización expresa del responsable del laboratorio ni poner en marcha nuevos aparatos e instalaciones sin conocer previamente su funcionamiento, características y requerimientos, tanto generales como de seguridad.

► **Normas de conducta:**

- Como norma higiénica básica, el personal debe lavarse las manos al entrar y salir del laboratorio y siempre que haya habido contacto con algún producto químico. Debe llevar en todo momento las batas y ropa de trabajo abrochadas y los cabellos recogidos, evitando colgantes o mangas anchas que pudieran engancharse en los montajes y material del laboratorio. No se debe trabajar separado de la mesa o la poyata, en la que nunca han de depositarse objetos personales.
- El personal de nueva incorporación debe ser inmediatamente informado sobre las normas de trabajo, plan de seguridad y emergencia del laboratorio, y

características específicas de peligrosidad de los productos, instalaciones y operaciones de uso habitual en el laboratorio.

- 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. Para beber es preferible la utilización de fuentes de agua a emplear vasos y botellas. Caso de que aquellas no estén disponibles, nunca se emplearán recipientes de laboratorio para contener bebidas o alimentos ni se colocarán productos químicos en recipientes de productos alimenticios.
- Se debe evitar llevar lentes de contacto si se detecta una constante irritación de los ojos y sobretodo 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.

► **Utilización de productos y materiales:**

- 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 soluciones 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.

► **Equipos: uso, mantenimiento y revisiones:**

- Deben revisarse periódicamente las instalaciones del laboratorio para comprobar que se hallan en buen estado. Deben evitarse, en la medida de lo posible, las conexiones múltiples y las alargaderas, tanto en la instalación eléctrica como en la de gases.
- Debe comprobarse la ventilación general del laboratorio: trabajo en depresión, velocidad de circulación del aire de las zonas con menor contaminación a las de mayor contaminación ambiental, renovación suficiente y adecuadas condiciones termohigrométricas.
- Debe trabajarse, siempre que sea posible y operativo, en las vitrinas. En éstas debe comprobarse periódicamente el funcionamiento del ventilador, el cumplimiento de los caudales mínimos de aspiración, la velocidad de captación en fachada, su estado general y que no se conviertan en un almacén improvisado de productos químicos.

► **Trabajos realizados sin vigilancia:**

- Para la reducción del riesgo en este tipo de operaciones, deben estar previstos dispositivos de control automático de las fuentes de energía y de la circulación de fluidos que puedan detectar cualquier alteración de los parámetros que los regulan (temperatura, viscosidad, agitación, formación de espuma, etc.). Instalaciones de alarmas y equipos automáticos contraincendios son imprescindibles cuando este tipo de operaciones se realiza con regularidad, debiéndose disponer de salas especialmente acondicionadas para ello.
- Las operaciones con compuestos inestables, muy inflamables, explosivos o altamente tóxicos son desaconsejables en estas condiciones, ya que la fiabilidad de los aparatos de control nunca es total.
- El responsable del laboratorio debe estar informado de las operaciones realizadas sin vigilancia y debe dar las instrucciones precisas concernientes al lugar y la regulación de los aparatos de control. Es desaconsejable confiar la vigilancia de una instalación del laboratorio a una persona no especialista como, por ejemplo, un guardia de noche.

► **Operaciones especiales:**

Aquellas operaciones no habituales, tanto propias del proceso productivo como de mantenimiento, que presenten un riesgo elevado, deben llevarse a cabo siempre de manera controlada, estando establecido un procedimiento de autorización para que el responsable del laboratorio esté informado en todo momento de su realización y

quede constancia por escrito del procedimiento a seguir y las medidas de control y preventivas a emplear.

► **Almacenamiento de productos:**

Tradicionalmente las existencias de reactivos se organizaban primando objetivos como la facilidad de búsqueda y reposición de los distintos productos. En la actualidad, la existencia de normativa respecto a la prevención de riesgos de incendio y explosión en almacenamientos, la sensibilización respecto a sustancias de tipo cancerígeno, la aparición de normas respecto a la seguridad de sustancias y preparados peligrosos, entre otros, obliga a establecer unos criterios respecto a la organización en el almacenamiento de dichas sustancias. Existe por tanto, una necesidad de considerar aisladamente los productos desde el punto de vista de su peligrosidad y posibles incompatibilidades entre ellos, debido a que el almacenamiento prolongado de los productos químicos representa en si mismo un peligro, ya que dada la propia reactividad intrínseca de los productos químicos pueden ocurrir distintas transformaciones:

- Formación de peróxidos inestables con el consiguiente peligro de explosión al destilar la sustancia o por contacto.
- Polimerización de la sustancia que, aunque se trata en principio de una reacción lenta, puede en ciertos casos llegar a ser rápida y explosiva.
- El recipiente que contiene el producto puede atacarse y romperse por si sólo.
- Descomposición lenta de la sustancia produciendo un gas cuya acumulación puede hacer estallar el recipiente.

Hay que destacar que no existe una normativa específica que afecte a los laboratorios puesto que La legislación específica existente sobre almacenamiento de productos químicos contenida en las ICT-MIE-APQ-1/5/6/7 no es aplicable en su conjunto a las condiciones habituales de los laboratorios, en los que, en general, se almacenan cantidades pequeñas de una gran variedad de productos químicos.

En líneas generales, podemos decir que son tres las actuaciones básicas de cara a conseguir un almacenamiento seguro y adecuado de productos:

- Reducción al mínimo del stock.
- Separación de productos.
- Aislamiento o confinamiento cuando se requiera.

El laboratorio debe plantearse un sistema ágil de control de su stock con objeto de evitar acumulaciones de productos. Se hace necesaria una planificación que garantice las existencias durante cortos periodos de tiempo, aunque ello requiera una mayor frecuencia de pedidos. Este aspecto es especialmente importante cuando hablamos de acumulación de productos inflamables que aumenta el peligro de incendio.

La experiencia demuestra que, en el caso de utilización de disolventes en un laboratorio, si existe una buena planificación en cuanto al suministro de éstos, la acumulación dentro del laboratorio puede reducirse hasta un 30%.

Una vez reducidas las cantidades almacenadas, hay que plantearse la separación de productos en función de las incompatibilidades que puedan darse entre familias de éstos. Se trata de separar ácidos de bases, oxidantes de inflamables, venenos activos, etc.

Las separaciones pueden efectuarse dedicando una serie de estanterías a una familia determinada, de forma que a su alrededor queden pasillos. Se pueden intercalar entre familias de reactivos incompatibles, estanterías con reactivos inertes.

A la hora de disponer los distintos reactivos en las baldas de sus estanterías correspondientes, pueden colocarse los ácidos o bases fuertes en baldas inferiores, así como los recipientes de mayor volumen. En suma, la separación y distribución de productos con objeto de eliminar riesgos, seguirá siempre criterios lógicos teniendo en cuenta la reactividad de las distintas sustancias.

Ciertos productos no solo requieren la separación del resto del stock, sino además su confinamiento por el hecho de tener ciertas propiedades físico-químicas o biológicas. Este es el caso de los productos cancerígenos, en particular y de las sustancias de alta toxicidad en general. En general deberán almacenarse en recintos o armarios convenientemente rotulados y bajo llave. El control de entradas y consumos de estos productos debe ser riguroso, prestando especial interés al estado de los envases que los contienen, por si presentasen defectos que puedan provocar derrames durante su manipulación.

Estas sustancias deben contenerse en un doble recipiente que evite dispersiones o derrames en el caso de roturas o manipulaciones incorrectas. Este doble sistema suele ser una bolsa de plástico resistente y transparente en el interior de un recipiente, con lo que cualquier vertido puede ser controlado con facilidad.

En resumen, se trata de ejercer un control riguroso sobre los productos para evitar abandonos en áreas comunes del laboratorio, obligando al personal que los manipule a adoptar medidas de precaución.

En el caso de sustancias cuya emisión al ambiente provoque olores muy molestos, se recomienda su confinamiento en recintos pequeños o armarios que puedan ir

equipados con un pequeño sistema de extracción, impidiendo mediante la depresión generada, la dispersión general de los malos olores.

Cuando el almacenamiento se refiere a líquidos inflamables y combustibles, debe planificarse bajo los criterios de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-1 del Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos. En este reglamento se establecen los requisitos de los almacenes en función de los productos y cantidades que contienen.

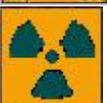
Estanterías: Se recomiendan que sean metálicas, y en caso de que exista riesgo de incendio o explosión, por la naturaleza de los productos que contengan, estarán conectadas equipotencialmente y a tierra. Si se prevé la formación de pasillos debido a la distribución de las estanterías, éstos deberán tener al menos una anchura de 1 metro.

Armarios protegidos: Como se recordará por el tema de almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles en recipientes móviles, la MIE-APQ-001 considera como tales, aquellos que tienen, al menos, una RF-15 conforme a la norma UNE-EN 1634-1. No se podrán instalar más de 3 armarios de éste tipo en la misma dependencia, si ni están separados al menos 30 metros. Esta Instrucción Técnica Complementaria, obligaba a disponer de ventilación exterior cuando el almacenamiento se refería a productos de la Clase A. Se fijaban también las cantidades máximas a almacenar en función de la Clase de los productos. Se recomienda, además, que las características de estos armarios, recojan las siguientes recomendaciones:

- Las baldas deberían ser del tipo recoge-vertidos.
- El fondo debería ser en forma de cubeta.
- Las uniones deberían estar selladas y las juntas recubiertas de pintura intumescente.
- Deberían estar conectados a tierra.
- Se recomienda que las puertas tengan 3 puntos de anclaje.
- Las patas deben poder regularse en altura para poder nivelar el armario.
- En el caso de contener líquidos inflamables, deben rotularse los armarios con la inscripción "INFLAMABLES". Si contienen líquidos de la Clase B, estarán equipados con rejilla apagallamas y si son de Clase A, deberán tener ventilación al exterior.

Armarios frigoríficos: Se utilizan frecuentemente para almacenar productos con elevada presión de vapor. El uso de frigoríficos de uso doméstico para este fin debería desecharse, ya que éstos, por su diseño, son prácticamente estancos, con lo que posibles evaporaciones de éstos líquidos podrían acumularse en su interior. Deben, por tanto, utilizarse armarios frigoríficos especialmente diseñados para este tipo de almacenamientos y situados en lugares con buena ventilación.

Salas de almacenamiento y trasvase: También la MIE-APQ-001 hace referencia a este tipo de salas, considerándolas como aquellas destinadas exclusivamente al almacenamiento. Distingue entre salas de almacenamiento interior, separadas y anexas. Los requisitos que deben cumplir en cuanto a protección frente a incendios, resistencia al fuego y limitaciones en cuanto a cantidades almacenadas, quedan reflejadas en esta Instrucción Técnica Complementaria.

						
	+	-	-	-	-	+
	-	+	-	-	-	-
	-	-	+	-	-	+
	-	-	-	+	-	-
	-	-	-	-	+	O
	+	-	+	-	O	+

+ Se pueden almacenar conjuntamente

O Solamente podrán almacenarse juntas, si se adoptan ciertas medidas específicas de prevención

- No deben almacenarse juntas

Tabla 19: Tabla resumen de incompatibilidades de almacenamiento de sustancias peligrosas.

Sustitución:

Cuando se trabaja con reactivos peligrosos o sustancias de marcada acción biológica, cancerígena, etc., la mejor acción preventiva consiste en la sustitución de éstas sustancias por otras de menor toxicidad siempre que lo permitan las operaciones o procesos que se vean afectados. Este caso se plantea, por ejemplo, frecuentemente en las extracciones con disolventes orgánicos. Intentaremos utilizar aquellos de menor toxicidad, mayor punto de ebullición, menor inflamabilidad, etc. con objeto de sustituir aquellos que pueden suponer un peligro desde el punto de vista toxicológico o de seguridad.

Otro ejemplo sería la sustitución del amianto como aislante térmico por fibras artificiales cuyas características permiten obtener resultados parecidos en cuanto a aislamiento, pero son mucho menos problemáticas desde el punto de vista toxicológico.

PRODUCTO	SUSTITUTO
Benceno	Ciclohexano, tolueno
Cloroformo, tetracloruro de carbono, percloroetileno, tricloroetileno	Metilcloroformo, fluorocarbonos
Dioxano	Tetrahidrofurano
2-Nitropropano	1-Nitropropano, nitroetano
n-Hexano	n-Heptano
Xilenos	Hidrocarburos alifáticos, White Spirit
Acetonitrilo	Metanol, acetona
Dimetilformamida	N-Metilpirrolidina
Etilenglicol	Propilenglicol
Metanol	Etanol

Tabla 20: Ejemplos de sustitución de productos.

2. Instalaciones, material de laboratorio y equipos³.

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.

El laboratorio dispone normalmente de una serie de instalaciones o servicios generales de gas, agua, aire comprimido, vacío, electricidad, etc. de los cuales el responsable del laboratorio debe tener constancia que cumplen las normativas de carácter estatal, autonómico o local que les afecten, que se hallen en buen estado y estén sometidas a un mantenimiento adecuado que garantice tanto el cumplimiento de la reglamentación comentada, como un riesgo nulo o escaso de provocar daños al personal que las utiliza en su trabajo en el laboratorio.

Iluminación y PVD

La iluminación del laboratorio debe ser acorde con la exigencia visual de los trabajos que se realicen en él, que puede llegar a ser muy alta, lo que implica un nivel de iluminación mínimo de 1000 lux (RD 486/97 sobre puestos de trabajo), aunque se considera que un nivel de 500 lux basado en luminarias generales con iluminación de apoyo, es suficiente para una gran parte de las actividades.

El uso, cada vez más amplio, de pantallas de visualización de datos (PVD) en los laboratorios, también debe ser considerado al fijar las necesidades de iluminación. La reglamentación existente sobre el trabajo con PVD (**RD 488/97**) hace referencia a la necesaria coordinación entre su utilización, su ubicación y los requerimientos generales de iluminación y la ausencia de reflejos y deslumbramientos.

Ventilación

La ventilación general del laboratorio permite su acondicionamiento ambiental en cuanto a necesidades termohigrométricas y la dilución y evacuación de contaminantes. El adecuado acondicionamiento ambiental del laboratorio se consigue actuando sobre la temperatura, el índice de ventilación y la humedad del aire.

El control ambiental del laboratorio exige dos actuaciones bien diferenciadas: la retirada de contaminantes y la renovación del aire. Aunque la simple renovación del aire del ambiente permite hasta un cierto punto controlar el nivel de contaminación ambiental (disminución de olores y dilución de la concentración de contaminantes) es incapaz de eliminar eficazmente los contaminantes generados en el laboratorio. Si el laboratorio comparte el sistema de ventilación con otras dependencias, a la propia dificultad de acondicionar adecuadamente el laboratorio por su probablemente elevada carga térmica, se añaden otros problemas como la propagación de un incendio y la dispersión de la contaminación residual del laboratorio hacia instalaciones anexas.

³ NTP 433: Prevención del riesgo en el laboratorio: instalaciones, material de laboratorio y equipos. I.N.S.H.T.

La norma UNE 100-011-91 recomienda para los laboratorios un aporte de aire exterior de 10 L/s por persona ó 3 L/s.m², caudales que deben considerarse mínimos a efectos de ventilación y máximos a efectos de ahorro de energía y siempre que el aire alcance toda la zona ocupada. Debe tenerse en cuenta también que el caudal de aire exterior está a su vez determinado por el funcionamiento de las vitrinas del laboratorio, cuyo uso constituye el sistema más eficaz para eliminar la contaminación química y biológica generada por la actividad del laboratorio. Cuando se ha previsto que puede ocurrir una emisión de contaminantes al laboratorio, ya sea accidental o no, la captación del contaminante en las proximidades de su foco de generación es una técnica muy eficaz.

Los sistemas de extracción localizada están constituidos, en general, por una boca de captación situada cerca del foco, un conducto, un sistema extractor y una salida. Este método de control, es más apropiado y eficaz que la ventilación por dilución por las siguientes razones:

- Capta el contaminante antes de que se disperse al ambiente de trabajo.
- Trabaja con caudales inferiores.
- Altera en menor medida las condiciones de temperatura y humedad del ambiente.
- Son más fáciles de diseñar.
- Requieren un mantenimiento más sencillo.

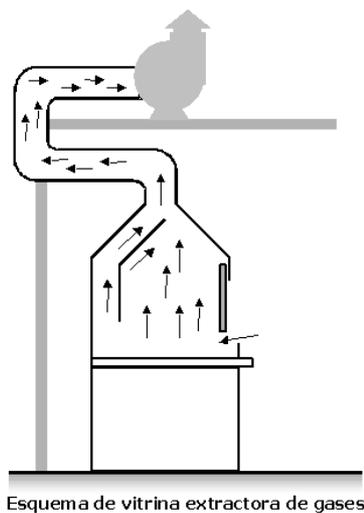


Figura 39

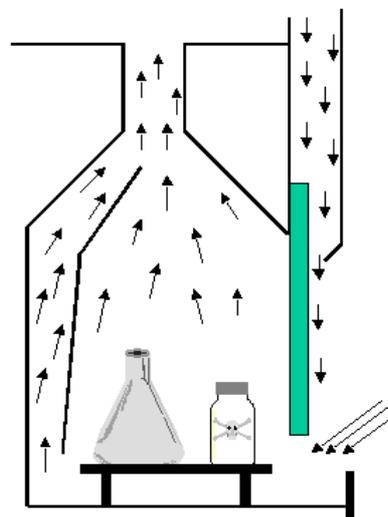


Figura 40

La eficacia de las vitrinas vendrá condicionada, entre otros, por su diseño y capacidad de extracción. Su efectividad se basa en que confinan el foco de generación de los contaminantes, y mediante un sistema extractor adecuado los arrastran, para descargarlos en zonas donde no constituyan un peligro.

El trabajo en vitrinas se extiende hasta aquellas que se utilizan en la manipulación de radioisótopos o agentes biológicos, en las cuales se pueden necesitar además unas condiciones de estanqueidad.

Se entiende por muestra biológica cualquier material de origen animal o humano enviado al laboratorio con fines de diagnóstico (excretas, secreciones, sangre y sus componentes, tejidos y líquidos tisulares). Cuando en el trabajo con este tipo de muestras existan probabilidades de generación de aerosoles, debido a los procedimientos utilizados (centrifugación, trituración, mezclado, agitación energética, etc.) deberán utilizarse Cabinas de Seguridad Biológicas, de Clase I, II o III. Este tipo de cabinas está diseñado para ofrecer protección al usuario y al ambiente de los riesgos asociados al manejo de material infeccioso y otros materiales biológicos peligrosos.

El fundamento de las cabinas de seguridad biológica de Clase I es similar al de una campana de humos; es una cabina que trabaja a presión negativa y está abierta frontalmente. El aire procedente del local se introduce por la abertura frontal y es extraído al 100% de la misma. El aire extraído de la cabina es descontaminado antes de su vertido a la atmósfera a través de filtros HEPA, en el caso de trabajar con radioisótopos, el aire antes de llegar al filtro HEPA, pasa por un prefiltro y un filtro de carbón activo especial. Este tipo de cabinas no previene la exposición por contacto ni garantiza la protección del producto manipulado.

Las cabinas de seguridad biológicas de Clase II se desarrollaron para proteger a los trabajadores de los materiales manipulados y al mismo tiempo proteger los materiales de la contaminación externa. La protección viene dada por un frente vertical de aire filtrado estéril. Las zonas de la cabina por donde circula el aire no filtrado trabajan a presión negativa. Pueden ser de clase A ó B según recirculen el 70% o el 30 % del aire vehiculado.

Las cabinas de seguridad biológica de Clase III están herméticamente selladas con lo que separan completamente al trabajador del material que está manipulando. El panel frontal de la cabina está completamente cerrado y las muestras se manipulan a través de guante. El aire se toma del exterior del local o del propio laboratorio y es filtrado antes de su entrada a la cabina. Una vez ha hecho su recorrido dentro de ésta, es nuevamente filtrado a su salida.

Los riesgos asociados a la ventilación del laboratorio se pueden resumir en:

- Contaminación ambiental residual y olores.
- Elevadas concentraciones ambientales generadas por derrames, vertidos y fugas de gases.
- Productos peligrosos que pasen a la atmósfera cuando se manipulan y se realizan operaciones con ellos.

La prevención adecuada frente a estos riesgos es:

- Ventilación del laboratorio eficaz, independiente del resto de las dependencias.
- Mantenimiento del laboratorio en depresión respecto a las zonas colindantes.
- Circulación del aire del lugar menos contaminado al más contaminado.
- Extracción localizada mediante vitrinas de laboratorio.
- Ventilación de emergencia.

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 debido a su fragilidad mecánica, térmica, cambios bruscos de temperatura o presión interna.
- Cortes o heridas 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.

Instalación eléctrica - Aparatos eléctricos

La instalación eléctrica del laboratorio debe estar diseñada en el proyecto de obra de acuerdo con el RD. 842/2002 Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y en función de sus líneas de trabajo, del tipo de instrumental utilizado y teniendo en cuenta las futuras necesidades del laboratorio. Este aspecto debe ser contemplado en todas las modificaciones que se realicen. Por otro lado, la incorporación de nuevo instrumental debe tener en cuenta sus requerimientos eléctricos.

Los conductores deben estar protegidos a lo largo de su recorrido y su sección debe ser suficiente para evitar caídas de tensión y calentamientos. Las tomas de corriente para usos generales deben estar en número suficiente y convenientemente distribuidas con el fin de evitar instalaciones provisionales.

En los locales o zonas donde se trabaje con líquidos inflamables la instalación eléctrica ha de ser de seguridad aumentada o antideflagrante y debe cumplir las normas específicas del REBT MIE-BTO29 sobre Prescripciones Particulares para las Instalaciones de Locales con Riesgo de Incendio y Explosión.

De entre los distintos aparatos que tienen conexión eléctrica, es recomendable disponer de líneas específicas para los equipos de alto consumo.

Los riesgos asociados a la utilización de instrumental eléctrico son:

- Electrocutación por contacto directo o indirecto, generado por todo aparato que tenga conexión eléctrica.
- Inflamación o explosión de vapores inflamables por chispas o calentamiento del aparato eléctrico.

Los consejos para la prevención de estos riesgos son:

- Disponer de un cuadro general, preferiblemente en cada unidad de laboratorio, con diferenciales y automáticos.
- Disponer de interruptor diferencial adecuado, toma de tierra eficaz e interruptor automático de tensión (magnetotérmico).
- Distribución con protección (automático omnipolar) en cabeza de derivación.
- Instalar la fuerza y la iluminación por separado, con interruptores.
- Emplear instalaciones entubadas, siendo las > 750 V, rígidas.
- Aplicación del código de colores y grosores.

CODIGO NORMALIZADO PARA EL COLOR DE BASES Y CLAVIJAS

Negro	500V	Blanco	42V
Rojo	380V	Morado	24V
Azul	220V	Verde	60-500Hz
Amarillo	110V		

Tabla 21

CODIGO NORMALIZADO PARA EL COLOR DE CABLES

Fases	Negro, gris y marrón
Neutro	Azul
Tierra	Amarillo-verde

Tabla 22

- No emplear de modo permanente alargaderas y multiconectores (ladrones).
- Mantener las distancias al suelo según las características del local.
- Usar circuitos específicos para aparatos especiales.
- En áreas especiales (húmedas y laboratorios de prácticas) emplear bajo voltaje (24 V), estancos, tapas, etc. Emplear seguridad aumentada para el trabajo de manera permanente con inflamables.
- Efectuar el mantenimiento adecuado y realizar inspecciones y comprobaciones periódicas.

Frigoríficos

Deben emplearse frigoríficos de seguridad aumentada cuando se guarden en su interior sustancias que puedan presentar peligro de inflamación o explosión y antideflagrantes cuando el frigorífico esté, además, situado en un área con atmósfera inflamable. Aunque en general no es recomendable, sólo pueden utilizarse frigoríficos domésticos para guardar productos inertes.

Los frigoríficos presentan riesgos de incendio y explosión/deflagración, cuando se guardan en su interior productos que pueden desprender vapores inflamables si los frascos que los contienen no están bien cerrados (ocurre a menudo) o tiene lugar un fallo de corriente que pueda producir un recalentamiento de algún producto o propiciar la explosión de algún recipiente. Cualquier chispa del motor (no antiexplosivo) del frigorífico puede producir un incendio o explosión si hay vapores inflamables en el ambiente del laboratorio en que se halla ubicado. Para la prevención de estos riesgos:

- Emplear frigoríficos de seguridad aumentada que no dispongan de instalación eléctrica interior y, preferiblemente, los especialmente preparados para guardar productos inflamables que estén homologados (EEX/d/2C/T6).
- No guardar recipientes abiertos o mal tapados en el frigorífico.
- Utilizar recipientes capaces de resistir la sobrepresión interna en caso de recalentamiento accidental.
- Controlar de modo permanente la temperatura interior del frigorífico.

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. En ambos casos hay que observar determinadas precauciones y disponer de un protocolo de utilización. Las posibles situaciones de fugas e incendios deben estar contempladas en el plan de emergencia del laboratorio. La utilización de botellas, aún disponiendo de instalación de gases fija, es relativamente corriente. 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.

Autoclave

Riesgo:

- Explosión del aparato con proyecciones violentas.

Control del riesgo:

- Asegurarse documentalmente (homologación, certificación) de que el autoclave resiste la presión a la que tiene que trabajar.
- Debe estar equipado con un manómetro.
- Los autoclaves que trabajan a presiones muy elevadas deben estar ubicados en locales preparados para el riesgo de explosión.
- El aumento de presión debe ser progresivo, así como la descompresión.

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.

INSTRUMENTAL ANALÍTICO

- **Cromatógrafo de gases**

El cromatógrafo de gases suele trabajar a temperaturas elevadas, a veces cíclicamente, y puede producir un cierto nivel de contaminación ambiental cuando se trabaja con detectores no destructivos.

Riesgos:

- Disconfort por el calor desprendido por el aparato.
- Quemaduras térmicas al realizar algunas operaciones en el detector, la columna o el inyector.
- Contaminación ambiental.
- Pinchazos en la manipulación de jeringas.
- Fugas de gases inflamables, especialmente hidrógeno.
- Contactos eléctricos indirectos en aparatos antiguos.

Control del riesgo:

- Disponer de un sistema de ventilación adecuado para disipar el calor producido por los aparatos.
- Utilizar guantes resistentes al calor cuando se realicen manipulaciones en zonas calientes.
- Conectar la salida del divisor de flujo del inyector de capilares y de los detectores no destructivos al exterior.
- Adecuado mantenimiento preventivo.

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

- **Cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC).**

Riesgos:

- Vertidos y contactos dérmicos en la preparación del eluyente.
- Contaminación ambiental si se emplean eluyentes volátiles.

Control del riesgo:

- Manipular los eluyentes adecuadamente, empleando guantes si existe posibilidad de contacto dérmico en las operaciones de trasvase.
- Emplear material de vidrio resistente en el tratamiento previo del eluyente, especialmente en las operaciones al vacío.

- **Espectrofotómetro de absorción atómica.**

Riesgos:

- Quemaduras químicas en la manipulación de ácidos concentrados empleados en el tratamiento previo (digestión) de las muestras a analizar.
- Desprendimiento de vapores irritantes y corrosivos.
- Quemaduras térmicas con la llama, horno de grafito y zonas calientes en general.
- Fugas de gases: acetileno y otros.
- Posible formación de hidrógeno cuando se utiliza el sistema de generación de hidruros.
- Radiaciones UV.

Control del riesgo:

- Realizar las digestiones ácidas en vitrinas.
- Utilizar guantes, gafas y equipos de protección personal adecuados.
- Sistema de extracción sobre la llama o horno de grafito.
- Buena ventilación general cuando se trabaja con el generador de hidruros.
- Tomar las precauciones adecuadas para trabajar con acetileno.
- No mirar directamente a la llama ni a las fuentes de emisión (lámparas).

- **Espectrofotómetro UV-visible e infrarrojo, fluorímetro, balanza, pHmetro, polarógrafo y otros aparatos de electroanálisis, autoanalizadores, microscopios, agitadores, etc.**

Los riesgos asociables a esta instrumentación son básicamente de contacto eléctrico, quemadura térmica si hay zonas calientes, formación de ozono cuando se utilizan lámparas o radiaciones a determinadas longitudes de onda, etc.

Los procedimientos para reducir los riesgos existentes en la instrumentación se basan de una manera general en:

- Instalación adecuada.
- Mantenimiento preventivo eficaz.

- Instrucciones de uso y procedimientos normalizados de trabajo con las adecuadas instrucciones de seguridad que contemplen la especificidad de cada técnica. Por ejemplo: en el caso de la electroforesis a alto voltaje debe prestarse especial atención al riesgo eléctrico, en la cromatografía de capa fina al riesgo de cortes con los bordes de las placas, al riesgo de golpes en los aparatos con partes móviles (tener especial cuidado con la robotización de los laboratorios de análisis clínicos), al de contacto con los reactivos (riesgo químico) empleados en los autoanalizadores y con las muestras (riesgo biológico), etc.

- **Instalaciones de rayos láser**

Existen diferentes tipos de láseres debido a los amplios intervalos de longitud de onda, potencia y energía en los que se aplica este tipo de energía y a las características de emisión, ya sea continua o en impulsos. Según su nivel de peligrosidad se clasifican en cuatro clases (UNE-EN-60825:93). Consultar la **NTP 261.92 Láseres: riesgos en su utilización**.

Los efectos directos más importantes son la lesión en el ojo, sobre la cornea, el cristalino o la retina, y quemaduras cutáneas. Otros riesgos a tener en cuenta son:

- Contaminación atmosférica producida por el material vaporizado por el láser.
- Radiación colateral producida por la radiación UV o la radiación Visible y de IR próximo asociadas a los sistemas de bombeo.
- Utilización de corriente de alta tensión (> 1 KV).

Para la prevención de los riesgos relacionados con las instalaciones que emplean láseres, además de señalizarse la zona, debe tenerse en cuenta que la norma UNE EN 60825:93, que establece la clasificación de los aparatos láser y determina las medidas de seguridad. La seguridad eléctrica de los láseres está recogida en la norma CEI 820.

- **Instalaciones de radiaciones ionizantes**

El riesgo de exposición a radiaciones ionizantes en los laboratorios tiene su origen en el empleo de fuentes radiactivas y generadores de radiaciones ionizantes (espectrometría de difracción y fluorescencia de rayos X), estando perfectamente reglamentada su utilización y protección frente a las mismas (**RD 783/2001**). Todo laboratorio en que se utilizan o manipulan generadores de radiaciones ionizantes o fuentes radiactivas constituye una instalación radiactiva a no ser que las fuentes estén encapsuladas y los equipos homologados, como ocurre con los detectores ECD empleados en cromatografía de gases. Todo ello conlleva una autorización de puesta en marcha que implica el cumplimiento de ciertos requisitos y obligaciones, como las inspecciones periódicas, la existencia de supervisor y operadores de la instalación, diario de operaciones, etc. que, en si mismos, constituyen un plan de prevención.

Los riesgos se pueden resumir en:

- Irradiación: No hay contacto directo con la fuente; puede ser interna o externa.
- Contaminación: Hay contacto directo con la fuente, la cual puede estar depositada sobre una superficie o bien dispersa en el ambiente; el riesgo puede ser por inhalación, ingestión o contacto con la piel.

El control del riesgo, en consecuencia, está en relación con el tipo de riesgo.

General de la instalación

- Señalización del área y control de acceso.
- Dosimetría individual y ambiental.
- Observancia de los límites anuales de dosis.
- Vigilancia médica.
- Existencia de un plan de emergencia y evacuación.

Irradiación

- Distancia a la fuente; la dosis disminuye con la distancia.
- Tiempo; a menor tiempo, menor exposición.
- Apantallamiento, estructural y en los equipos. Blindajes y empleo de equipos homologados.

Contaminación (fuentes no encapsuladas)

- Superficies de trabajo lisas por su fácil descontaminación.
- Trabajo sobre bandejas recubiertas de absorbente para evitar la dispersión del radionucleido.
- En el caso de productos volátiles, trabajo en vitrinas provistas de sistema de extracción con filtros eficaces que impidan el paso del radionucleido al ambiente.
- Utilización de equipos y prendas de protección adecuadas.
- No permanecer con ropa de calle en el área radiactiva.
- No comer, beber, fumar ni aplicarse cosméticos en el laboratorio.
- Disponer de un plan de gestión de residuos específico y diferenciado con contenedores especiales. Todo el material contaminado, ropa y equipos de protección debe considerarse como residuo radiactivo a no ser que se descontaminen.
- Considerar otros riesgos existentes en la zona en relación con los productos utilizados.

3. Operaciones básicas⁴.

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, evidentemente, 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.

⁴ NTP 464: Prevención del riesgo en el laboratorio: operaciones básicas. I.N.S.H.T.

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 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.

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. Este enfriamiento progresivo se puede lograr apartando la muestra del baño, mientras se mantiene la agitación.
- 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 proporcionada a la reacción producida. Debe ser especialmente lenta si la reacción es exotérmica, provoca espuma, ocurre o puede ocurrir una polimerización rápida, etc.

Reacciones químicas.

La peligrosidad de las reacciones químicas se puede evaluar a partir de los grupos químicos de las moléculas que intervienen, haciendo un balance de oxígeno para conocer el comportamiento de un compuesto durante su oxidación o a partir de los datos termodinámicos

conocidos o medidos de los elementos, grupos químicos o moléculas que constituyen los productos o reactivos.

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. Si la reacción es muy peligrosa, se emplean en ella cantidades importantes de producto (nivel planta piloto) o bien requiere un control muy ajustado de la temperatura, los termostatos se colocan en cascada para reforzar la seguridad. 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 tetrahidrofurano, 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 peligrosos 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.

La mayoría de las explosiones como consecuencia de la utilización de este producto en el transcurso de una operación de deshidratación se deben al residuo de ácido perclórico (contenido en la sal) que se combina para formar un perclorato orgánico explosivo. 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. No debe olvidarse que el sodio se transforma en hidróxido con la producción de hidrógeno a partir de la humedad. El hidrógeno puede crear una sobrepresión y es un gas muy inflamable. El peróxido de sodio es explosivo por simple frotación, igual que el peróxido de potasio.

Limpieza del material de vidrio.

El proceso de limpieza manual del material de vidrio del laboratorio es muy habitual. Además, en muchos casos suele ser llevado a cabo por personal no especialista (empresas de limpieza) que debe ser puntualmente informado de las características de esta operación, la manera de llevarla a cabo adecuadamente y los riesgos que presenta, que pueden ser debidos a: los propios productos de limpieza, como intoxicación, dermatitis y quemaduras cutáneas y oculares; al material de vidrio, como cortes y heridas debido a su rotura, y a los residuos de productos contenidos en el material.

Las medidas de prevención adecuadas frente a estos riesgos son:

- Formación e información del personal encargado de la limpieza.
- Ventilación del local destinado a la limpieza de material. La ventilación debe ser la suficiente para garantizar una atmósfera saludable.

Con el fin de reducir al mínimo el riesgo de contacto o de inhalación de sustancias peligrosas es necesario vaciar completamente los recipientes antes de entregarlos para lavar.

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.

Transporte de recipientes conteniendo productos químicos.

Durante el transporte de productos químicos puede tener lugar la rotura del recipiente, con la consiguiente contaminación, intoxicación y riesgo de explosión. Para el control de estos riesgos se recomienda:

- Transportar los recipientes de vidrio en contenedores especiales. Si se transportan varios productos o mucha cantidad se deben emplear carros para evitar los choques y roturas.
- No utilizar el ascensor destinado a las personas.
- No transportar los recipientes que están bajo vacío.

CAPÍTULO 11: BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO.

1. INTRODUCCIÓN.

Si se cuenta con las adecuadas instalaciones, las técnicas de trabajo estudiadas e implantadas (tanto en orden a la calidad del trabajo, como a la seguridad) y el personal tiene una formación suficiente, en un buen número de actividades los riesgos se eludirían. En un laboratorio no ocurre lo mismo, dado que «el producto» suele ser peligroso "per se", y en definitiva el «proceso a seguir» es usualmente una reacción química o un cambio fisicoquímico con sus exigencias de aportes energéticos o bien sus liberaciones de energía. Por otra parte, el material básico de utilización es el vidrio, cuyas propiedades mecánicas no favorecen ciertamente la seguridad.

Esta situación conduce necesariamente a una atención especial por parte del trabajador del laboratorio, que podría concretarse en una serie de precauciones que deben mantenerse permanentemente durante el trabajo. Estas precauciones pueden concretarse específicamente para cada laboratorio en función de su actividad e instalaciones, considerando minuciosamente los posibles incidentes que pueden ocurrir en el desarrollo de las diferentes técnicas. En líneas generales, sin embargo, es posible detallar algunas precauciones o medidas generales, que como se verá a continuación, tienden a crear una determinada actitud en el personal. No una actitud de temor frente a los riesgos, pero sí una actitud de prudencia que es, tras los métodos de control, el mejor recurso preventivo que puede ponerse en juego.

2. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

El trabajo en el laboratorio, aún en el de investigación, con personal no fijo, estudiantes, tesinandos, doctorandos, investigadores etc., debe estar debidamente jerarquizado, con unas cadenas de responsabilidad claramente definidas. El comité o la persona encargada de la seguridad, la salud y las condiciones de trabajo debe velar por la permanente mejora de éstas juntamente con el máximo responsable del laboratorio, a su vez, máximo responsable de la salud de las personas que trabajan en él. La organización del trabajo en el laboratorio debe permitir que cualquier alteración (trabajo fuera de horas, por la noche, aparatos fuera de servicio, anomalías en el suministro de agua y energía, etc.) sea conocida por todos y permita así la adopción de las medidas oportunas desde el punto de vista de la seguridad (evitar que se trabaje solo, prevenir los cortes de agua y luz, etc.). Otros aspectos, como el control de stocks, el adecuado etiquetaje e identificación de reactivos, la señalización y el mantenimiento adecuado de las prendas de protección personal, extintores, duchas y lavajos, el orden y limpieza en el laboratorio y en el almacén de reactivos, la formación de socorristas, actuación en emergencias, etc. son una serie de actividades que sólo tendrán lugar con garantías si existe una buena organización y jerarquización en el laboratorio.

Aspectos puntuales relacionados con la organización del laboratorio que deben ser tenidos en

cuenta son los siguientes:

- La organización del laboratorio debe adecuarse para el mantenimiento de un buen nivel preventivo.
- No debe trabajar nunca una persona sola en el laboratorio y especialmente fuera de horas habituales o en operaciones con riesgo.
- De las operaciones con riesgo se debe informar incluso a las personas que no intervengan en las mismas.
- Se debe trabajar en las vitrinas siempre que se manipulen productos tóxicos o inflamables y comprobar periódicamente su correcto funcionamiento.
- Los reactivos almacenados en el laboratorio deben preservarse del sol, no guardarse en estanterías altas, cuidar su etiquetado y mantenerlos en las cantidades imprescindibles.
- No deben utilizarse refrigeradores convencionales para contener productos inflamables, si no han sido modificados para reducir el riesgo de chispas.
- Debe regularse adecuadamente la eliminación de residuos. No se debe eliminar por el desagüe, aunque sea en pequeñas cantidades, productos tales como: los que reaccionan violentamente con el agua, muy tóxicos, pestilentes, lacrimógenos, no biodegradables y cancerígenos.

3. HÁBITOS PERSONALES.

Con respecto a los hábitos personales del trabajador, entendiéndose como tales a los inherentes a su comportamiento al margen de los que haya desarrollado para el trabajo, han de observarse las siguientes precauciones:

- ◆ Mantener en todo momento las batas y vestidos abrochados.
- ◆ No abandonar objetos personales en mesas de trabajo o poyatas.
- ◆ No comer ni beber en los laboratorios.
- ◆ No guardar alimentos ni bebidas en los frigoríficos del laboratorio.
- ◆ No fumar en los laboratorios.
- ◆ Las batas no deberían llevarse a lugares de uso común: bibliotecas, cafeterías, comedores, etc.
- ◆ Es recomendable usar gafas de seguridad cuando se manipulen productos químicos o líquidos en ebullición.
- ◆ No utilizar lentes de contacto en el laboratorio.
- ◆ No es aconsejable guardar la ropa de calle en el laboratorio.
- ◆ Lavarse las manos antes de abandonar el laboratorio, al quitarse unos guantes protectores y siempre que se haya estado en contacto con material irritante, cáustico, tóxico o infeccioso.

4. HÁBITOS DE TRABAJO.

4.1.- Laboratorios con riesgo químico:

Por lo que respecta a los hábitos adquiridos en la época de formación, o bien a lo largo de los años de trabajo en el laboratorio, deben tenerse en cuenta las recomendaciones siguientes:

- No manipular un producto químico sin conocer sus características físico-químicas y toxicológicas.
- **Deberán conocerse como mínimo las frases R y S de los productos.**
- **EXIGIR LAS FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD.**
- No llenar los tubos de ensayo más de dos o tres cm.
- Calentar los tubos de ensayo de lado y utilizando pinzas.
- No llevar tubos de ensayo ni productos en los bolsillos de las batas.
- Utilizar en todo momento gradillas y soportes.
- Transportar los productos en bandejas o recipientes para evitar derrames en caso de roturas.
- Oler las sustancias, caso de que se crea conveniente, agitando con la mano sobre la boca del recipiente.
- **No tocar con las manos ni probar los productos químicos.**
- No trabajar separado de la mesa o poyata.
- **No efectuar pipeteos con la boca.**
- Asegurarse del enfriamiento de los materiales antes de aplicar directamente las manos para cogerlos.
- **Utilizar la vitrina extractora siempre que sea posible.**
- Al terminar el trabajo, asegurarse de la desconexión de aparatos, agua, gases, etc.
- **Los mecheros no deberán dejarse encendidos sin vigilancia.**
- Al finalizar una tarea u operación, recoger materiales, reactivos, equipos, etc., evitando las acumulaciones innecesarias.
- Usar y almacenar PQ inflamables en las cantidades imprescindibles.

Precauciones en el manejo con carcinógenos:

- Información sobre el significado de los datos contenidos en las fichas toxicológicas y consecuencias de la exposición a productos cancerígenos.
- Información sobre el equipo de protección personal que es necesario utilizar durante el experimento.
- Los trabajos en que se sinteticen o manipulen cancerígenos deberán efectuarse en áreas delimitadas y correctamente señalizadas. Con la siguiente leyenda: "Peligro : Manipulación de sustancias cancerígenas. Sólo personal autorizado".

- Deben suministrarse con triple protección. Entre el primer y segundo envase deberá existir material de relleno absorbente.
- Los dos envases deben estar debidamente etiquetados.
- Almacenar estos productos en lugares seguros exclusivos para ellos
"Peligro: almacén de productos cancerígenos. No guardar alimentos ni bebidas"
- Los compuestos cancerígenos no deben tocarse directamente, ni con las manos desnudas ni utilizando guantes; se deben utilizar siempre espátulas, pinzas u otros utensilios adecuados.
- Después de toda manipulación deben lavarse las manos con los guantes puestos.
- Antes de abandonar el área de trabajo, el personal deberá ducharse o, al menos, lavarse adecuadamente manos, brazos y cara.
- Trabajar siempre sobre bandejas recubiertas de papel absorbente. Al terminar depositar los residuos en contenedores de bioseguridad.
- Los residuos cancerígenos no deben ser eliminados por el sumidero ni enviados a la atmósfera.

4.2.- Laboratorios con riesgo biológico:

Las medidas de seguridad que han de adoptarse varían según el grupo de riesgo en el que se halle enclavado el agente con el que se trabaje, y por tanto el nivel de contención que sea necesario implantar

Laboratorios de nivel de contención 1

- El acceso al laboratorio estará limitado, a juicio del responsable del mismo, cuando los experimentos estén en marcha.
- Las superficies donde se trabaja deben ser descontaminadas una vez al día y siempre que haya un derrame de material infeccioso
- Está prohibido pipetear con la boca
- No está permitido comer, beber, fumar o aplicarse cosméticos en el laboratorio
- La comida se almacenará en armarios o refrigeradores destinados a tal fin y situados fuera de la zona de trabajo
- Antes de dejar el laboratorio el personal que haya manejado materiales o animales debe lavarse las manos
- Cualquier técnica o manipulación debe ser efectuada de manera que minimice la creación de aerosoles
- Se recomienda el empleo de batas u otro tipo de equipamiento que prevenga la contaminación de la ropa de calle
- Los materiales contaminados se irán depositando en contenedores apropiados
- Debe existir programa de desinsectación y desratización

Laboratorios de nivel de contención 2:

Además de las reseñadas en el apartado anterior

- Los materiales contaminados, que han de ser descontaminados fuera del laboratorio se irán depositando en contenedores apropiados que podrán cerrarse al ser trasladados del laboratorio
- Siempre que se esté en el laboratorio, el personal llevará una bata o protección similar
- Cuando se abandone el laboratorio para ir a otras dependencias (cafetería, biblioteca...), esta bata deberá dejarse siempre en el laboratorio
- En el lugar de trabajo no se permitirá la presencia de animales no relacionados con el trabajo en marcha
- Se prestará especial atención para evitar la contaminación a través de la piel, por lo que es recomendable llevar guantes cuando se manipule material infeccioso
- Todos los residuos de los laboratorios deben ser descontaminados adecuadamente antes de su eliminación
- Las agujas hipodérmicas y jeringuillas que se empleen para la inoculación parenteral o extracción de fluidos de los animales o de contenedores irán provistas de diafragma
- Hay que prestar especial atención a la autoinoculación y a la creación de aerosoles.
- Las agujas y jeringuillas se desecharán en contenedores destinados a tal fin, que se descontaminarán en autoclave antes de su eliminación
- Los derramamientos y otros accidentes que tengan como consecuencia la sobre exposición del personal a materiales infectados deberán ser comunicados al responsable de seguridad e higiene

5. IDENTIFICACIÓN.

En cuanto a la identificación de los productos químicos y sus riesgos, es aconsejable:

- ❖ Comprobar el adecuado etiquetaje de recipientes y botellas.
- ❖ Etiquetar debidamente las soluciones preparadas en el laboratorio.
- ❖ No reutilizar envases para otros productos sin quitar la etiqueta original.
- ❖ No sobreponer etiquetas.

6. TRASVASES.

En lo referente a operaciones de trasvase, debe tenerse en cuenta:

- Trasvasar, siempre que sea posible, cantidades pequeñas de líquidos. Caso contrario, emplear una zona específica para ello.
- Efectuar los trasvases de sustancias inflamables lejos de focos de calor.
- Efectuar los trasvases de sustancias tóxicas, irritantes y corrosivas con las prendas de protección adecuadas a los riesgos del producto.

- Cuando el trasvase se realice desde bidones metálicos, deberá hacerse a recipientes de seguridad. Si los productos son inflamables, los bidones y recipientes deberán estar conectados a tierra e interconectados entre sí.
- Evitar que ocurran vertidos empleando para el trasvase embudos, dosificadores, sifones o bandejas recogevertidos.

7. PRODUCTOS Y REACCIONES QUÍMICAS PELIGROSAS.

Cuando se manejan compuestos químicos peligrosos o reacciones peligrosas es recomendable tener en cuenta las recomendaciones siguientes:

- ◆ Conocer la reactividad de los productos de la reacción.
- ◆ Asegurarse de disponer del material adecuado.
- ◆ Instalar el montaje experimental en una vitrina cerrada, o en una mesa entre pantallas móviles.
- ◆ Utilizar la cantidad mínima de reactivos.
- ◆ Llevar prendas y accesorios de protección individual.
- ◆ Tener uno o varios extintores al alcance de la mano (agua pulverizada, dióxido de carbono, compuesto halogenado, polvo, según el caso).
- ◆ Prevenir a todo el personal del laboratorio, así como al responsable de seguridad.

8. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS.

En cuanto a los residuos característicos del laboratorio químico, hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Debe disponerse de información e instrucciones para la eliminación de residuos de laboratorio.
- Hay que neutralizar las soluciones antes de verterlas por el desagüe.
- Recuperar en lo posible los productos químicos especialmente los metales pesados.
- Los residuos se etiquetarán adecuadamente indicando fecha y titular.
- No tirar productos ni telas o papeles impregnados en las papeleras.
- Los residuos punzantes y cortantes deberán depositarse en recipientes adecuados para evitar cortes y/o pinchazos.
- Considerar las disposiciones legales existentes en el ámbito local para residuos y desechos.
- Al verter al desagüe, hacerlo siempre con abundante agua.

En cuanto a los residuos característicos del laboratorio biológico, los pasos que debemos seguir son los siguientes:

- Caracterizar los residuos biológicos generados
- Separarlos en función del riesgo asociado
- Separarlos según el tipo de material (sólido o líquido)

- Embalaje, señalización y etiquetado
- Contención e instalaciones para almacenamiento intermedio
- Instalaciones para la inactivación y esterilización de los residuos
- Eliminación o trasvase a empresas autorizadas

Todos estos pasos deben estar recogidos en un protocolo interno de seguridad y debe llevarse un control de calidad y registro de todas las fases.

1º.- Caracterización de los residuos biológicos teniendo en cuenta las clasificaciones antes citadas y las clasificaciones oficiales de agentes biológicos, para poderlos asimilar a uno de los Grupos.

Si pertenecen a los Grupos I y II (según la clasificación de bioseguridad del RD 664/97) se actuará igual que con cualquier otro tipo de residuo, al ser asimilable a urbano.

Si pertenecen al Grupo III.b. ó IV (los residuos biosanitarios especiales que incluyan residuos radioactivos tendrán la consideración de residuos radioactivos, por lo que su gestión se realizará a través de ENRESA) se actuará según la legislación específica.

Por lo que nos vamos a centrar en los residuos incluidos en el Grupo III.a.

2º.- Separación en función del riesgo asociado, puesto que los agentes biológicos del Grupo de Riesgo I son asimilables a urbanos (perteneceían a los residuos de Grupo II)

3º.- Separación según el tipo de material, según su estado físico y características, ya que eso nos permite seleccionar el tipo de inactivación biológica previa más adecuado:

- Autoclavado: indicado en el caso de residuos sólidos de todo tipo, incluidos los cadáveres de roedores de pequeño tamaño y sus purines.
- Inactivación química mediante la utilización de germicidas de amplio espectro: indicado en el caso de residuos líquidos acuosos o fácilmente miscibles con los germicidas utilizados. También puede utilizarse en forma de nebulización en el caso de materiales sólidos que por su tamaño no se puedan autoclavar.
- Incineración: solo se usa en centros de producción específicos donde se generan cadáveres de animales de gran tamaño ya que el autoclavado no garantiza su esterilización.
- Inactivación por calor: se utiliza en laboratorios de alta contención biológica, para el tratamiento de efluentes líquidos

4º.- Embalaje, señalización y etiquetado:

- Se utilizarán envases de un solo uso que una vez cerrados no podrán volverse a abrir
- Deberán permanecer intactos hasta el momento de su eliminación a través de un gestor autorizado (los que estén rotos o con restos de fugas deben volverse a envasar.)

- Deberán ser opacos, impermeables y resistentes a la humedad
- Resistentes a la perforación interna y externa
- Provistos de cierre hermético
- No generarán emisiones tóxicas por combustión
- Habrán de ir señalizados con la roseta de bioseguridad y el texto: "Biopeligroso"
- Los envases pueden ser:
 - o Envases rígidos o semirrígidos
 - o Bolsas
 - o Contenedores para residuos punzantes o cortantes

5º.- Contención e instalaciones para almacenamiento intermedio: El almacenamiento intermedio ha de hacerse en dependencias específicas, que serán unos locales de fácil limpieza con suelos sin ángulos ni impedimentos y bien ventilados, han de estar debidamente señalizados. La evacuación ha de ser como mínimo diaria

6º.- Instalaciones para la inactivación y esterilización de los residuos: En el caso de los agentes biológicos del Grupo de Riesgo 2, la inactivación previa ha de realizarse en el propio Centro o Instituto donde se hayan producido, puede ser en el mismo laboratorio, en otro laboratorio del Instituto, o en una sala habilitada especialmente para ello. En el caso de los Agentes biológicos del Grupo de Riesgo 3, la inactivación previa ha de realizarse en el propio laboratorio.

7º.- Eliminación o trasvase a empresas de gestión autorizadas: Los poseedores de residuos están obligados, siempre que no procedan a gestionarlos por sí mismos, a entregarlos a un gestor de residuos autorizado (La autorización corresponde a la Comunidad Autónoma, que la otorgará previa comprobación de las instalaciones en las que se vaya a desarrollar la actividad), están también sometidas a régimen de autorización la recogida y el almacenamiento de residuos peligrosos, así como su transporte, cuando se realice asumiendo la titularidad del residuo el transportista. La cesión de los residuos del productor al gestor se formalizará mediante los correspondientes documentos de control:

- Hoja de Control de Recogida de Residuos Peligrosos. Pequeñas cantidades
- Justificante de entrega

9. MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Por lo que respecta a los equipos o medios de protección, como mínimo deben seguirse las siguientes pautas:

- Si se manipulan productos en polvo de marcada acción biológica, utilizar batas sin bolsillos.
- Tener siempre a disposición las gafas de seguridad. Es recomendable el uso permanente de las mismas.
- Conocer y ensayar el funcionamiento de equipos extintores.
- Utilizar los guantes adecuados para cada tarea que requiera el uso de tales prendas.

- Conocer la protección brindada por los distintos equipos de protección individual para las vías respiratorias.
- Mantener en condiciones de uso las duchas de emergencia y lavaojos.
- Conocer la aplicación de los productos de primeros auxilios del botiquín y los mecanismos para recibir posibles ayudas exteriores.

10. MATERIAL DE VIDRIO.

En el manejo del material de vidrio, a parte de las necesarias revisiones y sustituciones periódicas que se requieren a causa de la fatiga de los materiales, es conveniente observar las siguientes pautas:

- Desechar el material que presente el más mínimo defecto.
- Comprobar cuidadosamente la temperatura de los recipientes, conectores, etc. Que hayan estados sometidos a calor, antes de aplicar las manos directamente.
- Eliminar las piezas defectuosas o fragmentos de piezas rotas en contenedores específicos para el vidrio, nunca en papeleras.
- No forzar directamente con las manos los cierres de frascos o botellas, llaves de paso, conectores, vasos etc., que se hayan obturado.
- Caso de que deba procederse a la apertura de frascos de tapón esmerilado obturados y ampollas selladas, se procederá de la siguiente manera:
 - Se llevará protección facial.
 - Se realizará la operación bajo campana y con pantalla protectora.
 - Se llevará a cabo la apertura sobre una bandeja o preferiblemente en un recipiente de material compatible con el producto contenido en el frasco de abrir.
- Para cortar una varilla de vidrio deberá sujetarse con un trapo cerca de la marca. Los extremos de la varilla deberán moldearse en la llama para evitar las superficies cortantes.

11. ACTUACIÓN EN CASO DE VERTIDOS.

1) MERCURIO:

- ▶ Absorber con azufre, polisulfuro cálcico o amalgamantes.
- ▶ Si se ha depositado en ranuras, se puede sellar con una fijadora.
- ▶ Aspirar con pipeta Pasteur y guardar el metal recogido.

2) LÍQUIDOS INFLAMABLES:

- ▶ Absorber con carbón activo o productos específicos.

3) ÁCIDOS:

- ▶ Neutralizar con bicarbonato o productos comerciales específicos para su absorción y neutralización.

4) BASES:

- ▶ Emplear productos específicos comercializados para su neutralización y absorción.

5) OTROS LÍQUIDOS NO CORROSIVOS NI INFLAMABLES:

- ▶ Absorber con vermiculita.

12. ACTUACIÓN EN CASO DE SALPICADURAS.

1. EN PIEL Y OJOS:

- Deben lavarse con abundante agua. Si es en los ojos mediante un lavaojos.
- No intentar neutralizar.
- Acudir al médico con prontitud.

2. EN BATAS O VESTIDOS:

- Debe quitarse rápidamente la ropa, lavándola, o colocarse bajo la ducha, según la magnitud de la impregnación.
- Si hay contacto con la piel acudir al médico.

13. ACTUACIÓN EN CASO DE INGESTIÓN.

- ❖ No provocar el vómito, salvo indicación expresa.
- ❖ Disponer de información sobre los productos que se manipulan, consultando a un servicio de información toxicológica cuando sea posible.
- ❖ Acudir al médico con una etiqueta del producto.

14. ACTUACIÓN EN CASO DE INCENDIO.

- ◆ Dar la alarma inmediatamente.
- ◆ Apagar los fuegos pequeños tapándolos, sin utilizar agua.
- ◆ Escoger adecuadamente el tipo de extintor.
- ◆ Si prende fuego a la ropa, utilizar la ducha o manta de seguridad.
- ◆ Si se evacua el laboratorio, cerrar las puertas al salir.

15 INCOMPATIBILIDADES DE PRODUCTOS QUIMICOS.

COMPUESTOS QUE REACCIONAN FUERTEMENTE CON EL AGUA

Ácidos fuertes anhidros	Halogenuros inorgánicos anhidros (excepto alcalinos)
Alquilmetales y metaloides	Hidróxidos alcalinos
Amiduros	Hidruros
Anhídridos	Imiduros
Carburos	Metales alcalinos
Flúor	Óxidos alcalinos
Fosfuros	Peróxidos inorgánicos
Halogenuros de ácido	Siliciuros
Halogenuros de acilo	

Tabla 23

COMPUESTOS QUE REACCIONAN VIOLENTAMENTE CON EL AIRE O EL OXÍGENO (INFLAMACIÓN ESPONTÁNEA)

Alquilmetales y metaloides	Hidruros
Arsinas	Metales carbonilados
Boranos	Metales finamente divididos
Fosfinas	Nitruros alcalinos
Fósforo blanco	Silenos
Fosfuros	Siliciuros

Tabla 24

GRUPOS DE SUBSTANCIAS INCOMPATIBLES

Oxidantes con:	Materias inflamables, carburos, nitruros, hidruros, sulfuros, alquilmetales, aluminio, magnesio y circonio en polvo.
Reductores con:	Nitratos, halogenatos, óxidos, peróxidos, flúor.
Ácidos fuertes con:	Bases fuertes.
Ácido sulfúrico con:	Azúcar, celulosa, ácido perclórico, permanganato potásico, cloratos, sulfocianuros.

Tabla 25

RELACIÓN DE SUBSTANCIAS QUÍMICAS Y SUS CORRESPONDIENTES INCOMPATIBILIDADES

SUBSTANCIA QUÍMICA	INCOMPATIBILIDADES
Acetileno	Cloro, bromo, cobre, flúor, plata y mercurio.
Acetona	Ácido nítrico concentrado y mezclas con ácido sulfúrico.
Ácido acético	Ácido crómico, ácido nítrico, compuestos hidroxilo, etilenglicol, ácido perclórico, peróxidos y permanganatos.
Ácido cianhídrico	Ácido nítrico y álcalis.
Ácido crómico y cromo	Ácido acético, naftaleno, alcanfor, glicerina, alcoholes y líquidos inflamables en general.
Ácido fluorhídrico anhidrido	Amoníaco, acuoso o anhidro.
Ácido nítrico concentrado	Ácido acético, anilina, ácido crómico, ácido hidrocianico, sulfuro de hidrógeno, líquidos y gases inflamables, cobre, latón y algunos metales pesados.
Ácido oxálico	Plata y mercurio.
Ácido perclórico	Anhidrido acético, bismuto y sus aleaciones, alcohol, papel, madera, grasas y aceites.
Ácido sulfúrico	Clorato potásico, perclorato potásico, permanganato potásico (compuestos similares de metales ligeros, como sodio y litio).
Amoníaco anhidro	Mercurio (por ejemplo en manómetros), cloro, hipoclorito cálcico, yodo, bromo, ácido fluorhídrico anhidro.
Anilina	Ácido nítrico, peróxido de hidrógeno.
Azidas	Ácidos.
Bromo	Véase cloro.
Carbón activado	Hipoclorito cálcico y todos los agentes oxidantes.
Cianuros	Ácidos.
Clorato potásico	Ácido sulfúrico y otros ácidos.
Cloratos	Sales de amonio, ácidos, metales en polvo, azufre, materiales combustibles u orgánicos finamente divididos.
Cloro	Amoníaco, acetileno, butadieno, butano, metano, propano, y otros gases del petróleo, hidrógeno, carburo sódico, benceno, metales finamente divididos y aguarrás.
Cobre	Acetileno y peróxido de hidrógeno.
Dióxido de cloro	Amoníaco, metano, fósforo y sulfuro de hidrógeno.
Fósforo (blanco)	Aire, oxígeno, álcalis y agentes reductores.
Flúor	Todas las otras sustancias químicas.
Hidrocarburos	Flúor, cloro, bromo, ácido crómico, peróxido sódico.

Hidroperóxido cumeno	de	Ácidos orgánicos e inorgánicos.
Hipocloritos		Ácidos, carbón activado.
Líquidos inflamables		Nitrato amónico, ácido crómico, peróxido de hidrógeno, ácido nítrico, peróxido sódico, halógenos.
Materiales de arsénico		Algunos agentes reductores.
Mercurio		Acetileno, ácido fulmínico y amoníaco.
Metales alcalinos y alcalinotérreos		Agua, tetracloruro de carbono, hidrocarburos clorados, dióxido de carbono y halógenos.
Nitrato amónico		Ácidos, polvo de metales, líquidos inflamables, compuestos de cloro, nitritos, azufre, materiales orgánicos combustibles finamente divididos.
Nitratos		Ácido sulfúrico Nitrato amónico y otras sales de amonio.
Nitrito sódico		Ácidos.
Nitritos		Bases inorgánicas y aminas.
Nitroparafinas		Agua.
Óxido cálcico		Aceites, grasas e hidrógeno; líquidos, sólidos o gases inflamables.
Oxígeno		Ácido sulfúrico y otros ácidos. Ver también cloratos.
Perclorato potásico		Glicerina, etilenglicol, benzaldehído, ácido sulfúrico.
Permanganato potásico		Cobre, cromo, hierro, la mayoría de los metales o sus sales, alcoholes, acetona, materiales orgánicos, anilina, nitrometano y materiales combustibles.
Peróxido de hidrógeno		Alcohol etílico y metílico, ácido acético glacial, anhídrido acético, benzaldehído, disulfuro de carbono, glicerina, etilenglicol, acetato de etilo y de metilo, furfural.
Peróxido sódico		Ácidos orgánicos e inorgánicos.
Peróxidos orgánicos		Acetileno, ácido oxálico, ácido tartárico, compuestos amónicos, ácido fulmínico.
Plata		Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono y agua.
Potasio		Agentes reductores.
Seleniuros		Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono, agua.
Sodio		Ácido nítrico fumante y gases oxidantes.
Sulfuro de hidrógeno		Ácidos.
Sulfurosos		Agentes reductores.
Teliuros		Sodio.
Tetracloruro carbono	de	Acetileno, amoníaco (acuoso o anhidro), hidrógeno.

Tabla 26

Reacciones peligrosas de los ácidos

REACTIVO	REACTIVO	SE DESPRENDE
Ácido clorhídrico	Sulfuros	Sulfuro de hidrógeno
	Hipocloritos	Cloro
	Cianuros	Cianuro de hidrógeno
Ácido nítrico	Algunos metales	Dióxido de nitrógeno
Ácido sulfúrico	Ácido fórmico	Monóxido de carbono
	Ácido oxálico	Monóxido de carbono
	Alcohol etílico	Etano
	Bromuro sódico	Bromo y dióxido de azufre
	Cianuro sódico	Monóxido de carbono
	Sulfocianuro sódico	Sulfuro de carbonilo
	Yoduro de hidrógeno	Sulfuro de hidrógeno
	Algunos metales	Dióxido de azufre

Tabla 27

SUSTANCIAS FÁCILMENTE PEROXIDABLES

Compuestos alílicos
Compuestos diénicos
Compuestos isopropílicos
Compuestos vinilacetilénicos
Compuestos vinílicos
Cumeno, estireno, tetrahidronaftalenos
Éteres
Haloalquenos
N-alquilamidas, ureas, lactamas

Tabla 28

Finalmente, antes de determinar el emplazamiento definitivo de un producto dentro del almacén siempre será necesario prestar especial atención a la etiqueta del producto, interpretación de las frases R y S (ver epígrafe correspondiente), además de disponer de TODAS Y CADA UNA de las fichas de seguridad de los productos almacenados.

CAPÍTULO 12: RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN TRABAJOS DE CORTE Y SOLDADURA.

Ante la necesidad de personal de mantenimiento de conocer las condiciones que debe reunir un puesto de corte y soldadura, se relacionan a continuación una serie de recomendaciones de seguridad informando (ART. 18 LPRL) de los peligros asociados a este tipo de actividades, así como la forma de reducir los riesgos e incluso evitarlos (ART. 15 LPRL).

1. SOLDADURA OXIACETILÉNICA Y OXICORTE: NORMAS DE SEGURIDAD.

Riesgos y factores de riesgo

Soldadura

- Incendio y/o explosión durante los procesos de encendido y apagado, por utilización incorrecta del soplete, montaje incorrecto o estar en mal estado. También se pueden producir por retorno de la llama o por falta de orden o limpieza.
- Exposiciones a radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes y con distintas intensidades energéticas, nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura.
- Quemaduras por salpicaduras de metal incandescente y contactos con los objetos calientes que se están soldando.
- Proyecciones de partículas de piezas trabajadas en diversas partes del cuerpo.
- Exposición a humos y gases de soldadura, por factores de riesgo diversos, generalmente por sistemas de extracción localizada inexistentes o ineficientes.

Almacenamiento y manipulación de botellas

- Incendio y/o explosión por fugas o sobrecalentamientos incontrolados.
- Atrapamientos diversos en manipulación de botellas.

Normas de seguridad frente a incendios/explosiones en trabajos de soldadura

Los riesgos de incendio y/o explosión se pueden prevenir aplicando una serie de normas de seguridad de tipo general y otras específicas que hacen referencia a la utilización de las botellas, las mangueras y el soplete. Por otra parte se exponen normas a seguir en caso de retorno de la llama.

Normas de seguridad generales

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenen materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- Para trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.
- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.
- No utilizar el oxígeno para limpiar o soplar piezas o tuberías, etc., o para ventilar una estancia, pues el exceso de oxígeno incrementa el riesgo de incendio.
- Los grifos y los manorreductores de las botellas de oxígeno deben estar siempre limpios de grasas, aceites o combustible de cualquier tipo. Las grasas pueden inflamarse espontáneamente por acción del oxígeno.
- Si una botella de acetileno se calienta por cualquier motivo, puede explotar; cuando se detecte esta circunstancia se debe cerrar el grifo y enfriarla con agua, si es preciso durante horas.
- Si se incendia el grifo de una botella de acetileno, se tratará de cerrarlo, y si no se consigue, se apagará con un extintor de nieve carbónica o de polvo.
- Después de un retroceso de llama o de un incendio del grifo de una botella de acetileno, debe comprobarse que la botella no se calienta sola.

Normas de seguridad específicas

Utilización de botellas

- Las botellas deben estar perfectamente identificadas en todo momento, en caso contrario deben inutilizarse y devolverse al proveedor.
- Todos los equipos, canalizaciones y accesorios deben ser los adecuados a la presión y gas a utilizar.
- Las botellas de acetileno llenas se deben mantener en posición vertical, al menos 12 horas antes de ser utilizadas. En caso de tener que tumbarlas, se debe mantener el grifo con el orificio de salida hacia arriba, pero en ningún caso a menos de 50 cm del suelo.
- Los grifos de las botellas de oxígeno y acetileno deben situarse de forma que sus bocas de salida apunten en direcciones opuestas.
- Las botellas en servicio deben estar libres de objetos que las cubran total o parcialmente.

- Las botellas deben estar a una distancia entre 5 y 10 m de la zona de trabajo.
- Antes de empezar una botella comprobar que el manómetro marca "cero" con el grifo cerrado.
- Si el grifo de una botella se atasca, no se debe forzar la botella, se debe devolver al suministrador marcando convenientemente la deficiencia detectada.
- Antes de colocar el manorreductor, debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta y cerrando a la mayor brevedad.
- Colocar el manorreductor con el grifo de expansión totalmente abierto; después de colocarlo se debe comprobar que no existen fugas utilizando agua jabonosa, pero nunca con llama. Si se detectan fugas se debe proceder a su reparación inmediatamente.
- Abrir el grifo de la botella lentamente; en caso contrario el reductor de presión podría quemarse.
- Las botellas no deben consumirse completamente pues podría entrar aire. Se debe conservar siempre una ligera sobrepresión en su interior.
- Cerrar los grifos de las botellas después de cada sesión de trabajo. Después de cerrar el grifo de la botella se debe descargar siempre el manorreductor, las mangueras y el soplete.
- La llave de cierre debe estar sujeta a cada botella en servicio, para cerrarla en caso de incendio. Un buen sistema es atarla al manorreductor.
- Las averías en los grifos de las botellas debe ser solucionadas por el suministrador, evitando en todo caso el desmontarlos.
- No sustituir las juntas de fibra por otras de goma o cuero.
- Si como consecuencia de estar sometidas a bajas temperaturas se hiela el manorreductor de alguna botella utilizar paños de agua caliente para deshelarlas.

Mangueras

- Las mangueras deben estar siempre en perfectas condiciones de uso y sólidamente fijadas a las tuercas de empalme.
- Las mangueras deben conectarse a las botellas correctamente sabiendo que las de oxígeno son rojas y las de acetileno negras, teniendo estas últimas un diámetro mayor que las primeras.
- Se debe evitar que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados, ángulos vivos o caigan sobre ellas chispas procurando que no formen bucles.
- Las mangueras no deben atravesar vías de circulación de vehículos o personas sin estar protegidas con apoyos de paso de suficiente resistencia a la compresión.

- Antes de iniciar el proceso de soldadura se debe comprobar que no existen pérdidas en las conexiones de las mangueras utilizando agua jabonosa, por ejemplo. Nunca utilizar una llama para efectuar la comprobación.
- No se debe trabajar con las mangueras situadas sobre los hombros o entre las piernas.
- Las mangueras no deben dejarse enrolladas sobre las ojivas de las botellas.
- Después de un retorno accidental de llama, se deben desmontar las mangueras y comprobar que no han sufrido daños. En caso afirmativo se deben sustituir por unas nuevas desechando las deterioradas.

Soplete

- El soplete debe manejarse con cuidado y en ningún caso se golpeará con él.
- En la operación de encendido debería seguirse la siguiente secuencia de actuación:
 - a. Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.
 - b. Abrir la válvula del soplete correspondiente al acetileno alrededor de 3/4 de vuelta.
 - c. Encender la mezcla con un encendedor o llama piloto.
 - d. Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.
 - e. Acabar de abrir el oxígeno según necesidades.
 - f. Verificar el manorreductor.
- En la operación de apagado debería cerrarse primero la válvula del acetileno y después la del oxígeno.
- No colgar nunca el soplete en las botellas, ni siquiera apagado.
- No depositar los sopletes conectados a las botellas en recipientes cerrados.
- La reparación de los sopletes la deben hacer técnicos especializados.
- Limpiar periódicamente las toberas del soplete pues la suciedad acumulada facilita el retorno de la llama. Para limpiar las toberas se puede utilizar una aguja de latón.
- Si el soplete tiene fugas se debe dejar de utilizar inmediatamente y proceder a su reparación. Hay que tener en cuenta que fugas de oxígeno en locales cerrados pueden ser muy peligrosas.

Retorno de llama

En caso de retorno de la llama se deben seguir los siguientes pasos:

- a. Cerrar la llave de paso del oxígeno interrumpiendo la alimentación a la llama interna.
- b. Cerrar la llave de paso del acetileno y después las llaves de alimentación de ambas botellas.

- En ningún caso se deben doblar las mangueras para interrumpir el paso del gas.
- Efectuar las comprobaciones pertinentes para averiguar las causas y proceder a solucionarlas.

Normas de seguridad frente a otros riesgos en trabajos de soldadura

Exposición a radiaciones

Las radiaciones que produce la soldadura oxiacetilénica son muy importantes por lo que los ojos y la cara del operador deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos utilizando gafas de montura integral combinados con protectores de casco y sujeción manual adecuadas al tipo de radiaciones emitidas. El material puede ser el plástico o nylon reforzados, con el inconveniente de que son muy caros, o las fibras vulcanizadas. Por otro lado, para elegir el filtro adecuado (nº de escala) en función del grado de protección se utilizan dos tablas que relacionan el tipo de trabajo de soldadura realizado con los caudales de oxígeno (operaciones de corte) o los caudales de acetileno (soldaduras y soldadura fuerte con gas). Se puede observar que el número de escala exigido aumenta según aumenta el caudal por hora. Ver tablas siguientes.

TIPO DE TRABAJO	I = Caudal de acetileno en litros por hora			
	I = 70	70 < I ≤ 200	200 < I ≤ 800	I > 800
Soldadura y soldadura fuerte de metales pesados	4	5	6	7
Soldadura con flux (aleaciones ligeras, principalmente)	4a	5a	6a	7a

Tabla 29: Escalonado de protección que debe utilizarse en operaciones de soldadura y soldadura fuerte con gas.

Notas:

1. Cuando en la soldadura con gas se emplea un flux la luz emitida por la fuente es muy rica en luz monocromática correspondiente al tipo de flux empleado. Para suprimir la molestia debida a esta emisión monocromática, se recomienda utilizar filtros o combinaciones de filtros que tengan una absorción selectiva según el tipo de flux empleado. Los filtros indicados con letra "a" cumplen estas condiciones.
2. Según las condiciones de uso, puede emplearse la escala inmediatamente superior o inferior

TIPO DE TRABAJO	Caudal de oxígeno en litros por hora		
	900 a 2000	2000 a 4000	4000 a 8000
Oxicorte	5	6	7

Tabla 30: Escalonado de protección que deben utilizar se en operaciones de oxicorte

Notas:

1. Según las condiciones de uso, puede emplearse la escala inmediatamente superior o inferior
2. Los valores de 900 a 2000 y de 2000 a 8000 litros por hora de oxígeno corresponden muy aproximadamente al uso de orificios de corte de 1,5 y 2 mm de diámetro, respectiva mente.

Será muy conveniente el uso de placas filtrantes fabricadas de cristal soldadas que se oscurecen y aumentan la capacidad de protección en cuanto se enciende el arco de soldadura; tienen la ventaja que el oscurecimiento se produce casi instantáneamente, y en algunos tipos en tan sólo 0,1 ms. Las pantallas o gafas deben ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.

Para prevenir las quemaduras por salpicaduras, contactos con objetos calientes o proyecciones, deben utilizarse los equipos de protección individual reseñados en el apartado correspondiente de este epígrafe.

Normas de seguridad en el almacenamiento y la manipulación de botellas **Normas reglamentarias de manipulación y almacenamiento**

En general se aplicará dentro del Reglamento de almacenamiento de productos químicos la ITC-MIE-APQ-005 sobre Almacenamiento de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión (R.D. 379/01). De esta ITC entresacamos los aspectos más relevantes.

Emplazamiento

- **No deben ubicarse en locales subterráneos o en lugares con comunicación directa con sótanos, huecos de escaleras, pasillos, etc.**
- Los suelos deben ser planos, de material difícilmente combustible y con características tales que mantengan el recipiente en perfecta estabilidad.

Ventilación

- En las áreas de almacenamiento cerradas la ventilación será suficiente y permanente, para lo que deberán disponer de aberturas y huecos en comunicación directa con el exterior y distribuidas convenientemente en zonas altas y bajas. La superficie total de las aberturas será como mínimo 1/18 de la superficie total del área de almacenamiento.

Instalación eléctrica

- Estará de acuerdo con el vigente Reglamento Electrotécnico.

Protección contra incendios

- Indicar mediante señalización la prohibición de fumar.
- Las botellas deben estar alejadas de llamas desnudas, arcos eléctricos, chispas, radiadores u otros focos de calor.
- Proteger las botellas contra cualquier tipo de proyecciones incandescentes.
- Si se produce un incendio se deben desalojar las botellas del lugar de incendio y se hubieran sobrecalentado se debe proceder a enfriarse con abundante agua.

Medidas complementarias

- Utilizar códigos de colores normalizados para identificar y diferenciar el contenido de las botellas.
- Proteger las botellas contra las temperaturas extremas, el hielo, la nieve y los rayos solares.
- Se debe evitar cualquier tipo de agresión mecánica que pueda dañar las botellas como pueden ser choques entre sí o contra superficies duras.
- Las botellas con caperuza no fija no deben asirse por ésta. En el desplazamiento, las botellas, deben tener la válvula cerrada y la caperuza debidamente fijada.
- Las botellas no deben arrastrarse, deslizarse o hacerlas rodar en posición horizontal. Lo más seguro en moverlas con la ayuda de una carretilla diseñada para ello y debidamente atadas a la estructura de la misma. En caso de no disponer de carretilla, el traslado debe hacerse rodando las botellas, en posición vertical sobre su base o peana.
- No manejar las botellas con las manos o guantes grasientos.
- Las válvulas de las botellas llenas o vacías deben cerrarse colocándoles los capuchones de seguridad.
- Las botellas se deben almacenar siempre en posición vertical.

- No se deben almacenar botellas que presenten cualquier tipo de fuga. Para detectar fugas no se utilizarán llamas, sino productos adecuados para cada gas.
- Para la carga/descarga de botellas está prohibido utilizar cualquier elemento de elevación tipo magnético o el uso de cadenas, cuerdas o eslingas que no estén equipadas con elementos que permitan su izado con su ayuda.
- Las botellas llenas y vacías se almacenarán en grupos separados.

Otras normas no reglamentarias

- Almacenar las botellas al sol de forma prolongada no es recomendable, pues puede aumentar peligrosamente la presión en el interior de las botellas que no están diseñadas para soportar temperaturas superiores a los 54°C.
- Guardar las botellas en un sitio donde no se puedan manchar de aceite o grasa.
- Si una botella de acetileno permanece accidentalmente en posición horizontal, se debe poner vertical, al menos doce horas antes de ser utilizada. Si se cubrieran de hielo se debe utilizar agua caliente para su eliminación antes de manipularla.
- Manipular todas las botellas como si estuvieran llenas.
- En caso de utilizar un equipo de mantenimiento mecánica para su desplazamiento, las botellas deben depositarse sobre una cesta, plataforma o carro apropiado con las válvulas cerradas y tapadas con el capuchón de seguridad.

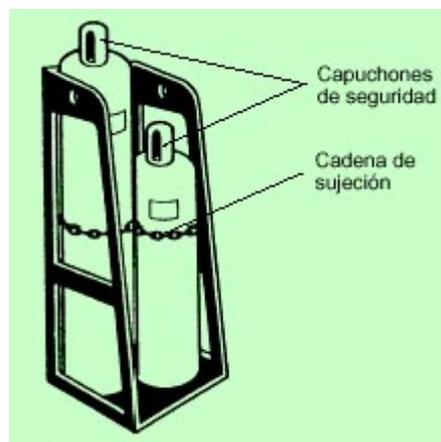


Figura 41: Tipo de plataforma de transporte de botellas

- Las cadenas o cables metálicos o incluso los cables recubiertos de caucho no deben utilizarse para elevar y transportar las botellas pues pueden deslizarse.



Figura 42: Indicador de prohibición de utilización de cadenas o cables para transportar botellas de gas.

- Cuando existan materias inflamables como la pintura, aceite o disolventes aunque estén en el interior de armarios espaciales, se debe respetar una distancia mínima de 6 m.

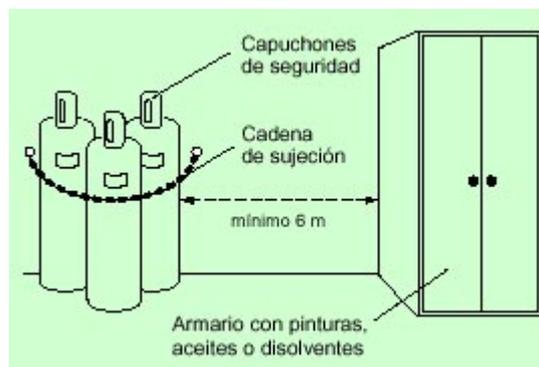


Figura 43: Distancia de seguridad entre botellas almacenadas y un armario con pinturas, aceites o disolventes.

Normas reglamentarias sobre clases de almacenes

- En función de la cantidad de kg almacenados, los almacenes se clasifican en cinco clases que van desde menos de 150 Kg de amoníaco hasta más de 8000 Kg de productos oxidantes o inertes.

Normas reglamentarias sobre separación entre botellas de gases inflamables y otros gases

Las botellas de oxígeno y de acetileno deben almacenarse por separado dejando una distancia mínima de 6 m siempre que no haya un muro de separación.

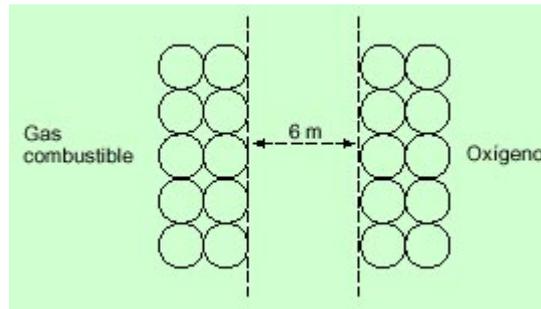


Figura 44: Almacenamiento de botellas sin muro de separación

En el caso de que exista un muro de separación se pueden distinguir dos casos:

- a. Muro aislado: la altura del muro debe ser de 2 m como mínimo y 0,5 m por encima de la parte superior de las botellas. Además la distancia desde el extremo de la zona de almacenamiento en sentido horizontal y la resistencia al fuego del muro es función de la clase de almacén según se puede ver en la tabla siguiente.

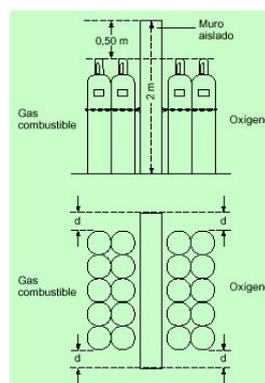


Figura 45: Almacenamiento de botellas separadas por un muro aislado.

CLASE	DISTANCIA d (m)	RF (Resistencia al fuego en min)
1	0,5	30
2	0,5	30
3	1	60
4	1,5	60
5	2	60

Tabla 31: Relación entre la clase de almacén, la distancia y la resistencia al fuego.

- b. Muro adosado a la pared: se debe cumplir lo mismo que lo indicado para el caso de muro aislado con la excepción que las botellas se pueden almacenar junto a la pared y la distancia en sentido horizontal sólo se debe respetar entre el final de la zona de almacenamiento de botellas y el muro de separación.

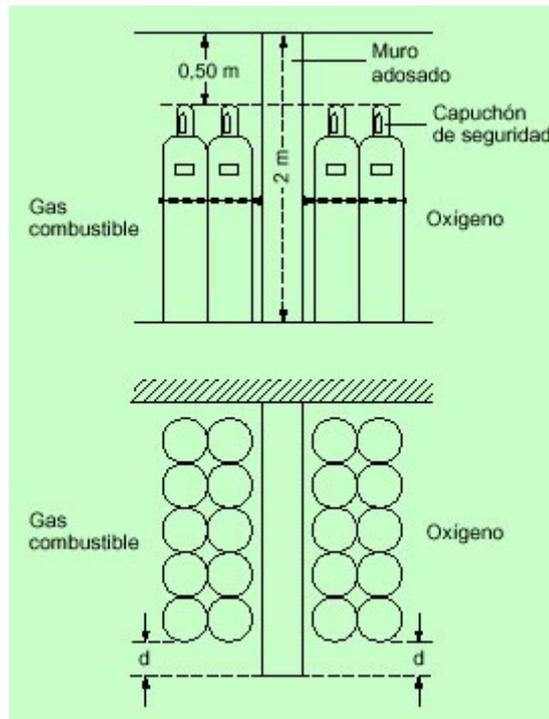


Figura 46: Almacenamiento de botellas separadas por un muro adosado a la pared

Equipos de protección individual

El equipo obligatorio de protección individual, se compone de:

- Polainas de cuero
- Calzado de seguridad
- Yelmo de soldador (Casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual
- Guantes de cuero de manga larga
- Manguitos de cuero
- Mandil de cuero
- Casco de seguridad, cuando el trabajo así lo requiera

Además el operario no debe trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable. Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chipas lo puedan quemar.

2. SOLDADURA ELÉCTRICA AL ARCO: NORMAS DE SEGURIDAD.

Riesgos y factores de riesgo

Riesgos de accidente

Los principales riesgos de accidente son los derivados del empleo de la corriente eléctrica, las quemaduras y el incendio y explosión.

El **contacto eléctrico** directo puede producirse en el circuito de alimentación por deficiencias de aislamiento en los cables flexibles o las conexiones a la red o a la máquina y en el circuito de soldadura cuando está en vacío (tensión superior a 50 V).

El **contacto eléctrico indirecto** puede producirse con la carcasa de la máquina por algún defecto de tensión.

Las **proyecciones en ojos** y las quemaduras pueden tener lugar por proyecciones de partículas debidas al propio arco eléctrico y las piezas que se están soldando o al realizar operaciones de descascarillado

La **explosión e incendio** puede originarse por trabajar en ambientes inflamables o en el interior de recipientes que hayan contenido líquidos inflamables o bien al soldar recipientes que hayan contenido productos inflamables.

Riesgos higiénicos

Básicamente son tres: las exposiciones a radiaciones ultravioleta y luminosas, la exposición a humos y gases y la intoxicación por fosgeno.

Las exposiciones a radiaciones ultravioleta y luminosas son producidas por el arco eléctrico.

La **inhalación de humos** y gases tóxicos producidos por el arco eléctrico es muy variable en función del tipo de revestimiento del electrodo o gas protector y de los materiales base y de aporte y puede consistir en exposición a humos (óxidos de hierro, cromo, manganeso, cobre, etc.) y gases (óxidos de carbono, de nitrógeno, etc).

Finalmente, puede ocurrir **intoxicación por fosgeno** cuando se efectúan trabajos de soldadura en las proximidades de cubas de desengrase con productos clorados o sobre piezas húmedas con dichos productos.

Sistemas de prevención y protección.

Contactos eléctricos directos e indirectos.

Equipo de soldar.

La máquina de soldar puede protegerse mediante dos sistemas, uno electromecánico que consiste en introducir una resistencia en el primario del transformador de soldadura (resistencia de absorción) para limitar la tensión en el secundario cuando está en vacío y otro electrónico que se basa en limitar la tensión de vacío del secundario del transformador introduciendo un TRIAC en el circuito primario del grupo de soldadura. En ambos casos se consigue una tensión de vacío del grupo de 24 V, considerada tensión de seguridad.

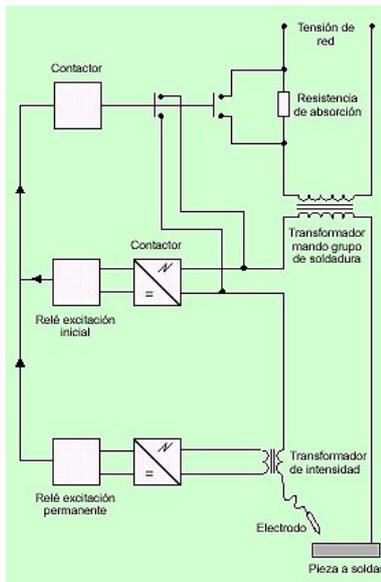


Figura 47: Sistema de protección electromecánica

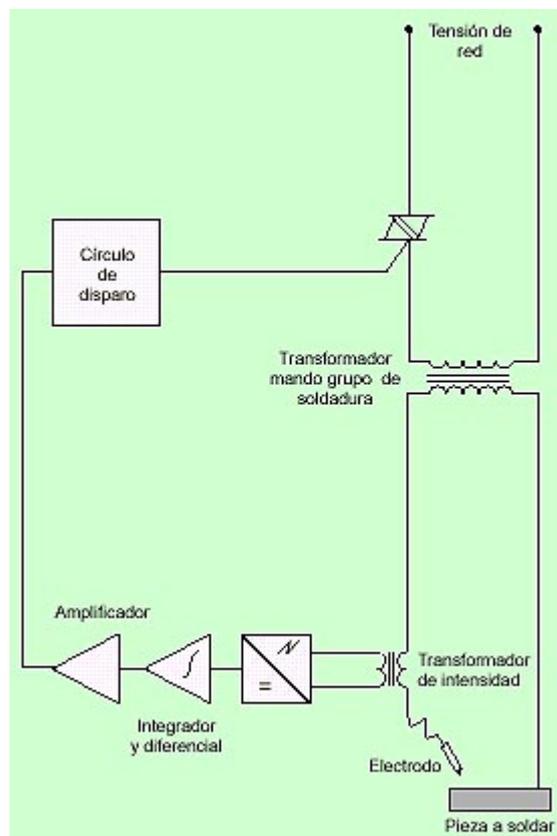


Figura 48: Sistema de protección electrónica

Pinza portaelectrodos.

La pinza debe ser la adecuada al tipo de electrodo utilizado y que además sujete fuertemente los electrodos. Por otro lado debe estar bien equilibrada por su cable y fijada al mismo de modo que mantenga un buen contacto. Asimismo el aislamiento del cable no se debe estropear en el punto de empalme.

Circuito de acometida.

Los cables de alimentación deben ser de la sección adecuada para no dar lugar a sobrecalentamientos. Su aislamiento será suficiente para una tensión nominal > 1000 V. Los bornes de conexión de la máquina y la clavija de enchufe deben estar aislados.

Circuito de soldadura.

Los cables del circuito de soldadura al ser más largos deben protegerse contra proyecciones incandescentes, grasas, aceites, etc., para evitar arcos o circuitos irregulares.

Carcasa.

La carcasa debe conectarse a una toma de tierra asociada a un interruptor diferencial que corte la corriente de alimentación en caso de que se produzca una corriente de defecto.

Radiaciones ultravioleta y luminosas.

Se deben utilizar mamparas de separación de puestos de trabajo para proteger al resto de operarios. El material debe estar hecho de un material opaco o translúcido robusto. La parte inferior debe estar al menos a 50 cm del suelo para facilitar la ventilación. Se debería señalar con las palabras: PELIGRO ZONA DE SOLDADURA, para advertir al resto de los trabajadores.

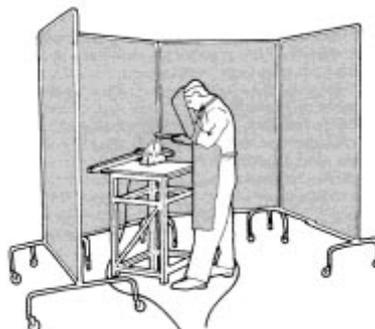


Figura 49: Mampara de separación

El soldador debe utilizar una pantalla facial con certificación de calidad para este tipo de soldadura, utilizando el visor de cristal inactínico cuyas características varían en función de la intensidad de corriente empleada.

Por otro lado para elegir el filtro adecuado (nº de escala) en función del grado de protección se utiliza otra tabla que relaciona los procedimientos de soldadura o técnicas relacionadas con la intensidad de corriente en amperios. Se puede observar que el número de escala exigido aumenta según se incrementa la intensidad. Ver tabla siguiente.

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA O TÉCNICAS RELACIONADAS	INTENSIDADES DE LA CORRIENTE EN AMPERIOS														
	0,5	2,5	10	20	40	80	125	175	225	275	350	450			
	1	5	15	30	60	100	150	200	250	300	400	500			
Electrodos recubiertos				9	10	11	12	13	14						
MIG sobre metales pesados						10	11	12	13	14					
MIG sobre aleaciones ligeras						10	11	12	13	14	15				
TIG sobre todos los metales y aleaciones			9	10	11	12	13	14							
MAG					10	11	12	13	14	15					
Ranurado por arco de aire							10	11	12	13	14	15			
Corte por chorro de plasma						11	12	13							
Soldadura por arco de microplasma	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	

Tabla 32: Grado de protección de los filtros para soldadura eléctrica al arco (5 A < I ≤ 500 A)

NOTAS:

- Según las condiciones de iluminación ambiental, pueden usarse un grado de protección inmediatamente superior o inferior al indicado en la tabla.
- La expresión metales pesados abarca los aceros y sus aleaciones, el cobre y sus aleaciones, etc.
- Las zonas sombreadas corresponden a procedimientos de soldadura que no se utilizan en la práctica habitual.
- Las columnas que delimitan los grados de protección deben leerse de la forma siguiente: Límite inferior < I = Límite superior.

En relación con la anterior tabla explicamos el significado de las abreviaciones o conceptos utilizados:

- MIG: Arco con protección de gas inerte, la transferencia de metal tiene lugar por pulverización axial
- MAG: Arco con protección de anhídrido carbónico puro o mezclado
- TIG: Arco con electrodo de tungsteno con protección de gas inerte
- Ranurado por arco de aire: Empleo de un electrodo de carbono y un chorro de aire comprimido para eliminar el metal en fusión

Proyecciones y quemaduras

Se deben emplear mamparas metálicas de separación de puestos de trabajo para que las proyecciones no afecten a otros operarios. El soldador debe utilizar pantalla de protección. El filtro de cristal inactínico debe ser protegido mediante la colocación en su parte anterior de un cristal blanco.

Normas de seguridad

El montaje seguro de un puesto de trabajo de soldadura eléctrica requiere tener en cuenta una serie de normas que se relacionan a continuación.

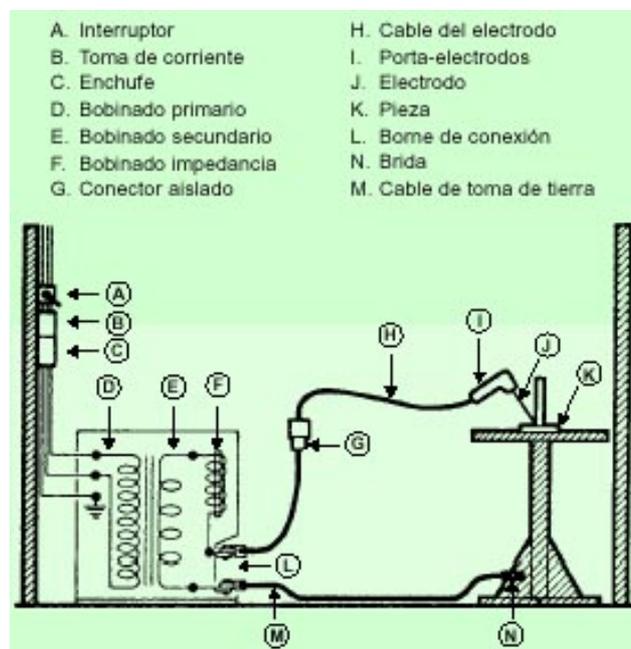


Figura 50: Instalación segura de un puesto de soldadura CA con transformador.

Puesta a tierra

La instalación de las tomas de la puesta a tierra se debe hacer según las instrucciones del fabricante. Es preciso asegurarse de que el chasis del puesto de trabajo está puesto a tierra controlando en especial las tomas de tierra y no utilizar para las tomas de la puesta a tierra conductos de gas, líquidos inflamables o eléctricos.

La toma de corriente y el casquillo que sirve para unir el puesto de soldadura a la fuente de alimentación deben estar limpios y exentos de humedad. Antes de conectar la toma al casquillo se debe cortar la corriente. Una vez conectada se debe permanecer alejado de la misma. Cuando no se trabaje se deben cubrir con capuchones la toma y el casquillo.

Conexiones y cables

Se debe instalar el interruptor principal cerca del puesto de soldadura para en caso necesario poder cortar la corriente. Instalar los principales cables de alimentación en alto y conectarlos posteriormente.

Desenrollar el cable del electrodo antes de utilizarlo, verificando los cables de soldadura para comprobar que su aislamiento no ha sido dañado y los cables conductores para descubrir algún hilo desnudo. Verificar asimismo los cables de soldadura en toda su longitud para comprobar su aislamiento, comprobando que el diámetro del cable de soldadura es suficiente para soportar la corriente necesaria. Hay que tener en cuenta que a medida que la longitud total del cable aumenta, disminuye su capacidad de transporte de corriente. Por tanto para según qué casos se deberá aumentar el grosor del cable.

Se debe reemplazar cualquier cable de soldadura que presente algún tipo de ligadura a menos de 3 m del portaelectrodos. No utilizar tornillos para fijar conductores trenzados pues acaban por desapretarse.

Montaje correcto del puesto de trabajo

Recomendaciones

Se deben alejar los hilos de soldadura de los cables eléctricos principales para prevenir el contacto accidental con el de alta tensión así como cubrir los bornes para evitar un posible cortocircuito causado por un objeto metálico (ver siguiente figura) y situar el material de forma que no sea accesible a personas no autorizadas.

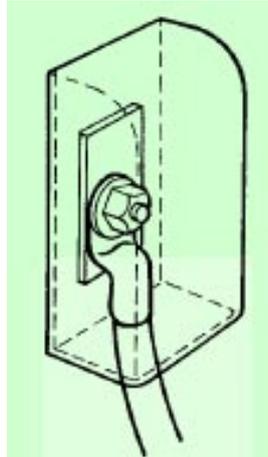


Figura 51: Carcasa protectora de los bornes.

Las tomas de corriente deben situarse en lugares que permitan su desconexión rápida en caso de emergencia y comprobar que el puesto de trabajo está puesto a tierra.

El puesto de soldadura debe protegerse de la exposición a gases corrosivos, partículas incandescentes provocadas por la soldadura o del exceso de polvo; el área de trabajo debe estar libre de materias combustibles. Si algún objeto combustible no puede ser desplazado, debe cubrirse con material ignífugo. Debe disponerse de un extintor apropiado en las proximidades de la zona de trabajo.

Prohibiciones

No se deben bloquear los pasillos. Los conductores deben estar situados en alto o recubiertos para no tropezar con ellos. Los cables y conductores no deben obstruir los pasillos, escaleras u otras zonas de paso. El puesto de soldadura no debe situarse cerca de puentes-grúa o sobre los pasillos.

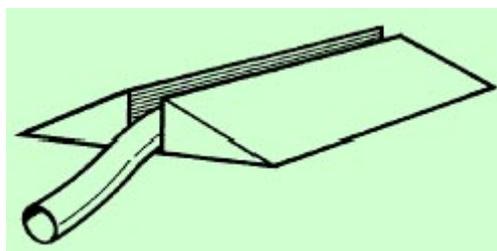


Figura 52: Sistema de protección de cables situados sobre el suelo en zona de paso.

La toma de tierra no debe unirse a cadenas, cables de un montacargas o tornos. Tampoco se debe unir a tuberías de gas, líquidos inflamables o conducciones que contengan cables eléctricos.

Se debe evitar que el puesto de soldadura esté sobre zonas húmedas y en cualquier caso se debe secar adecuadamente antes de iniciar los trabajos. Las conducciones de agua de refrigeración deben instalarse de forma que formen un bucle que permita gotear el agua de condensación o en caso de fuga.

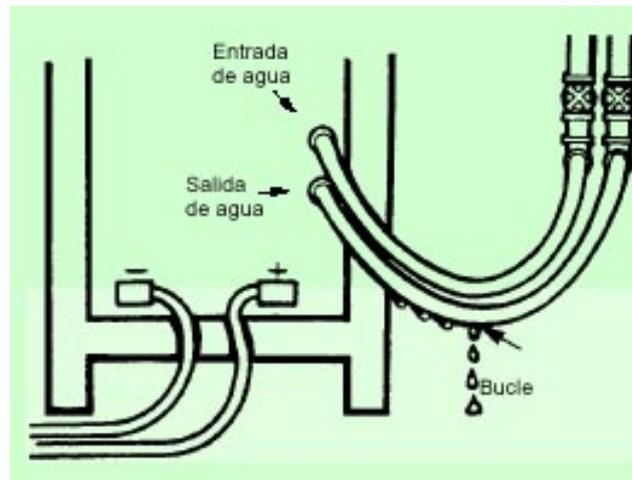


Figura 53: Instalación correcta de las conducciones del agua de refrigeración.

Los cables no deben someterse a corrientes por encima de su capacidad nominal ni enrollarse alrededor del cuerpo.

Utilización segura del material auxiliar de soldadura

La utilización segura del material de soldadura puede influir en la seguridad de los trabajos de soldadura. Se dan una serie de recomendaciones y prohibiciones relacionadas con la utilización.

Recomendaciones

La base de soldar debe ser sólida y estar apoyada sobre objetos estables. El cable de soldar debe mantenerse con una mano y la soldadura se debe ejecutar con la otra.

Los portaelectrodos se deben almacenar donde no puedan entrar en contacto con los trabajadores, combustibles o posibles fugas de gas comprimido.

Cuando los trabajos de soldadura se deban interrumpir durante un cierto periodo se deben sacar todos los electrodos de los portaelectrodos, desconectando el puesto de soldar de la fuente de alimentación.

No utilizar electrodos a los que les quede entre 38 y 50 mm; en caso contrario se pueden dañar los aislantes de los portaelectrodos pudiendo provocar un cortocircuito accidental.

Los electrodos y sus portaelectrodos se deben guardar bien secos. Si antes de ser utilizados están mojados o húmedos por cualquier razón, deben secarse totalmente antes de ser reutilizados.

Situarse de forma que los gases de soldadura no lleguen directamente a la pantalla facial protectora y proteger a los otros trabajadores del arco eléctrico mediante pantallas o mamparas opacas; llevar ropa, gafas y calzado de protección.

La escoria depositada en las piezas soldadas debe picarse con un martillo especial de forma que los trozos salgan en dirección contraria al cuerpo. Previamente se deben eliminar de las escorias las posibles materias combustibles que podrían inflamarse al ser picadas.

Prohibiciones

No sustituir los electrodos con las manos desnudas, con guantes mojados o en el caso de estar sobre una superficie mojada o puesta a tierra; tampoco se deben enfriar los portaelectrodos sumergiéndolos en agua.

No se deben efectuar trabajos de soldadura cerca de lugares donde se estén realizando operaciones de desengrasado, pues pueden formarse gases peligrosos. Tampoco se permitirá soldar en el interior de contenedores, depósitos o barriles mientras no hayan sido limpiados completamente y desgasificados con vapor. Es conveniente también prever una toma de tierra local en la zona de trabajo.

No accionar el conmutador de polaridad mientras el puesto de soldadura esté trabajando; se debe cortar la corriente previamente antes de cambiar la polaridad.

Equipo de protección individual

Equipo y ropa

El equipo de protección individual está compuesto por: pantalla de protección de la cara y ojos; guantes de cuero de manga larga con las costuras en su interior; mandil de cuero; polainas; calzado de seguridad tipo bota, preferiblemente aislante; casco y/o cinturón de seguridad, cuando el trabajo así lo requiera.

La ropa de trabajo será de pura lana o algodón ignífugo. Las mangas serán largas con los puños ceñidos a la muñeca; además llevará un collarín que proteja el cuello. Es conveniente que no lleven bolsillos y en caso contrario deben poderse cerrar herméticamente. Los pantalones no deben tener dobladillo, pues pueden retener las chipas producidas, pudiendo introducirse en el interior del calzado de seguridad.

Normas de utilización y mantenimiento

El soldador debe tener cubiertas todas las partes del cuerpo antes de iniciar los trabajos de soldadura. La ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable debe ser desechada inmediatamente; asimismo la ropa húmeda o sudorada se hace conductora por lo que debe también ser cambiada ya que en esas condiciones puede ser peligroso tocarla con la pinza de soldar. Por añadidura no deben realizarse trabajos de soldadura lloviendo, o en lugares conductores, sin la protección eléctrica adecuada.

Antes de soldar se debe comprobar que la pantalla o careta no tiene rendijas que dejen pasar la luz, y que el cristal contra radiaciones es adecuado a la intensidad o diámetro del electrodo.

Los ayudantes de los soldadores u operarios próximos deben usar gafas especiales con cristales filtrantes adecuados al tipo de soldadura a realizar. Para colocar el electrodo en la pinza o tenaza, se deben utilizar siempre los guantes. También se usarán los guantes para coger la pinza cuando esté en tensión.

En trabajos sobre elementos metálicos, es necesario utilizar calzado de seguridad aislante. Para los trabajos de picado o cepillado de escoria se deben proteger los ojos con gafas de seguridad o una pantalla transparente.

En trabajos en altura con riesgo de caída, se utilizará un cinturón de seguridad protegido para evitar que las chispas lo quemen. El cristal protector debe cambiarse cuando tenga algún defecto (por ej. rayado) y ser sustituido por otro adecuado al tipo de soldadura a realizar. En general todo equipo de protección individual debe ser inspeccionado periódicamente y sustituido cuando presente cualquier defecto.

Mantenimiento e inspección del material

Se debe inspeccionar semanalmente todo el material de la instalación de soldadura, principalmente los cables de alimentación del equipo dañados o pelados, empalmes o bornes de conexión aflojados o corroídos, mordazas del portaelectrodos o bridas de tierra sucias o defectuosas, etc.

En cuanto a los equipos de soldar de tipo rotativo es necesario revisar las escobillas sustituyéndolas o aproximándolas en caso necesario. En ambientes pulvígenos metálicos se debe limpiar periódicamente el interior con aire comprimido para evitar cortocircuitos o derivaciones a la carcasa.

3. SOLDADURA. PREVENCIÓN DE RIESGOS HIGIÉNICOS.

Objetivo.

Las operaciones de soldadura están ampliamente extendidas dentro del ámbito industrial. Como consecuencia de estas operaciones, el soldador está frecuentemente expuesto a humos y gases de soldadura. El origen de estos contaminantes se encuentra en el material soldado (material base o su posible recubrimiento), el material aportado (metal de aporte, escorificantes, fundentes, desoxidantes, gas de protección), y en el aire que constituye el entorno de la zona de soldadura (origen en parte de los gases nitrosos, ozono y monóxido de carbono). La eliminación de los riesgos producidos por la exposición a dichos contaminantes exige que los humos y gases no alcancen la zona respiratoria, o, si lo hacen, hayan sido previamente diluidos mediante sistemas de extracción localizada o ventilación general.

El objetivo de esta nota es la difusión de los medios más comúnmente utilizados en Higiene Industrial para la prevención de los riesgos higiénicos en los procesos de soldadura.

Extracción localizada.

La extracción localizada efectúa la captación de los contaminantes por aspiración lo más cerca posible de su punto de emisión, evitando así su difusión al ambiente y eliminando por tanto la posibilidad de que sean inhalados.

Estos sistemas se basan en crear en la proximidad del foco de emisión una corriente de aire que arrastre los humos generados, eliminando de esta forma la contaminación en la zona respiratoria del soldador. En los sistemas de extracción localizada que se proponen, es posible encontrar una velocidad de arrastre, suficiente para lograr una captación adecuada y que sea compatible con las exigencias de calidad de las operaciones de soldadura.

Cuando el sistema dispone de filtro de humos, la descarga del aire aspirado puede efectuarse en la propia nave de trabajo lográndose, además de la separación del contaminante, un considerable ahorro energético en el tratamiento del aire de reposición del aire extraído.

Sistemas fijos.

Cuando el puesto de soldadura es fijo, es decir, no es necesario que el soldador se desplace durante su trabajo, se puede conseguir una captación eficaz de los gases y humos de soldadura, mediante una mesa con extracción a través de rendijas en la parte posterior.

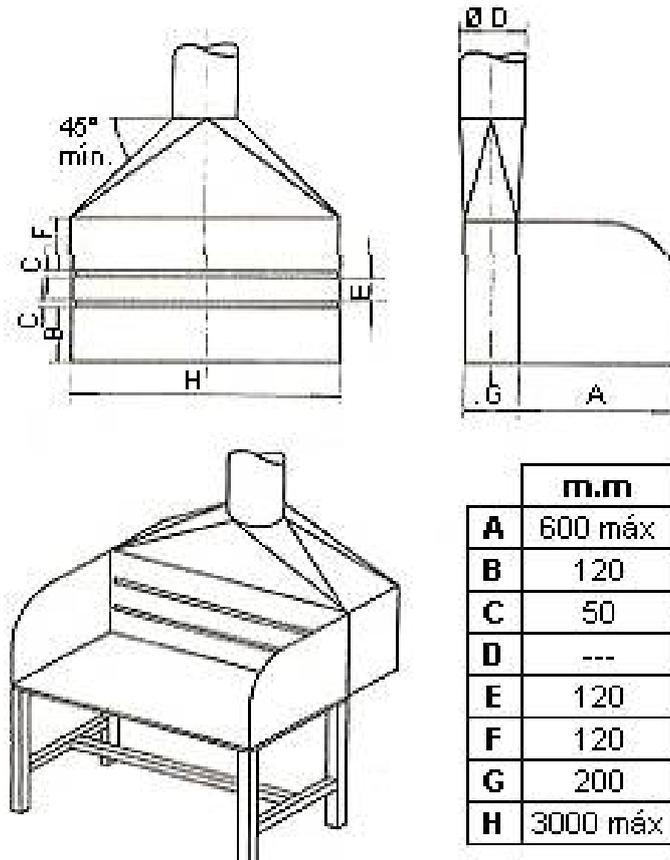


Figura 54: Dimensiones de sistema fijo.

El caudal de aspiración recomendado para este tipo de mesa es de 2000 m³/h por metro de longitud de la mesa.

La velocidad del aire en las rendijas debe ser como mínimo de 5 m/s. La eficacia disminuye mucho si la anchura de la mesa rebasa los 60 - 70 cm. La colocación de pantallas en los extremos de la mesa, en la forma que se indica en la figura, mejora la eficacia de extracción.

Puestos móviles

Cuando es preciso desplazarse durante el trabajo, por ejemplo al soldar piezas de gran tamaño, no es posible el empleo de mesas de soldadura, por lo que hay que recurrir al uso de pequeñas bocas de aspiración desplazables

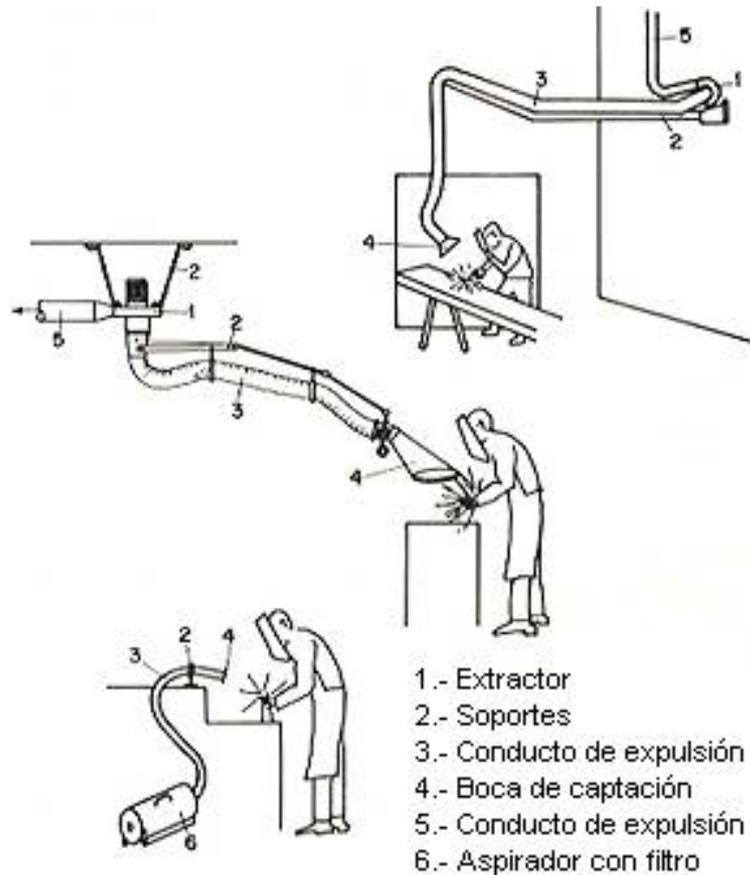


Figura 55: Sistemas de extracción móviles.

El caudal de aspiración necesario en este caso depende en gran medida de la distancia entre la boca de aspiración y el punto de soldadura. Los valores normalmente empleados se reflejan en la tabla siguiente:

Caudal m ³ /h	Distancia en m
200	0,1
750	0,2
1.650	0,3
3.000	0,4
4.500	0,5

Tabla 33: Caudales de aspiración.

Debe tenerse en cuenta que la velocidad de la corriente de aire creada por una campana de aspiración en el punto de soldadura, disminuye rápidamente al aumentar la distancia entre la boca de aspiración y el punto de soldadura; por lo tanto, es importante que esta distancia no sea superior a la prevista en el cálculo del caudal, a fin de mantener la eficacia del sistema.

Extracción incorporada a la pistola de soldadura

En las operaciones de soldadura con hilo continuo y atmósfera protectora se ha sugerido el empleo de extracciones acopladas a la propia boquilla de soldadura.

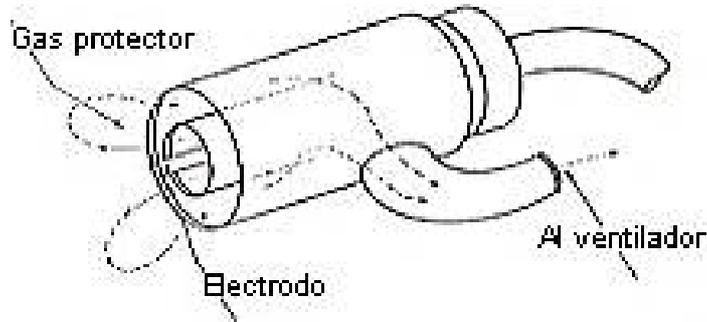


Figura 56: Extracción es pistola.

El caudal necesario en estos casos es muy reducido, habiéndose sugerido cifras del orden de algunos metros cúbicos por hora. En cualquier caso, las dificultades de su puesta en práctica aconsejan acudir a equipos ya comercializados que se encuentran en el mercado.

Extracción incorporada en la pantalla de protección

Una última alternativa la constituyen los elementos de captación incorporados a las pantallas de protección contra las radiaciones ultravioleta:

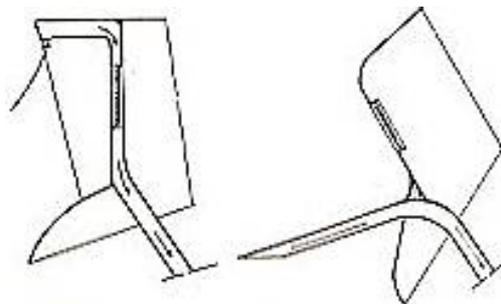


Figura 57: Extracción en pantalla.

Desde el punto de vista teórico, este sistema presenta la ventaja de que, por la misma índole de la operación, es forzoso que la pantalla (y por tanto la aspiración) se sitúe muy cerca del punto de soldadura, lo que contribuye notablemente a incrementar la eficacia de captación. Como contrapartida, en el mercado español, este tipo de protección está poco extendido.

Impulsión localizada

Estos sistemas -muy poco extendidos por sus fuertes limitaciones de aplicación- se fundamentan en el intento de expulsar de su trayectoria ascensional a los humos recién emitidos, antes de su paso por la zona respiratoria del productor, o sea, en realidad se intenta crear una cortina de aire fresco entre el foco emisor (punto de soldadura) y el receptor (operario). Los humos vertidos a la atmósfera interna del local son posteriormente evacuados mediante un sistema de extracción general forzada.

Ventilación general

La ventilación general no puede considerarse en sí misma como una solución al problema higiénico planteado, sino más bien como un complemento necesario a la extracción localizada cuando ésta no tiene filtro depurador y descarga en el interior del local, o bien se utiliza un sistema de impulsión localizada.

Los caudales recomendados de ventilación general suelen expresarse en función del tipo de soldadura y de las dimensiones del electrodo, así el manual de ventilación de la A.C.G.I.H. para soldadura sobre acero al carbono no recubierto de otro material (galvanizado p.e.), recomienda los siguientes caudales:

Diámetro del electrodo,mm	Caudal m³/h soldador
4	1.700
5	2.500
6	6.000
10	7.500

Tabla 34: Caudales de aspiración.

En Sevilla, 14 de marzo de 2006

Fdo: Joaquín Jesús Quirós Priego
 Coordinador del Servicio de Prevención.