Formación Profesional a Distancia

MÓDULO 5

Introducción al módulo

Seguridad y ambiente químico en el laboratorio

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN PERMANENTE

CENTRO PARA LA INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

Coordinación:
Carlos Ferrer Muñoz

Autor:
Víctor Bueno Bernal

Comisión de Seguimiento Técnico del CIDEAD:
Aurelio Gómez Feced (Director)
Luis Salcedo Sigüenza (Coordinador)
Félix García Zarcero
Ángel Millanes Moreno

Diseño y maquetación:
Julio Morales Villasevil



© MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y PROMOCIÓN EDUCATIVA

Edita: SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA: Centro de Publicaciones

NIPO: 176-99-150-6
ISBN: 84-369-3316-8
Depósito Legal: M-6912-2000
Imprime: Grupo Industrial de Artes Gráficas
Ibersaf Industrial, S. L.

Introducción al módulo

Índice general

Unidad 1
Introducción y legislación en prevención de riesgos laborales

Presentación de la unidad
1. Conceptos fundamentales en prevención de riesgos
2. Factores de riesgo en el trabajo
3. Efectos de los peligros en el trabajo
4. Causalidad de los accidentes
5. Etapas de la actuación preventiva
6. Legislación española
7. Ley de Prevención de riesgos laborales
8. Legislación Comunitaria
9. Recopilación de la Normativa Española

Actividades de heteroevaluación

Unidad 2
Organización de medios humanos y gestión de la prevención

Presentación de la unidad
1. Necesidad de prevención
2. Derechos y obligaciones de los empresarios y trabajadores en materia de seguridad e higiene
3. Sistemas de organización y gestión de la prevención en la empresa
4. Servicios de Prevención
5. Participación de los trabajadores en prevención
6. Servicios Médicos de Empresa
7. Instrumentos de la prevención
8. Mutuas de Accidentes de trabajo
9. Organismos de la Administración relacionados con la seguridad e higiene

Actividades de heteroevaluación

Unidad 3
Técnicas preventivas analíticas aplicables al laboratorio

Presentación de la unidad
1. Las técnicas de seguridad
2. Inspecciones de seguridad
3. Procedimientos normalizados de trabajo

4. Notificación de accidentes
5. Investigación de accidentes
6. Control estadístico de accidentes
Actividades de heteroevaluación

Unidad 4
Técnicas preventivas operativas de seguridad

Presentación de la unidad
1. Señalización
2. Normas de seguridad
3. Primeros auxilios
4. Orden y limpieza en el trabajo
5. Resguardos y dispositivos de seguridad
6. Mantenimiento preventivo y predictivo
Actividades de heteroevaluación

Unidad 5
Departamentos e instalaciones del laboratorio

Presentación de la unidad
1. Áreas de un laboratorio. Características
2. Resistencia al fuego (RF)
3. Instalación eléctrica
4. Instalación de gases
5. Acondicionamiento ambiental del laboratorio
Actividades de heteroevaluación

Unidad 6
Normas de actuación ambiental en el laboratorio

Presentación de la unidad
1. Factores de riesgo de los productos químicos
2. Envasado y etiquetado de productos químicos
3. Manipulación de productos químicos
4. Almacenamiento de productos químicos en laboratorios
5. Contaminación medioambiental producida en el laboratorio
6. Técnicas de tratamiento y gestión de residuos
7. Procedimientos de eliminación de productos químicos en el laboratorio
Actividades de heteroevaluación

Unidad 7
Riesgos y medios de control en el laboratorio

Presentación de la unidad
1. Riesgo de incendio
2. Riesgos debidos a los materiales y los procesos del laboratorio

3. Riesgo por manejo de recipientes a presión
4. Riesgo eléctrico
Actividades de heteroevaluación

Unidad 8
Conceptos y normas de higiene en el laboratorio

Presentación de la unidad
1. Metodología de la higiene industrial
2. Clasificación de los contaminantes
3. Efectos de los contaminantes
4. Los contaminantes químicos y el organismo
5. Criterios de valoración
6. Medición de contaminantes químicos
7. Métodos de protección contra contaminantes químicos
8. Contaminantes físicos. Ruido y vibraciones
9. Contaminantes físicos. Calor
10. Contaminantes físicos. Radiación electromagnética
11. Contaminantes biológicos
12. Prácticas higiénicas a realizar en el laboratorio
Actividades de heteroevaluación

Unidad 9
Equipos de protección individual (EPI)

Presentación de la unidad
1. Características generales de los equipos de protección individual
2. Implantación del uso de los EPI
3. Homologación de los EPI
4. Clasificación de los EPI
5. Protección de los ojos y de la cara
6. Protección de las manos
7. Ropas de trabajo y de protección
8. Protección respiratoria
9. Protección del aparato auditivo
Actividades de heteroevaluación

Introducción al módulo

¿Qué importancia tiene este módulo dentro de tu formación para el puesto de trabajo que puedes desempeñar cuando finalices con esta titulación?

El trabajo de laboratorio entraña una serie de riesgos tanto para ti, como alumno o futuro profesional, como para los medios con que trabajas y para el entorno de la empresa y del medio ambiente.

Identificar, prevenir y tratar todo este tipo de riesgos es el objetivo fundamental de tu formación, no sólo en este módulo profesional, sino en cualquier momento de tu trabajo. Pero es en este módulo donde vas a adquirir los conocimientos para ello.

En tu trabajo cotidiano, te encontrarás con una serie de riesgos importantes derivados de la manipulación de productos químicos, de forma que los conocimientos y actitudes, desarrolladas en este módulo, estarán directamente relacionados con el uso de medidas de protección personal y con evitar la contaminación ambiental, mediante el uso controlado de estos productos y de sus residuos.

La adquisición del Título de Técnico Superior en Análisis y Control acredita la formación necesaria, para adquirir la competencia profesional, según la cual deberás ser capaz de:

"Organizar y supervisar la actividad del laboratorio; desarrollar y aplicar técnicas de ensayo y análisis físicos, químicos o microbiológicos sobre materias primas, productos químicos o alimentarios orientados a la investigación, al análisis o control de calidad y ***actuando bajo normas de buenas prácticas de laboratorio, de seguridad y ambientales****."*

La unidad de competencia, que define esta parte de la competencia general que debes adquirir, dice que este técnico debe:

"Cumplir y hacer cumplir las normas de buenas prácticas en el laboratorio, de seguridad y ambientales".

Para alcanzar la citada competencia, los contenidos necesarios que debes aprender vendrán relacionados con las capacidades terminales que tienes que adquirir. Para ello, en este material educativo, los contenidos están estructurados de forma que su aprendizaje progresivo, haga que vayas adquiriendo las capacidades que necesitas, para alcanzar la competencia requerida en áreas como:

A) La **Seguridad en el trabajo de laboratorio,** para lo cual deberás adquirir conocimientos relacionados con:

A.1. La legislación, en la unidad 1, donde conocerás las normas generales a contemplar sobre la prevención de riesgos laborales.

A.2. La organización de los medios humanos, en la unidad 2, donde estudiarás desde los derechos y obligaciones de los empresarios y trabajadores, en materia de seguridad e higiene, hasta conocer los instrumentos de la prevención y la *Organización de los medios materiales, en la unidad 5,* en la que conocerás los requerimientos de las instalaciones del laboratorio.

A.3. Las técnicas preventivas en el laboratorio, tanto de forma analítica, en la unidad 3, como operativa, en la unidad 4. En la primera de ellas, aprenderás cómo se realizan inspecciones de seguridad o cómo se realiza una notificación, una investigación o un control estadístico de accidentes. En la unidad 4 conocerás temas tan importantes como la señalización, las normas de seguridad, los primeros auxilios o el orden y limpieza en el trabajo del laboratorio.

A.4. Los riesgos derivados del trabajo en el laboratorio, en la unidad 7, desde el riesgo de incendio hasta los riesgos debidos a los materiales y los procesos del laboratorio.

B) La **Higiene en el laboratorio,** para lo cual deberás adquirir conocimientos relacionados con:

B.1. Las normas de Higiene en el laboratorio, en la unidad 8, en la que aprenderás cuáles son los tipos de contaminantes, así como la medición, efectos y medios de protección contra estos contaminantes físicos, químicos y biológicos.

C) La **Protección del medio ambiente**, para lo cual deberás adquirir conocimientos relacionados con:

C.1. Las normas de actuación medio ambiental, en la unidad 6, en la que conocerás los riesgos medio ambientales de los productos químicos, sus normas de envasado, etiquetado, manipulación y almacenamiento y las técnicas de tratamiento y eliminación de los residuos.

C.2. Los equipos de protección individual y colectiva, en la unidad 9, en la que se describen distintos equipos de protección para los distintos tipos de contaminación.

¿Cómo está estructurado el libro?

Como puedes observar, el aprendizaje de esta materia tiene claramente definidas dos partes: una sobre Seguridad y otra sobre Higiene. Pero también están las implicaciones de todas estas actuaciones sobre el medio ambiente, por lo que este libro está estructurado en tres bloques, cada uno de ellos con distintas unidades. Un bloque trata sobre Seguridad, otro sobre Higiene y un tercero sobre las implicaciones de ambos sobre el medio ambiente.

La gran interrelación entre todos los bloques determina que es preferible el estudio de las unidades en el orden que se establece, aunque en algunos casos no se termine de estudiar el bloque. Así, por ejemplo, será más aconsajable conocer la organización de los medios humanos (unidad 2) y establecer sus sistemas de prevención analítica (unidad 3) y operativa (unidad 4), antes de terminar el bloque de "Organización" con la organización de los medios materiales (unidad 5).

Del mismo modo, una vez conocida la organización de los medios materiales, de las áreas de un laboratorio, deberemos conocer las normas

generales de utilización y control de los productos químicos en un laboratorio (unidad 6), especialmente para que su utilización no deteriore el medio ambiente y, posteriormente, sobre todos los riesgos que se pueden producir en un laboratorio: de incendio, explosión, eléctricos... (unidad 7).

Esto hace que saltemos de un bloque (el de protección del medio ambiente en la unidad 6) a otro (el de seguridad en la unidad 7), para ir a un bloque de Higiene en la unidad 8 y terminar con una unidad, la 9, que contiene características de todos ellos.

De forma sintética, cada unidad componente de esos tres bloques trata de lo siguiente:

La ***unidad 1,*** tras introducir los conceptos básicos que se emplean en prevención, te muestra unas ideas sencillas para analizar las causas de los accidentes y termina con una descripción de la legislación utilizable en este módulo, especialmente la referente a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

La ***unidad 2*** describe los derechos y obligaciones de los empresarios y trabajadores en materias preventivas, los sistemas de gestión de la prevención en la empresa y las funciones de todas los entes relacionados con la prevención de riesgos, tanto en la empresa como en la Administración. Trata, por tanto, sobre la organización humana de la prevención.

La ***unidad 3*** trata sobre las herramientas utilizadas en la prevención de riesgos con las que se pretende identificar y valorar los riesgos, proponiendo medidas correctoras para evitar los accidentes.

Las técnicas analíticas utilizadas se diferencian en la forma de analizar los riesgos y en la forma en que tratan para evitar los accidentes. Son las técnicas previas al accidente.

La ***unidad 4*** presenta las técnicas operativas de prevención, es decir, presenta las técnicas que llevan a poner mecanismos para evitar accidentes.

Son técnicas más prácticas, con las que estamos más familiarizados, como la señalización de riesgos, los primeros auxilios, los dispositivos de seguridad, las normas de seguridad o las que permiten tener las instalación en estado de orden y limpieza.

La ***unidad 5*** relaciona los requisitos que son exigibles en el laboratorio y en cada uno de los compartimentos que lo componen, para minimizar los riesgos propios de la actividad, de los productos químicos y de las instalaciones que requieren el laboratorio.

Se hace especial hincapié en la instalación de gases y en la instalación eléctrica, así como en el acondicionamiento ambiental del laboratorio.

La ***unidad 6*** se centra en los riesgos derivados de la utilización de los productos químicos en el laboratorio. Se relacionan los diferentes factores de riesgo debido a los productos químicos y el sistema de envasado y etiquetado.

Posteriormente, se desarrolla la forma de manipular, almacenar y eliminar los diferentes productos químicos según sus riesgos. Es decir,

sobre las precauciones en la manipulación, almacenamiento y eliminación de los productos químicos.

La ***unidad 7*** describe y desarrolla las medidas preventivas existentes en el laboratorio, para las que se consideran las fuentes de riesgo de accidente que se pueden encontrar en el laboratorio.

El riesgo de incendio, el riesgo de las operaciones físicas y químicas, el riesgo de los equipos eléctricos y el riesgo debido a los reactivos gaseosos, que se almacenan en recipientes a presión son los principales. Se tratan los riesgos que no son los de manipulación de productos químicos.

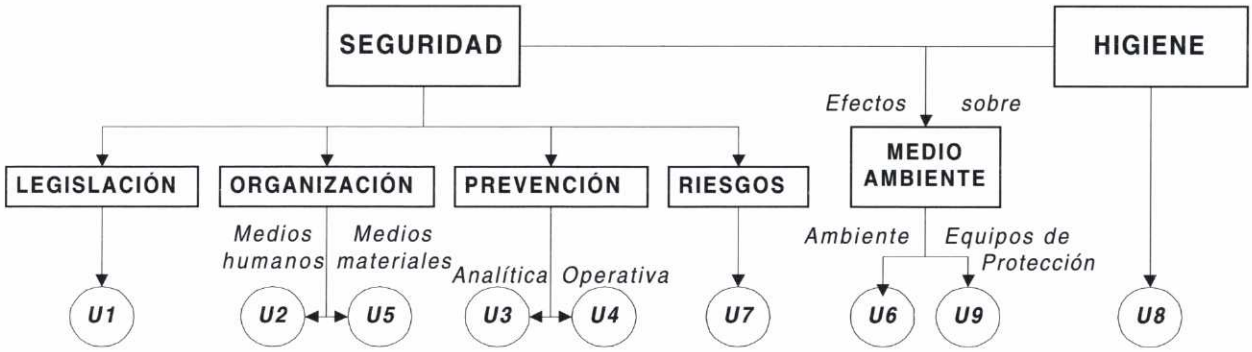
La ***unidad 8*** trata sobre la higiene industrial. Describe los diferentes contaminantes, sus efectos sobre el organismo y el sistema de trabajo en higiene industrial para controlar el ambiente de trabajo, así como de los equipos para su medición y control.

Además, recoge las normas higiénicas que hay que seguir en el laboratorio para la prevención de enfermedades profesionales, a consecuencia de los diferentes tipos de contaminantes que podamos encontrar.

La ***unidad 9*** describe los equipos de protección personal existentes, relacionándolos con la parte del cuerpo que interese proteger, y teniendo en cuenta los diferentes tipos de riesgos que podemos encontrar en el laboratorio.

Se trata de forma especial la protección de las vías respiratorias y la protección de ojos y manos en función de los productos químicos que se manipulan.

Para darte una idea global de esta estructura, puedes ver, en la figura adjunta, un esquema gráfico de las distintas unidades que componen cada bloque.



Para todo ello hemos elaborado este material educativo en el que los contenidos elaborados en este módulo, serán las herramientas que precisas para alcanzar la cualificación profesional necesaria.

Glosario de términos

Antideflagrante
Aparato que se construye para funcionar en una atmósfera inflamable, provisto de una envoltura resistente que evita que las chispas o llamas salgan de su interior.

Apósito
Material terapéutico que se aplica sobre una lesión.

BEI (índice biológico de exposición)
Concentración máxima de un contaminante en especímenes biológicos, a la que puede estar expuesto un grupo de trabajadores, sin riesgo demostrable para su salud.

Caseta de gases
Recinto independiente donde se almacenan los recipientes de gases móviles.

Combustión
Reacción química entre una sustancia que actúa como combustible y el oxígeno del aire u otros productos químicos, que favorecen la combustión.

Contaminante industrial
Agente que se introduce en el ambiente de trabajo alterando la composición natural del mismo, al ser generado en la actividad industrial.

Control ambiental
Detección y medición de agentes en el ambiente laboral para evaluar la exposición ambiental al agente.

Criterio de valoración
Norma con la que se comparan los resultados obtenidos en un ambiente de trabajo, para conocer los riesgos para la salud.

Cubeto
Recipiente abierto que contiene en su interior algún elemento de almacenamiento, que tiene por misión retener los productos almacenados en caso de rotura de dichos elementos.

Dosis
Cantidad de contaminante absorbido o retenido en un organismo durante un intervalo específico de tiempo.

Emoliente
Sustancia de aplicación externa que ablanda y relaja.

Encuesta higiénica
Técnica que desarrolla las medidas de control higiénicas en el ambiente de trabajo, a partir de los datos de la naturaleza y concentración de los contaminantes medidos.

Energía de activación
Energía mínima que necesita una determinada mezcla de combustible-comburente para iniciar la reacción de combustión.

Enfermedad profesional
Es aquella que es contraída por el trabajador a consecuencia del trabajo que realiza, al efectuar actividades de las relacionadas en cuadros clínicos aprobados oficialmente.

Equipo de alarma y evacuación
El conjunto de personas cuyas acciones se encaminan a asegurar una evacuación total y ordenada, garantizando que se da la alarma.

Equipo de emergencia
Conjunto de personas especialmente entrenadas y organizadas para la prevención y actuación en accidentes dentro de la actividad laboral.

Equipo de primera intervención
Conjunto de personas formadas y adiestradas para acudir al lugar de la emergencia para intentar su control.

Equipo de primeros auxilios
Conjunto de personas que prestan los primeros auxilios a los lesionados por la emergencia.

Equipo de segunda intervención (ESI)
Conjunto de personas formadas y adiestradas para actuar en emergencias graves no controladas por el EPI. Prestan apoyo a los servicios de ayuda exterior cuando se necesita.

Evaluación higiénica
Decisión tomada acerca del grado de riesgo para la salud de un contaminante ambiental producido en el desarrollo del trabajo.

Exposición
Situación de contacto efectivo de un trabajador con el agente contaminante en el puesto de trabajo.

Extracción localizada
Captación de los contaminantes liberados por un foco emisor antes de que se dispersen en el ambiente de trabajo.

Factor de protección
Valor por el que hay que multiplicar el TLV-TWA de un contaminante, para deducir la máxima protección a la que debe utilizarse un EPI de las vías respiratorias.

Factor de riesgo
Elemento presente en las condiciones de trabajo, que puede producir la disminución del nivel de salud del trabajador.

Foco de ignición
Origen de la energía de activación. Puede ser de origen térmico, mecánico, eléctrico o químico.

Gestión de residuos
Conjunto de actividades dirigidas a dar a los residuos tóxicos y peligrosos el destino final más adecuado, de acuerdo con sus características.

Higiene industrial
Disciplina que pretende la prevención de las enfermedades profesionales mediante el control de los agentes que las causan en el ambiente de trabajo.

Higroscopicidad
Propiedad que tienen algunos cuerpos de absorber o exhalar la humedad, según las condiciones ambientales que los rodea.

Implantación
Acciones para imponer costumbres o prácticas nuevas.

Jefe de intervención
Persona que valora la emergencia y asume la dirección y coordinación de los equipos de intervención.

Jefe de emergencia
Responsable desde el centro de mando de solicitar ayuda externa y de enviar los equipos internos a la zona siniestrada si lo considera necesario.

Lixiviado
Proceso en que el agua de lluvia arrastra los materiales solubles o coloidales de la tierra a capas más profundas. Se aplica en los laboratorios para conocer la contaminación del agua que se pone en contacto con residuos tóxicos y peligrosos.

Manual de seguridad
Documento interno de la empresa donde se recoge la organización del sistema de prevención.

Mapa de riesgos
Representación gráfica de cada uno de los factores de riesgo presentes en el lugar de trabajo.

Minimización
Acciones encaminadas a disminuir o anular la formación de residuos o emisiones.

Paila
Vasija grande, redonda y poco profunda de metal.

Pictograma
Símbolo negro, dibujado sobre un fondo amarillo-naranja, que representa la peligrosidad de un producto.

Preparados
Mezclas o soluciones que están compuestas por dos o más sustancias químicas.

Productos químicos
Sustancia química o preparado.

Reacción endotérmica
Es aquella que absorbe calor, por lo que tiene lugar cuando se suministra calor externamente.

Reacción exotérmica
Es aquella que desprende calor.

Residuo
Todo material sólido, pastoso o líquido que se genera como consecuencia no deseada de la actividad humana.

Residuos tóxicos y peligrosos
Materiales sólidos, pastosos, líquidos, así como los gaseosos contenidos en recipientes que, siendo el resultado de un proceso de producción, transformación, utilización o consumo, su productor destine al abandono y contengan en su composición alguna sustancia, que represente un riesgo para la salud humana, recursos naturales y medio ambiente.

Resistencia al fuego (RF)
Cualidad de un elemento constructivo que lo hace capaz de mantener durante un cierto tiempo las condiciones de estabilidad mecánica, estanqueidad a las llamas y aislamiento térmico, cuando se le somete a la acción del fuego.

Serpentín
Tubo metálico en espiral cuya flexibilidad permite ajustar un recipiente móvil de gas a la instalación fija.

Sustancias químicas
Elementos químicos y sus compuestos tal y como se presentan en su estado natural o como se producen por la industria, e incluyan o no los aditivos necesarios para su puesta en el mercado.

Termohigrométrico
Situación ambiental en la que se relaciona la temperatura y la humedad relativa del aire.

TLV-TWA
Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de 40 horas semanales, a la que la mayoría de los trabajadores

puede estar expuesto de forma continua sin sufrir efectos adversos para su salud.

Toxicidad

Capacidad de una substancia para ocasionar daños en los organismos vivos, cuando alcanza una parte del mismo sobre la que puede actuar.

Vermiculita

Sustancia mineral de tipo mica, que por la acción del calor se deshidrata, aumentando su volumen, presentando surcos y acanaladuras sinuosas como gusanos.

Vitrina extractora

Encerramiento dotado de una abertura frontal, graduable, de la que se extraen los contaminantes generados en su interior por medio de un dispositivo mecánico.

Solucionario de las actividades de autoevaluación

Unidad 1

1. *Siguiendo la relación numeral del cuadro informativo de los Principios Generales de Prevención:*
   c) Evita la actividad, luego evita el riesgo, según se recoge en el punto 1.
   b) Tiene en cuenta la evolución de la técnica, según se recoge en el punto 5.
   d) Sustituye lo peligroso, según se recoge en el punto 6.
   f) Da instrucciones adecuadas a los trabajadores, según se recoge en el punto 9.
   a) y e) Son medidas preventivas poco eficaces.

2. *El apartado a) estará relacionado con 2 y 3, ya que el trabajador no reune condiciones físicas y la empresa tampoco lo tiene en cuenta.*
   El apartado b) no tiene condiciones de riesgo, porque el agente de riesgo físico no le puede afectar.
   El apartado c) está relacionado con el punto 1, por el agente químico que manipula.

3. *Tanto el accidente de trabajo como la enfermedad profesional, son los efectos producidos por los riesgos con los que se está en contacto en la actividad laboral.*
   Ambos conceptos se diferencian en que el accidente de trabajo se produce por un contacto puntual con aquello que produce la lesión, mientras que la enfermedad profesional se produce por un contacto continuado con el agente causante, desarrollando unas enfermedades específicas para cada agente.

4. *En un accidente tan simple como el expuesto han coincidido tres condiciones en situación defectuosa: el clavo, el tablón y el calzado del trabajador. Es decir:*
   a) El clavo sobresaliendo del tablón es una condición peligrosa. Es una causa inmediata de accidente.
   b) El tablón abandonado sin cumplir una función es una condición peligrosa. Es una causa inmediata de accidente.
   c) El calzado del trabajador no era una prenda de protección, es la tercera condición peligrosa.
   d) El encargado consiente malas condiciones de trabajo que son causas inmediatas del accidente. Es una causa básica del accidente. Como se ha visto en la cadena causal, ha habido varias causas que han motivado el accidente y, según ha quedado expresado en la expresión de la cadena causal, si cualquiera de esas tres causas no hubiera existido no se habría producido el accidente, tal como se ha descrito.

5. *c) y d).*

6. *La recopilación de la normativa española se recoge en el apartado 9. Comprueba si aparece en la misma, alguna a la que hayas hecho referencia.*

Unidad 2

1. *a) Es correcta. El empresario puede concertar actividades de prevención con entidades especializadas.*
   b) Es incorrecta. El empresario debe informar de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, no sólo de los riesgos laborales graves e inmediatos.
   c) Es incorrecta. El trabajador debe utilizar correctamente los equipos de protección facilitados por la empresa.

2. *El principio básico de la seguridad integrada es que cada uno es responsable directo de lo que tiene obligación o competencia para hacer en su puesto de trabajo.*

La seguridad integral es un sistema empresarial de gestión, en el que se agrupan todos los riesgos existentes en un mismo departamento, para tratarlos con un criterio homogéneo.

3. *1.ª La descripción de un accidente, así como el análisis de las causas que lo producen y las medidas correctoras que se tomen, formarían parte de las competencias indicadas en el apartado f).*
   2.ª Los programas de formación del personal tienen mucho que ver con los programas de prevención de la empresa, la formación del trabajador es una pieza clave en la prevención de accidentes.
   3.ª El simulacro del plan de emergencia debe estar dentro del programa de prevención de la empresa; el analizar su desarrollo, para introducir las modificaciones necesarias, puede ser un buen trabajo del Comité de Seguridad y Salud, entraría dentro de las competencias descritas en los puntos a) y b).

4. *Las tres afirmaciones son correctas.*

Unidad 3

1. *1. Instalaciones eléctricas, 4. Apilamiento y almacenamiento, 5. Pasillos y áreas de apilamiento, 6. Duchas y fuentes lavaojos, 7. Salidas y señalización, 8. Superficies de trabajo y de desplazamiento y 15. Instrucciones de seguridad.*

2. *Elaborar los procedimientos de todas las actividades, se considera aparte de un trabajo muy arduo, poco operativo por la información que se suministra al trabajador y, por otra parte, la identificación del autor no es clave. Respuestas correctas a) y d).*

3. *Naturaleza de lesión: 42. Quemaduras.*
   Ubicación de lesión: 70. Miembros inferiores.
   Tipo de accidente: 15. Contactos térmicos.
   Condición peligrosa: 100. Riesgo del equipo de protección.
   Acto inseguro: 150. Falta de utilización de ropa personal segura.

4. *IF = 4 X 1.000.000 / 80.000 = 50.*
   Ponemos 4 accidentes, porque el accidente "in itinere" no debe contabilizarse.

Unidad 4

1. *a) Es una señal circular, con una corona circular con una banda diametral de color rojo, en la que se ve la figura de un cigarrillo encendido de color negro sobre fondo blanco. Se colocan en lugares donde se prohíbe fumar, como colegios o autobuses.*
   b) Es una señal triangular, con una orla negra donde sobre fondo amarillo, se representa un rayo de color negro. Se coloca en los accesos a instalaciones eléctricas, como subestaciones eléctricas o cuadros de maniobra.
   c) Es una señal rectangular de fondo verde, donde en blanco se representa un hombre corriendo en la dirección de una flecha hacia una puerta abierta. Se puede ver en grandes almacenes y pasillos de hoteles.

2. *La norma de seguridad se refiere a una situación concreta, actuando sobre todo para modelar el comportamiento humano.*
   En el procedimiento normalizado de trabajo se integran las instrucciones de seguridad, dentro de la descripción de actividades, para que el trabajador actúe correctamente en las diferentes fases de una tarea.

3. *La norma de seguridad debe de ser clara para que sea fácilmente comprensible para todo el personal al que va destinada.*
   Debe ser concreta, sobre un solo tema, lo que la hará más sencilla.
   Debe ser posible para poder llevarla a la práctica con los medios con los que se disponga.
   Debe ser exigible para el personal al que va destinada, por ello quedarán muy delimitadas las responsabilidades.

4. *c) Es la primera etapa, ya que hay captar el origen del accidente. Si es eléctrico o está originado por un contaminante que produce asfixia o por incendio, el socorrista necesita una actuación previa antes de entrar en contacto con el accidentado (desconexión de corriente, equipo autónomo, extintores, etc.)*
   b) Hay que asegurarse de que se pone en marcha el plan de emergencia, para evitar mayores pérdidas o para actuar en las siguientes etapas de apoyo al accidentado, por ello se requiere la petición de ayuda.
   a) Comprobar los signos vitales será la primera actuación urgente sobre el accidentado, ya que los daños de esta etapa son irreversibles en ocasiones.
   d) El traslado se hace tras las etapas anteriores.

5. *b) y c) Indican el objeto del mantenimiento preventivo.*

Unidad 5

1. *a) No es acertado. Las botellas de gases y los reactivos químicos presentan riesgos por sí mismos de forma independiente. Si los ponemos juntos, estos riesgos se potencian. Por tanto, ambas instalaciones convienen que estén separadas entre sí y del resto de las dependencias.*
   b) Es acertada. Los gases y vapores producidos en el laboratorio pueden dañar los equipos analíticos.
   c) No es acertada, ya que aunque la instalación eléctrica es un riesgo por los productos inflamables que se manipulan en la vitrina de gases, es necesaria para poder llevar a cabo algunas operaciones, por eso la instalación eléctrica que se utilice será antideflagrante.

2. *Las cargas de fuego parciales serán:*
   $q_{acetona}$ *= 50 x 7 x 1,6 = 560 Mcal.*
   q_{etanol} *= 25 x 6 x 1,2 = 180 Mcal.*
   $q_{mobiliario}$ *= 100 m² x 80 Mcal/m² = 8.000 Mcal.*
   La carga de fuego total será: q_{total} *= 560 + 180 + 8.000 = 8.740 Mcal.*
   La carga de fuego por unidad de superficie será: $Q = 8.740/100 = 87,4$ *Mcal/m².*
   Ya sólo falta multiplicar por $R = 1,5$ *para calcular la "carga de fuego ponderada":*
   $Q_p = Q \times R = 87,4 \times 1,5 = 131,1$ *Mcal / m².*
   que corresponde a un riesgo intrínseco de incendio bajo.

3. *a) Falso, la utilización de prolongadores debe evitarse, es mejor un mayor número de tomas de corriente.*
   b) Falso, la corriente eléctrica está permitida si es antideflagrante.
   c) Cierto, es la mejor forma de actuar sobre el cuadro en caso de necesidad.
   d) Cierto, es la mejor forma de dejar todos los equipos sin tensión.

4. *a) Las botellas de gases son un riesgo potencial de explosión, tanto las botellas como el laboratorio están más seguros con las botellas fuera del laboratorio.*
   b) Correcto.
   c) La presión depende de la temperatura en los gases licuados, mientras hay fase líquida. En el resto de los casos depende de la cantidad de gas y de la temperatura.
   d) Para detectar una fuga de gas dentro del laboratorio, hay que colocar un equipo que mida la concentración de ese gas en el ambiente del laboratorio, conectado a un dispositivo de alarma.

Unidad 6

1. *a) Incorrecto. No hay por qué congelarlo, valdrá con que lo tengamos alejado de focos de ignición.*
   b) Incorrecto. El mantenerlo por debajo de esa temperatura nos indica que los vapores que desprende no son inflamables por estar por debajo del límite inferior de inflamabilidad.
   c) Correcto. Los límites de explosividad son los valores de concentración de la mezcla gaseosa combustible-aire, entre los que se puede producir una combustión, no tiene nada que ver con las sustancias explosivas.
   d) Correcto. Por debajo de la temperatura de autoignición una sustancia inflamable no arde espontáneamente.

2. *La sustancia b) es menos tóxica que la a), ya que necesita una mayor dosis para producir el mismo efecto letal. La sustancia a) puede considerarse como muy tóxica, porque su dosis letal se alcanza por debajo de 50 mg/Kg, mientras la b) se considera como nociva porque la dosis letal está entre 200 y 2.000 mg/kg.*
   La sustancia c) no es nociva, ya que para que se considere así, su concentración letal de inhalación debe ser menor de 5 mg/l.
   La sustancia d) por su dosis letal se considera como tóxica.
   Por lo tanto, la más tóxica es la a), seguida de la d), b) y la c).

3. *El nombre del producto, la concentración, la fecha de preparación y los pictogramas de riesgo.*

4. *S29: No tirar residuos por el desagüe, ya que su vertido puede perjudicar a las aguas superficiales o a las plantas depuradoras.*
   S56: Debe tratarse el residuo como tóxico o peligroso.
   S57, S59, S60 y S61: Los consejos de prudencia mencionan expresamente peligros para el medio ambiente.

5. *R25, R26 y R27: Los riesgos de los productos muy tóxicos pueden corresponder a productos cancerígenos.*
   R45 y R49: Advierten directamente de productos cancerígenos.

6. *a) Correcto. Fumar, comer y beber debería estar prohibido en los laboratorios de forma general, con mayor motivo cuando se manipulen productos cancerígenos. Se hace para evitar la intoxicación por vía digestiva con los alimentos, ya que las manos, las superficies de apoyo, el ambiente y los alimentos están en contacto con el tóxico.*
   b) Incorrecto. Si el ensayo requiere calentar soluciones que contengan productos cancerígenos, debe hacerse, pero en vitrina de gases y con las medidas preventivas y de protección que indique el procedimiento.
   c) Correcto. Al lavarse las manos con los guantes puestos, arrastramos los restos de cancerígenos que pueda haber en los mismos, evitando una contaminación posterior.
   d) Incorrecto. El producto no debe tocarse con las manos aunque se lleve guantes, deben utilizarse espátulas, pinzas o cualquier medio mecánico, previsto para la manipulación del producto.

7. *e) Decidir si es necesario utilizar prendas de protección personal, dependiendo del líquido de que se trate, como tipo de guantes y protección respiratoria.*
   a) Evitar que el líquido se siga derramando.
   d) Cortar todos los posibles focos de ignición, apagando mecheros y evitando la puesta en marcha de equipos eléctricos, para ello puede cortarse el suministro de energía eléctrica en la zona afectada.
   b) Recoger el derrame, absorbiendo el líquido derramado con un material absorbente, puede ser papel. Diluir con agua la zona de derrame.
   c) Evaporar el material en una paila de hierro dentro de la campana, quemando el papel utilizado. Si el volumen es grande, se puede atomizar en un incinerador.

Unidad 7

1. *Los detectores iónicos captan los gases no visibles de la combustión, que constituyen la primera etapa de la cadena del incendio, por lo tanto actúan antes que cualquiera de los anteriores y por eso es el tipo más eficaz.*

2. *Las técnicas de prevención incluyen las estructurales como es el caso b) o aquellas que actúan sobre el combustible como es el caso a).*
   Las técnicas de protección son aplicables cuando el incendio se inicia, como los sistemas detectores en el caso d) o cuando se prepara el plan de emergencia como en el caso c).

3. *La a) es una consecuencia directa de la ausencia del regulador de presión. Los riesgos b) y c) también pueden producirse a consecuencia de a).*

4. *Verdadera a); falsas b), c) y d).*

5. *La respuesta a) no es correcta porque, si quitamos los fusibles, el equipo eléctrico no funcionará y queremos trabajar con él.*

Las respuestas b), c) y d) forman parte de las precauciones básicas de trabajo con los equipos eléctricos, por lo tanto son correctas.

Unidad 8

1. *d) Sensibilizantes.*

2. *a) y c) Son medidas adecuadas, ya que son con las que se logra que haya una disminución en la pérdida de carga del sistema de extracción, por lo que aumentará el caudal de extracción de aire.*
   b) No es adecuada, ya que alargar la longitud de los conductos aumentará la pérdida de carga, disminuyendo el caudal de extracción de aire.
   d) Es adecuada, ya que un ventilador más potente proporciona más caudal de aire para una pérdida de carga determinada.

3. *$Q = C/TLV = (5.000\ mg/h) / (25\ mg/m^3) = 200\ m^3/h$*
   Como la ventilación es mediana, el factor de seguridad habría que multiplicarlo por 8, por lo tanto se precisa una renovación de aire de unos 1600 m^3/ h. Como el volumen del laboratorio es de 300 m^3, esto indica que hay que hacer mas de 5 renovaciones por hora, lo cual es excesivo, indica la necesidad de manipular este producto en la campana.

4. *Para la mínima presión acústica: $L_p = 10.log\ (2.10^{-4} / 2.10^{-4})^2 = 20.log1 = 20 \times 0 = 0\ dB$*
   Para la máxima presión acústica: $L_p = 10.log\ (200 / 2.10^{-4})^2 = 20.log10^6 = 20 \times 6 \times 1 = 120\ dB$
   Es decir, el intervalo de los niveles de presión acústica audibles por el hombre, está entre 0 y 120 dB.

5. $$L_P = 10 \cdot log\left(\frac{P_c^2}{P_0^2} + \frac{P_c^2}{P_0^2}\right) = 10 \cdot log\left(\frac{2 \cdot P_c^2}{P_0^2}\right) = 10 \cdot log\left(\frac{P_c^2}{P_c^2}\right) + 10 \cdot log2 = 90 + 3 = 93\ dB$$

6. *Diferencia entre las mediciones individuales: 82-78 = 4 Db (A)*
   En la tabla que relaciona la diferencia entre mediciones con el incremento en decibelios (en el punto 8.1 del texto), vemos que a una diferencia de 4 Db (A) le corresponde un aumento de 1,5 Db (A) a la mayor medición. Luego el nivel de presión acústica resultante de ambos compresores será:
   82 + 1,5 = 83,5 Db (A).

7. *El sonómetro mide los niveles de presión acústica en bandas de octava y el dosímetro acumula los niveles de ruido durante el tiempo, dando un valor promedio de los niveles de ruido con sus frecuencias correspondientes. El dosímetro se utiliza cuando hay muchas variaciones del nivel sonoro.*

8. *Todas son eficaces.*

9. *a), b) y c).*

Unidad 9

1. *a) Incorrecto, por 4) no es adecuado el grado de protección y por 5) es un equipo molesto para la duración de la utilización.*
   b) Correcto, por 9) que indica las instrucciones de limpieza y mantenimiento.
   c) Incorrecto, por 8) deben ser de la talla adecuada.
   d) Incorrecto, por 4) no da el grado de protección adecuada.
2. *a), c) y d).*

3. *Las respuestas a), b) y c) forman parte de las actuaciones necesarias para conseguir la implantación de un EPI, la respuesta d) no es correcta, ya que el EPI debe estar homologado por el fabricante, no siendo responsabilidad del usuario el homologarlo.*

4. *Para la manipulación de ácidos el guante más adecuado es el de neopreno, aunque los guantes de nitrilo y PVC pueden ser útiles.*
   Para la manipulación de los compuestos orgánicos clorados el de nitrilo es el más adecuado, el neopreno es bastante inferior y el de PVC no debe ser utilizado.
   Si se desea un solo tipo de guante el más adecuado es el de nitrilo.
   El guante de cuero no es adecuado para productos químicos corrosivos.

5. *La respuesta más correcta es la c), ya que el equipo autónomo y la mascarilla de escape son útiles para emergencias, nunca como herramientas de trabajo. En caso de productos muy tóxicos o en que el cartucho no dé garantía suficiente podría usarse el equipo semiautónomo (respuesta d).*

6. *Con el nivel sonoro total no conocemos la distribución de los niveles sonoros por frecuencia y, por consiguiente, no sabemos si la reducción del protector acústico es suficiente. Por eso debemos considerar únicamente los apartados a), b) y d).*

CIDEAD
CENTRO PARA LA INNOVACIÓN
Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN
A DISTANCIA


FONDO
SOCIAL
EUROPEO

Formación Profesional a Distancia

UNIDAD I

Introducción y legislación en prevención de riesgos laborales

Seguridad y ambiente químico en el laboratorio

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN PERMANENTE

CENTRO PARA LA INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

Coordinación:
Carlos Ferrer Muñoz

Autor:
Víctor Bueno Bernal

Comisión de Seguimiento Técnico del CIDEAD:
Aurelio Gómez Feced (Director)
Luis Salcedo Sigüenza (Coordinador)
Félix García Zarcero
Ángel Millanes Moreno

Diseño y maquetación:
Julio Morales Villasevil



© MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y PROMOCIÓN EDUCATIVA

Edita: SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA: Centro de Publicaciones

NIPO: 176-99-150-6
ISBN: 84-369-3316-8
Depósito Legal: M-6912-2000
Imprime: Grupo Industrial de Artes Gráficas
Ibersaf Industrial, S. L.

Unidad 1
Introducción y legislación en prevención de riesgos laborales

Autor:

Víctor Bueno Bernal

Índice

Presentación de la unidad 6

1. Conceptos fundamentales en prevención de riesgos 7
1.1. Trabajo 7
1.2. Salud 7
1.3. Riesgo 8
1.4. Pérdida 8
1.5. Peligro 8
1.6. Daño 9
1.7. Seguridad 9
1.8. Prevención 10
1.9. Condición de trabajo 11

2. Factores de riesgo en el trabajo 12
2.1. Los factores materiales 12
2.2. Los factores personales 13
2.3. Los factores socio-empresariales 14

3. Efectos de los peligros en el trabajo 15
3.1. Accidente de trabajo 15
3.2. Enfermedad profesional 16
3.3. Incidente 16

4. Causalidad de los accidentes 18
4.1. Causas básicas y causas inmediatas de los accidentes 19
4.2. Cadena causal 20

5. Etapas de la actuación preventiva 21

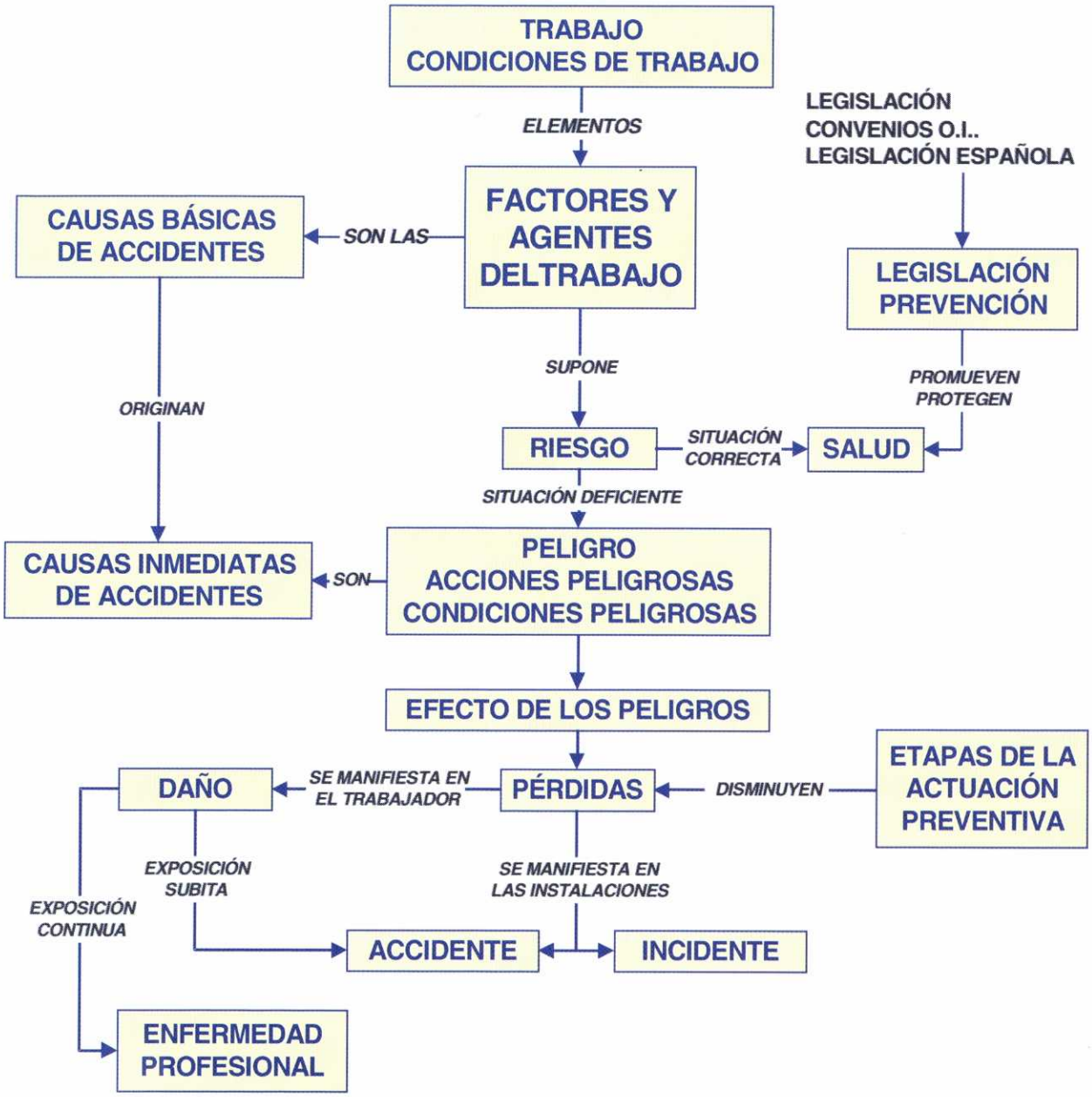
6. Legislación española 23
6.1. Origen y características de la legislación de prevención 23
6.2. La Constitución 24
6.3. Estatuto de los Trabajadores 24
6.4. Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo 25
6.5. Legislación aplicable a actividades del laboratorio 25

7. Ley de Prevención de riesgos laborales 27

8. Legislación Comunitaria 30
8.1. La Directiva Marco 89/391 32
8.2. Directivas relacionadas con la seguridad e higiene 32
8.3. Tratados internacionales. Convenios de la Organización Internacional de Trabajo 34

9. Recopilación de la Normativa Española 35

Actividades de heteroevaluación 39


TRABAJO
CONDICIONES DE TRABAJO
ELEMENTOS
LEGISLACIÓN
CONVENIOS O.I..
LEGISLACIÓN ESPAÑOLA
FACTORES Y AGENTES DELTRABAJO
CAUSAS BÁSICAS DE ACCIDENTES
SON LAS
LEGISLACIÓN PREVENCIÓN
SUPONE
PROMUEVEN
PROTEGEN
ORIGINAN
RIESGO
SITUACIÓN CORRECTA
SALUD
SITUACIÓN DEFICIENTE
CAUSAS INMEDIATAS DE ACCIDENTES
SON
PELIGRO
ACCIONES PELIGROSAS
CONDICIONES PELIGROSAS
EFECTO DE LOS PELIGROS
DAÑO
SE MANIFIESTA EN EL TRABAJADOR
PÉRDIDAS
DISMINUYEN
ETAPAS DE LA ACTUACIÓN PREVENTIVA
EXPOSICIÓN SUBITA
SE MANIFIESTA EN LAS INSTALACIONES
EXPOSICIÓN CONTINUA
ACCIDENTE
INCIDENTE
ENFERMEDAD PROFESIONAL

La finalidad de esta unidad es conseguir que conozcas el significado preciso de la terminología empleada en el campo de la prevención. Estos términos son ampliamente usados en la vida corriente, pero sus matices o su alcance pueden tener diferente interpretación. Así, seguridad y prevención; riesgo y peligro; accidente e incidente, poseen diferentes significados y, sin embargo, se utilizan como expresiones sinónimas en el lenguaje cotidiano.

También pretendemos que interpretes las causas de los accidentes como algo complejo, haciendo que aprecies los distintos factores que pueden intervenir en aquellos.

Al final de la unidad se estudia la legislación. *¿Qué interés tiene para ti el conocimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo?*

Todos los aspectos de seguridad y salud en el trabajo están recogidos dentro de la normativa, por lo tanto, conocerla será la mejor ayuda para "saber moverte" en este aspecto dentro del mundo laboral.

Descubrirás la influencia de la legislación en, prácticamente, todos los contenidos que se van a estudiar a lo largo de todo el módulo.

Las relaciones laborales ocupan una parte importante de la legislación. La consecución de un ambiente de trabajo adecuado es una de las demandas sociales más generales, para mejorar nuestro nivel de vida.

Al finalizar el estudio de esta unidad serás capaz de:

Utilizar con soltura los conceptos que se manejan habitualmente en prevención de riesgos.

Analizar las acciones y condiciones peligrosas que pueden derivar en accidentes.

Distinguir entre las distintas etapas que pueden producirse en su prevención.

Interpretar la normativa básica sobre seguridad e higiene, estando familiarizado con los contenidos de parte de dicha normativa.

Identificar la normativa sobre sustancias peligrosas aplicable en el laboratorio.

1. Conceptos fundamentales en prevención de riesgos

Vamos a concretar en este apartado el significado preciso de los términos que se utilizan más corrientemente en prevención de riesgos.

1.1. Trabajo

Trabajo es un concepto elemental muy utilizado pero, ¿cómo podríamos definirlo?

Llamaremos trabajo a la realización de determinadas tareas en una ocupación concreta sujeta a remuneración.

El trabajo evoluciona con la tecnificación y la organización.

El concepto de trabajo ha sufrido una gran evolución a lo largo del tiempo. Inicialmente sólo se consideraba trabajo a la actividad física y, más adelante, se dividió entre trabajo manual y trabajo intelectual. El trabajo manual se infravaloraba por estar destinado a las personas de menor nivel social y cultural.

La evolución hacia trabajos más tecnificados durante la revolución industrial se manifestó en la introducción de máquinas en los procesos productivos. Esto aumentó extraordinariamente la capacidad de producción, haciendo necesario que los trabajadores se adecuaran a las exigencias de las máquinas para aumentar su productividad.

Los requisitos exigidos a los trabajadores han evolucionado también. Ahora se trabaja en estructuras organizadas, con actividades que requieren conocimientos técnicos y liberan al hombre de las tareas más pesadas.

El desarrollo tecnológico, sin embargo, no ha conseguido que la actividad laboral esté exenta de riesgos para la salud de los trabajadores. Aunque la utilización de maquinaria con una tecnología más avanzada reduce la actividad física, el trabajador debe especializarse, reduciendo su capacidad creativa. Surgen así nuevos problemas en la actividad laboral como la desmotivación y la frustración.

1.2. Salud

¿Sabrías definir de forma técnica el concepto de salud?

La salud es un bienestar físico, mental y social.

La Organización Mundial de la Salud define la salud como el estado de bienestar físico, mental y social completo.

Este enunciado supera el antiguo concepto puramente orgánico de salud, limitado a la ausencia de enfermedad, y lo amplía al incorporar el bienestar mental y social.

La salud es un objetivo básico que la sociedad debe buscar para todos sus miembros y por ello, las empresas deben elaborar una política de trabajo en la que las actividades laborales se hagan de acuerdo a los siguientes principios básicos:

- El trabajo debe realizarse en un medio seguro y sano acorde con el progreso tecnológico y social.
- Las condiciones físicas y psíquicas de los trabajadores deben tenerse en cuenta cuando se diseñan las condiciones del trabajo.
- El empresario tiene la obligación de tomar las medidas que garanticen un ambiente de trabajo con las condiciones adecuadas de seguridad, higiene y bienestar para los trabajadores.

1.3. Riesgo

El concepto de riesgo se identifica con la posibilidad de perder. Habitualmente, posee dos acepciones:

- Riesgo especulativo, del que pueden derivarse dos efectos opuestos: uno favorable o ganancia y otro desfavorable o pérdida.
- Riesgo puro, del que se derivan dos resultados: perder o no perder, pero nunca ganar.

¿En cuál de estas dos acepciones podemos incluir el riesgo laboral?

El riesgo inherente a una actividad profesional es siempre un riesgo puro.

Riesgo es la probabilidad de disminución de la salud del trabajador.

Llamaremos riesgo laboral a la situación en la que exista alguna posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. De la existencia del riesgo laboral podremos obtener un resultado adverso o no obtener ningún resultado.

Los riesgos laborales se diferencian por la gravedad de sus efectos, valorándose para ello la probabilidad de que se produzcan daños y la severidad de tales daños.

El riesgo laboral se considera grave cuando resulte probable de forma racional que se produzca el accidente y que éste suponga, al mismo tiempo, un daño grave para la salud de los trabajadores.

1.4. Pérdida

Pérdida es el resultado adverso de la exposición al riesgo.

Consideraremos pérdida a todo derroche innecesario o no deseado de cualquier recurso, ya sea humano o material. Es el resultado adverso de una exposición al riesgo laboral.

El riesgo implica la posibilidad de pérdidas. La acción preventiva en el trabajo se dirige al conocimiento de la realidad laboral, para conseguir que no se deriven pérdidas ante las condiciones de riesgo.

1.5. Peligro

Riesgo y peligro son términos que en ocasiones se utilizan indistintamente. ¿En qué se diferencian?

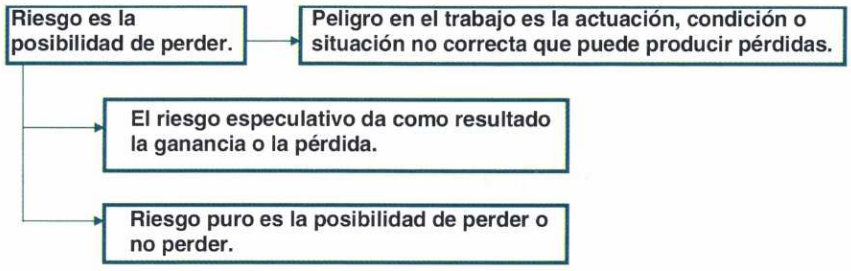
Llamaremos peligro en el trabajo a la actuación personal o a la condición o situación del ambiente laboral, que pueda producir efectos adversos sobre la mejor utilización posible de los recursos humanos y materiales.

Hay peligro por acciones personales o condiciones de trabajo deficientes.

En el término peligro hay matices de inminencia y proximidad mayores que en el de riesgo.

Por ejemplo, la utilización de un cuchillo en el laboratorio para cortar tuberías de goma implica un riesgo con posibilidad de pérdidas (cortes en los dedos o en las manos).

Podemos utilizar el cuchillo muchas veces, existiendo un riesgo sin que consideremos que la situación sea de peligro. Pero si el cuchillo estuviera poco afilado u oxidado, obligando a esfuerzos anormales en su uso, o si se emplea para cortar objetos demasiado resistentes o se utiliza como palanca, existirán condiciones o acciones peligrosas, esto es, existirá peligro.



1.6. Daño

Desde el punto de vista laboral, podría definirse daño como toda molestia que impida el bienestar físico o psíquico del trabajador.

Los daños se derivan de los riesgos. En la actividad laboral se manifiestan, además de como lesiones, como enfermedades si son sufridas a consecuencia del trabajo.

1.7. Seguridad

Llamamos seguridad al conjunto de actuaciones dirigidas a evitar la aparición de los accidentes de trabajo. La seguridad se manifiesta en el conjunto de normas, medidas, elementos y mecanismos que se programan y aplican en la manera y en el momento apropiado para conseguir una mayor eficacia preventiva.

El trabajador es responsable de que sus actuaciones sean seguras.

Han sido superados ya conceptos de seguridad en el trabajo desde una óptica paternalista para dar a paso a una concepción de la seguridad más:

- ***Participativa***: Cada trabajador debe cooperar activamente en defensa de la salud de todos.
- ***Integrada***: Cada trabajador es responsable de la realización correcta de su trabajo. Esta responsabilidad comienza desde el

momento en que se planifican las instalaciones y se diseñan equipamiento y maquinaria.

- ***Integral:*** Deben contemplarse todos los riesgos y, en consecuencia, deben existir formas de actuación para cada tipo de riesgo.
- ***Científica:*** Han de analizarse los diferentes riesgos para evaluar su gravedad y poder aplicar las medidas correctoras adecuadas.
- ***Interdisciplinar:*** Por su complejidad, la seguridad debe ser abordada por diferentes áreas del conocimiento.

1.8. Prevención

¿En qué consiste la prevención? ¿Cuáles son sus principios generales?

La prevención disminuye o evita el riesgo.

Se entiende por prevención, o actuación preventiva, el conjunto de disposiciones (o medidas adoptadas o previstas) en todas las fases de la actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo. De forma concisa podríamos decir que prevención es la actitud ante el riesgo.

La definición anterior, recogida de la normativa, posee un sentido más amplio que el estrictamente referido a accidentes de trabajo y actuaciones sanitarias. Incluye aquellas actividades globales de la empresa conducentes a mejorar las condiciones de trabajo.

Las actuaciones preventivas disminuyen la probabilidad de que el riesgo desemboque en la existencia de pérdidas, pero serán más eficaces si se actúa de acuerdo a unos principios generales.

La actuación preventiva es el conjunto de las acciones encaminadas a reducir o anular los riesgos. Hay muchas medidas preventivas posibles para la mayoría de los riesgos. Su eficacia dependerá del grado de reducción del riesgo conseguido. En la tabla adjunta se reflejan los principios generales de actuación.



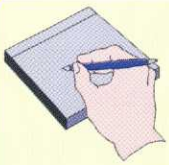
PRINCIPIOS GENERALES DE PREVENCIÓN

1. **Evitar riesgos.**
2. **Evaluar los inevitables.**
3. **Combatir los riesgos en el origen.**
4. **Adaptar el trabajo a la persona.**
5. **Tener en cuenta la evolución de la técnica.**
6. **Sustituir, en lo posible, lo peligroso.**
7. **Planificar la prevención.**
8. **Disponer la protección colectiva antes que la individual.**
9. **Instruir adecuadamente a los trabajadores.**

Estos principios promueven el actuar desde el momento en que se concibe el proceso productivo. Los riesgos, fundamentalmente, deben ser evitados y, si ello no es posible, combatidos en su origen.

Se adaptará el trabajo a la persona y se sustituirá lo peligroso por aquello que no lo sea o que represente un menor riesgo. Se planificará la prevención procurando integrarla en todos los niveles de actividad. En todo caso, serán prioritarias las protecciones colectivas a las individuales.

Los trabajadores recibirán las debidas instrucciones procurando una progresión hacia mayores niveles de seguridad y de salud, teniendo siempre presente lo que permita la técnica.



ACTIVIDADES

1. *Una de las actividades que suponen riesgo en el laboratorio es el trasiego de líquidos corrosivos y/o inflamables de recipientes de gran capacidad a envases de menor tamaño, utilizados en las técnicas analíticas. Ordena la lista siguiente (con algunas de las medidas que podrían tomarse con carácter preventivo) en orden decreciente de eficacia preventiva, relacionando cada medida con algunos de los principios recogidos en el cuadro informativo de Principios Generales de Prevención.*

a) Comprar envases a granel de 25 litros en vez de 50 litros.
b) Realizar la operación mediante una pequeña bomba.
c) Comprar envases de 1 kg.
d) Sustituir el producto corrosivo por otro no corrosivo.
e) Vigilar personalmente el trasiego.
f) Escribir una instrucción detallada de la secuencia operativa.

1.9. Condición de trabajo

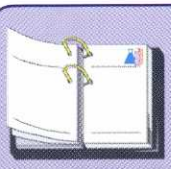
Llamaremos condición de trabajo a cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad o la salud del trabajador.

Quedan específicamente incluidas dentro de esta definición:

- Las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo.
- La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia.
- Los procedimientos para la utilización de los agentes citados anteriormente que influyan en la generación de los riesgos mencionados.
- Todas aquellas otras características del trabajo, incluidas las relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que está expuesto el trabajador.

Las condiciones de trabajo deben adaptarse a las condiciones físicas y psíquicas de los trabajadores.

Esta definición de condición de trabajo, recogida de la normativa española, es un concepto muy amplio. Incluye los procedimientos, la organización y la ordenación del trabajo que, desde luego, son fuentes potenciales de generación de riesgos. Esta concepción legal es de las más avanzadas de Europa.



RECUERDA:

- **Trabajo es la realización de determinadas tareas en una ocupación concreta.**
- **Salud es el estado del bienestar físico, mental y social completo.**
- **Riesgo especulativo es la posibilidad de perder o de ganar.**
- **Riesgo puro es la posibilidad de perder o no perder.**
- **Riesgo laboral es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo.**
- **Pérdida en el trabajo es el resultado adverso de una exposición al riesgo laboral.**
- **Peligro en el trabajo es la actuación, condición o situación en el trabajo que puede producir pérdidas.**
- **Daño en el trabajo es toda molestia que impide el bienestar físico y psíquico del trabajador.**
- **Seguridad es el conjunto de actuaciones dirigidas a evitar la aparición de los accidentes de trabajo.**
- **Prevención es el conjunto de disposiciones o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de la actividad de la empresa para evitar o disminuir los riesgos del trabajo.**
- **Condición de trabajo es la característica del mismo, que puede tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador.**

2. Factores de riesgo en el trabajo

¿Qué relación tiene el trabajo con las situaciones que conducen al accidente?

Los peligros del trabajo están relacionados con la presencia de los factores de riesgo en el trabajo. Estos a su vez engloban un gran número de agentes.

Hay que controlar los factores de riesgo para evitar daños al trabajador.

Factor de riesgo en el trabajo es todo elemento incluido en las condiciones de trabajo que pueda dar lugar a la disminución del nivel de salud del trabajador. Pueden ser de tres tipos: factores materiales, factores personales y factores socio-empresariales.

Factores de riesgo en el trabajo

Materiales	Personales	Socio-empresariales
Físicos	Fisiológicos	Formativos
Químicos	Psicosociales	Culturales de empresa
Biológicos	Sociológicos	Adecuacionales

2.1. Factores materiales

Los factores materiales comprenden tres tipos claramente diferenciados de agentes: físicos, químicos y biológicos. Están relacionados en muchas ocasiones con los contaminantes.

- Los factores materiales físicos se originan en el ambiente de trabajo, al actuar sobre los trabajadores diferentes manifestaciones de las fuentes de energía generadas o utilizadas en el proceso productivo. Son factores físicos el ruido, las radiaciones ionizantes (rayos X) y las no ionizantes (ultravioletas e infrarrojos).

- Los factores materiales químicos son todas aquellas sustancias químicas, presentes en el entorno del trabajo (en forma sólida, líquida, gaseosa, aerosoles sólidos, aerosoles líquidos y vapores), que puedan afectar negativamente a la salud de los trabajadores.

- Los factores materiales biológicos son organismos vivos, generalmente microscópicos que pueden dar lugar a enfermedades infecciosas y parasitarias.

FACTORES Y AGENTES MATERIALES

FÍSICOS		QUÍMICOS			BIOLÓGICOS
Mecánicos:	Estáticos Dinámicos	Agentes en el aire	Aerosoles sólidos:	polvos humos fibras	Bacterias Virus
Eléctricos			Aerosoles líquidos:	nieblas	Parásitos
Ópticos					
Atmosféricos:	Temperatura Humedad Veloc. aire Presión atm.		Gases y vapores		Hongos
Neumáticos		Agentes líquidos			
Acústicos					
Vibrátiles y de impacto		Agentes sólidos			
Radiaciones					

2.2. Los factores personales

Los factores de riesgo personales se reducen con la adecuación hombre-puesto de trabajo.

Los factores personales están directamente asociados al trabajador y reducen los riesgos personales, adecuando a cada trabajador a un puesto de trabajo apropiado. Incluyen tres tipos de agentes:

- Agentes fisiológicos, asociados a las facultades del trabajador en relación a sus sentidos, aparato locomotor, deficiencias antropométricas, etc.

- Agentes psicológicos, que corresponden a los relacionados con sus aptitudes, como la inteligencia y la capacidad de reacción, incluyendo también la personalidad y la estabilidad emocional.

- Agentes psicosociales, concernientes a la posición del trabajador con respecto a su entorno humano. Se podrían incluir las actitudes, la motivación, la comunicación, las presiones del grupo de compañeros y la resistencia a los cambios.

FACTORES Y AGENTES PERSONALES

FISIOLÓGICOS		PSICOLÓGICOS	PSICOSOCIALES
Órganos de los sentidos	Vista Oído Olfato Gusto Tacto	Personalidad Estabilidad emocional: - Extroversión - Introversión	Actitudes Motivación-satisfacción Liderazgo Comunicación Presiones del grupo: - Formales - Informales
Sistema nervioso		Aptitudes: - Inteligencia - Tiempo de reacción	
Aparato locomotor	Sistema óseo Sistema muscular		

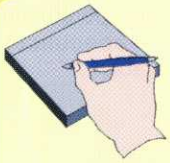
2.3. Los factores socio-empresariales

Son los vinculados con las organizaciones y están muy influenciados por "la política de la empresa". Sus agentes asociados son:

La formación reduce los factores de riesgo en el trabajo.

- Agentes formativos, relacionados con la formación recibida por el trabajador y su línea jerárquica y con la experiencia exigida para el desarrollo de cualquier actividad.
- Agentes culturales de empresa, relacionados con aspectos tan importantes para el trabajador como la remuneración, las jornadas de trabajo y la experiencia que demuestra la empresa en las actividades preventivas y el control de riesgos.
- Agentes adecuacionales, relacionados con fallos en la adecuación del hombre al sistema considerado, como el trabajador al puesto de trabajo, el hombre a la máquina y la empresa a las normas de seguridad o a la higiene laboral.

Los factores y agentes del trabajo pueden estar en condiciones adecuadas o no. Si la situación no es correcta, las condiciones serán peligrosas, siendo posible un trabajo con resultados deficientes o no deseados.

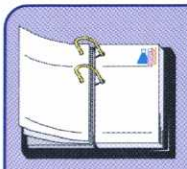


ACTIVIDADES

2. *Relaciona las actividades que se citan a continuación con los factores de riesgo en el trabajo:*

a) Trabajador maduro en un puesto de trabajo que requiera elevada actividad física.
b) Trabajador sordo en un ambiente de alto nivel sonoro.
c) Trabajador joven manipulando disoluciones ácidas.

1) Factores materiales por los agentes químicos del trabajo.
2) Factores personales por los agentes fisiológicos.
3) Factores socio-empresariales por agentes adecuacionales.



RECUERDA:

- **Los factores de riesgo del trabajo son los elementos presentes en las condiciones de trabajo, que pueden producir daños al trabajador.**
- **Los factores materiales son los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo.**
- **Los factores personales son aquellos ligados al trabajador como los fisiológicos, psicológicos y psicosociales.**
- **Los factores socio-empresariales agrupan a los agentes ligados a la organización empresarial, como los formativos, adecuacionales y culturales de empresa.**

3. Efectos de los peligros en el trabajo

Los efectos de los peligros en el trabajo son las pérdidas y, entre ellas, las lesiones. Las pérdidas pueden adoptar la forma de accidente laboral, enfermedad profesional e incidente.

3.1. Accidente de trabajo

Desde el punto de vista preventivo, se define **accidente** como un suceso no deseado que ocasiona pérdidas a las personas, a la propiedad o a los procesos laborales.

Características del accidente:
- No es deseado.
- Produce pérdidas.
- Existe contacto.
- Es evitable.

No debemos confundir el accidente con la lesión. Las lesiones son consecuencia de algunos accidentes, pero no todos los accidentes producen lesiones físicas a los trabajadores.

Los expertos en prevención analizan todas aquellas situaciones en las que se produce cualquier tipo de pérdida, incluso aquellas en las que solamente hay pérdidas materiales. Se actúa así porque si tales situaciones se repitieran, podrían producirse nuevas pérdidas materiales acompañadas de lesiones de los trabajadores.

Cuando se trabaja para evitar pérdidas, se trabaja para evitar lesiones potenciales.

Cuando se habla de accidente de trabajo sí que se sobreentiende que hay lesión para el trabajador.

La legislación define como accidente de trabajo a toda lesión corporal que el trabajador sufre con ocasión o a consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena.

Además de las lesiones que se producen en el centro de trabajo, deben incluirse dentro de la definición legal:

- Las producidas en el trayecto habitual entre el domicilio del trabajador y el lugar de trabajo; tales accidentes se denominan "in itineri".
- Las que sufra el trabajador con ocasión o como consecuencia del desempeño de cargos de carácter sindical, o de representación.
- Las ocurridas a consecuencia de tareas que, siendo distintas de las habituales, se hagan en cumplimiento de las órdenes del empresario o espontáneamente en interés del buen funcionamiento de la empresa.
- Las ocurridas en actos de salvamento y en otros de naturaleza análoga, cuando tengan conexión con el trabajo.
- Las enfermedades o defectos padecidos con anterioridad por el trabajador, que se agraven como consecuencia de la lesión constitutiva del accidente.
- Las consecuencias del accidente que resulten modificadas en su naturaleza, duración, gravedad o terminación por enfermedades que compliquen el proceso patológico producido por el accidente mismo.

3.2. Enfermedad profesional

Se entiende por enfermedad profesional la que se contrae como consecuencia del trabajo por cuenta ajena en actividades, donde haya unos factores de riesgo que causen o agraven patologías para el trabajador. Se produce por el contacto habitual y continuado con factores materiales en tal cantidad, que impliquen unas condiciones de trabajo adversas. Así por ejemplo, un ambiente de trabajo continuado muy cargado de partículas traerá consigo una enfermedad profesional de tipo pulmonar.

La mayoría de las enfermedades provocadas por el trabajo no son específicas, sino que se manifiestan como alteraciones patológicas similares a las enfermedades comunes. Por ello, pueden no ser consideradas como enfermedades profesionales, que poseen cuadros clínicos más definidos.

Prácticamente todas las enfermedades profesionales y las enfermedades relacionadas con el trabajo, comienzan con alteraciones de salud no específicas. Es importante, desde el punto de vista preventivo, identificar tales alteraciones lo antes posible.

3.3. Incidente

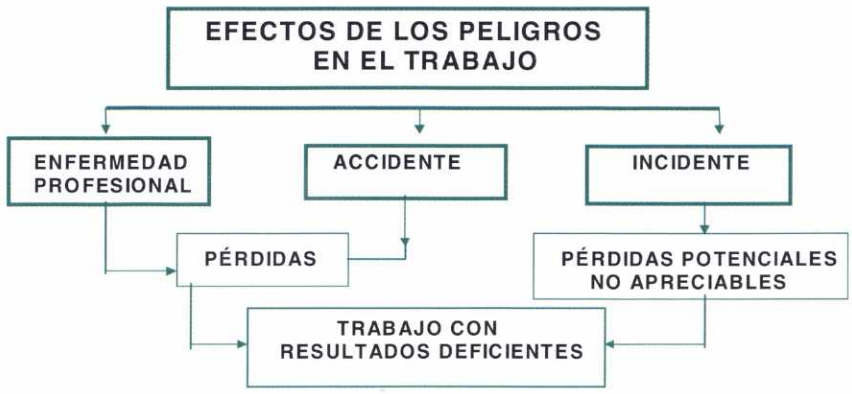
Características del incidente:
- No es deseado.
- No produce pérdidas.
- Es evitable.

El incidente se define como todo suceso no deseado, o no intencionado que, bajo circunstancias muy poco diferentes, podría haber sido un accidente y ocasionado pérdidas para las personas, la propiedad o los procesos productivos. Se produce por un contacto con factores materiales, continuado o repentino, que produce pérdidas materiales, sean apreciables o no.

Los incidentes disminuyen, en general, la eficacia de la actividad laboral y son síntomas de que en tales actividades pueden producirse accidentes, enfermedades profesionales o fallos en los procesos o en los equipos. Las actividades con incidentes simbolizan un trabajo mal realizado.

El siguiente cuadro presenta las diferencias entre los diversos efectos de los peligros en el trabajo.

	Accidente	Enfermedad	Incidente
¿Produce pérdidas?	sí	sí	no
¿Se prolonga en el tiempo?	repentino	continuado	súbito/continuado
Resultado	inesperado	lógico	inesperado



Cuando se produce el accidente personal o la enfermedad profesional, sobreviene la incapacidad del trabajador para realizar su actividad. Hay diferentes tipos de incapacidad:

- Incapacidad laboral transitoria (ILT). Es la situación en la que se encuentra el trabajador como consecuencia de un accidente laboral, siempre que requiera asistencia sanitaria y se encuentre privado de su capacidad para el trabajo.

- Invalidez profesional. Es aquella situación en que se encuentra el trabajador que, una vez agotados los plazos de ILT, requiere la continuación de asistencia sanitaria estando imposibilitado para realizar su trabajo, siempre que se prevea que la invalidez no va a tener carácter definitivo.

- Invalidez permanente parcial. Es aquella que, sin alcanzar el grado de total, ocasiona al trabajador una disminución no inferior al treinta y tres por ciento del rendimiento normal en su profesión, sin impedirle la realización de las tareas fundamentales de la misma.

- Invalidez permanente total. Es aquella que inhabilita al trabajador para la realización de todas o de las tareas fundamentales de su profesión habitual, siempre que pueda dedicarse a otra distinta.

- Invalidez permanente absoluta. Indica la imposibilidad para el trabajo en cualquier actividad remunerada.

- Gran invalidez. Indica tal imposibilidad para el trabajador accidentado que necesita de otra persona para valerse en los actos fundamentales de la vida.

Para evaluar la importancia de los siniestros laborales recurrimos a la estadística. Por ejemplo, en el cuadro adjunto reflejamos el número y gravedad de los accidentes que se producen en nuestro país. Hay algunos aspectos del mismo que merecen tu atención:

- La proporción entre accidentes mortales, graves y con baja es aproximadamente 1:10:570, es decir: por cada accidente mortal, hay unos 10 accidentes graves y unos 570 accidentes leves.

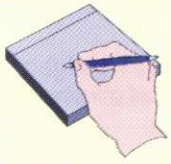
- El número de accidentes sin baja está muy alejado de los valores reales, ya que por su levedad no se declaran en muchas ocasiones, aunque existe obligación de hacerlo.

- La enfermedad profesional que llega a las estadísticas corresponde a casos muy claros, con patologías bien definidas, de determinados colectivos profesionales. Esto sucede por la dificultad en muchas ocasiones de diferenciarla de la enfermedad común.

SINIESTRALIDAD LABORAL EN ESPAÑA

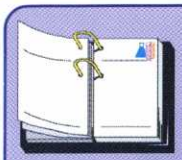
Datos de enero-septiembre de 1995

Accidentes:			
Con baja		*441.746*	
	Leves	*433.057*	
	Graves	*7.933*	
	Mortales	*756*	
In itinere		*26.881*	
	Leves	*25.046*	
	Graves	*1.571*	
	Mortales	*264*	
Sin baja		*378.543*	
Total con baja			*468.627*
En jornada de trabajo			*820.289*
		TOTAL	***847.170***
Enfermedades profesionales:			
Con baja		*4.257*	
	Leves	*4.133*	
	Graves	*122*	
	Mortales	*2*	



ACTIVIDADES

3. *Indicar las analogías y diferencias entre accidente de trabajo y enfermedad profesional.*



RECUERDA:

- **Accidente es el contacto no deseado con una sustancia o energía que produce pérdidas.**
- **Accidente de trabajo es toda lesión corporal que sufre el trabajador, con ocasión o a consecuencia del trabajo que realiza por cuenta ajena.**
- **Enfermedad profesional es la que se contrae en actividades donde hay factores de riesgo, causantes de patologías para el trabajador.**
- **Incidente es todo suceso no deseado que, bajo circunstancias muy poco diferentes, habría ocasionado pérdidas.**
- **Los accidentes y las enfermedades profesionales incapacitan al trabajador para realizar su actividad. Según el tipo de incapacidad distinguimos entre: incapacidad laboral transitoria, invalidez profesional, invalidez permanente (parcial, total o absoluta) y gran invalidez.**

4. Causalidad de los accidentes

Hemos dado un repaso a los conceptos fundamentales que manejaremos en todo el módulo. Hablemos ahora de prevención. ¿Cómo se trabaja para prevenir los accidentes?

Es sabido que todos los hechos o fenómenos que se producen tienen siempre al menos una causa. También el accidente/incidente sucede por la existencia de determinadas causas.

El accidente es por tanto evitable si actuamos sobre sus causas. La gravedad de las pérdidas ocasionadas como consecuencia del accidente es frecuentemente aleatoria, de tal forma que la casualidad, entendida como efecto del azar, sólo interviene en la gravedad de las pérdidas, no en los orígenes de la misma.

El accidente se evita si se actúa sobre las causas que lo producen.

Las acciones preventivas tienen como misión detectar las causas que puedan inducir al accidente. Tales causas se suelen representar como una cadena:

CADENA CAUSAL: Causa 1 x Causa 2 x Causa 3 x ...= ACCIDENTE

Existen tres principios en relación con las causas:

1. ***Todo accidente tiene, al menos, una causa que lo produce.***
2. ***Generalmente en un accidente concurren varias causas.***
3. ***Las causas de los accidentes se relacionan entre sí, como lo hacen los factores de una multiplicación.***

El tercer principio tiene gran importancia desde el punto de vista de la prevención ya que, si el accidente se produce como consecuencia de una multiplicación de causas, bastará eliminar una de ellas para eliminar el accidente. Si el accidente fuese una suma de causas, tendríamos que eliminar todas las causas lo cual es casi imposible.

Se desprende de lo anterior la importancia que tiene la investigación de los accidentes para el conocimiento de las causas, ya que al eliminarlas, se evitarán accidentes semejantes.

Todas las causas de los accidentes se pueden englobar en dos tipos fundamentalmente:

- **Causas técnicas o condiciones inseguras.**

- **Causas humanas o actuaciones inseguras.**

Las causas técnicas están relacionadas con los factores materiales, relativos a condiciones inseguras, que pueden encontrarse en determinado ambiente de trabajo.

Las causas humanas están relacionadas con los factores personales relativos a las acciones o actuaciones inseguras.

Cuando se analizan las causas de un accidente pueden percibirse fácilmente las condiciones de trabajo inseguras. Las acciones humanas inseguras no resultan tan evidentes. Puede haber otras causas (humanas o actuaciones inseguras) como:

Hay que analizar las razones por las que el trabajador comete actos inseguros.

- Problemas visuales del trabajador.
- Fatiga por falta de descanso.
- Desobediencia a las normas (calzado de seguridad, orden y limpieza).

4.1. Causas básicas y causas inmediatas de los accidentes

Tras producirse el accidente, podremos detectar los síntomas existentes en el momento inmediato anterior al mismo, si conocemos suficientemente bien el tipo de trabajo y su ambiente. Los llamaremos **causas inmediatas**. Son los actos y las condiciones de trabajo inseguras cuya existencia se debe a que algo o alguien no estaba en las condiciones que debía. Son los indicios del accidente.

Las causas inmediatas son las acciones y condiciones inseguras.

Es claro que podemos y debemos eliminar actos y condiciones inseguras, pero con ello no resolvemos completamente el problema. Tenemos que averiguar por qué existen esos síntomas: averiguar las **causas básicas.**

Las causas básicas son el origen de los síntomas. Su corrección supone alcanzar condiciones de trabajo correctas de forma permanente.

Pueden ser de dos tipos: las relacionadas con el factor personal, que explican por qué se hace lo que no se debe y las relacionadas con el factor trabajo, que explican por qué se crean o existen situaciones no correctas.

Las causas básicas son factores de riesgo en el trabajo.

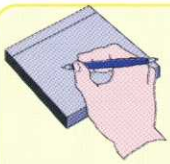
Hay algo que hace posible la existencia de las causas básicas: son los fallos en los sistemas de trabajo indicando una gestión deficiente. Estos fallos revelan que no existen programas preventivos o que, si existen, no son los apropiados.

También son indicadores de que las condiciones de trabajo, supuestamente adecuadas, no son las correctas o que no se cumple correctamente la normativa.

Las causas básicas tienen relación con otras características de los trabajos como la calidad y la gestión de medios.

Tras analizar las causas de los accidentes, debe intentarse su eliminación para que el accidente no vuelva a repetirse. Conviene tener en cuenta ciertos criterios para la eliminación de dichas causas:

- Deben tener una influencia determinante en el accidente.
- Debe ser posible la eliminación de forma razonable (desde los puntos de vista técnico y económico).
- El grado de eliminación de la causa debe ser efectivo.



ACTIVIDADES

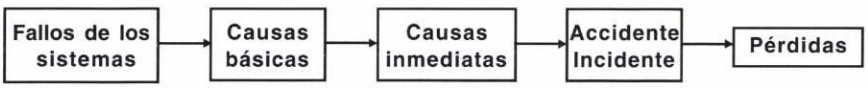
4. *Un trabajador de la construcción se accidenta al pisar un clavo que sobresalía de un tablón abandonado en el suelo. Selecciona, de entre las situaciones que se exponen a continuación, aquellas que consideres causas del accidente y determina si son causas básicas o inmediatas:*

a) El clavo sobresaliendo del tablón.
b) La existencia de un tablón abandonado en el suelo.
c) El trabajador no disponía de zapatos de seguridad.
d) Existe escasa supervisión del trabajador por parte del encargado.

4.2. Cadena causal

Las pérdidas son la consecuencia de unas condiciones de trabajo inadecuadas. Cuando se analizan, se manifiesta la existencia de determinadas causas inmediatas originadas por causas básicas que, a su vez, son indicativas de fallos en los sistemas que las consienten.

La secuencia de causas, que conduce a las pérdidas, se refleja en el siguiente diagrama:



Los fallos de los sistemas son el primer eslabón en el que las personas responsables de la gestión no actúan como sería deseable, bajo un punto de vista preventivo. Representan una política de actuación empresarial deficiente en materia preventiva. Se ponen de manifiesto por:

- Deficiente control de gestión y de las técnicas de prevención.
- Programas preventivos poco adecuados para la actividad laboral.
- Incumplimiento de la normativa existente.
- Niveles de conformidad incorrectos con los trabajos que se realizan.

Todos estos fallos indican que la línea de mando no gestiona adecuadamente la seguridad e higiene y que no se responsabiliza de las funciones que le corresponden como investigar accidentes, inspeccionar actividades y condiciones de trabajo, formar al personal, elaborar procedimientos de trabajo, etc.

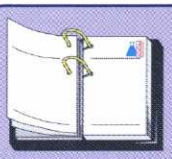
Si no se emprenden iniciativas para corregir las causas básicas, se producirán tantas pérdidas como el azar determine.



Se evitan las pérdidas actuando sobre la cadena causal.

Cualquier tipo de fallo en los sistemas puede suponer la existencia de una amplia cantidad de causas básicas en la cadena causal. Tales causas significan la existencia de condiciones de trabajo o situaciones inadecuadas, que implican la presencia de factores y agentes del trabajo capaces de producir efectos adversos sobre los recursos humanos y materiales.

En resumen, las causas básicas nos permitirán entender por qué existían las causas inmediatas, reflejando condiciones materiales inseguras o peligrosas y actuaciones personales incorrectas (es decir, condiciones de trabajo inadecuadas), susceptibles de ocasionar accidentes o incidentes.



RECUERDA:

- **Los accidentes tienen al menos una causa que los produce. Para prevenir los accidentes hay que detectar y eliminar alguna de dichas causas.**
- **Las causas, según los factores que las originan, pueden ser técnicas o condiciones inseguras y humanas o actuaciones inseguras.**
- **Las causas inmediatas son las que corresponden a los actos y condiciones inseguras. Son las que podrían detectarse inmediatamente antes del accidente.**
- **Las causas básicas, asociadas al factor personal y al factor trabajo, explican por qué las condiciones no son correctas originalmente.**
- **La cadena causal es la que conduce desde los fallos en los sistemas de gestión en la prevención, como origen de todos los accidentes, hasta las pérdidas.**

5. Etapas de la actuación preventiva

Hemos desarrollado la secuencia causal dentro de la cual se producen las pérdidas pero, ¿cómo y cuando se puede actuar para disminuir o evitar las pérdidas?

En la secuencia, que comienza con la programación del trabajo y continúa con las causas y síntomas hasta llegar al accidente y las pérdidas, hay tres etapas definidas claramente y consecutivas en el tiempo, dentro de las cuales se pueden realizar diversas actuaciones preventivas:

- La etapa de pre-contacto, que coincide con la etapa preventiva.
- La etapa central, llamada de contacto, en la que la fuente de energía causante del accidente supera el valor límite del cuerpo o estructura.
- La etapa de post-contacto que es la etapa reparadora.

En cada una de las etapas anteriores hay posibilidades concretas de actuación con diferentes niveles de eficacia:

Etapa preventiva

Es la única etapa en la que podemos evitar que se produzca el accidente o el incidente. En ella, se corrigen las condiciones y acciones peligrosas actuando sobre las causas inmediatas y, preferiblemente, sobre las causas básicas. La actuación, sobre las causas básicas, requiere un programa adecuado de trabajo, el cumplimiento de la normativa y trabajar con los sistemas adecuados.

Sólo se evita el accidente/incidente trabajando en etapas preventivas.

Aunque la política preventiva sea eficaz, pueden producirse fallos. Para evitar el accidente, se trabaja en la detección de causas y síntomas llevando a cabo las acciones correctoras, que permiten desarrollar el trabajo en condiciones seguras.

Etapa de protección

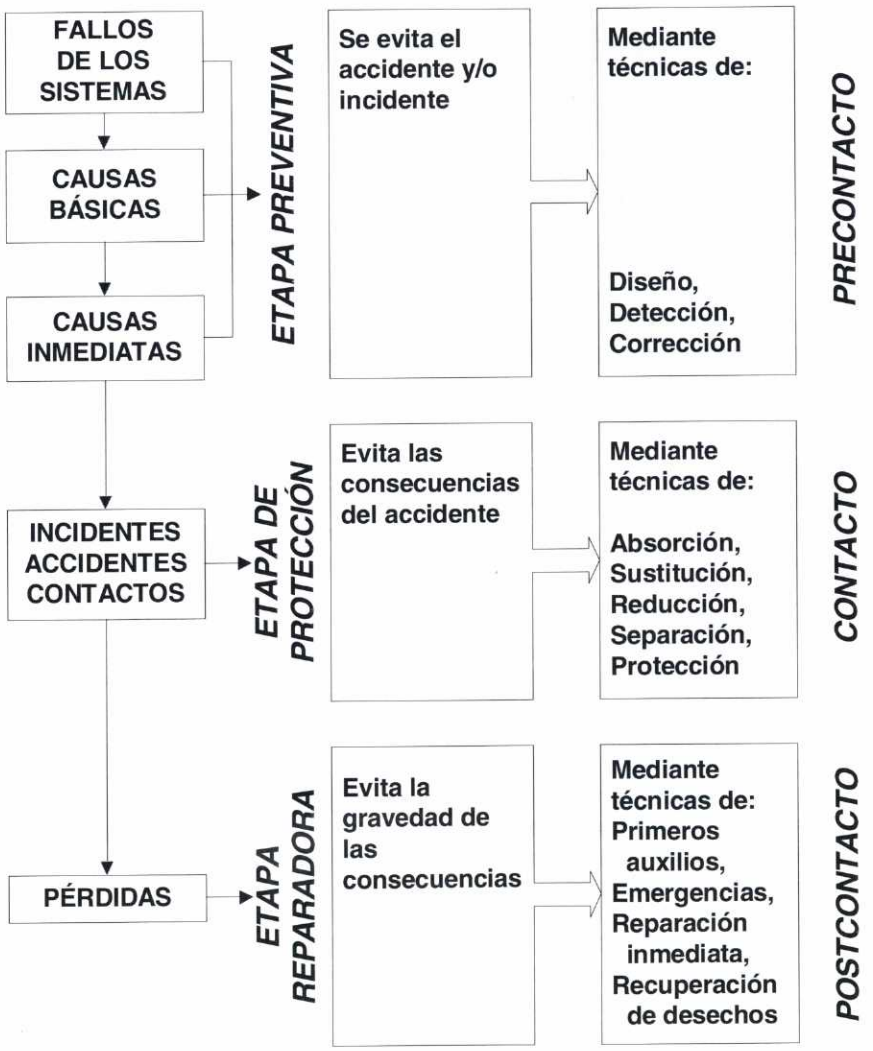
Esta etapa se inicia cuando no se ha podido evitar el accidente pero estamos a tiempo de evitar sus consecuencias. Las causas del accidente seguirán existiendo, pero pueden evitarse las pérdidas por distintos métodos:

- *Absorción:* Por ejemplo, usando gafas de seguridad que detienen la proyección de partículas a los ojos.
- *Sustitución:* Cuando se ha cambiado una sustancia tóxica o corrosiva por otra que, cumpliendo el mismo objetivo, no sea peligrosa.
- *Separación:* Cuando apantallamos la condición peligrosa.
- *Protección:* Reforzando el punto crítico de una estructura sin eliminar por ello la condición peligrosa.

Etapa reparadora

En esta última etapa sólo puede reducirse la gravedad de las consecuencias del accidente. Para conseguirlo, hay que tener previsto formas de actuación posteriores al accidente, como primeros auxilios a los accidentados, preparación de la evacuación del centro de trabajo, activación del plan de emergencia y reparación inmediata de los desperfectos ocasionados.

En el cuadro adjunto expresamos las distintas etapas:





RECUERDA:

Hay varias posibilidades de actuación preventiva. Se consideran tres etapas posibles de actuación:
- **La etapa preventiva, que es la única en la que se evita el accidente o incidente.**
- **La etapa de protección, en la que se evitan las consecuencias del accidente.**
- **La etapa reparadora, en la que se evita la gravedad de las consecuencias.**

6. Legislación española

La legislación española se ha desarrollado debido a la necesidad de adaptarse a los cambios tecnológicos y de responder a los compromisos internacionales de nuestro entorno, tales como la pertenencia a la Unión Europea y los convenios ratificados con la Organización Internacional de Trabajo.

6.1. Origen y características de la legislación de prevención

¿Qué objeto tiene la legislación sobre prevención? ¿Es difícil interpretarla?

La ley es una herramienta en prevención.

La evolución de los procesos industriales, el desarrollo de nuevas tecnologías y el mayor conocimiento de los agentes materiales presentes en el ambiente laboral, han promovido el desarrollo de la legislación para mejorar las condiciones en el puesto de trabajo, haciendo necesario el aumento de los controles por parte de la Administración.

La legislación laboral se caracteriza porque suele ser detallada y muy técnica y por intervenir directamente en el ámbito del trabajo, para regular las conductas del empleador y los trabajadores.

La legislación sobre seguridad e higiene en el trabajo tiene por objetivo la protección de los trabajadores, frente a los peligros que puedan amenazar su salud o su seguridad en el desarrollo de la actividad laboral.

El derecho básico a la seguridad y salud queda reflejado en la Constitución y en la legislación ordinaria española.

Así mismo, el entorno en que se mueve nuestro país obliga a legislar de acuerdo con las directivas comunitarias y con otras organizaciones de carácter internacional, como los convenios firmados con la Organización Internacional de Trabajo.

Hay unos principios básicos a tener en cuenta en la aplicación de la legislación:

- Cuando una norma se preste a diferentes interpretaciones, debe aplicarse la que mayor beneficio otorgue al trabajador.

- El trabajador no puede renunciar en perjuicio propio a los derechos que tiene reconocidos.

- Las normas laborales pueden confluir en determinadas regulaciones y ser en algún aspecto contradictorias; por ello, presentaremos el orden jerárquico de la normativa en la tabla siguiente:

ESCALA DE APLICACIÓN JERÁRQUICA DE LAS NORMAS LABORALES

1. La Constitución Española.
2. Derecho de la Unión Europea, directamente aplicable.
3. Tratados y convenios internacionales.
4. Las leyes:
   1: Leyes Orgánicas.
   2: Leyes Ordinarias, Decretos legislativos y Decretos-leyes.
5. Las disposiciones reglamentarias:
   1: Decretos del Gobierno
   2: Órdenes Ministeriales
6. Los Convenios Colectivos
7. La costumbre laboral.

6.2. La Constitución

Constitución: Los poderes públicos velarán por la seguridad e higiene en el trabajo.

En la Constitución se recoge como un deber de los poderes públicos el velar por la seguridad e higiene en el trabajo.

El **artículo 40.2 de la Constitución Española** dice:

Los poderes públicos fomentarán una política que garantice la formación y readaptación profesionales; velarán por la seguridad e higiene en el trabajo...

A partir de la Constitución, la legislación española en materia de seguridad, higiene y salud se desarrolla a través de Leyes, Reales Decretos, Órdenes y una variedad de normas reguladoras específicas. Daremos un breve repaso a la legislación básica, relacionando a continuación las que consideramos más interesantes para el alumno.

6.3. Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/80, de 10 de marzo)

El Estatuto de los trabajadores nace para cumplimentar el mandato constitucional, estableciendo que "La Ley regulará un Estatuto de los Trabajadores".

El Estatuto de los Trabajadores reconoce el derecho de los trabajadores a una protección eficaz, en materia de seguridad e higiene.

En su artículo 19, se hace referencia a diferentes aspectos en materia de seguridad e higiene. El artículo queda desarrollado en cinco puntos.

Los dos primeros puntos establecen el derecho de los trabajadores a disponer de una protección eficaz en materia de seguridad e higiene, así

como la obligación del trabajador de observar en su trabajo las medidas legales y reglamentarias en estas materias.

Los dos puntos siguientes establecen las obligaciones de los empresarios de inspeccionar y controlar dichas medidas, en colaboración con los trabajadores por medio de sus representantes legales o centros competentes, así como la obligación del empresario de facilitar una formación práctica y adecuada en esta materia y la obligación del trabajador de actuar de acuerdo con dichas enseñanzas.

El último punto de este artículo establece la capacidad de los trabajadores, a través de sus órganos de representación, de requerir al empresario cuando se aprecie una probabilidad seria y grave de accidente por no respetar la legislación vigente.

El requerimiento por escrito al empresario podría comunicarse a la autoridad competente. En caso de que el riesgo de accidente fuera inminente, los órganos de representación de los trabajadores podrían acordar la paralización de los trabajadores.

6.4. Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo

La Orden de 9 de marzo de 1971, a pesar de su antigüedad, ha estado vigente hasta la aparición, en noviembre de 1995, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL).

La Ordenanza recoge, de forma implícita, el derecho de los trabajadores a unas condiciones de trabajo dignas y seguras.

De los tres títulos que constaba, han quedado derogados los títulos I y III con la aparición de la nueva ley.

El título II describe las "Condiciones generales de los centros de trabajo y de mecanismos y medidas de protección". En él se desarrollan los artículos referentes a las condiciones generales, que deben reunir los centros de trabajo, y los diferentes mecanismos y medios, con carácter preventivo, que han de adoptarse obligatoriamente para promover la seguridad, higiene y bienestar de los trabajadores.

6.5. Legislación aplicable a actividades del laboratorio

Hemos comentado la normativa general aplicable a todos los sectores de actividad pero, ¿qué legislación hay específica para el laboratorio?

No hay más normativa específica, aplicable al laboratorio, que la referida a las condiciones que debe satisfacer para ser homologado, como cumplidor de los principios de "buenas prácticas del laboratorio".

Sin embargo, hay diferentes normativas que le son aplicables en función de los aparatos o productos que puedan existir, como las referidas a las sustancias peligrosas (etiquetado, transporte, almacenamiento, residuos, producción de aguas residuales, situaciones de emergencia, etc.),

manipulación de recipientes a presión, equipos emisores de radiaciones, fuentes de calor y aparatos eléctricos.

Clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (R.D. 2.216/85)

En este Real Decreto se establece una lista de sustancias químicas peligrosas, clasificadas de acuerdo con sus riesgos, con las normas que deben cumplir sus envases y etiquetados y los pictogramas o símbolos de peligro que deben mostrar.

Se establecen, al mismo tiempo, unas frases normalizadas que advierten de los peligros de tales sustancias y aconsejan en caso de accidente

Norma sobre señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo (R.D. 1.403/86)

En la Norma se especifican las señales de advertencia, obligación, prohibición y salvamento, junto con los colores, formas, significado y dimensiones de las señales, así como su correcta utilización.

Almacenamiento de productos químicos (R.D. 668/80)

En esta reglamentación del Ministerio de Industria y Energía se desarrollan las condiciones de seguridad y características de las instalaciones de almacenamiento de los productos químicos, así como las condiciones en que se han de hacer las manipulaciones.

Se dictan las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), con la denominación MIE-APQ, para distintos tipos de productos y familias de productos en donde se desarrollan las prescripciones técnicas específicas. Entre ellas:

- La reglamentación MIE-APQ-001 de almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles, donde se clasifican los productos según su inflamabilidad y la capacidad y sistema de su almacenamiento, para fijar las características de las instalaciones y las medidas de seguridad que deben adoptarse en cada caso.

- La reglamentación MIE-APQ-005 se refiere al almacenamiento de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión. En esta ITC se recogen, entre otras cosas, las características que deben de cumplir los almacenes, según el tipo de gases y la cantidad que haya almacenada de los mismos.

Principios de buenas prácticas de laboratorio y su aplicación en la realización de estudios no clínicos sobre sustancias y productos químicos (R.D. 822/93)

En esta normativa se recogen los sistemas de organización y los requisitos, que deben cumplir los laboratorios que realicen estudios y ensayos sobre sustancias y productos químicos, para evaluar los riesgos potenciales que tienen sobre el hombre y sobre el medio ambiente.



RECUERDA:

- **El objeto de la legislación, en materia preventiva, es la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores de los riesgos laborales.**
- **Las modificaciones de la legislación son debidas a la evolución de la técnica y a la necesidad de una creciente mejoría de las condiciones de trabajo.**
- **La Constitución Española obliga a la Administración a velar por la seguridad e higiene en el trabajo.**
- **El Estatuto de los Trabajadores recoge el derecho de los trabajadores a disponer de una protección eficaz, en materia de seguridad e higiene.**
- **La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, parcialmente derogada, describe las condiciones generales de los centros de trabajo y medidas de protección.**
- **La normativa de prevención es muy amplia recogiendo aspectos de gran aplicación en los laboratorios, como etiquetado, envasado y almacenamiento de productos químicos y los principios de buenas prácticas de laboratorio.**

7. Ley de Prevención de Riesgos Laborales

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales es la ley básica de la prevención en nuestro país.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales, LPRL, es el pilar fundamental de la política de protección de la salud de los trabajadores en España y supone un marco legal, a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Principios generales de prevención:
- Eliminación de riesgos.
- Disminución de riesgos.
- Información.
- Consulta.
- Participación equilibrada.
- Formación de trabajadores.

Dentro de este marco legal, se regulan las actuaciones de todas las partes implicadas en la prevención como son las Administraciones Públicas, los empresarios, los trabajadores y las organizaciones empresariales y sindicales. En esta ley:

- Se transpone la Directiva Marco 89/391/CEE.
- Se recogen los compromisos con la Organización Internacional de Trabajo contraidos por España al ratificar el Convenio 155.
- Se regulan diversas disposiciones legales dispersas y desfasadas.

En el cuadro se enuncian los diferentes capítulos que recoge la ley:

LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES
I: Objeto, campo de aplicación y definiciones.
II: Política en materia de prevención.
III: Derechos y deberes.
IV: Los servicios de prevención.
V: Participación de los trabajadores.
VI: Obligación de fabricantes y suministradores.
VII: Responsabilidades y sanciones.

En el Capítulo I se refleja que el objeto de la LPRL es: "Promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de los riesgos derivados del trabajo". También recoge los principios generales relativos a la prevención.

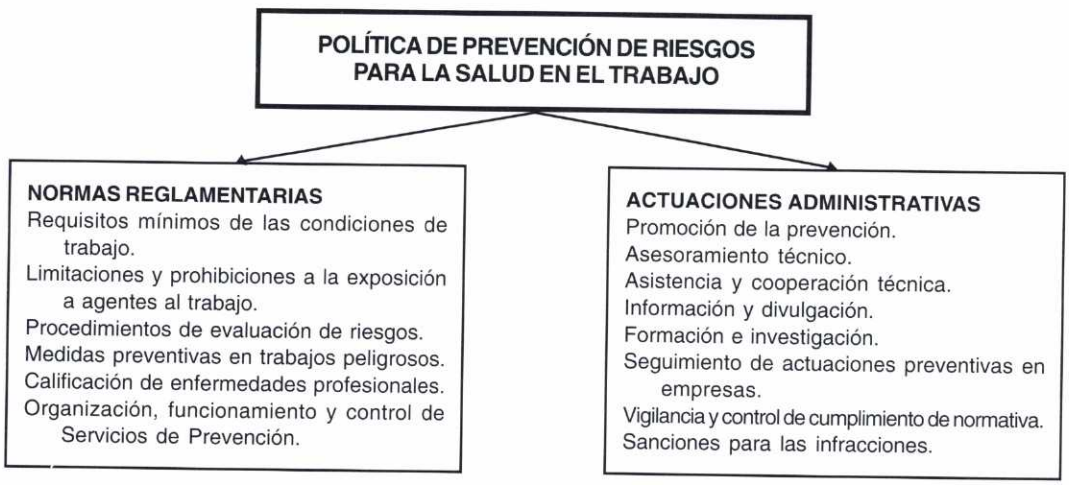
La LPRL recoge la política de la Administración en materia de prevención.

El capítulo II establece que la política de prevención se dirigirá a promocionar la mejora de las condiciones de trabajo, para así elevar el nivel de protección de los trabajadores.

En la elaboración de la política preventiva participarán las Administraciones Públicas y los representantes de empresarios y trabajadores. La política se llevará a cabo por medio de normas reglamentarias y actuaciones administrativas en materia preventiva. Dentro de las actuaciones administrativas se resalta la coordinación de las Administraciones Públicas.

Los dos pilares de la política de prevención son:

- **Elaboración de normas que darán sentido práctico a la LPRL.**
- **Actuación coordinada de las Administraciones Públicas.**



El capítulo II dice también que *"las Administraciones Públicas promoverán la mejora de la educación en materia preventiva en los diferentes niveles de enseñanza y de manera especial en la formación de las cualificaciones profesionales".*

En el capítulo III se recogen los derechos y deberes de empresarios y trabajadores (cuyo contenido desarrollaremos en la unidad 2 de este módulo), que pueden resumirse en que los empresarios tienen la obligación de garantizar a sus trabajadores un ambiente de trabajo seguro y saludable.

La LPRL recoge de forma novedosa en nuestra legislación la obligación del empresario de:

- Evaluar los riesgos de la empresa.
- Planificar las acciones preventivas.
- Realizar el seguimiento periódico del ambiente y de las condiciones de trabajo.

En el capítulo IV se aprecia una de las novedades más importantes de la LPRL: La obligación de crear Servicios de Prevención, que serán los encargados de llevar a la práctica los principios preventivos que recoge la Ley.

En el capítulo V se plasman los derechos de participación y de representación de los trabajadores en materia preventiva, por medio de los Delegados de Prevención y de los Comités de Seguridad y Salud.

En el capítulo VI se recogen las obligaciones de los fabricantes y suministradores de maquinaria, equipos y productos, para asegurar que los mismos se instalen y utilicen en condiciones de seguridad, suministrando para ello la información necesaria.

En el capítulo VII se modifican las responsabilidades y sanciones de los empresarios, quedando derogadas normativas anteriores. Se introducen novedades, en aspectos como la paralización de trabajos y como las situaciones que suponen nuevas infracciones administrativas.

Clasificamos a continuación las infracciones recogidas en la ley:



Infracciones leves (sanciones de 50.000 a 250.000 ptas.)

- Falta de limpieza en el centro de trabajo.
- No dar cuenta a la autoridad laboral, en tiempo y forma, de los accidentes de trabajo y de las enfermedades laborales leves.
- No comunicar a la autoridad laboral la apertura del centro de trabajo o reanudación de los trabajos, después de efectuar ampliaciones.
- Los incumplimientos de transcendencia leve de la normativa de prevención de riesgos laborales.

Infracciones graves (sanciones de 250.001 a 5.000.000 ptas.)

- No llevar a cabo evaluaciones de riesgos o controles periódicos de las condiciones de trabajo o no realizar las actividades de prevención resultantes.
- No realizar reconocimientos médicos y vigilancia periódica del estado de salud de los trabajadores.
- No dar cuenta a la autoridad laboral, en tiempo y forma, de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de calificación grave.
- No registrar y archivar los datos obtenidos en las evaluaciones, controles, reconocimientos e investigaciones.
- No comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo, siempre que se trate de industria peligrosa, insalubre o nociva.
- El incumplimiento de formación e información a los trabajadores sobre los riesgos.
- No adoptar medidas de primeros auxilios.
- La superación de los límites de exposición.
- El incumplimiento de los derechos de información, consulta y participación.
- No proporcionar la formación para las actividades de prevención a los trabajadores designados y a los Delegados de Prevención.
- No facilitar al Servicio de Prevención el acceso a la información y documentación necesaria.

- Las que supongan incumplimiento de la normativa de prevención con carácter grave.

Infracciones muy graves (sanciones de 5 a 100 millones)

- No observar las normas para la protección y la salud de las trabajadoras en períodos de embarazo y lactancia, ni la de los menores.
- No paralizar la actividad de forma inmediata, a requerimiento de la inspección de Trabajo, cuando exista riesgo grave o inminente.
- La adscripción de trabajadores a puestos de trabajo cuyas condiciones fuesen incompatibles con sus características personales.
- El incumplimiento del deber de confidencialidad en el uso de los datos.
- Superar los límites de exposición cuando se trate de riesgos graves e inminentes.
- Las acciones u omisiones que impidan el ejercicio del derecho de los trabajadores a paralizar su actividad, en los casos de riesgo grave o inminente.

Esta ley es la básica de prevención en nuestro país y por ello será el origen de nueva normativa de carácter específico. Los capítulos III, IV, y V, en muchos aspectos los más novedosos y los más interesantes para ti , se reflejan en algunas unidades de éste Módulo.

RECUERDA:

- **La Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995, se constituye en la ley básica sobre prevención, recogiendo aspectos como:**
  - **La política de prevención de la Administración Pública en materia de prevención.**
  - **Los derechos y obligaciones de los empresarios y trabajadores.**
  - **La obligación de crear servicios de prevención en las empresas.**
  - **Las formas de participación de los trabajadores en materia preventiva.**
  - **Las responsabilidades y sanciones por incumplimientos de la normativa.**

8. Legislación Comunitaria

¿Cómo se desarrolla la legislación de seguridad e higiene dentro de la Unión Europea?

La incorporación de España a la Comunidad Económica Europea, el 1 de enero de 1986, supuso, desde el punto de vista legal, la necesidad de la adaptación a la nueva realidad en que se mueve desde entonces nuestro país.

La Comisión de las Comunidades Europeas se formó en 1965 por fusión de tres organismos: la CECA (Comunidad Europea del Carbón y del Acero), la CEE (Comunidad Económica Europea) y el EUROATOM (Comunidad Europea de la Energía Atómica).

Los organismos institucionales de las Comunidades Europeas con mayor implicación en la elaboración del derecho comunitario son:

- El Consejo en el que intervienen los ministros que delegan los respectivos Gobiernos.

- La Comisión formada por los comisarios, que defienden los intereses de la Comunidad, vigilando el cumplimiento de los Tratados con su propia iniciativa legislativa.

Las Directivas Comunitarias son de obligado cumplimiento.

La Comisión y el Consejo de la Comunidad Económica Europea tienen competencias para adoptar medidas, que vinculen legalmente a todos los estados miembros

¿Cómo se hace llegar la normativa comunitaria a los países miembros? ¿Qué sucede cuando difiere esta normativa de la legislación en algún país?

Las fuentes del Derecho comunitario

Reglamentos
Directivas
Decisiones
Recomendaciones
Dictámenes

La legislación comunitaria tiene distintos niveles de obligatoriedad según se trate de Reglamentos, Directivas, Decisiones, Recomendaciones o Dictámenes.

Los Reglamentos tienen una mayor importancia por su alcance, por tener carácter obligatorio y por tener que ser aplicados directamente por cada estado miembro. De momento, no hay ningún Reglamento específico sobre aspectos de seguridad y salud en el trabajo.

Las Directivas obligan a cada estado miembro a la consecución de unos objetivos, en la forma y con la utilización de los medios necesarios que cada estado miembro determine, para lo que se fija un plazo de cumplimiento. Las legislaciones nacionales, que no sean acordes con las Directivas comunitarias, deben ser modificadas para su adaptación a las mismas.

Las Decisiones pueden afectar de forma directa, ya que obligan en todos sus elementos para sus destinatarios.

Las Recomendaciones y los Dictámenes no tienen carácter vinculante, aunque tienen importancia para el establecimiento de las políticas empresariales.

¿Qué se pretende conseguir con las normativas comunitarias?

Los objetivos generales, que marcan las líneas de actuación en los programas de seguridad e higiene de las Comunidades Europeas, son los siguientes:

- Mejorar la seguridad y salud de los trabajadores en el puesto de trabajo, mediante la revisión de la estrategia de prevención de accidentes y enfermedades.
- Mejorar los conocimientos para identificar y valorar los peligros y para perfeccionar los métodos de protección y control.
- Mejorar las actitudes humanas para promover y desarrollar la conciencia de seguridad e higiene.

En el Acta Única Europea de 1986 se recoge expresamente como objetivo el establecimiento del Mercado Único, que entró en vigor el 1 de enero de 1993. Con la aprobación del Acta Única Europea se reforzó la competencia de la CEE, en el ámbito de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo.

El Consejo de Ministros de las Comunidades Europeas acordó iniciar las siguientes acciones, como apoyo a la consecución de los objetivos perseguidos:

- Establecer una etiología de los accidentes y enfermedades relacionadas con los estudios sobre el trabajo.
- Protección contra sustancias peligrosas.
- Prevención de peligros y de efectos nocivos de las máquinas.
- Control y mejora de la inspección de las actitudes humanas.

8.1. La Directiva Marco 89/391

Se aprobó con el fin de mejorar el nivel de protección de la salud y seguridad de los trabajadores y se aplica a todos los sectores de las actividades, tanto públicas como privadas, tanto a actividades industriales como de servicios o culturales. Por ello, no desciende a detallar aspectos que deben ser desarrollados en otras Directivas específicas.

¿Qué aspectos generales se recogen en la Directiva Marco?

La Directiva Marco determina los principios y las medidas que, con carácter general, se deben aplicar en la empresa en lo referente a la seguridad y la salud de los trabajadores, recayendo la responsabilidad en el empresario.

OBJETIVOS DE LA DIRECTIVA MARCO
Promover la mejora de la seguridad y la salud de los trabajadores en el marco de la empresa.
Armonización de las disposiciones mínimas.
Responsabilidad del empresario.
Prioridad de los principios de prevención.
Información, formación y participación de los trabajadores
Organización de la acción preventiva en la empresa.
Disposiciones de carácter general.
Estructuración del conjunto de las directivas.

De forma general se puede decir que en la Directiva Marco:

- Se destacan las obligaciones del empresario, aumentando de forma clara la protección de los trabajadores.
- Se incrementa la participación de los órganos de representación de los trabajadores, en el control de las medidas de seguridad e higiene que se adopten.
- Se impulsa la formación, consulta y participación de los trabajadores en los aspectos de seguridad e higiene.

8.2. Directivas relacionadas con la seguridad e higiene

La directivas, una vez aprobadas, tienen una fecha límite en que deben ser transpuestas al derecho interno de cada estado miembro.

¿De qué modo se tratan estas materias en las diferentes directivas existentes? ¿Desde cuándo hay que empezar a aplicarlas?

La Directiva Marco 89/391 ha quedado transpuesta a nuestra legislación con la LPRL.

Las Directivas Comunitarias deben ser transpuestas, con fecha límite, a la legislación española y publicadas en el BOE, donde se indica cuándo entran en vigor.

El primer bloque de dos dígitos, de una directiva, corresponde al año en que es aprobada.

Hay directivas sobre temas muy diversos:

1. Algunas complementan a la Directiva Marco y tratan sobre determinados colectivos de trabajadores como los jóvenes, las mujeres embarazadas, los minusválidos y los trabajos temporales.

2. Otras se refieren a las condiciones que deben reunir los lugares de trabajo, sus disposiciones mínimas de seguridad y de salud (89/654/CEE) y sus señalizaciones de seguridad (77/576/CEE).

3. Las directivas 80/1107/CEE y 88/642/CEE tratan sobre protección de los trabajadores contra los riesgos derivados de la exposición a agentes físicos, químicos y biológicos y proponen dos objetivos fundamentales: la eliminación o limitación de exposición a esos agentes y la prevención de riesgos a la salud y seguridad de los trabajadores expuestos a ellos.

Tomando como base la directiva 80/1107/CEE, se han desarrollado directivas específicas sobre plomo, amianto y ruido.

4. Las directivas de seguridad sobre los productos obligan a los fabricantes y establecen los requisitos de seguridad que deben cumplir los productos y la información de la que deben ir acompañados, para poder circular y comercializarse libremente en toda la Comunidad Europea. Incluyen también los procedimientos para que el fabricante certifique el cumplimiento de dichos requisitos y pueda identificar a aquellos con la marca "CE".

Las directivas de seguridad de los productos poseen dos características:

- La armonización total de las reglamentaciones nacionales.
- La normalización para agilizar y flexibilizar el proceso normativo. Así, cada directiva incluye una amplia gama de productos, para los que se establecen requisitos de seguridad, basados en las Normas de los Organismos Europeos de Normalización.

Algunas directivas de esta clase, cuyo conocimiento puede ser útil en un laboratorio, son las siguientes:

- 88/379/CE, sobre clasificación, envasado y etiquetado para preparados que contengan al menos una sustancia peligrosa y que sean considerados como peligrosos por la propia directiva.

- 91/155/CEE, sobre la ficha de los datos de seguridad que debe ser suministrada al usuario con cada sustancia o preparado.

- 91/414/CEE, sobre la autorización, comercialización, utilización y control de los productos fitosanitarios.

- 89/686/CEE y 93/95/CEE, sobre los equipos de protección individual.



ACTIVIDADES

5. *Las Directivas comunitarias que tratan sobre aspectos de seguridad y salud en el trabajo:*
a) Resulta recomendable que sean aplicadas por las empresas.
b) Es obligatorio aplicarlas en el momento de su aprobación.
c) Obliga a los Estados miembros a conseguir los objetivos marcados.
d) Obliga a modificar la legislación nacional que no sea acorde.

8.3. Tratados Internacionales. Convenios con la Organización Internacional de Trabajo.

Como se ha dicho, el derecho a la seguridad y salud en el trabajo no solo está recogido en la legislación aprobada por los poderes públicos españoles, sino también en normas internacionales que, una vez ratificadas y publicadas en el Boletín Oficial del Estado, forman parte del ordenamiento jurídico español.

Las principales normas internacionales relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo son el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales; la Carta Social Europea y los Convenios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

¿Qué es la OIT? ¿Qué sentido tiene su existencia?

La Organización Internacional de Trabajo (OIT) se creó en el año 1918, convertiéndose en la primera agencia internacional especializada en asuntos laborales. Cuenta con más de 150 Estados miembro y está asociada con las Naciones Unidas.

Su autoridad es solamente moral y no puede imponerse a los gobiernos nacionales, aunque su alto nivel de implantación da gran relevancia a las decisiones que adopta.

Los convenios de la OIT son obligatorios una vez ratificados y publicados en el BOE.

Una característica de la OIT es el sistema tripartito de representación formada por los gobiernos, los patronos y los trabajadores, adoptando sus decisiones por negociaciones entre las partes.

Dentro de los objetivos permanentes que se propone la OIT, destacan el logro de la salud y seguridad en el trabajo y la contribución a la mejora de sus condiciones generales.

¿De qué forma actúa la OIT para cumplir sus objetivos?

Los medios de actuación de la OIT son la elaboración de Convenios y Recomendaciones, así como códigos-guía, códigos prácticos y recomendaciones técnicas.

Realiza actividades de formación/información para los empresarios y los trabajadores mediante publicaciones y seminarios.

Consigue que los países asociados ratifiquen algunos de los Convenios elaborados y que los transpongan a sus legislaciones internas. Así, en la actualidad posee más de 160 Convenios elaborados de los que España ha ratificado más de 40. A continuación se recogen algunos de ellos:

- Ratificación del Convenio n.º 148 de la OIT, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo (BOE 30-12-81).
- Ratificación del Convenio n.º 155 de la OIT, sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo (BOE 30-12-81).



RECUERDA:

- **Las Directivas comunitarias son de obligado cumplimiento para los Estados miembro, los cuales deben modificar las leyes nacionales que no sean acordes con aquellas, siendo transpuestas a la legislación española tras un período de adaptación.**
- **La Directiva Marco 89/391, recogida en nuestra Ley de Prevención de Riesgos Laborales, promueve la mejora de la seguridad y la salud de los trabajadores en la empresa.**
- **Las directivas relacionadas con la seguridad e higiene son numerosas, estando muchas de ellas ya recogidas en la legislación española. Tratan sobre diversos temas como:**
  - **Condiciones de los lugares de trabajo (requisitos mínimos, señales...).**
  - **Protección de los trabajadores contra riesgos de agentes químicos, físicos y biológicos.**
- **La Organización Internacional de Trabajo, caracterizada por su sistema tripartito de participación, elabora Convenios que los Gobiernos ratifican voluntariamente, para transponerlo al ordenamiento jurídico interno.**

9. Recopilación de la Normativa Española

A lo largo de esta unidad se han relacionado diferentes normativas que debes conocer en sus aspectos básicos. ¿Dónde se puede encontrar la normativa? ¿Cómo estamos seguros de que está en vigor?

La normativa española se difunde en los Boletines Oficiales del Estado (BOE), donde se publica en fechas posteriores a su aprobación. Dentro de la normativa se señala la fecha de su entrada en vigor y si con ella queda derogada alguna normativa anterior. En la relación, que se detalla después, se señala la fecha de aprobación y la de publicación en el BOE.

Si la normativa que utilizamos no es reciente, es posible que haya sido derogada total o parcialmente. En la actualidad existen archivos informáticos en donde se registran índices temáticos de legislación. De todos modos, siempre se puede recurrir a la Administración Pública responsable de su aplicación, para que nos oriente acerca de la vigencia de una normativa determinada.

La normativa aplicable en el laboratorio es amplia, ya que son muchos los aspectos con los que se relacionan las actividades que se efectúan en él. A continuación, se ha seleccionado una parte de la legislación vigente, que puede tener aplicación en tales actividades.

Generales

– Reglamento de industrias molestas, insalubres, nocivas y peligrosas. Decreto 2.414/1961, de 30 de noviembre (BOE 7-12-61).

- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
  Orden de 9 de marzo de 1971 (BOE 16 y 17-3-71).

- Ley General de Sanidad.
  Ley 14/86, de 25 de abril (BOE 29-4-86).
  Modelos para la notificación de accidentes de trabajo, incluyendo instrucciones para su cumplimentación y tramitación.
  Orden del 16 de diciembre de 1987 (BOE 29-12-87 y 7-3-88).
  Regulación de las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de equipos de protección individual. Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre (BOE 28-12-92 y 24-2-93).

- Principios de buenas prácticas de laboratorio y aplicación en la realización de estudios no clínicos sobre sustancias y productos químicos.
  Real Decreto 822/93, de 28 de mayo (BOE 29-5-93).

- Inspección y verificación de buenas prácticas del laboratorio.
  Real Decreto 2043/94, de 14 de octubre (BOE 24-11-94).

- Texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
  Real Decreto Legislativo 1/95, de 24 de marzo (BOE 29-3-95).

Accidentes mayores

- Prevención de accidentes mayores en actividades industriales.
  Real Decreto 886/1988, de 15 de julio (BOE 5-8-88).

Aparatos a presión

- Reglamento de aparatos a presión.
  Real Decreto 1244/79, de 26 de mayo (BOE 29-5-79 y 28-6-79).

- ITC-MIE-AP5: Extintores de incendios.
  Órdenes del 31-5-82 (BOE 23-6-82), del 26-10-83 (BOE 7-11-83), del 31-5-85 (BOE 20-6-85) y del 15-11-89 (BOE 28-11-89).

- ITC-MIE-AP7: Botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.
- Órdenes del 1-9-82 (BOE 12-11-82), del 17-7-83 (BOE 22-7-83), del 28-3-85 (BOE 10-4-85) y del 13-6-85 (BOE 29-6-85).

- Reglamento sobre instalaciones de almacenamiento de gases licuados del petróleo (GLP) en depósitos fijos.
- Orden de 29 de enero de 1986 (BOE 22-2-86 y 10-6-86).

Electricidad

- Reglamento electrotécnico para baja tensión.
  Decreto 2.413/73, de 20 de septiembre (BOE 9-10-93).

Higiene industrial

- Reglamentos para la prevención de riesgos y protección de la salud de los trabajadores, por la presencia de plomo metálico y de cloruro de vinilo en el ambiente de trabajo.
  Órdenes de 9 de abril de 1986 (BOE 24-4-96 y 6-5-96).

- Protección de los trabajadores, frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
  Real Decreto 1.316/89, de 27 de octubre (BOE 9-12-89).

Incendios

- Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IPF. Instalaciones de protección contra el fuego.
  Orden de 26 de febrero de 1974 (BOE 2-3-74).

- Evacuación de Centros Docentes de Educación General Básica, Bachillerato y Formación Profesional, Orden de 13 de noviembre de 1984 (BOE 17-11-84).

- Norma Básica de la Edificación "NBE-CPI/96: Condiciones de Protección contra incendios en los edificios".
  Real Decreto 2.177/1996, de 4 de octubre.

Muchos aspectos de la legislación están recogidos en el desarrollo de los contenidos del presente texto.

Medio Ambiente

- Ley de Protección del ambiente atmosférico.
  Ley 38/72, de 22 de diciembre (BOE 26-12-72).

- Desarrollo de la Ley 38/1972, de protección del ambiente atmosférico.
  Decreto 833/75, de 6 de febrero (BOE 22-4-75 y 9-6-75).

- Prevención y corrección de la contaminación atmosférica de origen industrial.
  Orden de 18 de octubre de 1976 (BOE 3-12-76 y 23-2-77).

- Ley de regulación de las aguas.
  Ley 29/85, de 2 de agosto (BOE 8-8-85 y 10-10-85).

- Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/85 de aguas.
  Real Decreto 849/86, de 11 de abril (BOE 30-4-86 y 27-7-86).

- Ley básica de residuos tóxicos y peligrosos.
  Ley 20/86, de 14 de mayo (BOE 20-5-86).

- Normas sobre emisión, objetivos de calidad y métodos de medición de referencia, relativos a determinadas sustancias nocivas o peligrosas contenidas en los vertidos de aguas residuales.
  Orden de 12 de noviembre de 1987 (BOE 23-11-87 y 18-4-88).

- Reglamento para la ejecución de la Ley 20/86.
  Real Decreto 833/88, de 20 de julio (BOE 30-7-88).

- Determinación de los métodos de caracterización de los residuos tóxicos y peligrosos.
  Orden de 13 de octubre de 1989 (BOE 10-11-89).

- Medidas de regulación y control de vertidos.
  Real Decreto 484/95, de 7 de abril (BOE 21-4-95).

Plan de emergencias

- Protección Civil.
  Ley 2/85, del 21 de enero (BOE 25-1-85).
  Norma básica de Protección Civil.
  Real Decreto 407/92, de 24 de abril (BOE 1-5-92).

- Manual de autoprotección para el desarrollo del Plan de Emergencia contra incendios y de evaluación, en locales y edificios.
  Orden de 29 de noviembre de 1984 (BOE 26-2-85).

Productos químicos

- Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos.
  Real Decreto 668/1980, de 8 de febrero (BOE 14-4-80), modificado por el R.D. 3.485/1983, de 14 de diciembre (BOE 20-2-84).

- ITC-MIE-APQ 001: Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.
  Orden de 9 de marzo de 1982 (BOE 20-5-82) y de 26 de octubre de 1983 (BOE 7-11-83).

- Reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
  Real Decreto 2.216/1985, de 23 de octubre (BOE 27-11-85), modificado por el R.D. 725/1988, de 3 de junio (BOE 9-7-88).

- Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
  Real Decreto 1.078/93, de 2 de julio. (BOE 9-9-93 y 19-11-93).

Señalización

- Norma sobre señalización de seguridad en centros y locales de trabajo.
  Real Decreto 1403/86, de 9 de mayo (BOE 8-7-86).

Transporte de mercancías peligrosas

- Reglamento nacional e instrucciones técnicas para el transporte sin riesgo de mercancías peligrosas por vía aérea.
  Real Decreto 1.749/84, de 1 de agosto (BOE 2-10-84 y 12-10-84), modificado (BOE 12-9-91).

- Reglamento nacional para el transporte de mercancías por ferrocarril (TPF).
  Real Decreto 879/89, de 2 de junio (BOE 18-7-89).

- Reglamento nacional del transporte de mercancías peligrosas por carretera (TPC).
  Real Decreto 74/92, de 31 de enero (BOE 22-2-92), modificado por R.D. 599/94, de 8 de abril (BOE 14-5-94), R.D. 1.333/94, de 20 de junio (BOE 16-7-94) y Orden de 23 de noviembre de 1994 (BOE 13-12-94).



ACTIVIDADES

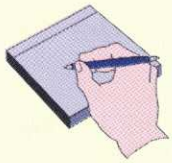
6. *Enumera la normativa española que conozcas que trate aspectos que puedan guardar relación con la seguridad y la salud de los trabajadores.*



RECUERDA:

- **La normativa que puede aplicarse en el laboratorio es muy diversa, dentro de esta destacan:**
  - **Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.**
  - **Reglamento de almacenamiento de productos químicos.**
  - **Norma sobre señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo.**
  - **Reglamento de aparatos a presión.**
  - **Ley básica de residuos tóxicos y peligrosos.**

Actividades de heteroevaluación



h1.1. *Indicar la relación existente entre riesgo y pérdida.*

h1.2. *Clasificar y justificar, para cada uno de los casos siguientes que exponemos a continuación, los efectos de los peligros laborales:*

a) Dos trabajadores se han visto afectados por un pequeño escape de gas tóxico, uno de ellos, gran fumador, causa baja laboral, el otro resulta ileso.

b) Un trabajador sufre un esguince por un tropiezo, cuando se dirige desde su casa al trabajo.

c) Un analista, que al hacer trasiego de ácidos entre dos envases, derrama medio litro de ácido, por no apreciar que el embudo de plástico estaba rajado.

h1.3. *Después de realizar una destilación fraccionada, el laborante vierte por el desagüe el disolvente orgánico utilizado. Posteriormente, otro compañero tiró la colilla encendida a la misma pila, inflamándose inmediatamente toda la zona y produciendo serias quemaduras al laborante que tiró la colilla. Se trasladó al lesionado a los Servicios Médicos para someterle a unas primeras curas.*

a) Determina tres causas inmediatas y tres causas básicas del accidente.

b) Comenta cinco medidas aplicables en la etapas de la actuación preventiva, aclarando de qué etapa se trata.

h1.4. *En un laboratorio de prácticas, un alumno que evaporaba a sequedad una disolución de agua regia en un tubo de ensayo, provocó la proyección de la disolución a la cara de un compañero, que trabajaba en la misma mesa de trabajo. Avisado el profesor de prácticas, se procedió a lavar la cara del alumno con abundante agua, antes de trasladarlo a un centro hospitalario. ¿Qué factores y agentes de riesgo aprecias en los hechos relatados?*


FONDO
SOCIAL
EUROPEO

Formación Profesional a Distancia

UNIDAD 2

Organización de medios humanos y gestión de la prevención

Seguridad y ambiente químico en el laboratorio

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN PERMANENTE

CENTRO PARA LA INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

Coordinación:
Carlos Ferrer Muñoz

Autor:
Víctor Bueno Bernal

Comisión de Seguimiento Técnico del CIDEAD:
Aurelio Gómez Feced (Director)
Luis Salcedo Sigüenza (Coordinador)
Félix García Zarcero
Ángel Millanes Moreno

Diseño y maquetación:
Julio Morales Villasevil



© MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y PROMOCIÓN EDUCATIVA

Edita: SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA: Centro de Publicaciones

NIPO: 176-99-150-6
ISBN: 84-369-3316-8
Depósito Legal: M-6912-2000
Imprime: Grupo Industrial de Artes Gráficas
Ibersaf Industrial, S. L.

Unidad 2
Organización de medios humanos y gestión de la prevención

Autor:

Víctor Bueno Bernal

Índice

Presentación de la unidad 6

1. Necesidad de prevención 7

2. Derechos y obligaciones de los empresarios y trabajadores en materia de seguridad e higiene 8

2.1. Obligaciones de los empresarios 8
2.2. Derechos de los empresarios 10
2.3. Derechos de los trabajadores 10
2.4. Obligaciones de los trabajadores 11

3. Sistemas de organización y gestión de la prevención en la empresa 12

3.1. Administración de riesgos. Seguridad integral 13
3.2. Seguridad integrada 15
3.3. Control total de pérdidas 16

4. Servicios de prevención 17

5. Participación de los trabajadores en prevención 18

5.1. Delegados de prevención 18
5.2. Comité de Seguridad y Salud 19

6. Servicios médicos de empresa 20

7. Instrumentos de la prevención 21

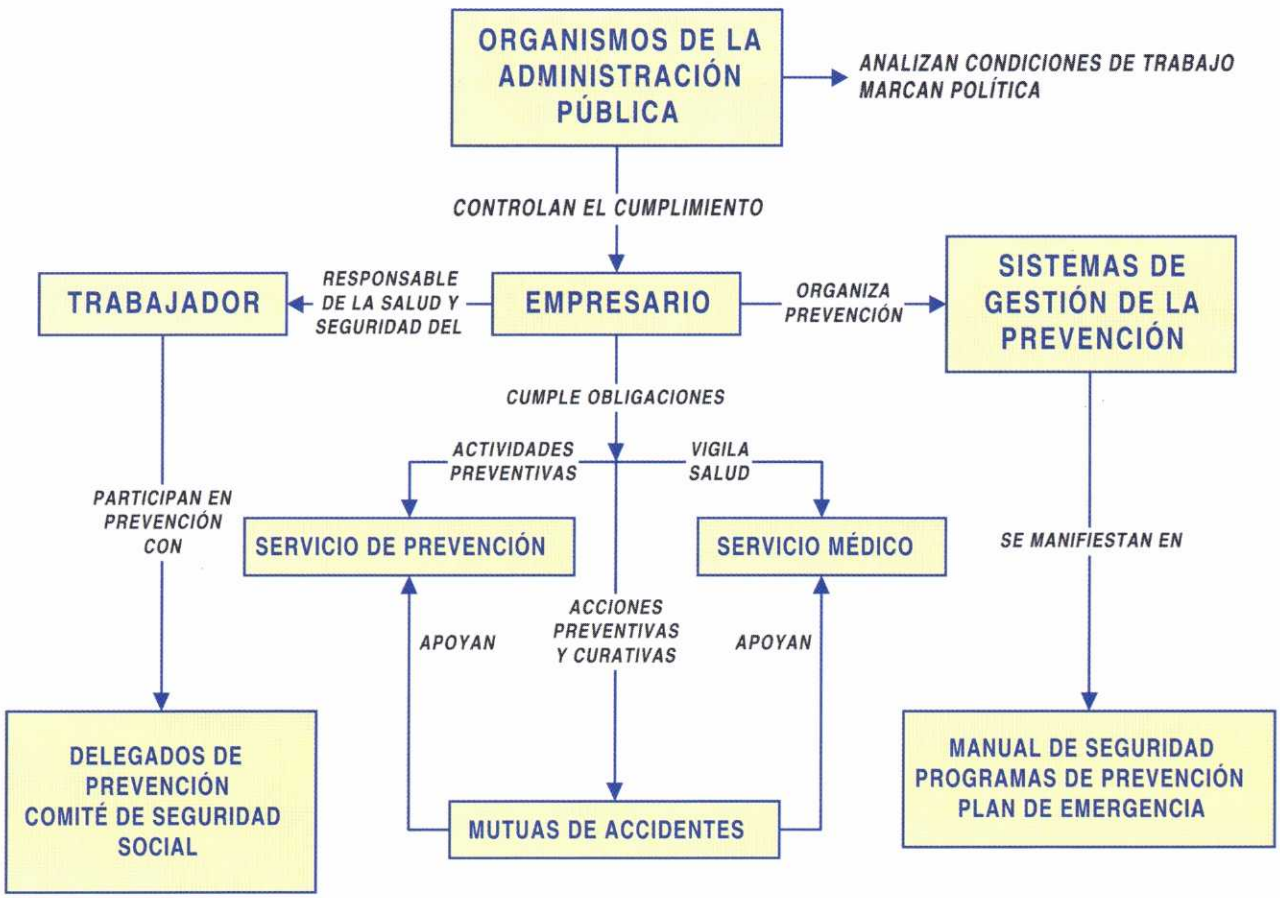
7.1. Manual de Seguridad 21
7.2. Programas de prevención 22
7.3. Formación del personal 22
7.4. Mapa de riesgos 23
7.5. Plan de emergencia 24

8. Mutuas de accidentes de trabajo 27

9. Organismos de la Administración relacionados con la Seguridad e Higiene 28

9.1. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo 29
9.2. Inspección de Trabajo y Seguridad Social 29
9.3. Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo 29

Actividades de heteroevaluación 30


ORGANISMOS DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
ANALIZAN CONDICIONES DE TRABAJO
MARCAN POLÍTICA
CONTROLAN EL CUMPLIMIENTO
TRABAJADOR
RESPONSABLE DE LA SALUD Y SEGURIDAD DEL
EMPRESARIO
ORGANIZA PREVENCIÓN
SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN
CUMPLE OBLIGACIONES
ACTIVIDADES PREVENTIVAS
VIGILA SALUD
PARTICIPAN EN PREVENCIÓN CON
SERVICIO DE PREVENCIÓN
SERVICIO MÉDICO
SE MANIFIESTAN EN
APOYAN
ACCIONES PREVENTIVAS Y CURATIVAS
APOYAN
DELEGADOS DE PREVENCIÓN
COMITÉ DE SEGURIDAD SOCIAL
MUTUAS DE ACCIDENTES
MANUAL DE SEGURIDAD
PROGRAMAS DE PREVENCIÓN
PLAN DE EMERGENCIA

La prevención se lleva a cabo en la empresa mediante la aplicación de recursos humanos y materiales, con los que se pretende cumplir las obligaciones impuestas por la normativa, para reducir y/o eliminar los riesgos, tanto para los trabajadores como para los equipos y las instalaciones.

La normativa obliga a los empresarios a realizar una serie de actividades con finalidad preventiva, pero estos tienen diferentes formas de organizar y gestionar los recursos para cumplir las funciones que deben asumir.

En esta unidad, trataremos también de las formas de participación de los trabajadores de los servicios, que hacen funciones de la empresa en materia preventiva y de los órganos de la Administración con misiones preventivas.

Los conocimientos que adquieras durante el estudio de esta unidad, te permitirán familiarizarte con las funciones de todos los servicios y organismos relacionados con la prevención en la empresa.

Hemos incorporado a los contenidos de esta unidad algunas modificaciones introducidas por la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, que afectan a diferentes denominaciones recogidas en el desarrollo curricular, cuya ejecución fue anterior a la aprobación de dicha Ley.

Así, el Comité de Seguridad y Salud sustituye en la nueva Ley al Comité de Seguridad e Higiene del Trabajo, cuyo funcionamiento estaba recogido en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo. Lo mismo sucede con los Delegados de Prevención, cuyas nuevas funciones les potencian respecto a los antiguos vigilantes de seguridad.

Al finalizar el estudio de esta unidad serás capaz de:

Reconocer los derechos y obligaciones en materia preventiva.

Identificar los medios de participación en la prevención dentro de la empresa.

Diferenciar las funciones preventivas de los diferentes órganos dentro de la empresa.

Identificar funciones de los Órganos de la Administración.

1. Necesidad de prevención

Debes tomar conciencia de que la necesidad de la prevención no queda reducida al cumplimiento de unas disposiciones legales, que conllevan un régimen sancionador para los infractores. La necesidad de la prevención está motivada por razones humanas, morales, sociales y económicas que deben impulsar las actuaciones de las empresas, de los trabajadores, de las mutuas de accidentes y de diferentes organizaciones con finalidades preventivas.

¿Quiénes deben actuar con mentalidad preventiva?

Necesidad para la empresa

Las empresas, los trabajadores, las mutuas de accidentes y las asociaciones preventivas tienen necesidad de actuar con mentalidad preventiva.

Las empresas deben actuar con mentalidad preventiva en materia de seguridad e higiene movidas, además de por un sentido moral y humanitario, porque los accidentes suponen para la empresa una pérdida de sus recursos humanos, de los que debe prescindir temporal o definitivamente, ya que los conocimientos y experiencia de los trabajadores accidentados son difícilmente substituibles.

Existe, así mismo, el rechazo social que provocan las pérdidas por razones de seguridad e higiene en el ámbito laboral y el empeoramiento de las relaciones laborales, todo lo cual acarrea repercusiones en el terreno económico.

El accidente de trabajo supone para la empresa una variedad de pérdidas difícilmente cuantificable, que se reflejan en diversos costes:

- Tiempo perdido por compañeros del accidentado.
- Tiempo perdido por los mandos del accidentado.
- Primeros auxilios y atención médica.
- Daños sufridos por la maquinaria, equipos y materiales.
- Los derivados de la detención del proceso productivo.

Necesidad para el trabajador

Los trabajadores deben actuar con mentalidad preventiva porque, si asumen riesgos en materia de seguridad e higiene, se arriesgan a efectos negativos para su salud, demuestran poco nivel profesional y comprometen la economía familiar.

Necesidad para otras organizaciones preventivas

Las mutuas de accidentes son entidades con una función social y por tanto, no sólo deben centrar su actividad en la rehabilitación del accidentado sino también en labores preventivas. Para ello, cuentan con medios de apoyo a empresas y trabajadores.

Existen organizaciones y asociaciones sindicales y empresariales que disponen de equipos de trabajo, para impulsar las actuaciones preventivas e intervienen por razones morales y sociales. Son ejemplos de tales asociaciones patronales COASHIQ (Comisión Autónoma de Seguridad e Higiene para la Industria Química), AMYS (Asociación de Medicina y Seguridad para la Industria Eléctrica) y APA (Asociación para la Prevención

de Accidentes), entidad esta última que agrupa a mutuas de accidentes de trabajo.



RECUERDA:

- **Muchos aspectos de la prevención están regulados por disposiciones legales, debiendo existir la necesaria mentalidad preventiva en empresarios y trabajadores por razones humanitarias y morales, por un lado, y sociales y económicas, por otro.**

2. Derechos y obligaciones de los empresarios y trabajadores en materia de seguridad e higiene

La LPRL, en su capítulo III, desarrolla los derechos y obligaciones de trabajadores y empresarios.

Los derechos y obligaciones en materia de seguridad e higiene se detallan en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sustituyendo a las descritas en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo, vigente desde el año 1971.

2.1. Obligaciones de los empresarios

Campos de actuación:
- Evaluación de riesgos.
- Información y consulta.
- Medidas sobre equipos de trabajo.
- Medidas sobre medios de protección.
- Formación y participación.
- Actuación en casos de emergencia.
- Vigilancia de la salud.

Los empresarios tienen el deber de proteger a los trabajadores frente a riesgos laborales. Para garantizar su seguridad y su salud, deben adoptar medidas en todos los aspectos relacionados con el trabajo.

Evaluación de riesgos

El empresario hará una evaluación inicial de riesgos, a partir de la cual se planificarán las acciones preventivas adecuadas. La evaluación de riesgos será revisada cuando:

- Cambien las condiciones de trabajo.
- Se produzcan daños para la salud.

Los resultados de la evaluación de riesgos pueden:

- Impulsar nuevas actividades de prevención.
- Hacer necesario el control periódico de las condiciones de trabajo y de las actividades de los trabajadores.

Adopción de medidas sobre equipos de trabajo y sistemas de protección

El empresario tomará las medidas necesarias para que:

- Los equipos de trabajo sean adecuados para la actividad a realizar y sean utilizados por personal preparado.
- Los trabajos de mantenimiento sean realizados por trabajadores especialmente capacitados.

- Se encuentren disponibles equipos de protección individual para los trabajadores que los necesiten en el desempeño de sus funciones.

Información y consulta a los trabajadores

El empresario se asegurará de que los trabajadores sean informados de:

- Los riesgos para su seguridad y su salud en el trabajo.
- Las medidas y las actividades de protección y prevención posibles.
- Las medidas de emergencia existentes.

Deberá informarse directamente, a cada trabajador, de los riesgos específicos de su puesto de trabajo (art. 18 LPRL).

El empresario deberá consultar a los trabajadores sobre:

- La planificación y la organización del trabajo relacionado con su seguridad y su salud.
- La organización y el desarrollo de actividades preventivas.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia y de las actividades preventivas.
- El proyecto y la organización de la formación preventiva.

Formación y participación de los trabajadores

El empresario se asegurará de que el trabajador reciba formación:

- Teórica y práctica suficiente y adecuada en materia preventiva.
- Específica para el puesto de trabajo que desarrolle.

El empresario permitirá la participación de los trabajadores en los órganos de representación, donde se debatan cuestiones que afecten a la seguridad y a la salud en el trabajo.

Actuación en caso de emergencia

El empresario analizará las posibles situaciones de emergencia, tomando las medidas que sean necesarias como:

Los equipos de protección deben ser suministrados por el empresario.

- Primeros auxilios.
- Lucha contra incendios.
- Evacuación de los trabajadores.
- Selección del personal necesario para todas estas medidas.
- Formación adecuada de este personal.
- Comprobación periódica del correcto funcionamiento de todas estas medidas.
- Organización del apoyo con los servicios externos necesarios, como asistencia médica urgente y lucha contra incendios.

Actuación en caso de riesgo grave e inminente

Cuando pueda existir un riesgo laboral grave e inminente, el empresario deberá:

- Informar lo antes posible a los trabajadores expuestos y adoptar las medidas de protección previstas.
- Preparar las medidas que permitan interrumpir la actividad.
- Disponer del personal con conocimientos y medios técnicos suficientes, para tomar las medidas que eviten las consecuencias del peligro.

Vigilancia de la salud

La vigilancia del estado de salud dependerá de los riesgos del trabajo.

El empresario garantizará la vigilancia periódica del estado de salud de los trabajadores en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Estas medidas de vigilancia serán realizadas por el personal sanitario, preservando el derecho a la intimidad y confidencialidad del resultado.

La vigilancia de la salud será voluntaria para el trabajador, si no afecta a las condiciones de trabajo o a la salud de otros trabajadores.

Existen deberes específicos para el empresario en relación con los trabajadores que puedan ser más sensibles a condiciones de trabajo adversas (menores, embarazadas o trabajadores con discapacidades físicas, psíquicas o sensoriales).

También están obligados a coordinarse con otros empresarios que realicen sus actividades en el mismo centro de trabajo, en lo referente a protección y prevención de riesgos laborales.

El empresario deberá tener disponible, a requerimiento de la Autoridad Laboral, la documentación que fundamente el cumplimiento de todas sus obligaciones, en materia de protección de los trabajadores, frente a riesgos laborales.

El empresario asumirá los costes de las medidas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo.

2.2. Derechos de los empresarios

Los derechos de los empresarios en materia de prevención, reflejados en la LPRL, pueden resumirse en:

- Las obligaciones de los trabajadores recogidas en dicha Ley.
- La atribución de funciones preventivas a trabajadores o servicios de la empresa.
- La concertación de las actividades de prevención con entidades especializadas.

2.3. Derechos de los trabajadores

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad e higiene en el trabajo (art. 14 LPRL).

El derecho a la seguridad y salud en el trabajo es un poder del que disponen los trabajadores, para exigir que en sus lugares de trabajo se ejecuten las acciones necesarias para prevenir los riesgos de accidentes y enfermedades, derivados del trabajo, para proteger su vida y su salud de modo integral y para promover las mejores condiciones de trabajo posibles.

Podemos resumir los derechos de los trabajadores en el derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. Son el reflejo de los correspondientes deberes del empresario en toda la actividad preventiva.

Destacamos los derechos a:

- Información, consulta y participación en materia preventiva.
- Formación y adiestramiento en tales materias.

- Formación específica para su puesto de trabajo.
- Información adecuada y suficiente en relación con trabajos con riesgos graves y específicos.
- La vigilancia periódica de su estado de salud.
- Disponer de los equipos de trabajo adecuados.
- Disponer de los equipos de protección individual necesarios.

La formación, teórica y práctica en materia preventiva y centrada en relación con el puesto de trabajo, deberá ser recibida por los trabajadores:

El trabajador debe recibir formación en materia preventiva.

- En el momento de la contratación.
- Cuando cambien las funciones que desempeña.
- Cuando se introduzcan nuevas tecnologías o equipos.

En cuanto a los aspectos en los que deberán estar informados los trabajadores destacaremos:

- Los resultados de las valoraciones y controles del medio ambiente laboral.
- Los riesgos para la salud que pueda entrañar su trabajo.
- Los riesgos graves o inminentes.
- Las medidas de emergencia de la empresa.

2.4. Obligaciones de los trabajadores

Las obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos se resumen en:

- Velar por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención existentes.

- Usar adecuadamente las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas y, de forma general, cualquier medio que utilicen dentro de su actividad, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles.

- Utilizar correctamente los equipos y medios de protección, facilitados por la empresa, de acuerdo con las instrucciones recibidas.

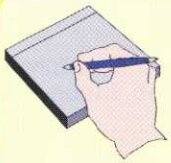
- Utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes y no ponerlos fuera de funcionamiento.

- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo y a los trabajadores designados, para realizar actividades de protección y prevención, acerca de cualquier situación que a su juicio entrañe un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

Informar de las situaciones de riesgo es una obligación de los trabajadores.

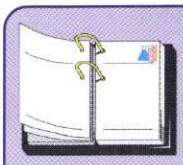
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.

- Cooperar con el empresario, para que este pueda garantizar unas condiciones de trabajo seguras.



ACTIVIDADES

1. *Determina si son correctas las siguientes afirmaciones:*
a) El empresario puede contratar la organización de las actividades preventivas.
b) El empresario debe informar sólo de los riesgos laborales graves e inminentes.
c) El trabajador no tiene que utilizar de forma obligatoria un equipo de protección si dificulta su trabajo.



RECUERDA:

- **El empresario tiene el deber de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales. En cumplimiento de ese deber, tomará medidas para:**
  - **Evaluar los riesgos.**
  - **Informar y consultar a los trabajadores.**
  - **Actuar sobre los equipos de trabajo.**
  - **Proporcionar equipos de protección adecuados al riesgo.**
  - **Formar y hacer participar a los trabajadores en materia preventiva.**
  - **Vigilar su estado de salud relacionado con el trabajo.**
  - **Actuar en casos de emergencia.**
  - **Actuar en casos de riesgo grave e inminente.**
- **El trabajador tiene unos derechos derivados de las obligaciones del empresario. Algunos de sus deberes son:**
  - **Cumplir las normas establecidas.**
  - **Utilizar adecuadamente las instalaciones, equipos y medios de protección.**
  - **Informar de las condiciones peligrosas.**
  - **Colaborar en las actividades preventivas.**

3. Sistemas de organización y gestión de la prevención en la empresa

Las obligaciones de los empresarios en materia preventiva se llevan a cabo dentro de los sistemas de funcionamiento de la empresa, en donde conceptos como **productividad, calidad, prevención** y **costes**, van parejos. Un trabajo bien desarrollado en una empresa bien gestionada optimizará todos ellos.

Las competencias en materia preventiva están definidas en la organización de la empresa.

¿Cómo se puede gestionar la prevención de riesgos en la empresa? ¿Cómo organizan las empresas la actividad preventiva?

Los sistemas de organización son todos aquellos que, de forma general, pueden ser aplicados en la totalidad de la empresa. Los sistemas de gestión de la prevención son los responsables de aplicar la política preventiva de la empresa. Los más conocidos son la administración de riesgos, la seguridad integrada y el control total de pérdidas.

3.1. Administración de riesgos. Seguridad Integral

La administración de riesgos es un sistema que afronta los diferentes tipos de riesgos posibles en la empresa, gestionándolos con criterios homogéneos y personal capacitado. Los riesgos a gestionar no son únicamente los derivados de la seguridad y la salud en el trabajo; son también los de incendios, explosiones, robos, rotura de maquinaria, pérdidas de mercado, espionaje industrial, etc.

La administración de riesgos consiste en disminuir al máximo los efectos adversos del riesgo puro.

La seguridad integral se alcanza cuando se plantean y tratan todos los aspectos de riesgos de forma coherente y con unidad de criterios.

La empresa posee un departamento específico que gestiona los riesgos y que debe realizar los siguientes pasos:

Pasos en la administración de riesgos:
1.º Identificación.
2.º Evaluación.
3.º Método de administración.
4.º Seguimiento.

1. Hacer un inventario de los diferentes tipos de riesgos que puedan producirse en la empresa. Para ello, se requiere un desglose exhaustivo, identificando los distintos trabajos, operaciones y actividades en donde se identifiquen los principales factores y agentes asociados a cada riesgo concreto.

   Las pérdidas posibles pueden afectar:
   - A las personas (lesiones, enfermedad, descontento, etc.).
   - A la propiedad (bienes muebles e inmuebles).
   - Al proceso productivo (interrupciones de proceso, fallos de calidad, etc.).

2. Evaluar de una forma simple los peligros que podrían derivarse de cada tipo de riesgo. La evaluación consiste en estimar la probabilidad y la gravedad de las pérdidas.

   La cuantificación del grado de peligrosidad (GP) requiere el cálculo de tres factores: consecuencia (C), exposición (E) y probabilidad (P). Lo expresaremos como G.P. = C x E x P.

3. Seleccionar el modo más adecuado de afrontar cada riesgo:

   - *Eliminarlo*: Difícil de conseguir. Es una alternativa poco probable, ya que el riesgo está muchas veces implícito en el trabajo y en la actividad empresarial.
   - *Tolerarlo*: Implica correr con el riesgo tras un detenido análisis de las tomas de decisiones posibles.
   - *Transferirlo*: La forma más corriente es hacer un seguro. Es lo más usual ante catástrofes naturales o responsabilidad civil.
   - *Tratarlo con los medios y sistemas que permitan tenerlo bajo control, para reducir las pérdidas*: Es el sistema más eficaz de administrar riesgos. Se aplica a la gestión profesional de los riesgos de accidentes de trabajo y de enfermedad profesional.

4. Hacer un seguimiento permanente de cada tipo de riesgo, analizando su evolución y comprobando las medidas de corrección a aplicar, utilizando la metodología adecuada en cada caso.



Cálculo del grado de peligrosidad para los riesgos laborales

La consecuencia, ***C***, *es el resultado más probable de un accidente debido a un riesgo determinado. En la valoración de su grado de severidad se incluyen daños personales y materiales.*

	Valor
a) Varias muertes, daños superiores a 50.000.000 ptas.	*50*
b) Muerte, daños inferiores a 50.000.000 ptas.	*25*
c) Lesiones muy graves, daños inferiores a 10 millones	*15*
d) Lesiones con baja, daños inferiores a 100.000 ptas.	*5*
e) Pequeñas heridas, contusiones, pequeños daños	*1*

La exposición, ***E***, *es la frecuencia con que se presenta el riesgo. La valoración de la situación de riesgo es:*

	Valor
a) Continuamente, o muchas veces al día	*10*
b) Frecuentemente, una vez al día	*6*
c) Ocasionalmente, de una a cuatro veces al mes	*3*
d) Raramente, se sabe que ha sucedido	*1*
e) Remotamente posible, no se sabe que haya ocurrido	*0,5*

La probabilidad, ***P***, *valora el que, una vez iniciada la situación de riesgo, los acontecimientos evolucionen originando el accidente o sus consecuencias. Es decir, valora la probabilidad de que haya consecuencias:*

	Valor
a) Es el resultado más probable y esperado	*10*
b) Es completamente posible, no sería extraño	*6*
c) Sería una secuencia o coincidencia rara	*3*
d) Sería remotamente posible, se sabe que ha ocurrido	*1*
e) Muy remota, pero concebible. No ha sucedido en años	*0,5*

Según el grado de peligrosidad encontrado, ***GP = C x E x P****, se requieren diferentes tipos de actuaciones que, orientativamente, se exponen en la tabla adjunta:*

Grado peligrosidad	***Actuación***
Mayor de 200	*se requiere corrección inmediata*
Entre 80 y 200	*se requiere una actuación urgente*
Menor de 80	*el riesgo debe ser eliminado, no es urgente*

Para reducir el grado de peligrosidad se proponen diversas medidas correctoras. La justificación de la acción correctora, ***J****, requiere tener en cuenta dos nuevos factores: el grado de corrección,* ***GC****, y el factor de coste,* ***FC****.*

$$J = GP / (GC \times FC)$$

El grado de corrección , ***GC****, estima el nivel de disminución del riesgo por la acción correctora propuesta. Su valoración es:*

	Valor
a) Riesgo completamente eliminado, al 100%	*1*
b) Riesgo reducido al menos al 75%	*2*
c) Riesgo reducido del 50% al 75%	*3*
d) Riesgo reducido del 25% al 50%	*4*
e) Ligero efecto sobre el riesgo	*6*

El factor de coste, ***FC****, es una medida del coste de la acción correctora propuesta:*

	Valor
a) Más de 5 millones de ptas.	10
b) De 1 a 5 millones de ptas.	6
c) De 100.000 ptas. al millón de ptas.	4
d) De 10.000 a 100.000 ptas.	2
e) Menos de 10.000 ptas.	1

La justificación de la acción correctora debe ser aceptada como necesaria si su valor es superior a 10.

Por ejemplo: imagínate un laboratorio en el que existen varias botellas de acetileno, llenas y vacías, de pie y sin ningún tipo de sujeción, pero con el capuchón roscado colocado. Están ubicadas en un área de acceso al laboratorio, pero permitiendo un fácil acceso al suministrador de recipientes a presión. ¿Cómo se valora el grado de peligrosidad para esta situación?

En este caso tenemos dos situaciones de riesgos bien diferenciadas:

1.º) la posibilidad de que la botella vuelque y caiga encima de los pies.
2.º) la posibilidad de que la botella al caerse, se rompa, y estalle produciendo graves daños humanos y materiales.

Para el primer caso la consecuencia sería una lesión con baja (valorada con 5), la exposición es continua por ser una zona de paso (valorada con 10), la probabilidad de que la secuencia completa suceda puede valorarse como rara (valorada con 3).

Por lo tanto, el grado de peligrosidad para la secuencia del riesgo 1.º), sería: G.P. = 5 x 10 x 3 = 150.

Para el segundo caso, las consecuencias serían mucho más severas, posiblemente de muerte (valorada con 25), la secuencia en que se inicia el accidente sucede de la misma forma, y el nivel de exposición es el mismo que en el caso anterior, pero la probabilidad de que a causa del impacto estalle, sería remota, pero posible o concebible (valorada con 0,5).

Por lo tanto, el grado de exposición para la secuencia de riesgo 2.º), sería G.P. = 25 x 10 x 0,5 = 125.

Se calcula el grado de peligrosidad total, sumando los grados de peligrosidad parciales, es decir: G.P. total = 150 + 125 = 275.

Habría que analizar las medidas correctoras posibles y valorar los costes y el grado de eliminación de riesgo; valoramos el coste de un sistema de sujeción con cadenas en la zona de paso.

Un sistema de sujeción tipo cadenas, tendría un coste inferior a 10.000 pesetas, y una reducción del riesgo superior al 75%.

Luego la justificación de la acción correctora sería: J = 275 / (2x1) = 138, con lo que la acción correctora queda plenamente justificada.

3.2. Seguridad integrada

¿Qué es la seguridad integrada? ¿Qué relación tiene con la seguridad integral?

La seguridad integrada es compatible con la administración de riesgos.

La seguridad integrada es un sistema de organización del trabajo preventivo que posee como características principales:

- La seguridad es inherente e intrínseca al trabajo. Es decir, la realización de un trabajo debe incluir en su planificación las normas de seguridad que sean aplicables.
- La seguridad debe formar parte de los procedimientos normalizados de trabajo, indicando en ellos las actuaciones del trabajador para que cumpla las normas de seguridad.
- La responsabilidad de la seguridad está directamente relacionada con la capacidad de toma de decisiones. El trabajador es responsable del nivel de seguridad de las resoluciones que tome dentro de sus competencias en el puesto de trabajo.

La seguridad integrada ha dejado totalmente desfasado el sistema de trabajo en el que la seguridad era tratada de forma independiente a la actividad a realizar. Un trabajo no debe hacerse con seguridad, debe ser seguro de forma intrínseca.

La seguridad integrada es un sistema organizativo de trabajo en el que:

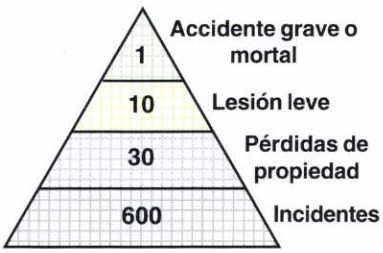
- **La seguridad es inherente e intrínseca al trabajo.**
- **Debe formar parte de las instrucciones de trabajo.**
- **La responsabilidad está relacionada con la toma de decisiones en el puesto de trabajo.**



ACTIVIDADES

2. *¿Qué diferencia a la seguridad integrada de la seguridad integral?*

3.3. Control total de pérdidas



Proporción de accidentes

El sistema de control total de pérdidas se aplica para mejorar los niveles de prevención alcanzados con los sistemas convencionales.

Habitualmente, sólo se adoptan medidas correctoras que previenen accidentes con lesiones o con daños materiales importantes, pero la estadística nos señala (ver la pirámide representativa del margen) que, por cada accidente grave o mortal, se producen 10 accidentes con lesiones que ocasionan baja laboral, 30 en que se producen daños materiales y unos 600 incidentes que no se valoran como causantes de daños, atribuidos normalmente a desgastes, pérdidas aleatorias, etc.

El control total de pérdidas extiende la acción preventiva no sólo al control de lesiones y enfermedades, sino también al de pérdidas en maquinaria y equipos, procesos y materiales y al control del ambiente.

El esfuerzo en conocer todas las pérdidas valorables por la empresa, permite descubrir nuevos síntomas y causas de accidentes e incidentes y dar un enfoque preventivo más eficaz para reducir el número de lesiones y enfermedades.

La implantación de un sistema de control total de pérdidas sólo se consigue con un apoyo decidido de la dirección de la empresa. Muy a

menudo, las pérdidas materiales pasan desapercibidas porque se enmascaran como gastos de mantenimiento.

El control total de pérdidas supone reconocer que las consecuencias de los accidentes no son sólo lesiones y enfermedades. Se actúa contra **todo tipo de pérdidas** para luchar preventivamente contra más causas con más eficacia.



RECUERDA:

- **La administración de riesgos trata de disminuir al máximo los efectos adversos de los riesgos (accidentes, robo, fraude, etc.) existentes en la empresa. Para ello, utiliza el grado de peligrosidad, GP, y la justificación de la acción correctora, J.**
- **La seguridad integral es plantear toda la gestión de riesgos con unidad de criterios.**
- **La seguridad integrada organiza el trabajo con los criterios de que:**
  - **La seguridad es intrínseca al trabajo, debiendo estar reflejado en las instrucciones de trabajo.**
  - **La responsabilidad en seguridad está relacionada con la capacidad de decisión en el trabajo.**
- **El control total de pérdidas supone extender la acción preventiva contra todo tipo de pérdidas y no sólo las lesiones y enfermedades. Para ello se analizan todos los accidentes e incidentes.**

4. Servicios de Prevención

Llamaremos Servicio de Prevención al conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas que garanticen la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores. Su constitución y funciones vienen descritas en el capítulo IV de la LPRL.

Los Servicios de Prevención realizarán las obligaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos profesionales. También existe la posibilidad de contratar este Servicio con una empresa externa especializada.

En empresas con menos de 6 trabajadores, el empresario podrá asumir las funciones de prevención, siempre que desarrolle su actividad habitual en el centro de trabajo y tenga la capacidad necesaria para prevenir los riesgos a que estén expuestos los trabajadores.

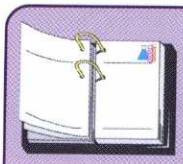
Los Servicios de Prevención dispondrán de los medios precisos para realizar sus funciones.

Los trabajadores pertenecientes a los Servicios de Prevención deberán tener la capacidad, el tiempo y los medios necesarios y suficientes para que puedan realizar sus funciones. La empresa les facilitará el acceso a la información y documentación precisas. Los medios necesarios dependerán del tamaño de la empresa y de los riesgos a que estén expuestos los trabajadores.

Los Servicios de Prevención tendrán las funciones de asesoramiento y apoyo que la empresa necesite según los tipos de riesgo existentes. Tienen, asimismo, la obligación de asesorar a los trabajadores y a sus representantes. En general, sus funciones serán:

- Diseñar, aplicar y coordinar los planes y programas de actuación preventiva.
- Evaluar los factores de riesgo que afecten a la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Determinar las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y comprobar su eficacia.
- Informar y formar a los trabajadores.
- Prestar primeros auxilios y colaborar en los planes de emergencia.
- Vigilar la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

Si el empresario contrata Servicios de Prevención externos, éstos deberán estar calificados por la Administración Laboral. Si el Servicio de Prevención es interno, deberá superar una evaluación externa que determine su capacidad para las funciones a desarrollar.



RECUERDA:

- **Los Servicios de Prevención son el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas y de protección. Son sus funciones, entre otras:**
  - **Asesorar a la empresa y coordinar los planes y programas de prevención.**
  - **Formar/informar a los trabajadores en materia preventiva.**
  - **Colaborar en los planes de emergencia.**

5. Participación de los trabajadores en prevención

La normativa establece que los trabajadores participen en las materias de prevención y que el empresario consulte con ellos la planificación y organización del trabajo, cuando las actividades a realizar tengan influencia sobre la protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales.

¿Con qué medios cuentan los trabajadores para participar en los diferentes aspectos relacionados con la prevención de riesgos?

La LPRL desarrolla en su capítulo V, las diferentes formas de participación de los trabajadores en la prevención.

5.1. Delegados de Prevención

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo.

Serán elegidos por y entre el personal de representación previsto en la empresa. Su número depende del número de trabajadores, según indica la tabla adjunta.

Trabajadores	Delegados de Prevención
50-100	2
101-500	3
501-1000	4
1.001-2.000	5
2.001-3.000	6
3.001-4.000	7
>4.000	8

Competencias de los Delegados de Prevención

- Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de la acción preventiva.
- Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.
- Ser consultado por el empresario, previamente a la adopción de decisiones, sobre:
    - Las consecuencias para la seguridad y la salud en todo aquello que modifique las condiciones de trabajo.
    - La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de riesgos profesionales en la empresa.
    - La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- Recibir del empresario toda la información y documentación sobre los riesgos, su evaluación y las medidas de protección y de prevención adoptadas.

Facultades de los Delegados de Prevención

- Acompañar a los técnicos en las evaluaciones de carácter preventivo en el ambiente de trabajo, y a los inspectores de Trabajo y Seguridad Social.
- Ser informado por la empresa sobre los daños producidos en la salud de los trabajadores.
- Visitar los lugares de trabajo para ejercer una labor de vigilancia y control del estado de las condiciones de trabajo.
- Solicitar al empresario la adopción de medidas de carácter preventivo y para la mejora de los niveles de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Proponer al órgano de representación de los trabajadores la adopción del acuerdo de paralización de actividades, cuando la actividad entrañe un riesgo inminente y grave para la seguridad o la salud.

5.2. Comité de Seguridad y Salud

El Comité de Seguridad y Salud debe ser informado de las condiciones de trabajo.

El Comité de Seguridad y Salud es un órgano paritario y colegiado de participación en el que se realizan consultas regulares y periódicas de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos. Este órgano sustituye, desde la entrada en vigor de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, a los Comités de Seguridad e Higiene del Trabajo, definidos en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El Comité de Seguridad y Salud se formará con los Delegados de Prevención y con igual número de representantes de la parte empresarial. Se reunirá trimestralmente y cuando alguna de las representaciones lo considere necesario.

Competencias del Comité de Seguridad y Salud

a) Participar en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de los planes y programas de prevención de riesgos en la empresa.
b) Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos.

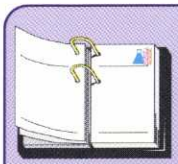
c) Proponer a la empresa mejoras en las condiciones de trabajo o correcciones de deficiencias existentes.
d) Visitar las zonas del centro de trabajo que considere necesarias para conocer la situación de la prevención de riesgos.
e) Acceder a documentos e informes en los que se reflejen las condiciones de trabajo, incluidos los elaborados por el Servicio de Prevención.
f) Conocer y analizar los daños producidos en la salud o en la integridad física de los trabajadores.
g) Valorar las causas que han ocasionado daños y proponer las medidas preventivas oportunas.
h) Conocer e informar de la memoria y programación anual de servicios de prevención.



ACTIVIDADES

3. *Dentro de las reuniones del Comité de Seguridad y Salud se tratan temas incluidos entre sus competencias y facultades. Determina de las siguientes actividades en qué apartado de los descritos tienen cabida.*

1.ª Descripción de un accidente investigado por el Servicio de Prevención.
2.ª Programas de formación previstos por la empresa en relación con modificaciones en los puestos de trabajo.
3.ª Valorar la ejecución de un simulacro de plan de emergencia.



RECUERDA:

- **Los Delegados de Prevención son representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención. Su número varía de 2 a 8 según el número de trabajadores. Deben recibir la información necesaria sobre los riesgos y su evaluación en la empresa, ejerciendo labores de vigilancia y control del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.**
- **El Comité de Seguridad y Salud es un órgano formado por los Delegados de Prevención, en representación de los trabajadores y un número igual de representantes de la empresa. El comité se reúne trimestralmente, para:**
  - **Analizar los daños producidos, valorar las causas y proponer las medidas correctoras.**
  - **Conocer las evaluaciones de las condiciones de trabajo, proponiendo a la empresa mejoras en las mismas.**
  - **Visitar las zonas del centro de trabajo que considere necesarias para conocer la situación preventiva.**

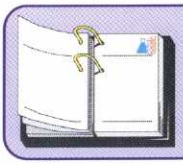
6. Servicios Médicos de Empresa

Los Servicios Médicos de Empresa tienen como misión la prevención y curación de las patologías derivadas del trabajo. Entre sus funciones, destacamos:

Funciones de los Servicios Médicos:
– Prevenir.
– Curar.
– Rehabilitar.

- Supervisar todos los factores de riesgo existentes dentro de la empresa que puedan afectar a la salud del trabajador, informando de los mismos al empresario y a los trabajadores.
- Analizar los efectos higiénicos, fisiológicos y psicológicos sobre el trabajador de las actividades que se realizan y asesorar a la empresa sobre la forma de adaptar el trabajo al trabajador.
- Hacer los reconocimientos médicos previos al ingreso del trabajador, los periódicos y los especiales, cuyos resultados serán confidenciales.

- Asesorar a los trabajadores, individualmente, acerca de cualquier alteración de la salud que esté motivada por el trabajo.
- Aplicar los tratamientos de urgencia en caso de accidente o indisposición.
- Participar en la formación de los trabajadores en materia de seguridad e higiene, especialmente en la formación inicial de los trabajadores en materia de primeros auxilios y en la supervisión y mantenimiento de los equipos utilizados para efectuar los mismos.
- Participar en la prevención de accidentes y enfermedades profesionales y en la adopción de equipos de protección personal y su utilización.
- Supervisar la higiene de las instalaciones sanitarias y todas aquellas que puedan afectar a la salud de los trabajadores.
- Reunir datos para realizar las estadísticas relativas a condiciones de salud en la empresa.
- Cooperar con otros departamentos de la empresa y con otros organismos externos en materia de salud en el trabajo.



RECUERDA:

- **Los servicios médicos de la empresa realizan la prevención y curación de las patologías del trabajo, participando en los programas de actuación preventiva de la empresa.**

7. Instrumentos de la prevención

7.1. Manual de Seguridad

Además de la legislación vigente, las empresas pueden tener normas internas complementarias sobre prevención de riesgos. ¿Dónde se detallan estas normas?

El Manual de Seguridad es un documento interno de la empresa donde se describen la política, los objetivos y la organización de los medios dispuestos para realizar las funciones necesarias en materia de prevención de riesgos.

En el Manual se especifica la forma en que la empresa dará cumplimiento a la normativa vigente en materia de seguridad e higiene y se indican las funciones que competen a los diferentes servicios y departamentos con misiones en prevención de riesgos.

El reparto de tareas deberá dar respuesta a los requerimientos legales y a los derivados de la política y de los objetivos de la empresa en materia de prevención.

También contendrá las técnicas básicas de prevención de riesgos que serán utilizadas por considerarse las más adecuadas para el cumplimiento de los objetivos.

El Manual de Seguridad contendrá la forma de realizar las normas y/o procedimientos internos que permitan, entre otros desarrollos:

- Organizar las tareas de mayor riesgo.
- Programar las actividades preventivas.
- Elaborar los planes de emergencia.
- Formar e informar al personal en temas específicos.
- Detallar las prevenciones para la manipulación de aparatos, equipos y herramientas.

7.2. Programas de Prevención

Se llama Programa de Prevención al conjunto de actividades organizadas que tiene por objeto eliminar o reducir los riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores que puedan ser ocasionados por las condiciones de trabajo.

El Programa de Prevención debe ser:

Integral
Debe actuar sobre todos los factores de riesgo que intervienen en la situación que se pretenda corregir.
Integrado
Deben participar todas las estructuras de la organización empresarial afectadas.
Participativo
Cada uno de los miembros ha de participar de forma activa en el desarrollo del programa formativo.

Los programas de prevención requieren identificar las necesidades y planificar y llevar a cabo la formación.

Para cumplir los objetivos propuestos en la elaboración de un Programa de Prevención, debe seguirse la siguiente secuencia:

1. Identificación de los problemas de seguridad y salud de los trabajadores, utilizándose para ello los estudios realizados.

2. Elección de prioridades en las actuaciones preventivas, para lo que han de valorarse los riesgos y las alternativas posibles.

3. Adopción del Programa de Prevención definiendo los objetivos finales, determinando las actividades del programa, asignando funciones y fijando los métodos de evaluación de las actividades.

Posteriormente, se ejecutará el Programa de Prevención de acuerdo con el plan elaborado.

Por último, se controlarán los resultados obtenidos para comprobar que el Programa se ejecutó correcta e íntegramente, se identificarán las desviaciones producidas e introducirán las correcciones necesarias.

7.3. Formación del personal

La formación del trabajador es el conjunto de acciones encaminadas a dotarle de los conocimientos, la competencia y la eficiencia necesarios para permitirle hacer su trabajo con los niveles de seguridad y calidad requeridos.

Antes de iniciar la formación, la empresa ha de realizar un programa en el que se identifiquen los requisitos de cada puesto de trabajo, lo que se consigue tras analizar los conocimientos, actitudes y aptitudes necesarios para alcanzar los niveles exigibles en cada caso.

La formación debe potenciarse en la incorporación de nuevos trabajadores y cuando se modifiquen las condiciones laborales (bien por cambios introducidos en los procedimientos de trabajo de las tareas críticas, o por modificaciones legislativas, incorporación de nuevos equipos, investigaciones de accidentes/incidentes, etc.).

Es esencial suministrar al trabajador la información necesaria en forma asequible. Entre la información necesaria, desde el punto de vista de prevención, se encuentran:

- Las medidas de prevención y protección de la empresa.
- Los peligros específicos de los materiales presentes en el puesto de trabajo.
- Las actividades del personal de la empresa en materia de prevención y protección.

Una faceta de la formación es el adiestramiento en seguridad, durante el cual los trabajadores consiguen la capacidad y las actitudes necesarias para actuar de forma segura. Dentro del programa de adiestramiento, los trabajadores deben recibir una copia de las normas de seguridad y han de saber interpretarlas. Los aspectos básicos del adiestramiento en seguridad son:

- El conocimiento de los procedimientos de operación.
- La necesidad del mantenimiento en condiciones adecuadas de los resguardos y dispositivos de seguridad.
- El conocimiento del mantenimiento y uso de las prendas de protección personal.

7.4. Mapa de riesgos

El mapa de riesgos es una descripción gráfica de los factores de riesgo en cada puesto de trabajo.

El Mapa de riesgos es la representación gráfica de cada uno de los factores de riesgo presentes en un lugar de trabajo. Para su elaboración, se hace una recopilación programada, sistemática y continua de las informaciones de los factores de riesgo a que están expuestos los trabajadores en el puesto de trabajo.

Es preciso estimar todos los factores de riesgo presentes en el lugar de trabajo (pueden ser múltiples) y estudiar su interrelacción. Para ello, se necesita describir el ambiente de trabajo, identificar los factores, reconocer los daños y trastornos a la salud, verificar los resultados obtenidos y programar los controles sobre cada factor de riesgo. Se requiere, por tanto, la colaboración entre los expertos en cada materia.

Fases en la elaboración del Mapa de riesgos

1. Detección de los riesgos.
2. Medición de los mismos.
3. Valoración.
4. Corrección.
5. Evaluación de las medidas correctoras.

El mapa de riesgos es útil para:

- Mantener formado/informado al trabajador sobre los riesgos a que está expuesto.
- Poder intervenir con conocimiento de los riesgos que existen en el lugar de trabajo.

- Poder actuar sobre el personal afectado con revisiones médicas, equipos de protección...
- Detectar las áreas de trabajo afectadas por contaminantes químicos, físicos, riesgos físicos...
- Programar medidas preventivas en función de su importancia.
- Intervenir sobre procesos productivos, máquinas e instalaciones que afecten de forma importante y negativa sobre la salud del trabajador.

7.5. Plan de emergencia

¿Qué es un plan de emergencia? ¿Cuándo hay que elaborarlo? ¿Es obligatorio para las empresas elaborar un plan de emergencia?

Llamamos plan de emergencia al conjunto de acciones programadas para la protección de las personas e instalaciones ante situaciones de las que puedan derivarse accidentes graves, tratando de evitar o reducir sus consecuencias.

Objetivos del plan de emergencia:
– Evacuación del personal.
– Atención a los lesionados.
– Reducción de daños materiales.
– Interrupción programada de las actividades.

Con los planes de emergencia se pretende utilizar con efectividad los medios de protección y prevención existentes para garantizar la seguridad de las personas por medio de la evacuación, y de las instalaciones por medio de la intervención inmediata.

Los planes de emergencia se elaboran en los siguientes casos:

- En empresas que desarrollen procesos industriales peligrosos o utilicen un volumen de sustancias químicas superiores a las señaladas en la normativa.

- Cuando puedan producirse emisiones, fugas, vertidos, incendios o explosiones como consecuencia de una actividad industrial que suponga una situación de grave riesgo.

- Cuando se considere necesario para evitar consecuencias graves en centros de trabajo o locales públicos.

- Cuando la autoridad competente lo exija.

Los planes de emergencia deben prever las situaciones de emergencia en los centros de trabajo para que se actúe con rapidez, sin improvisaciones, y reducir las consecuencias de los accidentes.

Es esencial disponer de los medios necesarios para detectar lo antes posible la situación de emergencia. En el caso de los laboratorios, deben contemplarse los riesgos de derrames de sustancias tóxicas, incendios en el almacenamiento de materiales inflamables o la fuga de gases a presión.

El manual de autoprotección para el desarrollo del Plan de Emergencia contra incendios y de evacuación de locales y edificios se detalla en la Orden de 29-11-1984 del Ministerio del Interior.

La elaboración de planes de emergencia supone un análisis de los riesgos y la potenciación del uso de los equipos preventivos para controlar con rapidez las emergencias.

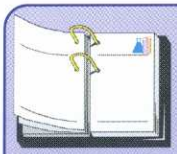
En un riesgo químico hay dos líneas de actuación diferentes:

- Conseguir una rápida evacuación de las áreas afectadas.
- Controlar la situación de emergencia en el menor tiempo posible para reducir los daños.

Los planes de emergencia se:

- Desarrollarán por escrito, revisándose periódicamente.
- Divulgarán detalladamente a todas las personas afectadas.
- Ensayarán con simulacros para que las actuaciones se ajusten a lo planificado.

El Plan de Emergencia estará disponible permanentemente en un lugar accesible, conocido y seguro. Se compondrá de cuatro documentos cuyos contenidos, a nivel informativo, describimos a continuación.



RECUERDA:

- **En el manual de seguridad se recogen la política, objetivos y organización de la empresa en materia de prevención.**
- **Los programas de prevención son el conjunto de actividades que se preveen para eliminar o reducir los riesgos laborales.**
- **La formación del personal, en materia preventiva, es el conjunto de acciones que tienen por misión permitir un trabajo con mayores niveles de seguridad.**
- **El mapa de riesgos es la representación gráfica de los factores de riesgo en cada puesto de trabajo.**
- **El plan de emergencia es el conjunto de acciones programadas para la protección de las personas y de las instalaciones en situaciones graves, utilizando los medios humanos y materiales disponibles.**
- **El plan de emergencia debe ser conocido por los afectados y debe ensayarse con simulacros periódicos.**

DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PLAN DE EMERGENCIA

En el documento 1 se evalúan las diferente situaciones de riesgo existentes en la empresa, que puedan ocasionar la puesta en marcha del Plan de Emergencia.

Documento 1. Evaluación del riesgo
Riesgo potencial
Indicación detallada de las situaciones peligrosas con sus factores de riesgo.
Información sobre emplazamiento, características constructivas, procesos productivos e instalaciones que puedan tener relación directa con el accidente.
Personas afectadas por la situación de emergencia y su ubicación.
Evaluación del riesgo
Evaluación de las condiciones de evacuación de acuerdo con la establecido en la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI 1982.
Planos de situación y emplazamiento
Localización de las zonas de riesgo.

En el documento 2 se relacionan los medios y equipos de protección disponible con los medios humanos, con los que se puede contactar en caso de emergencia.

Documento 2. Medios de protección

Inventario de medios de protección

Detectores, alarmas, extinción y alumbrados especiales (de señalización, emergencia, etc.)

Medios humanos disponibles para participar en las acciones de autoprotección.

Planos de edificios

Se localizarán los medios de protección, así como las vías de evacuación, en relación a las diferentes zonas de riesgo.

En el documento 3 se recogen las diferentes formas de actuar según el tipo de emergencia. Este documento es el núcleo del Plan de Emergencia.

Documento 3. Plan de Emergencia

Desarrollo secuencial de las acciones a realizar ante las situaciones de emergencia, con indicaciones de:

Clasificación de diferentes tipos de emergencia

Conato de emergencia, emergencia parcial y emergencia general.

Diurna, nocturna, festiva y vacacional.

Intervenciones de personas y medios

Detección y alerta de primera intervención para su control (extintores de incendios...) y comunicación a quien corresponda (Jefe de emergencia y otros servicios).

Alarma acústica para evacuación.

Intervención para el control de la emergencia.

Segunda intervención (mangueras contraincendios...), cuando la primera intervención sea insuficiente.

Apoyo para la información y recepción de la ayuda externa (bomberos, ambulancias...).

Equipos de emergencia

De alarma y evacuación.

De primeros auxilios.

De segunda intervención (brigada contra incendios).

Jefe de intervención (dirección y coordinación de equipos de intervención).

Jefe de emergencia (Dirección máxima del Plan de Emergencia).

En el documento 4 se planifican las actividades necesarias para asegurar que, cuando se lleve a la práctica el Plan de Emergencia, este se ejecutará según lo previsto.

Documento 4. Implantación

Conjunto de medidas para asegurar la eficacia del plan de emergencia:

Organización

Coordinación de acciones necesarias para la implantación y mantenimiento del Plan de Emergencia cuando se crea necesario.

Medios técnicos

Programa de mantenimiento de instalaciones peligrosas y de los medios de prevención y protección exigibles según la legislación vigente.

Medios humanos

Constitución, capacidad y adiestramiento de los diferentes equipos de emergencia.

Adiestramiento sobre quién, cómo y qué se debe informar en una situación de emergencia. Se dispondrá de carteles con consignas y gráficos de información.

Simulacros periódicos

Como mínimo una vez al año.

Programa de implantación y mantenimiento

Calendario de actividades y su desarrollo para la implantación del Plan de Emergencia y su control.

8. Mutuas de Accidentes de trabajo

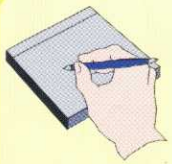
Las mutuas ejercen una acción preventiva de apoyo a las empresas asociadas.

Las Mutuas de Accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales tienen una función social para sus empresas asociadas. Realizan:

- Funciones preventivas, incluso las correspondientes a los Servicios de Prevención de sus empresas asociadas.
- Curaciones y rehabilitaciones de los accidentados y trabajadores afectados por enfermedades profesionales.
- El pago de las indemnizaciones que pudieran corresponder al trabajador.

La mejor misión social de las Mutuas radica en la acción preventiva y por ello colaboran o aportan iniciativas de tipo preventivo en las empresas asociadas. Las características que realzan su utilidad son:

- La mayor experiencia de sus Servicios Técnicos de Prevención.
- La coincidencia de objetivos con las empresas en materia preventiva.
- Su punto de vista objetivo les permite resolver discrepancias en materia preventiva entre empresa y trabajadores.
- La ausencia de intereses económicos en su intervención.



ACTIVIDADES

4. *¿Cuáles de las siguientes afirmaciones sobre las mutuas de accidentes de trabajo son ciertas?*

a) Tienen por misión atender al accidentado de las empresas que han contratado sus servicios.

b) Pueden realizar labores preventivas de apoyo a las empresas.

c) Realizan el pago de las indemnizaciones por accidente laboral.



RECUERDA:

- **Las mutuas de accidentes de trabajo tienen funciones preventivas de apoyo a empresas y trabajadores además de las de curación, rehabilitación e indemnización posteriores a los accidentes de trabajo.**

9. Organismos de la Administración relacionados con la seguridad e higiene

Las Administraciones Públicas promoverán la mejora de la educación en materia preventiva.

Las Administraciones Públicas dirigen la política en materia de prevención cumpliendo el mandato constitucional. La política se traduce en el desarrollo de normas reglamentarias y en la ejecución de las actuaciones necesarias por parte de los organismos correspondientes.

La LPRL describe en su capítulo II la política de la Administración Pública y sus organismos competentes en materia de prevención.

Los organismos de la Administración, relacionados con la seguridad e higiene, tienen por objeto promover una mejora de las condiciones de trabajo, para aumentar el nivel de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores.

Las funciones en materia de seguridad y salud que desarrollarán las Administraciones Públicas de forma general son:

- Promover la prevención y el asesoramiento de los órganos técnicos.
- Velar por el cumplimiento de la normativa sobre prevención de riesgos laborales, mediante actividades de vigilancia y control.
- Sancionar el incumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

9.1. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Es el órgano científico-técnico especializado de la Administración General del Estado, que tiene por misión el análisis y estudio de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, para promover y apoyar sus mejoras. Entre sus funciones destacan:

- Cooperar con los órganos de las Comunidades Autónomas competentes en seguridad e higiene.
- Asesorar técnicamente en la elaboración de la normativa legal y en el desarrollo de la normalización.
- Promover y realizar actividades de formación, información y estudio en materia de prevención.
- Apoyar técnicamente y colaborar con la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en su misión de vigilancia y control.
- Colaborar con organismos internacionales, actuando como coordinador y transmisor de la información que reciba.
- Apoyar técnicamente y colaborar en asuntos de certificación y ensayo.

9.2. Inspección de Trabajo y Seguridad Social

Su misión es la vigilancia y control de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. Para llevarla a cabo, tiene las siguientes funciones:

- Vigilar el cumplimiento de la normativa en los temas de su competencia, proponiendo a la autoridad laboral la sanción que corresponda ante las infracciones que detecte.
- Asesorar e informar a las empresas y a los trabajadores sobre la manera de cumplir la normativa.
- Informar a la Autoridad Laboral sobre los accidentes de trabajo mortales, muy graves o graves, y sobre cualquier otro que se considere necesario.
- Ordenar la paralización inmediata de trabajos, cuando advierta la existencia de riesgo grave e inminente para la seguridad o la salud de los trabajadores.
- Comprobar y favorecer el cumplimiento de las obligaciones que la normativa exige a los Servicios de prevención de las empresas.

9.3. Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Es el órgano colegiado asesor de las Administraciones Públicas para formular las políticas de prevención y para la participación institucional en materia de seguridad y salud en el trabajo. Contará con el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo como órgano de apoyo técnico y administrativo. Estará compuesto por:

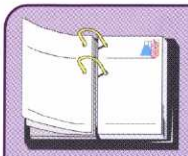
- 1 representante de cada Comunidad Autónoma (17).
- 17 miembros de la Administración General del Estado.
- Paritariamente, representantes de organizaciones empresariales y sindicales más representativas.

La Comisión deberá ser informada de las actuaciones de las Administraciones Públicas en relación con la promoción de la prevención,

el asesoramiento, la vigilancia y el control que se recoge en la LPRL. Así mismo, deberá informar de las actuaciones que realice.

La Comisión tiene competencias para:

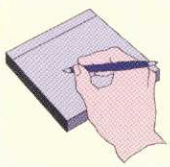
- Elaborar y proponer para su aprobación proyectos de normas.
- Elaborar y proponer programas generales de actuación.
- Hacer el seguimiento y evaluar las ejecuciones de los programas de actuación.
- Coordinar las Administraciones Públicas competentes en materia laboral, sanitaria y de industria.
- Coordinar las propuestas de actuación que formulen los órganos de participación institucional.



RECUERDA:

- **Las Administraciones Públicas desarrollan las normas reglamentarias en materia de prevención.**
- **El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo es el órgano técnico de la Administración, que asesora, promueve y colabora en la mejora de las condiciones de seguridad.**
- **La Inspección de Trabajo y Seguridad Social vigila el cumplimiento de la normativa sobre riesgos laborales.**
- **La Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo es el órgano que diseña la política para la promoción de la prevención.**

Actividades de heteroevaluación



h2.1. *Si detectamos una condición de trabajo no correcta que puede ocasionar pérdidas. Selecciona qué secuencia de actuación seguiremos para comunicarlo y resolverlo. Justifica la respuesta:*

a) Comité de Seguridad y Salud.
b) Avisar al jefe inmediato.
c) Arreglarlo uno mismo.
d) Delegado de prevención.
e) Inspección de trabajo y seguridad social.

h2.2. *Determina si las siguientes expresiones están de acuerdo con las pretensiones de la seguridad integrada:*

a) Que un trabajador sea responsable de la seguridad de las decisiones que tome en el desarrollo de su trabajo.
b) Que cuando se den instrucciones se incluyan las medidas preventivas que deban tomarse.
c) Eximir totalmente al empresario de la responsabilidad de un accidente, ya que responsabiliza al que ejecuta la acción que debe hacerla con seguridad.

h2.3. *Si se pone en marcha el plan de emergencia, ¿cómo debe actuar un trabajador? Comenta las distintas posibilidades.*

a) Evacuando las instalaciones.
b) Permaneciendo en las mismas.
c) Apoyando al equipo de emergencia.
d) Con el equipo de primeros auxilios, si tiene conocimientos de la materia.

h2.4. *Escribe seis apartados que podrían estar incluidos en el orden del día, de una reunión ordinaria del comité de seguridad y salud en el trabajo. Justifícalos.*

CIDEAD
CENTRO PARA LA INNOVACIÓN
Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN
A DISTANCIA


FONDO
SOCIAL
EUROPEO

Formación Profesional a Distancia

UNIDAD 3

Técnicas preventivas analíticas aplicables al laboratorio

Seguridad y ambiente químico en el laboratorio

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN PERMANENTE

CENTRO PARA LA INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

64:37
BUE

Coordinación:
Carlos Ferrer Muñoz

Autor:
Víctor Bueno Bernal

Comisión de Seguimiento Técnico del CIDEAD:
Aurelio Gómez Feced (Director)
Luis Salcedo Sigüenza (Coordinador)
Félix García Zarcero
Ángel Millanes Moreno

Diseño y maquetación:
Julio Morales Villasevil



© MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y PROMOCIÓN EDUCATIVA

Edita: SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA: Centro de Publicaciones

NIPO: 176-99-150-6
ISBN: 84-369-3316-8
Depósito Legal: M-6912-2000
Imprime: Grupo Industrial de Artes Gráficas
Ibersaf Industrial, S. L.

Unidad 3
Técnicas preventivas analíticas aplicables al laboratorio

Autor:

Víctor Bueno Bernal

Índice

Presentación de la unidad 6

1. Las técnicas de seguridad 7
1.1. Técnicas analíticas y técnicas operativas 7
1.2. Técnicas activas y reactivas 7

2. Inspecciones de seguridad 9
2.1. Programación de las inspecciones 9
2.2. Planificación de la inspección 9
2.3. Ejecución de la inspección 12

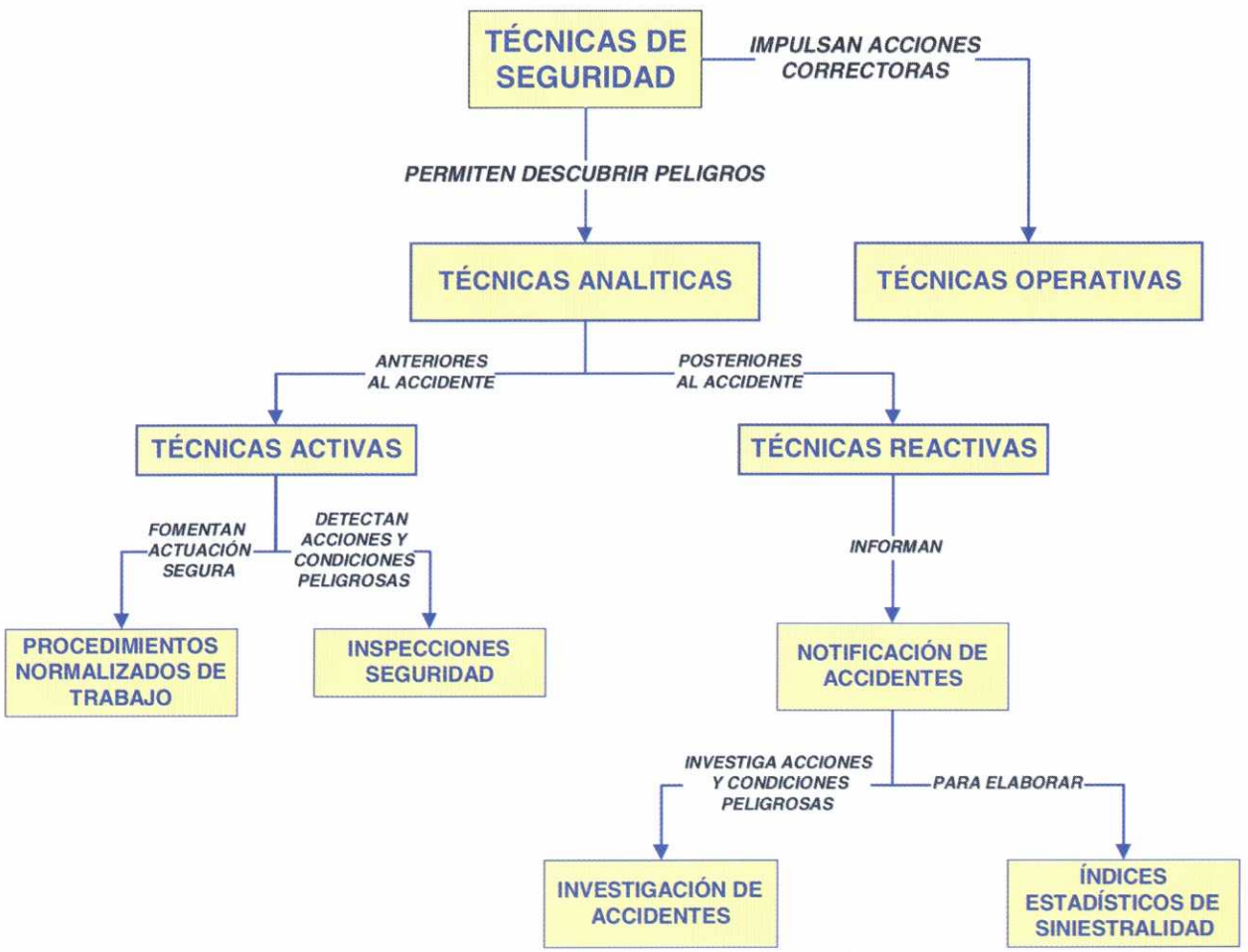
3. Procedimientos normalizados de trabajo 13
3.1. Requisitos de los procedimientos 13
3.2. Metodología de elaboración e implantación de los procedimientos 14
3.3. Modelo de procedimiento 15

4. Notificación de accidentes 16
4.1. Registro de accidentes 17

5. Investigación de accidentes 18
5.1. Aspectos claves de una investigación de accidentes 18
5.2. Metodología de la investigación de accidentes 19

6. Control estadístico de accidentes 24
6.1. Factores clave para la clasificación de los accidentes 24
6.2. Índices estadísticos de siniestralidad 26

Actividades de heteroevaluación 28


TÉCNICAS DE SEGURIDAD
IMPULSAN ACCIONES CORRECTORAS
PERMITEN DESCUBRIR PELIGROS
TÉCNICAS ANALITICAS
TÉCNICAS OPERATIVAS
ANTERIORES AL ACCIDENTE
POSTERIORES AL ACCIDENTE
TÉCNICAS ACTIVAS
TÉCNICAS REACTIVAS
FOMENTAN ACTUACIÓN SEGURA
DETECTAN ACCIONES Y CONDICIONES PELIGROSAS
INFORMAN
PROCEDIMIENTOS NORMALIZADOS DE TRABAJO
INSPECCIONES SEGURIDAD
NOTIFICACIÓN DE ACCIDENTES
INVESTIGA ACCIONES Y CONDICIONES PELIGROSAS
PARA ELABORAR
INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES
ÍNDICES ESTADÍSTICOS DE SINIESTRALIDAD

El desarrollo de las actividades preventivas, dirigidas a evitar los accidentes, ha evolucionado desde los tiempos en que la prevención consistía en resolver los problemas que se "detectaban", con respuestas más o menos ocurrentes y afortunadas.

Actualmente, las actuaciones preventivas son impulsadas desde los sistemas de gestión y organización de la prevención en la empresa. Este impulso se da mediante la utilización de unas herramientas llamadas técnicas de prevención.

En las empresas que atienden la prevención en el mismo nivel de gestión que la producción y la calidad, se actúa sabiendo qué se debe hacer, cuándo, cómo, por qué y por quién en materia de prevención.

Las técnicas analíticas permiten identificar los riesgos, evaluarlos y proponer las medidas correctoras pertinentes. La forma de actuar para llevar a cabo estas técnicas, no difieren de las que se utilizan en otros campos de la actividad empresarial como calidad o marketing.

Vas a introducirte en el conocimiento de las técnicas analíticas más utilizadas, en su significado, sus objetivos y su aplicación. También entenderás cómo debes participar en su aplicación en tu actividad laboral.

Al finalizar el estudio de esta unidad serás capaz de:

Reconocer los procedimientos normalizados de trabajo.

Seguir las pautas de una inspección.

Apreciar los factores esenciales de la investigación de accidentes.

Interpretar las estadísticas de siniestralidad.

1. Las técnicas de seguridad

¿Qué se hace en seguridad para evitar los accidentes? ¿De cuántas formas diferentes se puede trabajar para conseguirlo?

En la unidad anterior hablábamos de los sistemas de gestión de la prevención. Tales sistemas necesitan unas herramientas para llevar a cabo la prevención de accidentes. Son las técnicas de seguridad.

Las técnicas de seguridad son diferentes formas de actuar sobre los agentes del trabajo, permitiendo descubrir peligros de accidentes o de enfermedad profesional e identificar los aspectos del trabajo, que potencialmente sean susceptibles de ocasionar pérdidas materiales.

Las técnicas de seguridad son útiles para la consecución de dos objetivos fundamentales:

1. Analizar el riesgo de que se produzcan los accidentes.
2. Introducir las acciones correctoras necesarias para evitarlos.

1.1. Técnicas analíticas y técnicas operativas

Las técnicas, que analizan el riesgo de que se produzcan accidentes, se denominan ***técnicas de análisis de riesgos o técnicas analíticas***. Las más utilizadas son las inspecciones de seguridad, la investigación de accidentes, el control estadístico de la siniestralidad y el procedimiento normalizado de trabajo.

Las técnicas, que introducen las acciones correctoras necesarias para evitar los accidentes, se denominan ***técnicas operativas***. En ellas se disponen las medidas preventivas para corregir las situaciones de riesgo. Las más utilizadas son la señalización, la colocación de resguardos, los dispositivos de seguridad y la formación del personal.



En esta unidad hablaremos de las técnicas analíticas. Nos permitirán conocer el nivel de seguridad existente en función de los peligros identificados.

1.2. Técnicas activas y reactivas

Las técnicas analíticas pueden ser aplicadas con anterioridad o con posterioridad a que tenga lugar el accidente, denominándolas **técnicas**

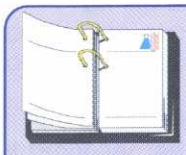
activas o técnicas previas al accidente y **técnicas reactivas** o técnicas posteriores al mismo.

Analizar los riesgos en prevención se puede hacer antes o después de los accidentes.

La actitud positiva de afrontar el riesgo requiere un mayor esfuerzo por impulsar las técnicas analíticas previas al accidente o técnicas activas antes que las técnicas reactivas, que se apoyan en los accidentes ya acontecidos.

La finalidad de las técnicas analíticas reactivas es evitar la repetición del contacto y nos ayudarán a entender por qué se han producido hechos no deseados. El hecho de que existan tales técnicas no resta eficacia en la lucha contra futuros accidentes, ya que su resultado tiene también finalidad preventiva.

Las técnicas analíticas reactivas tienen una mayor difusión y aplicación. Son las que están más implantadas en las empresas.



RECUERDA:

- **El objetivo de las técnicas de seguridad es analizar el riesgo de que se produzcan accidentes y aplicar acciones correctoras para evitarlos.**
- **Las técnicas analíticas se aplican para analizar el riesgo.**
- **Las técnicas operativas son utilizadas para aplicar acciones correctoras.**
- **La técnicas analíticas reactivas se aplican después de que haya sucedido el accidente.**
- **La técnicas analíticas activas analizan las condiciones de trabajo, aunque estas no hayan provocado un accidente.**

A continuación te resumimos en un esquema una clasificación de las distintas técnicas de seguridad:

Técnicas analíticas de seguridad	
Técnicas activas	- Inspecciones de seguridad. - Análisis de riesgos.
Técnicas reactivas	- Investigación de accidentes. - Estadísticas de seguridad. - Notificación de incidentes/accidentes. - Análisis histórico de accidentes.

Técnicas operativas de seguridad	
De prevención	- Resguardos y dispositivos de protección. - Mantenimiento preventivo.
De protección	- Prendas de protección personal. - Primeros auxilios.
De señalización	- Señales ópticas, acústicas, etc.
De normalización	- Procedimientos normalizados de trabajo. - Normas de seguridad.
De formación/información	- Formación y adiestramiento del personal.

2. Inspecciones de seguridad

Si se observa con detalle un determinado puesto de trabajo, pueden deducirse, en ocasiones, los posibles riesgos a que está expuesto el trabajador que lo ocupa.

La inspección de seguridad es una técnica analítica preventiva, que se realiza estudiando las condiciones de trabajo existentes en las instalaciones y las acciones incorrectas que realiza el trabajador en ellas.

Se realiza periódicamente y, además de identificar y corregir acciones y condiciones peligrosas, ejerce una influencia positiva en los trabajadores, al mostrar el interés de la empresa por mantener unas condiciones adecuadas de seguridad e higiene en el trabajo.

Es la técnica más utilizada, ya que permite identificar y controlar los peligros potenciales susceptibles de ocasionar pérdidas, que afecten a las personas y a la propiedad.

2.1. Programación de las inspecciones

Las inspecciones se deben realizar de acuerdo con un plan establecido que considere:

- Inspeccionar todas las zonas de trabajo existentes en la empresa de forma periódica (mensual, trimestral, anual, etc., según las características particulares de cada zona).

- Fijar de antemano la fecha y la hora en que se vayan a realizar las inspecciones, a ser posible dentro de un programa anual aprobado por la dirección de la empresa.

- La posibilidad de organizar inspecciones sin previo aviso para el personal a visitar.

La organización de la prevención puede contemplar la realización de otras inspecciones con los mismos fines tales como:

Inspecciones informales, en donde el trabajador, de forma rutinaria, comprueba los riesgos en su zona de trabajo y comunica por escrito a sus superiores los peligros detectados y la acción correctora que propone o aplica.

Hay que seleccionar los puntos claves de las zonas a inspeccionar.

Inspecciones de partes críticas, en las que se hace una revisión programada de las máquinas, equipos y materiales en donde la probabilidad de que se produzcan pérdidas sea mayor o estas sean más graves.

2.2. Planificación de la inspección

¿En qué consiste una inspección de seguridad? ¿Cómo se resuelven los fallos encontrados? ¿Quién puede ser inspector?

Para que la inspección sea eficaz es preciso seguir unos principios y unas pautas de actuación:

La inspección de seguridad requiere un conocimiento previo de las instalaciones.

1. ***Selección de las personas adecuadas*** que puedan llevarla a cabo. Conviene que los inspectores tengan la experiencia y el nivel de formación adecuados, para entender el funcionamiento de las instalaciones y del proceso de trabajo.

   Así serán capaces de detectar los riesgos existentes y analizar eficazmente las posibilidades de que se produzcan pérdidas.

   El equipo de personas que realiza la inspección puede ser muy variable. Dentro de él puede encontrarse:

   - Un técnico de prevención de la empresa, si lo hubiera.
   - El médico de empresa, si lo hubiera.
   - El jefe de la sección inspeccionada.
   - Un delegado de prevención.
   - Un representante del Comité de Seguridad y Salud que no trabaje en la zona inspeccionada.

2. ***Disponer previamente de la máxima información posible***. Al equipo inspector se le debe suministrar:

   - Las características técnicas de las instalaciones, procesos de fabricación, planos, diagramas, etc.
   - Los aspectos de la organización de los trabajadores en el área a inspeccionar.
   - Las características de máquinas y materiales manejados.
   - Información previa de los riesgos de la instalación, mapa de riesgos, índices de accidentes, mediciones ambientales, etc.
   - Normas, procedimientos e instrucciones existentes.

3. ***Elaborar un listado de los puntos de comprobación*** a inspeccionar en las instalaciones, incluyendo sus características técnicas y sus riesgos.

   Para elaborar la lista, utilizaremos una relación en la que se señalan los diferentes apartados a tener en cuenta en la visita. A partir de esta relación puede construirse un cuestionario, cuyas respuestas solicitamos en la inspección. Por ejemplo:



GUÍA PARA LAS INSPECCIONES

CONDICIONES FÍSICAS GENERALES

1. **Instalaciones eléctricas**: Cables, tomas de tierra, conexiones y enchufes.
2. **Cilindros de gases comprimidos**: Separación en almacenamientos, protecciones y cumplimiento de limitaciones.
3. **Sustancias inflamables**: Almacenamiento, ventilación y sistemas de aprovisionamiento.
4. **Apilamiento y almacenamiento**: Ubicación, separación, estabilidad, daños y protección
5. **Pasillos y áreas de apilamiento**: Ubicación, separación, estabilidad, daños y protección
6. **Duchas y fuentes lavaojos**: Flujo de agua, temperatura y drenaje.
7. **Salidas y señalización**: Visibilidad, iluminación y accesos no obstruidos.
8. **Superficies de trabajo y de desplazamiento**: Sistemas de protección y condiciones en que se encuentran.

9. **Equipo de manejo de materiales y aparatos elevadores**: Condiciones generales, almacenamiento.
10. **Transmisión mecánica de energía**: Condiciones y sistemas de protección.
11. **Protección de maquinaria**: Puntos de protección, aristas cortantes, engranajes.
12. **Escaleras y elementos para subir**: Condiciones generales, almacenamiento y uso apropiado.
13. **Herramientas de mano**: Condiciones generales, almacenamiento y uso apropiado.
14. **Sistemas de bloqueo**: Suficiencia, uso y condición de los dispositivos de cierre.
15. **Instruciones de seguridad:** Estado, cumplimiento.

CONDICIONES PERSONALES

1. **Aptitudes físicas, fisiológicas y psicológicas**: Adecuadas a las necesidades del puesto de trabajo.
2. **Conocimientos suficientes para el puesto de trabajo**: Experiencia, formación.
3. **Aptitudes respecto a la valoración propia**: Interés por un buen trabajo, motivación.
4. **Cumplimiento de la normativa**: Aplicación de las normas legales y de la empresa.
5. **Influencia de las condiciones de trabajo**: Tensión, fatiga, rutina, monotonía.
6. **Disposición personal**: motivación, relación con los compañeros.

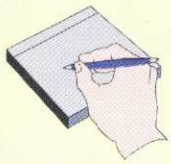
CONTROL Y PREVENCIÓN DE INCENDIOS

1. **Detección de incendios y sistemas de alarma**: Instalación, cobertura suficiente y pruebas de funcionamiento.
2. **Sistemas de extinción de incendios por rociadores automáticos**: Suficiente espacio para el tipo de almacenamiento, presión y volumen del agua o del compuesto químico suficientes, mantenimiento adecuado.
3. **Evacuación de incendios**: Plano de vías de salida, entrenamiento del personal y simulacros de emergencia.
4. **Extintores portátiles**: Tipo e instalación correctos, señales de localización e instrucciones, accesibilidad.
5. **Prevención de incendios**: Orden y limpieza, eliminación de residuos y controles del trabajo con materiales inflamables.
6. **Control de incendios**: Puertas contra incendios, controles de ventilación, estanqueidad.
7. **Notificación de incendios**: Teléfonos y sistemas alternos de información a brigadas contra incendios y servicio externo.
8. **Servicios contra incendios**: Bocas de incendio, válvulas y adecuado suministro de agua, compatible con el servicio de bomberos de la localidad. Pruebas periódicas de operatividad.
9. **Equipo contra incendios**: Codificación de colores, señalización y acceso adecuados, cumplimiento de la normativa legal.

HIGIENE LABORAL

1. **Materiales cáusticos, tóxicos y corrosivos:** Etiquetas de los contenedores, sistemas de eliminación y limpieza de derrames, almacenamiento.
2. **Ventilación:** Vapores, neblinas, humos y gases tóxicos.

3. **Exposición al ruido:** Medición y control.
4. **Exposición a la radiación:** Medición y control.
5. **Temperaturas extremas:** Medición y control.
6. **Sustancias peligrosas**: Información suficiente a los trabajadores expuestos.
7. **Iluminación**: Estado de los accesorios: suficiente, adecuada.
8. **Equipo de protección personal:** Disponibilidad, utilización, mantenimiento, almacenaje.
9. **Protección ambiental externa:** Evaluaciones y acciones.
10. **Servicios comunes:** Aseos y vestuarios. Estado, limpieza.



ACTIVIDADES

1. *Selecciona los apartados de la relación de condiciones físicas generales a desarrollar, para la inspección a un laboratorio donde se utilicen líquidos corrosivos.*

2.3. Ejecución de la inspección

Realizar la inspección supone un conjunto de actuaciones, en las que:

La inspección se realiza en una visita exhaustiva a las instalaciones.

- El equipo inspector visita toda la zona planeada en la inspección, acompañado por el responsable del área o de alguna persona relacionada con el área de trabajo inspeccionada.

- Se revisan las documentaciones escritas existentes a disposición del trabajador y la forma en que los trabajadores las ejecutan. Se solicitará del trabajador toda la información que se considere necesaria.

- Las instalaciones deben estar en funcionamiento normal y la inspección se ejecuta de forma exhaustiva, es decir, sin dejar de visitar los lugares de difícil acceso, ni dando por vistas instalaciones similares a otras ya visitadas.

- Si se trata de un proceso productivo con una secuencia ordenada de pasos, se procurará realizar la inspección en el mismo orden que el proceso, empezando por la recepción de materiales y terminando por el embalaje del producto final.

- Se anotan todas las anomalías observadas por cada componente del equipo inspector incluyendo, si procede, la o las medidas correctoras a aplicar para resolver las anomalías detectadas.

- Los inspectores participantes se reunen y analizan cada una de las anotaciones. Se ordenan y agrupan los datos analizados y se decide cuáles van a ser incluidos en el informe.

- El informe, con las deficiencias encontradas, se envía a la Dirección de la empresa y al departamento donde está incluida la zona inspeccionada.

- Habrá un plazo, lo más breve posible, para que el responsable del área afectada aplique las medidas correctoras que considere

adecuadas, comunicando si encuentra dificultades que impiden que alguna de ellas sea llevada a la práctica.



RECUERDA:

- **Las inspecciones se llevan a cabo analizando las condiciones de trabajo existentes en el área inspeccionada y las acciones peligrosas que se producen durante el trabajo.**
- **Para su correcto desarrollo:**
  - **Se elabora un programa de inspecciones que alcance a toda la actividad, tanto sobre aspectos humanos como materiales.**
  - **Se prepara un inventario de los equipos críticos en las zonas a inspeccionar.**
  - **Se constituye un equipo de inspección multidisciplinar.**
  - **Los inspectores analizan previamente la información existente de la zona.**
  - **La inspección se hace con las instalaciones funcionando y en compañía de personas responsables del área afectada.**
  - **Las deficiencias observadas se describen en el informe final, incluyendo, si procede, sugerencias sobre las medidas preventivas a aplicar.**

3. Procedimientos normalizados de trabajo

Los procedimientos normalizados de trabajo (en adelante procedimientos) son técnicas analíticas muy útiles, para el adiestramiento y el aprendizaje del trabajo, porque describen con detalle la forma de actuar. Tienen varias denominaciones con diferentes matices: procedimientos de operación, instrucciones de trabajo o incluso métodos analíticos.

Los procedimientos de trabajo detallan las precauciones necesarias.

Tras analizar las causas de los accidentes se observa que, en muchas ocasiones, fueron producidos por la existencia de acciones peligrosas de las que el trabajador no estaba bien informado. No existían instrucciones o procedimientos escritos de trabajo, que ayudaran a evitar los riesgos que pueden presentarse en el desarrollo de la actividad.

Los procedimientos deben mostrar con sencillez la forma en que deben realizarse los trabajos y tareas correcta y eficazmente.

El desarrollo de los procedimientos debe hacer posible que las distintas actividades en la empresa se realicen de forma segura, compatible con los sistemas de calidad y bajo el punto de vista productivo.

3.1. Requisitos de los procedimientos

¿Deben estar escritas todas las actividades que se realizan? ¿Deben ofrecer respuestas a todas las dudas que puedan plantearse?

Los procedimientos tienen una base formativa para el trabajador, le ayudan en la ejecución de su trabajo. Resulta fundamental que cumplan una serie de requisitos:

- Han de contener una descripción breve del objetivo que se pretende conseguir.

Requisitos básicos del procedimiento:
- Necesario.
- Posible.
- Claro.
- Concreto.
- Breve.
- Aceptado.
- Actualizado.

- Su cumplimiento será obligatorio.
- Su contenido ha de ser breve y escrito, de modo que sea fácilmente asimilable por las personas a las que vaya dirigido.
- Deben ser los estrictamente necesarios. Su uso en cantidad abusiva conduce a su inoperancia, por la confusión que se crea en su implantación y en su control.
- Debe ser posible llevarlos a la práctica con los medios disponibles.
- No ha ser penoso para el que deba ejecutarlos.
- Han de reflejar quién debe hacer cada cosa y cómo debe hacerla, es decir, explicitarán obligaciones y responsabilidades.
- Deben ser revisados y modificados cada vez que cambien algunos de los requisitos que se reflejen en los mismos, como sistemas de trabajo, equipos, etc.
- Cada vez que se modifiquen, deberán ser actualizados y sustituidos en todos los lugares en que se encuentre.

3.2. Metodología de elaboración e implantación de los procedimientos

La confección de los procedimientos normalizados de trabajo requiere un trabajo sistemático y continuado, según la siguiente secuencia:

1. Selección de las materias sobre las que hacer procedimientos

Los procedimientos deben ser aplicables directamente a cada puesto de trabajo. El primer paso será confeccionar un inventario exhautivo de todos los trabajos que se realizan en la empresa, en una sección o incluso por un trabajador en particular.

2. Selección de los trabajos críticos

Elaborar procedimientos para todas y cada una de las actividades de la empresa puede ser muy duro y poco eficaz. Desde el punto de vista preventivo, seleccionaremos aquellos trabajos que puedan ocasionar pérdidas. Los criterios que pueden ayudarnos a seleccionarlos adecuadamente podrían ser:

- La peligrosidad del trabajo.
- La frecuencia de la exposición al peligro.
- Las actuaciones complejas.
- La posibilidad de que se produzcan pérdidas.
- La dificultad para llevarlo a la práctica.

En un laboratorio, los procedimientos normalizados de trabajo se desarrollarían en torno a los siguientes puntos:

- Recepción, identificación, etiquetado.
- Manipulación, almacenamiento.
- Utilización, calibración, mantenimiento de los equipos de medida.
- Preparación de reactivos.
- Métodos analíticos.

3. Inicio de la elaboración del procedimiento

Una vez elegido, cada trabajo crítico se despieza en el conjunto de actividades que lo componen, lo que nos permitirá construir una secuencia ordenada. Es el momento de comprobar que no nos dejamos ningún paso.

4. Desarrollo del procedimiento seguro para cada actividad

Siguiendo la secuencia ordenada de cada actividad, describir cómo ha de realizarse el trabajo de forma segura y qué útiles o herramientas se utilizarán, resaltando las condiciones peligrosas a las que se estará expuesto en cada paso. Incluiremos los esquemas y diagramas necesarios para una mejor comprensión.

El procedimiento debe incluir las figuras y los esquemas necesarios para su comprensión.

5. Implantación del procedimiento

Por último, los procedimientos deben ser divulgados y aceptados por todo el personal afectado (bien para ejecutarlos en sus puestos de trabajo o simplemente para tener conocimiento de su existencia).

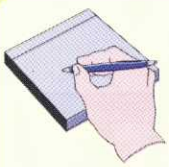
En una primera fase de estudio, se propone su utilización en los lugares donde puedan ser aplicables para detectar sus fallos y recoger posibles sugerencias. Una vez introducidas las modificaciones necesarias, se implantan gradualmente, empezando por los trabajos que sean críticos pero al mismo tiempo, sencillos.

3.3. Modelo de procedimiento

En la página siguiente puedes ver el modelo de formato de un procedimiento, en el que se describe cómo tomar muestras de un camión cisterna que transporta ácido.

En la columna *etapas del trabajo* se detalla la forma en que hay que ejecutar el trabajo, empleando un lenguaje cotidiano para el usuario del procedimiento. El número representa el orden de la secuencia operativa.

En la columna *puntos clave* se especifican las precauciones a tener en cuenta en la realización de cada tarea; son llamadas de atención.



ACTIVIDADES

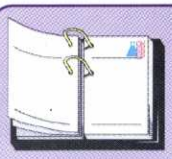
2. *¿Qué aspectos consideras clave en la elaboración de procedimientos?*

a) Exponer la secuencia ordenada de actividades.

b) Elaborar procedimientos de todas las actividades.

c) Identificar al autor que lo realiza.

d) Destacar los peligros concretos dentro de la secuencia.



RECUERDA:

- **En los procedimientos normalizados de trabajo se describe con detalle la forma de actuar en las operaciones críticas. Quién y cómo debe hacer las cosas.**
- **Se resaltarán las precauciones para la ejecución del trabajo.**
- **El contenido será breve, asimilable para el receptor y sencillo en la práctica.**
- **Su implantación requiere que sea divulgado y aceptado. Es obligatorio realizar los trabajos según los procedimientos existentes.**

PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE TRABAJO N.º 22		Fecha:
Asunto: **Toma de muestra de una cisterna de ácido sulfúrico**		
	Etapas del trabajo	Puntos clave
1	Aviso de la entrada en fábrica de una cisterna con ácido sulfúrico.	
2	Rellenar los datos del transportista en el boletín de análisis.	2. Comprobar que coinciden los siguientes datos dados por la Administración: * Nombre del proveedor. * Producto: ácido sulfúrico del 98%. * Cantidad de producto recibido. No debe exceder en 200 kg la solicitada.
3	Terminar de completar los datos de control del boletín	
4	Tomar un bote de muestras para ácido sulfúrico.	4. Anotar en el bote el número del boletín.
5	Acceder por la rampa de toma de muestras a la parte superior del camión.	5. El camionero debe acompañarnos para abrir la compuerta. Exigirle que lleve guantes de goma y gafas de seguridad. El camionero debe abrir todas las compuertas de la cisterna.
6	Ponerse los guantes de goma y la pantalla de metacrilato.	6. Los equipos de protección deben reunir los requisitos que exigen las normas de seguridad.
7	Observar el aspecto del ácido sulfúrico dentro de la cisterna.	
8	Poner un cazo de muestra de cada compartimento en el bote de muestras.	
9	Dejar el cazo y las prendas de protección en su sitio.	9. El camionero cerrará los compartimentos y esperará el resultado en la sala de chóferes.

4. Notificación de accidentes

¿Cómo se notifica un accidente? ¿Quién ha de hacerlo y dónde?

La notificación de accidentes consiste en la cumplimentación y envío de un documento describiéndolo de forma completa y concisa.

La notificación es muy simple, pero vital para iniciar otras acciones preventivas como la investigación de accidentes, las estadísticas de seguridad o para llevar a cabo un control total de pérdidas. Se informa del momento, lugar y consecuencias de las pérdidas.

El responsable de la notificación de accidentes será la persona más directamente implicada en el suceso o su jefe inmediato. La notificación escrita debe llegar lo antes posible, a la persona responsable de iniciar la investigación.

Deben notificarse todos los accidentes ocurridos, incluyendo los incidentes.

Modelo de Notificación de accidentes

Empresa: Laboratorios MEC	**NOTIFICACIÓN DE ACCIDENTE**
Fecha: ..... Hora ..... Turno: ..... Lugar o puesto de trabajo: ..... Sección: ..... Nombre del accidentado y/o personas implicadas: ..... Descripción del accidente/incidente:	
El accidente ha originado: Lesión corporal ☐ Daños materiales ☐ Incidente ☐	Notifica: Nombre, apellidos y firma

El impreso se debe utilizar también para informar de incidentes.

En el caso de accidente con lesión que produzca baja laboral, es obligatorio la notificación del accidente en un impreso llamado *Parte de Accidente de Trabajo*, enviándose el original a la mutua patronal de accidentes a la que pertenezca la empresa y copias a la Delegación de Trabajo, al empresario y al trabajador. En este parte se incluyen los datos del trabajador, de la empresa, del accidente, de las lesiones y de los daños económicos.

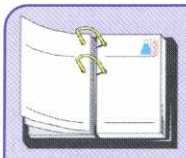
Existe otro impreso donde oficialmente se notifican los accidentes con lesión que no han producido baja.

En el caso de accidente sin lesión, el impreso de notificación de accidente se suele enviar al Servicio de Prevención.

4.1. Registro de accidentes

Consiste en la recopilación ordenada de los datos obtenidos en las notificaciones de accidentes.

Se efectúan análisis estadísticos de los datos que permitan descubrir los riesgos predominantes y los factores sobre los que hay que actuar.



RECUERDA:

- **La notificación de accidente se realiza mediante el envío de un impreso donde se describe el accidente de forma completa y resumida.**
- **Es obligatorio comunicar todos los accidentes, con o sin baja que se produzcan en las empresas.**
- **En las empresas existen partes internos en los que, además de su descripción, se incluyen las causas del accidente y las medidas preventivas a adoptar.**

5. Investigación de accidentes

¿Qué es una investigación de accidentes? ¿Para qué se realiza? ¿Cómo se lleva a cabo?

El objetivo básico de la investigación es evitar la repetición de accidentes.

La investigación de accidentes es la técnica preventiva en la que se analizan los hechos, que conducen a un accidente, para determinar las causas concurrentes y las medidas correctoras necesarias que eviten su repetición.

Es una técnica analítica reactiva que se inicia después de que los accidentes laborales se hayan producido y notificado. La importancia de la investigación de accidentes estriba en la objetividad de un hecho sucedido, que muestra la existencia de un riesgo. Una vez analizado adecuadamente, podrán adoptarse las medidas preventivas necesarias.

5.1. Aspectos claves de una investigación de accidentes

Hay varios aspectos a tener muy en cuenta cuando se realiza una investigación de accidentes:

1. **Rapidez en iniciar la investigación.** Una vez ocurrido y notificado el accidente, el responsable de la investigación debe dar prioridad al tema. Los hechos recientes permiten reconstruir más fácilmente la secuencia acontecida para analizar las causas.

2. **Investigación de todos los accidentes.** Se investigarán todos los accidentes notificados. Así podrán detectarse más riesgos y realizar una mejor actuación preventiva.

3. **Consecución de los objetivos de la investigación de accidentes.** En la investigación, debe reconstruirse la situación existente en el momento del accidente, revisando tanto los aspectos técnicos (situación de instalaciones y herramientas, condiciones de trabajo, etc.), como los humanos (actitud, experiencia, capacidad, etc.).

   Los objetivos de la investigación se completan con la obtención rigurosa de las causas reales, su eliminación y el aprovechamiento de la experiencia para la finalidad preventiva.

4. **Participación del mando directo en la investigación.** El mando directo es la persona más adecuada para realizar la investigación. Es el responsable de la instalación en la que se produjo el accidente y del trabajo que se llevaba a cabo. Es también el mejor conocedor del proceso productivo considerado.

En la investigación de accidentes pueden colaborar, además, los miembros del Comité de Seguridad y Salud, los vigilantes de seguridad, los técnicos y personal de otros departamentos de la empresa relacionados con el accidente. A este respecto, conviene distinguir dos tipos de investigación diferentes:

- La investigación normal, o **investigación en línea**, que realiza la línea de mando del accidentado para adoptar medidas correctoras e

informar a la Dirección y a quién esté establecido. Es la forma de actuar en las empresas grandes o medianas e involucra a un conjunto de personas previstas por la empresa.

- La **investigación especializada** se aplica a accidentes excepcionales que, por su gravedad, es llevada a cabo por los mayores expertos en materia de prevención de la empresa.

Conviene diferenciar la investigación de accidentes que debe realizar la empresa para todo tipo de accidentes, de las investigaciones que realiza la Administración. La Inspección de Trabajo investiga los accidentes de mayor gravedad, aquellos en los que se hayan derivado lesiones para el trabajador y de los que puedan derivarse sanciones para la empresa por incumplimiento de la normativa.

La Administración investiga el incumplimiento de la normativa por parte de la empresa.

5.2. Metodología de la investigación de accidentes

La investigación de accidentes se realiza siguiendo una secuencia operativa como la que se detalla a continuación.

a) Toma de datos

Se trata de reconstruir en el lugar del accidente todas las circunstancias que concurrieron en el mismo, recogiendo la información suministrada por el accidentado, los testigos y toda persona que pudiera aportar datos de interés.

También se deben examinar las condiciones de trabajo y de los agentes materiales, métodos, instrucciones recibidas, equipos de protección y, en general, todos los datos complementarios que se consideren de utilidad.

En esta etapa conviene actuar teniendo presente los siguientes aspectos claves:

- **Evitar la búsqueda de responsabilidades**.
  No es en absoluto el objeto de la investigación y puede conducir a datos poco ajustados a la realidad. Este aspecto debe estar claro para el investigador y los testigos.
- **Hablar con los testigos individualmente**.
  Se conseguirá así una información más libre, no supeditada a la de otros compañeros.
- **Aceptar sólo hechos probados y evitar juicios prematuros**.
- **Realizar la investigación tan pronto como sea posible**.
  Las circunstancias pueden cambiar y ser olvidados detalles importantes.
- **Reconstruir el accidente "in situ"**.
- **Concentrarse sobre todo en los aspectos técnicos y humanos**.
  Y analizar los agentes de riesgo presentes, como:
  - Las condiciones materiales de trabajo: instalación, equipos, herramientas, etc.
  - La actuación humana: experiencia, capacitación profesional, formación, etc.
  - Las condiciones organizativas: método y procedimientos de trabajo, instrucciones, supervisión, etc.

Una vez recogida toda la información posible, debe hacerse una valoración global, uniendo los datos fiables existentes de forma que conduzcan a la comprensión de cómo tuvo lugar el accidente.

En resumen, al final de esta etapa deberíamos estar en condiciones de responder sin dudas a la pregunta: ¿Qué sucedió?

b) Determinación de las causas

¿Por qué sucedió el accidente? Para poder responder a esta pregunta es preciso analizar los hechos y así obtener las diferentes causas que lo provocaron.

Las causas deben ser siempre agentes del trabajo, hechos o circunstancias del suceso. No se deben aceptar aquellas que se apoyen en "suposiciones" o en "circunstancias que podían haber existido". El objetivo de la investigación de accidentes es la obtención rigurosa de las causas reales; no deben extraerse causas de las hipótesis de los hechos.

El objetivo de la investigación de accidentes en la empresa no es buscar culpables.

Las causas deben obtenerse a partir de todos los hechos descritos y no sólo de los desencadenantes en el momento mismo del accidente. Habrá que diferenciar las causas básicas, origen del accidente, de las inmediatas, que conducen al mismo.

Según su origen, pueden ser de tres tipos:

- **Técnicas**: provienen de los fallos o deficiencias en las instalaciones, equipos o métodos de trabajo.
- **Humanas**: originadas por la actuación del hombre, su aptitud, actitud, motivación, etc.
- **Organizativas**: aunque son en realidad causas técnicas, porque los fallos en los sistemas y en la estructura de prevención empresarial se deben, en definitiva, a fallos humanos en la organización.

c) Selección de las causas

Cuando se investiga un accidente pueden encontrarse causas en un número muy elevado. Resultará necesario distinguir aquellas con una mayor participación en el accidente (que llamaremos causas primarias) de otras, cuya contribución no ha tenido un carácter tan decisivo (llamadas causas secundarias).

Seleccionar con preferencia causas primarias sobre las que poder actuar.

Si no se puede actuar sobre todas ellas, se seleccionarán las causas primarias aplicando las siguientes normas:

- Han de ser causas sobre las que se pueda actuar para su eliminación. En otro caso, no serán incluidas (desde el punto de vista preventivo) por muy importante que sean.
- Deben ser causas cuya eliminación evite un accidente idéntico, o sus consecuencias, en todos los casos o en un elevado porcentaje de ellos.

En la página siguiente puedes encontrar una guía para el análisis de las causas inmediatas.

GUÍA PARA EL ANÁLISIS DE CAUSAS	
CAUSAS INMEDIATAS	
Actos inseguros	**Condiciones inseguras**
Realizados por el trabajador - Simplificación del trabajo por pereza. - Equipo previsto (andamio, carretilla) y no utilizado. - Incumplimiento de instrucciones o normas. - Ropa o calzado impropios del trabajo. - Condiciones físicas deficientes. - Levantar cargas de forma incorrecta. - Ponerse en sitios peligrosos sin necesidad. - No utilizar los equipos de protección personal previstos. - Poner en marcha equipos sin autorización. - No asegurar los dispositivos de corte en las reparaciones. - Falta de atención, distracción o juego. - Acción imprudente del trabajador. - No avisar previamente de una operación crítica cuando estaba previsto. **Responsabilidad de la supervisión** - No se dieron instrucciones o estas eran incompletas. - No se enseñaron las normas de seguridad. - No se suministró el equipo de protección. - Las herramientas no reunían las condiciones de seguridad correctas. - Inspección inadecuada del equipo. - Mala planificación del trabajo. - No se pidió autorización de trabajo especial.	**Malas condiciones de trabajo** - Orden y limpieza deficiente. - Poca luz. - Poco espacio. - Poca ventilación. - Suelo resbaladizo. - Almacenamiento impropio del material. - Salidas de emergencia inadecuadas. - Lesiones producidas por no prever la utilización de equipos de protección. - Fuentes de ignición en atmósferas y con materiales peligrosos. - Exposiciones incontroladas a radiaciones o ruidos excesivos. - Niveles altos de polvo, humos, vapores, etc. - Sistema de avisos incorrectos. - Puestas a tierra en mal estado. **Defectos en materiales o equipos** - Falta de protecciones en los equipos. - Insuficiente protección de los equipos. - Materiales defectuosos. - Herramientas defectuosas. - Equipo defectuoso. - Tipo de equipo inadecuado. - Fallo de equipo en movimiento.

d) Medidas preventivas

Las medidas preventivas deben eliminar o reducir las causas del accidente.

El equipo investigador debe aprovechar su trabajo para confeccionar, además, una serie de propuestas que hubieran evitado el accidente. Las medidas preventivas suponen el desarrollo de las acciones y controles adecuados, para minimizar o eliminar la repetición del accidente.

Es conveniente ordenar las causas principales que lo hicieron posible, según la factibilidad de aplicar las medidas correctoras pertinentes. Los factores fundamentales para determinar estas medidas son la prioridad en el tiempo y la valoración del costo de llevarlas a cabo. Para que sean eficaces, es necesario que los responsables del área afectada colaboren en el análisis de las causas y en la adopción de medidas.

Recordando la teoría de la cadena causal, sería suficiente con eliminar sólo una causa para evitar el accidente pero, para una mayor prevención, actuaremos sobre todas ellas o sobre su mayor parte.

e) Redacción del informe

La confección del informe de la investigación en línea se simplifica, mediante la utilización de un impreso específico.

En la redacción se emplearán términos comunes y concretos redactados en frases cortas. En la página siguiente puedes encontrar un modelo donde se incluyen todos los apartados necesarios en la investigación de accidentes.

f) Control de la investigación de accidentes

Es necesario asegurarse de que las medidas propuestas en los informes de accidentes se lleven a cabo en unos plazos determinados. Habrá para ello un mando responsable de la coordinación de los servicios que ejecuten las medidas correctoras.

Los responsables del Servicio de Prevención comprobarán la realización de las medidas correctoras propuestas.

El Servicio de Prevención de la empresa posee funciones para asesorar, observar y auditar la investigación de accidentes. Este control servirá también para comprobar que se investigan todos los accidentes y que se hace siguiendo las pautas establecidas, en el sistema de prevención de la empresa.

Es importante informar a la Dirección de los trabajos que se realizan y sus resultados con el fin de que conozca y respalde el funcionamiento del sistema.

La investigación de accidentes es una técnica preventiva posterior al accidente que trata de prevenir su repetición.

Secuencia post-accidente:

ACCIDENTE → *NOTIFICACIÓN* → *INVESTIGACIÓN* → *CONTROL*



RECUERDA:

- **Los accidentes son investigados para determinar sus causas y adoptar las medidas correctoras que eviten su repetición.**
- **Son aspectos clave:**

- Investigar todos los accidentes.
- Efectuar la investigación con rapidez, tomando todos los datos posibles.
- Hacer participar a los mandos del accidentado.
- Obtener las causas reales del accidente, tanto humanas como materiales y organizativas.
- Seleccionar causas sobre las que se pueda actuar.
- Proponer medidas correctoras aplicables.
- Comprobar la realización de las medidas correctoras reflejadas en el informe.
- No buscar culpables.

Empresa:	**INFORME INVESTIGACIÓN ACCIDENTE**

Departamento / Sección	Fecha accidente:	Horario del trabajador:
	Hora accidente:	Fecha notificación:

Lesión personal		**Daño a la propiedad**
Nombre del lesionado	Edad	Daño a la propiedad
Categoría profesional	Tiempo en puesto de trabajo	Naturaleza del daño
Trabajo realizado	Parte del cuerpo lesionada	
Naturaleza de la lesión		Costos estimados en pesetas
Objeto / equipo / sustancia que causó la lesión		Objeto / equipo / sustancia que causó el daño

DESCRIPCIÓN	Describir de forma clara como sucedió el accidente:

ANÁLISIS	¿Qué acciones y condiciones contribuyeron en mayor medida a este accidente? ¿Cuáles fueron las razones básicas para que existieran esas acciones y condiciones?

Gravedad potencial de las pérdidas	Posibilidad de repetición
Muy grave ☐ Grave ☐ Leve ☐	Frecuente ☐ Ocasional ☐ Rara ☐

PREVENCIÓN	¿Qué acciones se han adoptado o van a adoptarse para evitar la repetición?

Equipo investigador:	Fecha:	V. B. Dirección	Fecha:

6. Control estadístico de accidentes

¿Qué sentido tiene como técnica preventiva el estudio de un accidente ya acontecido? ¿Cómo se pueden medir y comparar los niveles de seguridad existentes en las empresas?

Los accidentes se originan por unas causas determinadas, que podrían ser previsibles si se estudiaran su origen y la secuenciación con que se han producido. Se evita su repetición tomando las medidas necesarias.

El control estadístico permite actuar sobre los factores claves más frecuentes.

Organizando adecuadamente los datos obtenidos en la investigación de cada accidente, podremos realizar análisis estadísticos y estimar los índices para establecer criterios de comparación, entre sectores o secciones de producción o entre períodos de tiempo para una empresa o varias.

6.1. Factores claves para la clasificación de los accidentes

Los efectos de los accidentes pueden resumirse sustituyendo su narración explicativa por unos factores claves, que permitan su tratamiento estadístico. Los factores se asocian a valores numéricos mediante tablas de codificación. Los códigos se utilizarán para rellenar el parte oficial de accidentes de trabajo. Repasaremos a continuación estos factores:

Naturaleza de la lesión: Es el tipo de lesión física sufrida por el trabajador. Identifica el tipo de lesión por su característica principal (1).



CÓDIGOS DE NATURALEZA DE LESIÓN	
30.- Fracturas	40.- Cuerpos extraños en los ojos
31.- Luxaciones	41.- Conjuntivitis
32.- Torceduras, esguinces, luxaciones	42.- Quemaduras
33.- Lumbalgias	43.- Envenenamientos e intoxicaciones
34.- Hernias discales	44.- Exposición al medio ambiente
35.- Conmociones y traumatismos internos	45.- Asfixia
36.- Amputaciones y pérdidas del globo ocular	46.- Efectos de la electricidad
37.- Otras heridas (desgarramientos, heridas, cortaduras, heridas contusas)	47.- Efectos de radiaciones
38.- Traumatismos superficiales (excoriaciones, rasguños, ampollas, picaduras de insecto)	48.- Lesiones múltiples
39.- Contusiones y aplastamientos	49.- Infartos, derrames cerebrales y otras patologías no traumáticas

(1) Fuente: Códigos del parte oficial de accidentes de trabajo

Los factores clave son:
- Naturaleza de la lesión.
- Ubicación de la lesión.
- Agente material de la lesión.
- Agente material del accidente.
- Forma o tipo de accidente.
- Condición peligrosa.
- Acto inseguro.

Agente material de la lesión. Es el objeto, sustancia, exposición o movimiento corporal causante directa de la lesión.

Agente material del accidente. Es el objeto, sustancia o local en que existía la condición peligrosa que produjo el accidente. Dada la amplitud de agentes materiales posibles no se han elaborado códigos al respecto.

Forma o tipo de accidente. Es el suceso cuyo resultado produce directamente la lesión.

CÓDIGO DE FORMA O TIPO DE ACCIDENTE	
01.- Caídas de personas a distinto nivel	13.- Sobreesfuerzos
02.- Caídas de personas al mismo nivel	14.- Exposiciones a temperaturas ambientales extremas
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento	15.- Contactos térmicos
04.- Caídas de objetos en manipulación	16.- Exposición a contactos eléctricos
05.- Caídas de objetos desprendidos	17.- Exposición a sustancias nocivas
06.- Pisadas sobre objetos	18.- Contactos sustancias cáusticas o corrosivas
07.- Choques contra objetos inmóviles	19.- Exposición a radiaciones
08.- Choques contra objetos móviles	20.- Explosiones
09.- Golpes por objetos o herramientas	21.- Incendios
10.- Proyección de fragmentos o partículas	22.- Accidentes causados por seres vivos vivos
11.- Atrapamiento por o entre objetos	23.- Atropellos o golpes con vehículos
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos	

Ubicación de la lesión / parte del cuerpo lesionada. Es la parte del cuerpo que ha sido directamente afectada por la lesión.

CÓDIGOS DE UBICACIÓN DE LA LESIÓN PARTE DEL CUERPO LESIONADA	
60.- Cráneo	67.- Manos
61.- Cara, excepto ojos	68.- Miembros superiores (excepto manos)
62.- Ojos	69.- Pies
63.- Cuello	70.- Miembros inferiores (excepto pies)
64.- Tórax, espalda y costados	71.- Lesiones múltiples
65.- Región lumbar y abdomen	72.- Órganos internos
66.- Genitales	

Condición peligrosa. Es la causa técnica mas relevante que permitió la aparición del accidente. Indicamos a continuación algunos de estos códigos.

CÓDIGOS DE CONDICIÓN PELIGROSA	
000.- Defectos de agentes	330.- Utilización de equipo inadecuado
001.- Compuesto de materiales inadecuados	350.- Asignación impropia de personal
010.- Compuesto construido o montado inadecuadamente	400.- Riesgos de localización
015.- Diseño inadecuado	410.- Apilados impropiamente
030.- Resbaladizo	420.- Localizados impropiamente
100.- Riesgos del vestido o equipo de protección inadecuado	500.- Protección inadecuada
110.- Falta del necesario equipo de protección personal	510.- Sin protección
113.- Ropa inadecuada	590.- Materiales sin etiquetar o etiquetados inadecuadamente
200.- Riesgos ambientales no clasificados anteriormente	600.- Riesgos de ambiente de trabajo exterior excepto riesgos públicos
205.- Ruido excesivo	640.- Riesgos naturales
210.- Espacios de pasillos, salidas, etc. inadecuados	700.- Riesgos públicos
250.- Espacio de trabajo insuficiente	710.- Riesgos del transporte público
260.- Iluminación inadecuada	720.- Riesgos de tránsito
300.- Métodos o procedimientos peligrosos	980.- Condiciones de riesgo no clasificados anteriormente
	990.- Información insuficiente
	999.- Sin condiciones de riesgo

Acto inseguro. Es el que tiene lugar cuando se altera el método de trabajo seguro, es decir, aquel que de forma general se acepta como correcto. Algunos de sus códigos son:

CÓDIGOS DE ACTO INSEGURO	
050.- Limpiando, engrasando, ajustando o reparando un equipo móvil, conectado eléctricamente o presurizado	450.- Haciendo inoperativos los mecanismos de seguridad
100.- Falta de utilización del equipo de protección disponible	500.- Trabajando a velocidad insegura
150.- Falta de utilización de ropa personal segura	550.- Adoptando posiciones o posturas inseguras
200.- Falta en asegurar, avisar o señalar	600.- Errores de conducción
250.- Bromas pesadas (distrayendo, molestando, asustando, peleando...)	650.- Colocación, mezcla, combinación, etc. de sustancias o vehículos que generan riesgos
300.- Utilización incorrecta del equipo	750.- Utilización de equipo inseguro
350.- Utilización incorrecta de las manos o partes del cuerpo	900.- Acto inseguro no especificado anteriomente
400.- Falta de atención al piso o alrededores	998.- Sin acto inseguro
	999.- Datos incorrectos. Indeterminado

6.2. Índices estadísticos de siniestralidad

La estadística permite extraer conclusiones sobre cómo evoluciona la siniestralidad en la empresa y sirve de referencia en la toma de medidas preventivas. Para ello, se utilizan unos índices que relacionan el tipo de accidentes y su número con los días perdidos y la cantidad de trabajo realizado, ayudándonos a comparar los niveles de siniestralidad en diferentes períodos de tiempo, o en distintos sectores de actividad de las empresas.

Los índices estadísticos más utilizados son el índice de frecuencia, el índice de gravedad, el índice de incidencia y la duración media.

Índice de frecuencia (IF)

El índice de frecuencia indica la siniestralidad de la empresa.

Es el más conocido. Relaciona el número de accidentes con baja habidos en una empresa con el número de horas trabajadas por un colectivo o plantilla y normalizadas a 1 millón. Para su cálculo se utiliza la expresión:

IF = N.º total de accidentes x 1.000.000 / N.º total de horas trabajadas

Como vemos, el índice indica el número de accidentes que habrá sufrido un colectivo, cuando haya trabajado un millón de horas.

La fórmula anterior se emplea considerando que:

- Sólo se tienen en cuenta los accidentes ocurridos durante la jornada laboral, excluyéndose los sucedidos en los trayectos de ida y vuelta al puesto de trabajo (llamados "accidentes in itinere"), ya que este período de tiempo no se contabiliza como horas de trabajo.

- En el número de horas trabajadas se computan solamente aquellas en las que haya exposición al riesgo. Por lo tanto, no se consideran las horas de vacaciones, permisos y enfermedades.

- Tampoco se incluyen accidentes que no ocasionen baja laboral. Existe otro índice de frecuencia general que contempla todos los accidentes, tanto con bajas como sin ellas.

Índice de gravedad (IG)

Refleja la gravedad de los accidentes relacionando el número de días que el trabajador afectado debe causar baja laboral con el número de horas trabajadas por un colectivo o plantilla y normalizadas a 1 millar. Es decir,

IG = N.º total de días de trabajo perdidos x 1.000 / N.º total de horas trabajadas

que es, como vemos, el número de jornadas de trabajo que no se realizan por cada mil horas en que los trabajadores están expuestos a la jornada laboral.

Además de las jornadas perdidas por la incapacidad laboral temporal que sufra el trabajador, hay que añadir las jornadas laborales que se indican en la tabla adjunta, si el trabajador sufre alguna incapacidad permanente.

Naturaleza de la lesión	Jornadas perdidas
Muerte	6.000
Ceguera total	6.000
Pérdida de la vista (un ojo)	1.800
Sordera total	3.000
Pérdida del oído (uno sólo)	600
Pérdida de un brazo por encima del codo	4.500
Pérdida de un brazo por debajo del codo	3.600
Pérdida de la mano	3.000
Pérdida permanente del pulgar	600
Pérdida permanente de otro dedo	300

Las incapacidades permanentes son aquellas lesiones, mutilaciones y deformaciones de carácter definitivo, causadas por accidentes de trabajo o enfermedades profesionales.

El número total de horas trabajadas es el mismo que el utilizado para el cálculo del índice de frecuencia. Deben considerarse sólo las jornadas laborales reales perdidas y no el número de días naturales perdidos. Los accidentes sin baja pueden contabilizarse como una pérdida de dos horas, es decir, un cuarto de la jornada laboral.

Índice de incidencia (Ii)

Es la relación entre el número de accidentes acontecidos en un intervalo de tiempo y el número promedio de trabajadores expuestos, normalizados a mil. Puede expresarse como:

Ii = N.º total de accidentes x 1.000 / N.º promedio de personas expuestas

que es el número de accidentes ocurridos por año a cada mil personas expuestas.

La evolución de los índices de siniestralidad se representa en diagramas frente a períodos de tiempo.

Este índice se aplica cuando no se conoce el número de horas-hombre trabajadas y el número de personas expuestas es muy variable de un día a otro.

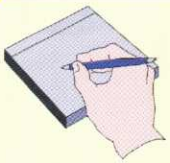
Índice de duración media (IDM)

Refleja también la gravedad de los accidentes sufridos. Relaciona las jornadas perdidas con el número de accidentes habidos, pero

considerando ahora tanto si se produjeron bajas como si no. Se expresa como:

IDM = N.º de jornadas perdidas / N.º de accidentes habidos

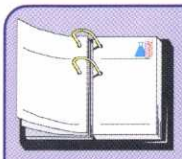
En su cálculo se aplica lo dicho en el caso del índice de gravedad.



ACTIVIDADES

3. *Extrae los códigos de los factores clave de la siguiente descripción de un accidente: Un analista, al apartar un vaso de precipitados de la placa calefactora, no recordó que los guantes estaban perforados, por lo que al sentir el calor soltó el vaso. El vaso se rompió contra la superficie de la mesa de trabajo, vertiéndose la disolución acuosa, y produciendo quemaduras en las piernas del analista.*

4. *Una empresa en la que se han trabajado 80.000 horas en un período de dos meses, ha tenido 5 accidentes con baja, uno de ellos "in itinere". Calcular el índice de frecuencia.*



RECUERDA:

- **El control estadístico de los accidentes permite conocer los factores claves sobre los que actuar para prevenir los accidentes.**
- **Se proponen códigos numéricos para factores como la naturaleza de la lesión, la parte del cuerpo lesionada, el agente material causante, el tipo de accidente y la condición o acto inseguro.**
- **El índice de frecuencia es el índice estadístico más utilizado. Relaciona el número de accidentes con baja con el número de horas trabajadas.**
- **El índice de gravedad relaciona el número de días de trabajo perdidos con el de horas trabajadas.**
- **El índice de incidencia relaciona el número de trabajadores afectados por accidentes con el número de trabajadores expuestos.**

Actividades de heteroevaluación



h3.1. *El día 23 de marzo a las 9 horas, después de realizar una destilación fraccionada, el laborante Ángel Nogueras vierte por el desagüe el disolvente orgánico utilizado. Posteriormente otro laborante, Áureo Pérez, tiró la colilla encendida a la misma pila, inflamándose inmediatamente toda la zona y produciendo serias quemaduras en la mano derecha de Áureo.*

a) Rellenar un parte de notificación de accidente.
b) ¿Qué material pedirías para iniciar la investigación?
c) Preparar un cuestionario con seis preguntas, para cada una de las personas que consideres implicadas.
d) Selecciona los factores claves del accidente.

h3.2. *Vas a formar parte de un equipo de inspección al laboratorio. Para ello, vas a preparar cinco puntos sobre aspectos que quieres comprobar, dentro de las siguientes materias:*
a) Almacenamiento de productos químicos.
b) Protección contra incendios.
c) Equipos de protección personal.

h3.3. *Calcular los índices estadísticos de frecuencia y de gravedad para una empresa cuyos datos de siniestralidad son:*

N.º de trabajadores = 200	*N.º horas trabajadas = 400.000*
N.º total de accidentes = 19	*Días de baja por accidente = 182*
N.º accidentes in itinere = 3	*Días de baja in itinere = 29*
N.º accidentes sin baja = 12	*N.º accidentes con baja = 4*

CIDEAD
CENTRO PARA LA INNOVACIÓN
Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN
A DISTANCIA

FONDO
SOCIAL
EUROPEO



Formación Profesional a Distancia

UNIDAD 4

Técnicas preventivas operativas de seguridad

Seguridad y ambiente químico en el laboratorio

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN PERMANENTE

CENTRO PARA LA INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

Coordinación:
Carlos Ferrer Muñoz

Autor:
Víctor Bueno Bernal

Comisión de Seguimiento Técnico del CIDEAD:
Aurelio Gómez Feced (Director)
Luis Salcedo Sigüenza (Coordinador)
Félix García Zarcero
Ángel Millanes Moreno

Diseño y maquetación:
Julio Morales Villasevil



© MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y PROMOCIÓN EDUCATIVA

Edita: SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA: Centro de Publicaciones

NIPO: 176-99-150-6
ISBN: 84-369-3316-8
Depósito Legal: M-6912-2000
Imprime: Grupo Industrial de Artes Gráficas
Ibersaf Industrial, S. L.

Unidad 4
Técnicas preventivas operativas de seguridad

Autor:

Víctor Bueno Bernal

Índice

Presentación de la unidad 6

1. Señalización 7
1.1. Clases de señalización 7
1.2. Las señales de seguridad 8

2. Normas de seguridad 10
2.1. Requisitos de las normas de seguridad 10
2.2. Proceso de implantación de las normas de seguridad 11

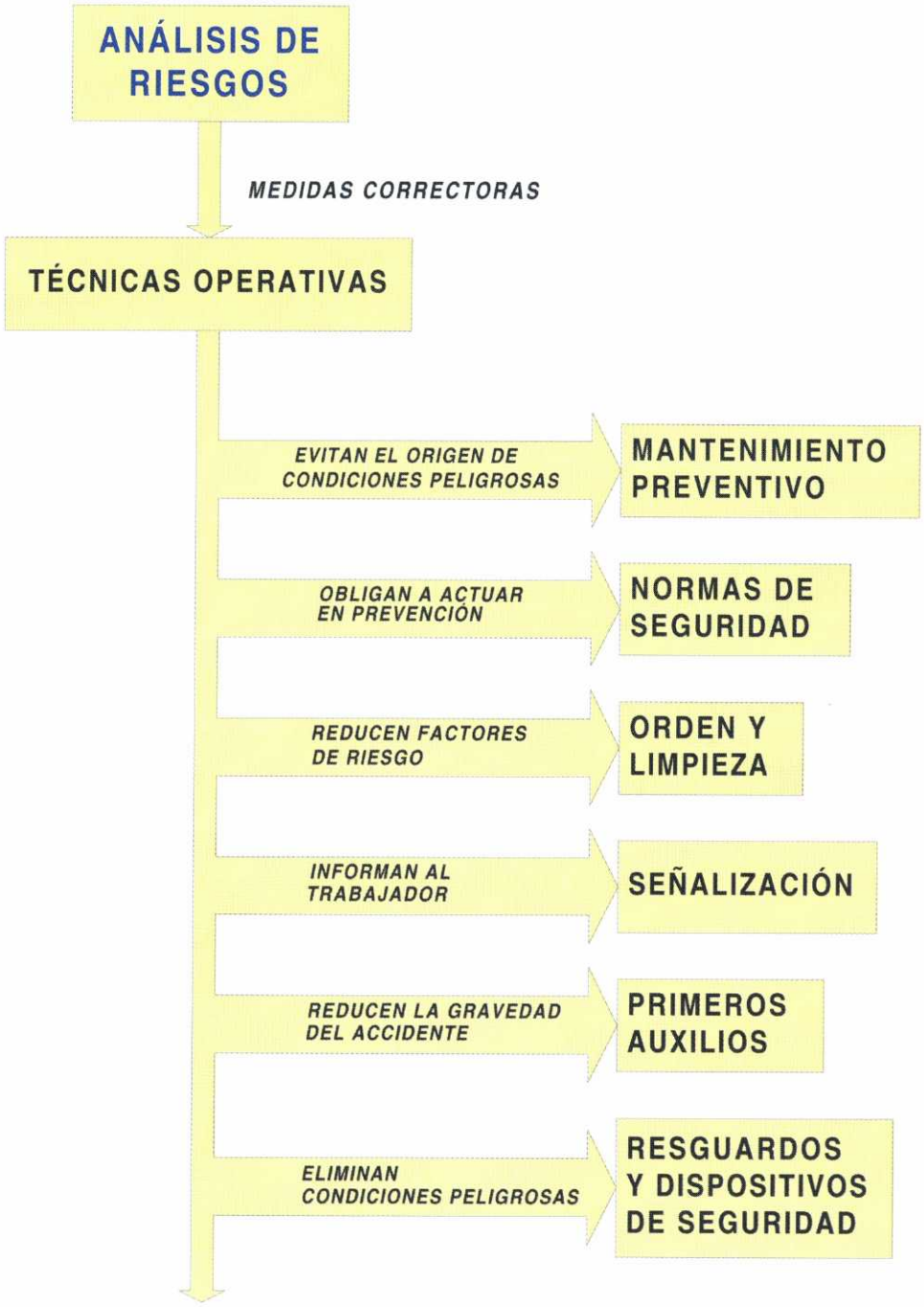
3. Primeros auxilios 12
3.1. Actuación ante un accidente 12
3.2. Parada cardio-respiratoria 13
3.3. Intoxicaciones 15
3.4. Quemaduras 17
3.5. Heridas 20
3.6. Hemorragias 20
3.7. Fracturas 20

4. Orden y limpieza en el trabajo 22
4.1. Normas básicas para mantener el orden y la limpieza 22
4.2. Instrucciones de orden y limpieza en el laboratorio 23

5. Resguardos y dispositivos de seguridad 23
5.1. Protección de máquinas 24
5.2. Tipos de medidas de seguridad 25

6. Mantenimiento preventivo y predictivo 27

Actividades de heteroevaluación 35


ANÁLISIS DE RIESGOS
MEDIDAS CORRECTORAS
TÉCNICAS OPERATIVAS
EVITAN EL ORIGEN DE CONDICIONES PELIGROSAS
MANTENIMIENTO PREVENTIVO
OBLIGAN A ACTUAR EN PREVENCIÓN
NORMAS DE SEGURIDAD
REDUCEN FACTORES DE RIESGO
ORDEN Y LIMPIEZA
INFORMAN AL TRABAJADOR
SEÑALIZACIÓN
REDUCEN LA GRAVEDAD DEL ACCIDENTE
PRIMEROS AUXILIOS
ELIMINAN CONDICIONES PELIGROSAS
RESGUARDOS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Las técnicas preventivas operativas son muy frecuentes en nuestro entorno, en la vida diaria. Por ejemplo, las señales de seguridad vial (señales de tráfico, semáforos, pintado de arcenes, etc.) tienen una finalidad preventiva. También son frecuentes, en instalaciones eléctricas y electrodomésticos, sistemas de protección que evitan riesgos tales como quemaduras, contactos eléctricos y exposiciones a ruidos o radiaciones.

Todos los equipos que utilizamos habitualmente incluyen diferentes tipos de protección, implantados por la experiencia y/o la legislación para evitar daños a las personas y a los bienes materiales.

Por otra parte, convivimos con normas que, en cualquiera de sus formas, tienen una finalidad preventiva.

Las técnicas preventivas operativas se diferencian por el modo en que actúan. Así:

- Las de *prevención* logran eliminar o disminuir el riesgo en su origen.
- Las de *protección* consiguen minimizar sus consecuencias.
- Las de *señalización* informan al trabajador.
- Las de *normalización* regulan la actuación del trabajador en condiciones de seguridad.
- Las de *formación e información* resultan necesarias para actuar complementariamente con las anteriores.

Pueden ser aplicadas sobre las personas o sobre las cosas, según que se desee mejorar las condiciones del trabajador (conocimientos, actitudes, preparación, etc.) o las condiciones materiales del puesto de trabajo.

Al finalizar el estudio de esta unidad serás capaz de:

Identificar y conocer la aplicación de las señales de seguridad.

Reconocer los dispositivos de protección de equipos.

Tener claro cómo actuar en caso de accidente.

Interpretar el alcance de las normas de seguridad.

1. Señalización

La actuación preventiva contra el riesgo laboral se inicia en el desarrollo del proyecto de las instalaciones. Si resultan no ser suficientes, se actúa sobre el agente material mediante resguardos, dispositivos de seguridad y protección colectiva. En último término, se actúa directamente sobre el trabajador con medios de protección personal.

¿Qué lugar ocupa la señalización dentro de las técnicas preventivas? ¿Es obligatorio señalizar los riesgos de un centro de trabajo? ¿Qué tipo de señales existen? ¿Qué quieren decir y cuándo deben aplicarse?

La señalización de seguridad es el conjunto de estímulos que resaltan un objeto o una situación determinada (riesgos, protección a utilizar, etc.) de forma rápida e inteligible, para condicionar la actuación segura de quien los recibe.

Refuerza las técnicas preventivas e informa al trabajador de las situaciones de peligro y de las medidas de seguridad que debe adoptar. La capacidad de percepción del trabajador se estimula produciendo sensaciones reactivas, que le impulsan a un comportamiento seguro.

Es una medida preventiva de tipo complementario que se aplica cuando el tratamiento del peligro ha sido insuficiente o de difícil aplicación.

Para que sea eficaz y cumpla su función preventiva, la señalización debe:

- Atraer la atención de aquellos a los que va destinada.
- Ser clara y de interpretación única.
- Existir la posibilidad real de su cumplimiento.
- Informar con suficiente antelación.
- Informar sobre la forma de actuar en cada caso concreto.

El R.D. 1.403/1986, aprueba la norma sobre señalización de seguridad en los centros de trabajo.

Los principios básicos sobre la señalización de seguridad son:

- Una señalización correcta es eficaz como técnica operativa de seguridad, pero hay que tener en cuenta que, por sí misma, no elimina ningún riesgo.
- Llevar a cabo la señalización de seguridad no disculpa de la obligación de los empresarios de poner en práctica las medidas correctoras pertinentes.
- Los trabajadores recibirán una información precisa sobre el significado del sistema de señalización que se emplee.

1.1. Clases de señalización

La señalización utilizada, como técnica de seguridad, se puede clasificar en función del sentido que la percibe. Así, puede ser:

- ***Óptica***, si se emplean, por ejemplo, colores de seguridad, señales visuales, avisos, alumbrados de emergencia, balizamientos, etc.
- ***Acústica***, cuando se usan timbres, sirenas, alarmas, etc.

- ***Olfativa,*** como la incorporación de aditivos olorosos a gases inodoros.
- ***Táctil***, utilizando, por ejemplo, superficies rugosas y cabezas de tachón.

1.2. Las señales de seguridad

A las señales ópticas de seguridad se les llama, simplemente, señales de seguridad por ser las de uso más extendido.

La señalización, por sí misma, nunca elimina el riesgo.

Son el resultado de combinar formas geométricas, colores y símbolos o pictogramas a los que se atribuye un significado determinado, comprendido por todos y transmitido de forma simple y clara en relación con una información de seguridad.

Los colores de las señales

Los colores de las señales tienen la misión de llamar la atención, indicando al mismo tiempo la existencia de un peligro. El color de seguridad empleado tiene una significación determinada en cuanto a la seguridad. En la tabla 1 clasificamos estos colores.

Tabla 1
Colores de seguridad. Significado y aplicaciones

COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO	APLICACIÓN
Rojo	Parada	Señales de parada
	Prohibición	Señales de prohibición
		Dispositivos de desconexión de urgencia
	Lucha contra incendios	En equipos de lucha contra incendios: señalización y localización
Amarillo	Atención	Señalización de riesgos
	Zona de Peligro	Señalización de umbrales, obstáculos
Verde	Situación de seguridad	Señalización de pasillos y salidas de socorro
		Rociadores de socorro
	Primeros auxilios	Puestos de primeros auxilios y salvamento
Azul (*)	Obligación	Obligación de usar protección personal.
	Indicaciones	Emplazamiento de teléfono, talleres, etc.

(*) El azul sólo se considera como color de seguridad, cuando se utiliza junto con un símbolo o un texto sobre una señal de obligación o de indicación, dando una consigna de prevención técnica.

El color de contraste tiene por misión complementar al de seguridad, mejorando la visibilidad de la señal y resaltando su contenido. Como color de contraste se emplean el blanco y el negro, siempre en combinación con los colores de seguridad.

Clases de señales de seguridad

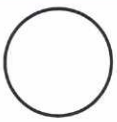
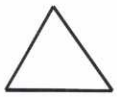
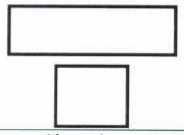
Las señales de seguridad se diferencian por su nivel de información y obligatoriedad. En función de su aplicación, se dividen en:

- *Señales de prohibición*: Prohíben un comportamiento susceptible de provocar un peligro.
- *Señales de advertencia*: Advierten de los peligros.
- *Señales de obligación*: Obligan a un comportamiento determinado.
- *Señales de información*: Proporciona una indicación de seguridad o de salvamento.

- *Señales de salvamento*: Indican la salida de emergencia, la situación del puesto de socorro o el emplazamiento de un dispositivo de salvamento.
- *Señales indicativas*: Proporcionan otras informaciones de seguridad distintas de las mencionadas anteriormente.
- *Señales adicionales o auxiliares*: Contienen exclusivamente un texto y se utilizan como complemento de alguna de las señales de seguridad mencionadas. Su fondo es blanco con el texto en negro. Otras veces tienen el fondo del mismo color que el color de seguridad de la señal a la que complementa y el texto del color de contraste correspondiente.
- *Señales de seguridad contra incendios*: Se utilizan en el campo de la protección y lucha contra incendios.

Las señales de seguridad poseen también formas prefijadas, según el mensaje que transmiten. El significado de la combinación de formas y colores de seguridad puede apreciarse en la Tabla 2.

Tabla 2
Significado de la combinacion de formas y colores

Forma geométrica / Color de seguridad				
ROJO	Prohibición			Información sobre: Equipos de lucha contra incendios
AMARILLO			Advertencia de peligro	
VERDE				Información sobre: Situación de seguridad Dispositivos de socorro Primeros auxilios
AZUL		Obligación		Información o instrucciones. Varios

La forma circular puede indicar prohibición u obligación. Se diferencian en que cuando simbolizan prohibición, el círculo está cruzado por una banda oblicua de color rojo.

Por último, formas y colores se complementan con símbolos o pictogramas (dibujos esquemáticos en el interior las señales) con los que se describe una situación determinada.

Al final de la unidad encontrarás las señales de seguridad más relevantes, junto con su significado y sus posibles lugares de aplicación.

Los símbolos deben ser simples, evitando los detalles no esenciales.

Tamaño de las señales

Las dimensiones de las señales son función de la distancia desde la que deben ser vistas. Para distancias inferiores a 50 metros se aplica la fórmula:

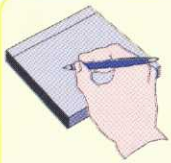
$$S > L^2 / 2.000$$

siendo S la superficie de la señal en metros cuadrados y L la distancia en metros desde donde deba percibirse.

En la Tabla 3 vemos la distancia máxima de observación prevista para las señales en función de sus dimensiones.

Tabla 3

Dimensiones mm	Distancia máxima según la norma (m)		
			
1189	35	50	53
841	25	35	38
594	17	25	27
420	12	18	19
297	9	12	13
210	6	9	9
148	4	6	7
105	3	4	5



ACTIVIDADES

1. *Describe cómo recuerdas las señales siguientes:*

a) Prohibición de fumar.

b) Atención: Riesgo eléctrico.

c) Dirección hacia salida de socorro.

¿Recuerdas sus colores? ¿Dónde las has visto?



RECUERDA:

- **La señalización informa al trabajador de las situaciones de peligro y de las medidas de seguridad que debe adoptar aunque, por sí misma, no elimina el riesgo.**
- **La señalización ha de atraer la atención del trabajador, ser fácil de entender y posible de cumplir.**
- **La señalización puede ser óptica, acústica, olfativa y táctil.**
- **Las señales de seguridad combinan formas, colores y símbolos. Pueden ser de:**
  - **Prohibición (rojo): prohíben comportamientos para evitar peligros.**
  - **Advertencia (amarillo): advierten de los peligros.**
  - **Obligación (azul): obligan al comportamiento seguro.**
  - **Información (verde): dan indicaciones de seguridad o de salvamento.**

2. Normas de seguridad

¿Qué son normas de seguridad? ¿Qué relación tienen con la normativa legal? ¿Es obligatorio su cumplimiento?

Llamamos normas de seguridad a las reglas que elaboran, difunden e implantan las empresas para evitar a los trabajadores posibles daños, derivados de la ejecución de su actividad.

Las normas de seguridad son específicas de las empresas y complementan a las normas legales.

Son, por tanto, documentos internos donde se articulan las recomendaciones preventivas diseñadas para complementar (no para sustituir), a las medidas preventivas de carácter general. Su existencia se justifica porque las normas legales no son, a menudo, suficientes para prevenir todos los riesgos potenciales, en todos los puestos de trabajo. Las empresas deben elaborar sus propias normas, considerando aspectos que no recoge la legislación.

2.1. Requisitos de las normas de seguridad

Las normas han de cumplir una serie de condiciones que las diferencian de otros procedimientos o instrucciones de trabajo.

- Deben complementar a la normativa legal y, en nigún caso, ser contrarias a ella.
- Deben ser necesarias y resolver problemas concretos.
- Estarán escritas de forma imperativa.

- Su redacción será positiva, especificando de forma clara y concisa lo que debe hacerse. Únicamente se recurrirá a prohibiciones en caso necesario.
- Un número elevado de normas sería contraproducente. Se elaborarán sólo las más importantes desde el punto de vista preventivo.
- Su difusión ha de ser total y debe ser bien entendida a todos los niveles.
- Debe haber una conexión adecuada entre todas ellas.

2.2. Proceso de implantación de las normas de seguridad

Las normas se establecen con la ayuda de la siguiente secuencia:

Fases de elaboración de la Norma:
- Necesidad.
- Elaboración.
- Aplicación.
- Control.

1. *Necesidad de la norma*, lo que se aprecia como resultado de la aplicación de técnicas analíticas en las instalaciones de la empresa, o para satisfacer la reglamentación oficial en vigor.

2. *Redacción de la misma* por las personas responsables de los procesos, instalaciones o de las situaciones de riesgo que se pretenden evitar.

3. *Información* dirigida a todas las personas que puedan resultar afectadas, haciendo ver la necesidad de la norma e impulsando la participación de todos, mediante la aportación de las ideas que se crean necesarias.

4. *Modificación*, donde se incorporan las ideas aportadas.

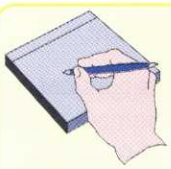
5. *Aprobación* por la dirección de la empresa, con el apoyo de los representantes de los trabajadores en materia preventiva.

Las actividades para la implantación de las normas de seguridad, son actividades preventivas.

6. *Difusión* a todos los trabajadores (con acuse de recibo firmado). Se comprobará que las normas han sido comprendidas completamente y que están siempre disponibles, evitando que tengan un aspecto deteriorado.

7. *Cumplimiento*. Es responsabilidad de la línea de mando cuidar del cumplimiento de las normas de seguridad y procurar su eficacia. Su incumplimiento es motivo de sanción según las normas legales, de ahí la necesidad de que se difundan de forma correcta.

8. *Revisión periódica* de todas las normas, aprovechando para modificar aspectos descuidados, eliminar lo obsoleto y añadir las novedades precisas.



ACTIVIDADES

2. *¿En qué se diferencia una norma de seguridad de un procedimiento normalizado de trabajo?*
3. *¿Por qué crees que una norma de seguridad debe de ser clara, concreta, posible y exigible?*



RECUERDA:

- **Las normas de seguridad son documentos internos de la empresa de obligado cumplimiento donde se recogen medidas preventivas para el riesgo del trabajo. Se complementan con otras medidas preventivas y con las normas legales.**
- **Son redactadas por las personas responsables de forma clara, concreta y precisa, informando de ellas a todos los trabajadores implicados.**
- **Se modifican, revisan y difunden cada vez que es necesario. Su cumplimiento será exigible por la línea de mando.**

3. Primeros auxilios

Es una técnica reparadora, que se aplica una vez producido el accidente, para evitar la gravedad de sus consecuencias.

En los primeros auxilios se aplican las medidas oportunas en espera de la asistencia especializada.

Todos los centros de trabajo deben contar con las instalaciones adecuadas y personal con conocimientos suficientes para prestar los primeros auxilios, con un objetivo muy claro: conseguir que el lesionado no sufra deterioro en sus condiciones, hasta que sea atendido por el personal sanitario con los medios necesarios.

La formación sanitaria de las personas que actúen como socorristas en un laboratorio debería incluir, al menos, conocimientos en respiración artificial, protección contra intoxicaciones, masaje cardíaco, corte de hemorragias, inmovilización de fracturas, tratamiento de heridas, atención a las quemaduras y transporte de lesionados.

3.1. Actuación ante un accidente

Ante un accidente o emergencia hay tres etapas diferentes:

Etapa de protección: Antes de actuar hay que asegurarse de que no exista peligro para el accidentado ni para el socorrista, como puede suceder en los casos de electrocución, escape de gas o incendio.

Etapa de aviso: Requerir ayuda urgente a los equipos de socorro pertinentes, como ambulancias, mutuas de accidentes, hospitales, bomberos y servicios de información toxicológica. La información y los medios necesarios para la solicitud de esta ayuda estarán contenidos en los planes de emergencia.

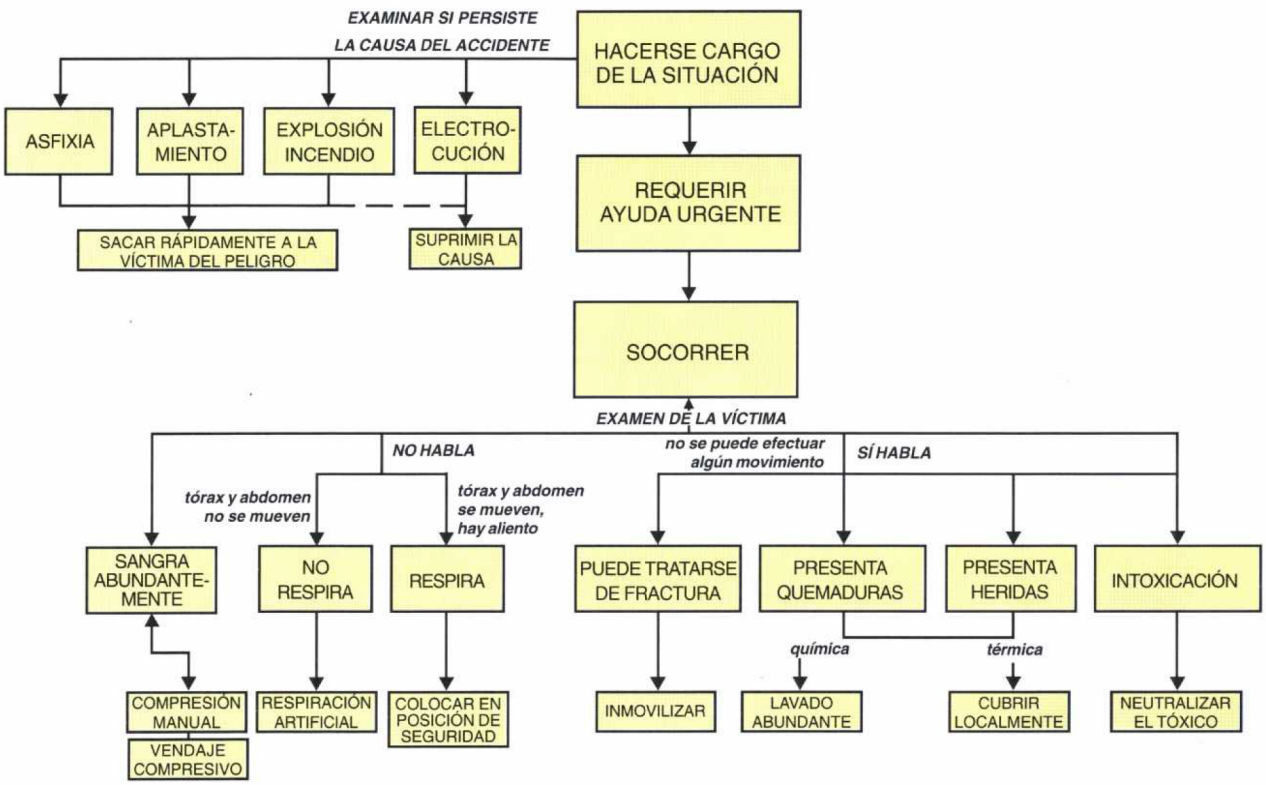
Etapa de socorro: Se examinará a la víctima para reconocer los signos vitales: consciencia, respiración y pulso.

- Si no se mantienen los signos vitales, será necesario empezar con una reanimación cardiovascular.
- Si se mantienen las constantes vitales se revisará el resto de las lesiones (fracturas, hemorragias, quemaduras, etc.).
- Se colocará en posición de seguridad a los heridos inconscientes.

- Se protegerán heridas y quemaduras y se inmovilizarán las fracturas.
- El lesionado debe ser abrigado y tranquilizado.

Las actuaciones se reflejan en el siguiente diagrama:

ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE



3.2. Parada cardio-respiratoria

Cuando se encuentre inconsciente al accidentado deben observarse sus signos externos: palidez, inmovilidad y grado de inconsciencia.

Si no respira (el pecho no se mueve), debe actuarse rápidamente para procurar que el cerebro no se quede sin oxígeno, ya que, por lo general, la recuperación del accidentado es prácticamente imposible tras 6 minutos sin respiración.

Una vez comprobada la ausencia de respiración se deberá:

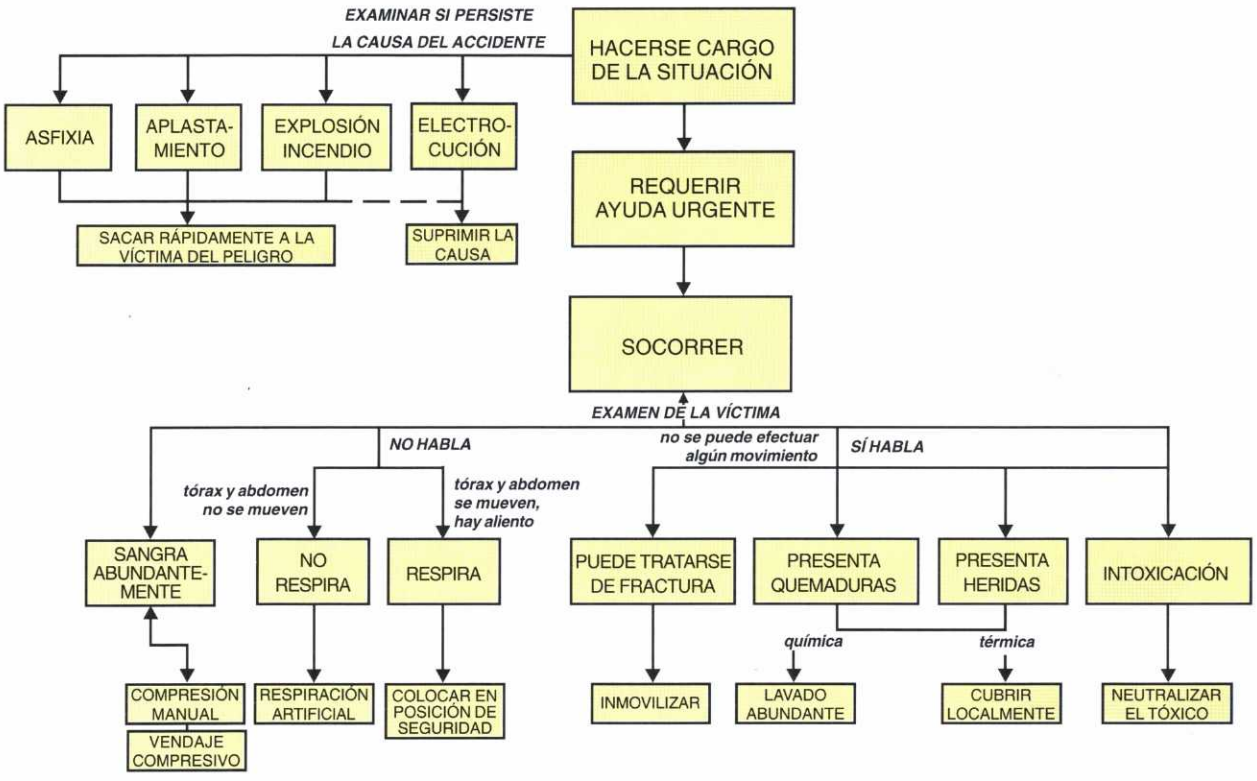
- Reactivarla con la ayuda de la respiración boca a boca.
- Comprobar la existencia de pulso.
- Si no hay pulso, se debe realizar un masaje cardíaco simultáneamente a la respiración boca a boca.

Mientras se inicia la respiración, otras personas deberán buscar asistencia médica y procurar un medio para transportar al accidentado, tumbado sobre una superficie dura hasta el hospital.

- Se protegerán heridas y quemaduras y se inmovilizarán las fracturas.
- El lesionado debe ser abrigado y tranquilizado.

Las actuaciones se reflejan en el siguiente diagrama:

ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE



3.2. Parada cardio-respiratoria

Cuando se encuentre inconsciente al accidentado deben observarse sus signos externos: palidez, inmovilidad y grado de inconsciencia.

Si no respira (el pecho no se mueve), debe actuarse rápidamente para procurar que el cerebro no se quede sin oxígeno, ya que, por lo general, la recuperación del accidentado es prácticamente imposible tras 6 minutos sin respiración.

Una vez comprobada la ausencia de respiración se deberá:

- Reactivarla con la ayuda de la respiración boca a boca.
- Comprobar la existencia de pulso.
- Si no hay pulso, se debe realizar un masaje cardíaco simultáneamente a la respiración boca a boca.

Mientras se inicia la respiración, otras personas deberán buscar asistencia médica y procurar un medio para transportar al accidentado, tumbado sobre una superficie dura hasta el hospital.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA BIBLIOTECA

Técnica de aplicación de la respiración boca a boca

La respiración boca a boca se aplica siguiendo la secuencia:

1. Despejar las vías respiratorias del accidentado

Cuando el accidentado está inconsciente, sitúa su lengua sobre la garganta impidiendo la entrada de aire. Además, es posible que tenga algún objeto en su boca. El primer paso será despejar las vías respiratorias:



- Utilizando los dedos, se comprueba que no haya ningún objeto extraño en las vías respiratorias. En caso contrario, se extrae.

A continuación, se coloca la cabeza del accidentado en situación de hipertensión, evitando así que la lengua impida la entrada del aire:

- Se coloca una mano permanentemente debajo del cuello del accidentado y se levanta su cabeza.
- Se gira la cabeza hacia atrás y se empuja la frente o la barbilla con la otra mano.

2. Introducción de aire en los pulmones



- Se aprieta la nariz del accidentado, para que el aire introducido en su boca por el socorrista no salga directamente por las fosas nasales. Si se dispone de un pañuelo fino, se colocará sobre la boca del accidentado.

- El socorrista llenará de aire sus pulmones, colocará su boca con firmeza sobre la boca abierta del accidentado (procurando que no haya resquicios) e introducirá poco a poco el aire en los pulmones del accidentado, con una fuerza similar a cuando se infla un globo. El pecho del accidentado subirá.

Básico:
Despejar las vías respiratorias.

Si no entra el aire con facilidad será porque la lengua no despeja suficientemente las vías respiratorias (en cuyo caso habría que subir más el cuello), o porque un objeto puede estar obstruyendo la garganta o la tráquea (en cuyo caso habría que ladear la cabeza del accidentado y darle un golpe fuerte entre los omóplatos para que lo expulse).

Si el accidentado tiene heridas en la boca o esta no puede abrirse, debe introducirse el aire a través de su nariz.

3. Vaciado de los pulmones

Si se insufla el aire de forma adecuada, el accidentado lo expulsará sin necesidad de ayuda, lo que notaremos por el ruido del aire al salir o por la depresión del pecho.

Los pasos 2 y 3 se repiten continuadamente con una frecuencia de 10 a 15 respiraciones por minuto, que es el ritmo normal cuando se respira profundamente.

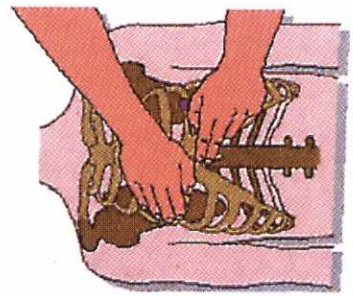
Tras las 10 primeras introducciones de aire, se comprueba si el accidentado tiene pulso en las carótidas (arterias del cuello). Si no lo tiene, se debe comenzar la reanimación cardíaca.

Reanimación cardíaca

Con esta técnica de reanimación se pretende evitar que el cerebro del accidentado se quede sin riego sanguíneo. Para ello, se realiza una compresión rítmica del corazón.

Debe practicarse en casos de pérdida de conocimiento en los que el accidentado no responde, en ausencia de respiración, ausencia de pulso carotídeo y con pupilas dilatadas que no responden a la luz.

El masaje cardíaco debe hacerse simultáneamente a la respiración boca a boca. Esta técnica requiere distintos requisitos en su aplicación:



- El accidentado debe situarse sobre una superficie plana y rígida para que pueda efectuarse la compresión necesaria.
- El accidentado tiene que estar boca arriba y el socorrista de rodillas junto a él.
- El socorrista coloca el talón de su mano izquierda a la altura del tercio inferior del esternón del accidentado y sobre ella, la derecha.
- Presionando verticalmente y hacia abajo con los brazos estirados y perpendiculares al punto de compresión de forma que el esternón descienda de 3 a 5 centímetros, se provocarán las contracciones del corazón.
- El ritmo de compresión será, aproximadamente, de una por segundo.



La compresión se realizará de forma rítmica y vigorosa pero no brutal, evitando la rotura de costillas. Tales fracturas pueden producirse si la presión no se ejerce perpendicularmente, al punto de compresión, o si se hace directamente sobre aquellas.

Cuando haya un solo socorrista, el ritmo de actuación será de 15 compresiones, seguidas por 2 insuflaciones de aire.

Si hay dos socorristas, el ritmo puede ser de 5 compresiones cardíacas por cada insuflación de aire.

3.3. Intoxicaciones



La intoxicación se produce cuando se introduce una sustancia en el organismo del accidentado provocándole lesiones. En tal caso, se requiere una actuación sencilla y rápida sobre él, mientras se le pone en contacto con los servicios médicos.

Las vías de entrada de las sustancias en el organismo pueden ser la respiratoria, la digestiva y la cutánea.

Vía respiratoria

Las intoxicaciones cuya vía de entrada es la respiratoria, tienen lugar cuando se respiran gases, vapores o aerosoles tóxicos, corrosivos, irritantes o cuando el contenido en oxígeno del aire es menor del 18%.

Son especialmente peligrosas, por la rapidez de sus efectos, las intoxicaciones en las que las sustancias tóxicas ingresadas por las vías respiratorias son absorbidas por la sangre. Otros casos, particularmente peligrosos, son la asfixia por falta de oxígeno y cuando los agentes tóxicos sean corrosivos o irritantes.

La secuencia de acciones para la protección del intoxicado sería:

- Alejar al accidentado del origen de las emisiones tóxicas con la mayor rapidez posible.
- Si la fuga de emisores tóxicos persiste, debe cortarse su producción con la ayuda de los equipos de protección adecuados.
- Colocar al accidentado en un lugar bien aireado.
- Vigilar los signos vitales, actuando de acuerdo con lo dicho hasta ahora.
- Identificar el producto que ha inhalado, o al menos, qué productos manipulaba y qué operación estaba realizando en el momento del accidente.
- Actuar de acuerdo con lo previsto en el plan de emergencia.

Vía digestiva

Los accidentes que tienen este origen en un laboratorio son consecuencia de malos hábitos higiénicos, como comer, beber y fumar en el laboratorio o succionar disoluciones con pipeta.

¿Qué debemos hacer con una persona que ha ingerido una sustancia tóxica?

- Identificar el tipo de sustancia ingerida, guardando la etiqueta o una muestra si existen dudas de su identidad.
- Buscar información toxicológica sobre la sustancia. Si no se dispone de ella, recurrir al servicio de información toxicológica, cuyo teléfono debe estar disponible dentro del plan de emergencia.
- Antes de trasladar al accidentado para que reciba atención médica, debe evitarse que la acción del tóxico progrese, realizando alguna (o todas, según el caso) de las acciones siguientes:
  - Interrumpir la absorción del tóxico.
  - Neutralizarlo mediante la aplicación del antídoto.
  - Proteger el estómago con emolientes.
  - Reanimar al intoxicado con tónicos.
  - Trasladarlo rápidamente a un centro sanitario.

Para ***interrumpir la absorción***, lo más sencillo es provocar el vómito.

El vómito puede aplicarse en la mayoría de las intoxicaciones digestivas, excepto cuando el accidentado presente convulsiones, esté inconsciente o la sustancia ingerida sea un hidrocarburo o un tóxico corrosivo como los álcalis. Se provoca tocando la campanilla bucal del accidentado o haciéndole beber agua salada (una cucharada sopera de sal común disuelta en un vaso grande de agua).

Otra forma de evitar la absorción del compuesto tóxico es suministrar al accidentado por vía oral, si está consciente, carbón activado en una disolución acuosa de 40 g/l.

Si la intoxicación es por álcalis, puede suministrarse agua con vinagre o zumo de limón. Cuando es por ácido, agua con bicarbonato.

Para ***neutralizar el tóxico*** se suministra al accidentado un antídoto específico. Conviene que esta tarea sea realizada por los servicios médicos, quienes deberán tener dispuestos los antídotos específicos, correspondientes a los compuestos químicos utilizados más frecuentemente en el laboratorio.

Cuando no se disponga del antídoto específico, puede aplicarse un "antídoto universal", compuesto de dos partes de carbón vegetal o animal en polvo (o, en su defecto, pan muy tostado o quemado), una parte de ácido tánico y otra de óxido de magnesio. La dosis a administrar sería una cucharada sopera disuelta en un vaso de agua caliente.

En la Resolución del Consejo de la Comunidad 90/C 329/03 (publicada en el DOCE, C329 de 31-12-1990), relativa a la mejora de la prevención y del tratamiento de las intoxicaciones agudas en el ser humano, se incluye una lista de antídotos específicos, que resumimos a continuación:

Antídoto	Producto neutralizado
Nitrilo de amilo	Cianuros
4-dimetilaminofenol	
Gluconato de calcio	Ácido fluorhídrico, fluoruros, oxalatos
Dimercaptopropanol	Mercurio inorgánico, arsénico
Oxígeno	Monóxido de carbono, cianuro, ac. sulfhídrico
Ácido mesodimer-captosuccínico	Plomo, arsénico, mercurio inorgánico y orgánico

La ***protección del estómago con emolientes*** se hace con la ayuda de productos que protegen las paredes del estómago de la irritación producida por el tóxico. Se administra después de haber ingerido el antídoto universal o el antídoto específico.

Algunos emolientes naturales pueden ser: leche desnatada, aceite de oliva, mantequilla, puré de patata o agua albuminosa (se prepara batiendo clara de huevo en agua).

La ***reanimación del intoxicado*** se realiza a continuación de los tratamientos anteriores, haciéndole tomar café o té fuertes, abrigándole y tranquilizándole si está excitado, mientras se dispone su traslado al centro hospitalario.

Vía de entrada dérmica

En este caso, la incorporación del tóxico al organismo se hace a través de la piel. La actuación es idéntica al caso de las salpicaduras. Se lava la superficie afectada con agua abundante para arrastrar completamente al tóxico, se observa la evolución del accidentado y se actúa en consecuencia, evacuándolo si es necesario para que reciba atención médica.

Dentro de este apartado se incluyen los casos en los que la entrada se produce a través de heridas o cortes en la superficie de la piel (vía parenteral). El tóxico, al pasar directamente a la sangre, actúa con más rapidez.

3.4. Quemaduras

Quemadura es la destrucción de tejidos producida por causas como el contacto con fuego, calor radiante, materias a gran temperatura, electricidad y productos químicos.

Clasificación de las quemaduras

Las quemaduras se clasifican según la profundidad del tejido lesionado y la superficie afectada.

gravedad por superficie quemada	
Leve	<10%
Grave	10-30%
Muy grave	30-50%
Mortal	>50%

Según ***la profundidad*** alcanzada, las quemaduras pueden ser de primer, segundo y tercer grado.

- Las de primer grado sólo afectan a la capa superficial de la piel (epidermis), produciéndose el enrojecimiento de la zona lesionada.
- Las de segundo grado afectan además a la segunda capa de la piel (dermis superficial) y producen inflamación del tejido y formación de ampollas. Es una lesión dolorosa con pérdida de líquidos en los tejidos.
- Las de tercer grado afectan a todas las capas de la piel. El aspecto de la lesión es de cuero seco, con una coloración blanca o chamuscada. No es dolorosa, ya que se destruyen también los vasos y los nervios.

Regla de los 9
9% Cabeza
9% Extremidad superior
7% brazo
2% mano
18% Extremidad inferior
9% muslo
7% pantorrilla
2% pie
18% Tronco delantero
18% Tronco trasero
1% Genitales

La extensión de los tejidos afectados por las quemaduras se estima aplicando la regla de los nueves, dividiendo el cuerpo humano según la tabla adjunta.

La gravedad de las quemaduras se determina considerando la superficie quemada y la profundidad de tejido destruido. No obstante, se considera más grave una quemadura de primer grado muy extensa que una de tercer grado muy localizada. Las quemaduras que afectan a la cara, las manos, los pies y los genitales tienen especial consideración, de tal forma que, aunque sean de primer grado, se consideran graves.

Normas generales de actuación

¿Qué se debe hacer ante una quemadura?

- Eliminar la causa de la misma; por ejemplo, apagar las llamas, alejar al lesionado del lugar, etc.
- Mantener, si es preciso, los signos vitales del accidentado. Por ejemplo, en casos de incendio suelen presentarse problemas de asfixia por inhalación de humos, etc.
- Examinar el cuerpo del lesionado en busca de hemorragias, shock o fracturas.
- Refrescar la zona quemada aplicando agua y eliminando con mucho cuidado todo aquello que mantenga el calor en la zona afectada (la ropa, por ejemplo). No obstante se arropará al accidentado si tiene temblores.
- Cubrir la zona afectada con vendaje flojo, sábanas, pañuelos, etc.
- Evacuar al accidentado a un centro hospitalario con unidad de quemados y en posición lateral, para evitarle posibles ahogos a consecuencia de vómitos.

¿Qué no se debe hacer ante una quemadura?

- No despegar nada que esté pegado a la piel, como la ropa, etc.
- No enfriar demasiado al accidentado.
- No dejar solo en ningún momento al accidentado.
- No aplicar ningún tratamiento medicamentoso (pomada, cremas, etc.).

- No administrar nada por vía oral (agua, alcohol, infusiones).
- No romper las ampollas de las quemaduras (el líquido que contienen protege de una posible infección).
- No retrasar el transporte al hospital, único sitio donde se puede estabilizar clínicamente al quemado.

¿Debe actuarse siempre de la misma forma ante las quemaduras, sea cual sea la causa que las ha originado?

En principio, las acciones son diferentes según el origen de las quemaduras. Repasemos las actuaciones en los casos de quemaduras por productos químicos, por fuego y por electricidad.

Quemaduras químicas

La acción de los productos químicos es rápida; por ello, la actuación ha de ser, también, lo más rápida posible. En la mayoría de los casos, se aplicará agua en abundancia en la parte afectada, usando duchas de emergencia o lavaojos durante unos 20 minutos. El agua será abundante pero sin presión.

Mientras se está rociando al accidentado, se le quitará todo lo que pueda estar impregnado: ropa, zapatos, accesorios y lentes de contacto (cuyo uso debiera estar prohibido en el laboratorio).

Si se trata de salpicaduras en los ojos, se pueden seguir lavando con un rociador de agua durante la evacuación del accidentado al centro médico. El rociado de ojos debe hacerse manteniéndolos bien abiertos y estirando los párpados hacia el exterior para que el agua penetre debajo. El rociado debe durar, al menos, 15 minutos.

En las quemaduras químicas diluir con agua abundante sin presión.

En cuanto a los productos químicos que reaccionan con agua produciendo productos cáusticos, es preferible aplicar grandes dosis de agua para reducir sus efectos, aunque exista la reacción inicial, si no se dispone de otro medio para neutralizarlos.

Tras la dilución con agua, se procederá de acuerdo con lo dicho en las normas generales de actuación.

Es preciso informar a los servicios médicos sobre el producto que ha ocasionado la quemadura.

Quemaduras por fuego

Las llamas que puedan haber prendido en el accidentado se apagan revolcándole por el suelo o tapándole con una manta, nunca aplicando agua directamente. Con el fuego apagado sí que puede aplicarse un poco de agua para enfriar las zonas quemadas.

A continuación, se aplica la norma general controlando especialmente los signos vitales, ya que es normal la ausencia de respiración en el accidentado cuando ha permanecido en un lugar cerrado y está, también, intoxicado por el humo.

Quemaduras eléctricas

La electricidad produce quemaduras superficiales e internas cuando atraviesa el cuerpo humano. Las lesiones internas son graves, en general,

y no pueden tratarse en el lugar del accidente. Lo único recomendable es el traslado urgente a un centro hospitalario, tras comprobar los signos vitales.

3.5. Heridas

Si no revisten especial gravedad, se actuará de acuerdo con la siguiente secuencia:

1. Lavarse las manos y desinfectarlas con alcohol.
2. Verter un poco de alcohol sobre las pinzas y tijeras que vayamos a utilizar y hacerlas arder durante 10 minutos.
3. Limpiar la herida con agua y jabón, con ayuda de una compresa de gasa, empezando por el centro de la herida y terminando en los extremos.
4. Retirar los cuerpos extraños de la herida con ayuda de las pinzas esterilizadas.
5. Verter mercurocromo sobre la herida y colocar encima una gasa y un apósito. Si la herida no sangra y no hay riesgo de que entre en contacto con otras sustancias, se puede dejar al aire libre.

Cuando la herida reviste gravedad, lo mejor es cubrirla con un apósito estéril o un pañuelo lo más limpio posible y trasladar de inmediato al herido a un centro asistencial.

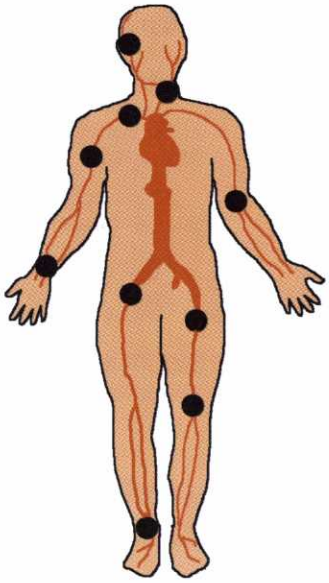
3.6. Hemorragias

Llamamos hemorragia a la pérdida de sangre por una arteria o vena importante. Cuando la sangre es roja y sale de forma intermitente, procede de una arteria. En cambio, cuando lo hace de forma continua y es oscura, procede de una vena.

Las heridas graves no deben tocarse, hay que cubrirlas y trasladar al accidentado.

Las hemorragias venosas se cohíben ejerciendo una compresión directa o aplicando un vendaje compresivo consistente en colocar sobre la herida una gasa estéril y una capa de algodón o celulosa y presionar mediante unas vueltas de venda.

En las hemorragias arteriales hay que realizar preferentemente la compresión en alguno de los puntos indicados en el esquema y, en último caso, el torniquete.



Puntos de compresión

Los torniquetes se colocan siempre al comienzo de las extremidades y nunca en puntos intermedios como antebrazos, piernas o muñecas. Deben aflojarse cada 10 minutos.

La extremidad afectada se mantendrá elevada. En las heridas en los dedos se puede hacer un vendaje compresivo aunque la hemorragia sea arterial.

3.7. Fracturas

Fractura es la rotura de un hueso provocada por un traumatismo.

¿Qué se debe hacer cuando suponemos que hay una fractura?

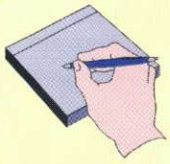
Supondremos que existe fractura si hay dolor intenso, está deformada la parte afectada o no puede hacerse algún movimiento. En caso de duda se actuará como si hubiese fractura.

Si no hay herida, deberemos inmovilizar la parte afectada evitando que se muevan las articulaciones próximas, tanto por encima como por debajo. La ligadura **no se situará nunca sobre el punto de fractura.**

Si hay herida colocaremos sobre ella un vendaje sin tocar los extremos óseos, abortaremos la hemorragia e inmovilizaremos el lugar donde esté la fractura.

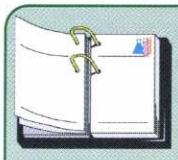
Lo que no debe hacerse es:

- Levantar al lesionado.
- Hacerle andar.
- Transportarle sin inmovilizar la parte afectada.
- Intentar corregir la deformidad.



ACTIVIDADES

4. Si observas a un compañero inconsciente, ¿cuál sería la secuencia operativa de las etapas descritas a continuación? Justifícalas.
a) Comprobar los signos vitales.
b) Pedir ayuda.
c) Asegurarse de que no hay peligro para el accidentado ni para el socorrista.
d) Trasladarlo para que reciba asistencia sanitaria.



RECUERDA:

- **Los primeros auxilios son una técnica reparadora que evita la gravedad de las consecuencias de las lesiones.**

- **La secuencia de actuación debe ser:**
  - **Protección. Comprobar que no permanece el riesgo para los intervinientes.**
  - **Aviso. Se solicita ayuda para las etapas posteriores.**
  - **Reconocimiento de signos vitales en la víctima. En su ausencia, se hará una respiración cardiovascular, con la técnica del boca a boca y la reanimación cardiaca.**
  - **Atender las lesiones de intoxicaciones, quemaduras, fracturas o heridas.**
  - **La intoxicación requiere una acción rápida para neutralizar la acción del tóxico, dependiendo de la vía de entrada.**
  - **Las quemaduras se tratan refrescando la zona afectada, lavándola (quemadura química) o cubriéndola (quemadura térmica).**
  - **Las heridas, tras limpiarse, se desinfectan. Si hay hemorragia se realiza una compresión sobre arterias o venas.**
  - **La fractura se trata inmovilizando la parte afectada.**
  - **Se pone al accidentado bajo atención médica.**

4. Orden y limpieza en el trabajo

El orden y la limpieza, como técnicas operativas de seguridad, son las medidas y las actuaciones que se llevan a cabo para reducir accidentes originados por la suciedad y el desorden (aunque muchas veces atribuidos a otras causas). Su puesta en práctica es simple: consiste en cuidar que nuestro puesto de trabajo esté permanentemente limpio y ordenado.

El orden y la limpieza mejoran las condiciones del trabajo.

Además, el orden y la limpieza influyen en la eficiencia en el trabajo, ya que mejoran ostensiblemente sus condiciones.

4.1. Normas básicas para mantener el orden y la limpieza

Orden en el almacenamiento. Hay que tener en cuenta la estabilidad de los apilamientos, su altura, el emplazamiento idóneo de los materiales, el buen estado de los embalajes y el manejo de los materiales pequeños, utilizando recipientes de contención apilables y manejables.

Orden en el material de desecho. Es necesario prever los residuos que se generarán en las distintas actividades y utilizar sistemas cerrados de recogida en los que la retirada sea selectiva en función del lugar donde se produzcan los desperdicios, desechos, embalajes, etc., y de su destino final. Cada residuo debe tener su lugar y evitar que se encuentren esparcidos por el puesto de trabajo.

Recogida de derrames. Son causas frecuentes de resbalones e incendios, sobre todo en las zonas de acceso y de paso. Deben revisarse las máquinas que pierdan aceite, disponiendo mientras tanto de recipientes adecuados para recogerlo.

Herramientas. Toda herramienta debe tener un lugar para ser almacenada dependiendo de la frecuencia de su utilización y del ambiente en el puesto de trabajo.

Señalización. Aunque las señales de peligro constituyen una técnica operativa diferente de la que tratamos aquí, la señalización adecuada en muchos lugares de trabajo está asociada al orden y la limpieza de los mismos, como por ejemplo:

- Señalización mediante pintura en el suelo de los límites de almacenamiento de materiales.
- Delimitación de espacio libre alrededor de las máquinas para que el trabajador que las utilice se desenvuelva cómodamente.
- Empleo de pintura roja en los equipos móviles para que el personal advierta su presencia.

Mantenimiento de espacios libres. Despejando el paso y permitiendo acceder rápidamente a cualquier punto de trabajo, tomar las prendas de protección o utilizar las salidas de emergencia.

4.2. Instrucciones de orden y limpieza en el laboratorio

- Mantén limpio el puesto de trabajo y recoge de forma rápida y del modo adecuado todos los vertidos que se produzcan.

- Almacena todos los productos químicos según las instrucciones recibidas y utiliza etiquetas para permitir su identificación rápida y segura.

- Mantén limpio todo el material que utilices para manejar o almacenar productos químicos.

- Deja los procedimientos analíticos, los de preparación de soluciones y los procedimientos normalizados de trabajo en el lugar destinado para ello.

- Devuelve los reactivos a su lugar de almacenamiento inmediatamente después de su utilización.

- Retira el material usado al lugar adecuado dejándolo en las condiciones previstas.

Hay que mantener siempre limpio y ordenado el puesto de trabajo.



RECUERDA:

- **El orden y la limpieza contribuyen a reducir el número de accidentes, mejoran las condiciones de trabajo y suponen un aumento de eficiencia.**
- **El orden se debe aplicar en los materiales y útiles de trabajo, en los productos almacenados y en la señalización adecuada.**
- **La limpieza se aplica en la recogida de derrames, en el empleo de medios de eliminación para los distintos residuos y en el mantenimiento de las instalaciones.**

5. Resguardos y dispositivos de seguridad

Son elementos utilizados para eliminar o disminuir las condiciones peligrosas existentes en máquinas, equipos e instalaciones, con el fin de evitar accidentes.

Cuando en la fase de proyecto se diseñan los medios de producción, deben preverse los resguardos y dispositivos, seleccionando en primer lugar aquellos sistemas que actúen en la etapa preventiva o de precontacto. Si esto no fuera posible, se instalarán sistemas que eviten las consecuencias.

5.1. Protección de máquinas

Los sistemas de protección de las máquinas han dejado de ser criterios particulares de sus fabricantes para quedar recogidos en disposiciones legales. Los fabricantes deben tener en cuenta tales disposiciones para que sus máquinas incorporen las protecciones adecuadas y puedan ser homologadas. Por otra parte, los usuarios deberán utilizarlas y mantenerlas de acuerdo con disposiciones legales de protección de máquinas tales como:

PROTECCIÓN DE MÁQUINAS
- Descripción de los peligros
- Principios básicos de medidas preventivas
- Prevención intrínseca
- Protección
- Advertencias
- Disposiciones suplementarias

– La Directiva 89/392/CEE sobre seguridad en máquinas.
– El Reglamento de seguridad en máquinas, Real Decreto 1.495/1986.

La Directiva y el Reglamento están siendo desarrollados en nuestro país de forma homóloga a la normativa europea tanto por el Ministerio de Industria y Energía como por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, por AENOR (Asociación Española de Normalización) y por el CEN (Centro Europeo de Normalización).

Los principios básicos de protección de máquinas se unifican y estudian según se refleja en el cuadro adjunto.

Descripción de los peligros

El análisis de seguridad de una máquina implica el estudio sistemático de su peligrosidad y la selección de las medidas de prevención más idóneas a adoptar.

La peligrosidad se estudia haciendo un análisis de los peligros y valorando los riesgos. Veamos un esquema:

ANÁLISIS DE LOS PELIGROS	
Mecánicos	Aplastamiento Cizallamiento Corte Atrapamiento Impacto Fricción-abrasión Proyección de fluido
Eléctricos	Contactos eléctricos Cortocircuitos Choques eléctricos
Térmicos	Quemaduras Incendios Explosiones Ambiente cálido y frío
Ruidos-Vibraciones	Niveles sonoros Exposiciones
Radiaciones	Radiaciones ionizantes Arcos de soldadura Campos electromagnéticos Láseres
Higiénicos	Contacto y/o inhalación con materiales peligrosos
Defectos ergonómicos	Inadaptación máquina-hombre

Una vez analizados los distintos tipos de riesgo, se valoran teniendo en cuenta lo siguiente:

- La probabilidad de que el peligro pueda materializarse, relacionada con la exposición al peligro: frecuencia de acceso a la zona peligrosa, tiempo de estancia en ella, facilidad del error, etc.
- La gravedad previsible del daño que pueda producirse, cuya valoración depende de muchos factores, aunque se tendrá en cuenta el daño más grave que sea previsible.
- Los costes se introducen en el balance económico teniendo en cuenta, además del nivel de seguridad, los costes de la fabricación y de las medidas de seguridad y la facilidad para realizar las labores de mantenimiento.

5.2. Tipos de medidas de seguridad

Las medidas de seguridad relacionadas con las máquinas son de dos tipos distintos aunque pueden complementarse.

Hay medidas que pueden considerarse *integradas* en las máquinas, específicas para cada una de ellas.

Otras, son independientes de las máquinas y, aunque conviene aplicarlas, no ha de hacerse de forma exclusiva, ya que son insuficientes. Con este tipo de medidas, se actúa sobre el individuo: formación, mantenimiento preventivo, utilización de las prendas de protección personal, etc.

Medidas de seguridad integradas

Las medidas de seguridad integradas en las máquinas poseen diferentes niveles de seguridad. Es posible adoptar al mismo tiempo en una máquina diferentes medidas de seguridad que actúen de forma complementaria e independiente. Veamos algunas medidas con niveles de seguridad decreciente:

1. **Medidas de prevención intrínseca**

Evitan un buen número de posibles peligros o reducen los riesgos de la máquina minimizando determinados factores de riesgo en su diseño. Algunas medidas intrínsecas son: aplicar mecanismos seguros, emplear materiales adecuados para las condiciones de utilización, disponer de dispositivos de enclavamiento de acción mecánica positiva, etc.

Las medidas de prevención intrínseca se consideran aplicadas también cuando se reduce la exposición del trabajador a aquellos peligros que no han podido ser eliminados, como por ejemplo la ubicación del área de trabajo fuera de zonas peligrosas.

Las medidas de prevención intrínseca se aplican en la fase de diseño.

2. **Medidas de protección contra los peligros que no es posible evitar o reducir en la fase de diseño**

Las medidas de protección son resguardos, defensas y dispositivos de protección. Los resguardos y defensas actúan encerrando o evitando el acceso a los puntos peligrosos.

Los resguardos fijos son las medidas de protección más sencillas de llevar a la práctica, siempre que no sea preciso un acceso continuado a la zona de peligro.

Los resguardos pueden ser de los siguientes tipos:

- Envolventes, cuando cubren totalmente las zonas peligrosas.
- Fijos, cuando carecen de partes móviles.
- Distanciadores, si impiden el acceso directo a las zonas de peligro.
- Con enclavamiento, cuando disponen de partes móviles conectadas a mecanismos que impiden que la máquina actúe cuando el resguardo está fuera de uso.

Los dispositivos de protección son adecuados para proteger zonas peligrosas de muy fácil acceso debido a la frecuencia de su utilización. Pueden ser:

- Sensibles, en los que la máquina pasa a condición de seguridad cuando se invade la zona de peligro.
- Residuales de inercia, cuando el resguardo no puede quitarse mientras dure el movimiento de la máquina o ésta se encuentre en condiciones de riesgo.
- Mando a dos manos, cuando el trabajador necesita emplear ambas manos para que la máquina siga en movimiento.

3. Advertencias

Es todo sistema mediante el que se informa al usuario de los peligros. Es una medida de protección complementaria a las anteriores y utilizada cuando no hay posibilidad de una protección total.

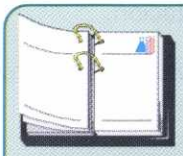
Las advertencias pueden ser de varias formas. Las mas usuales son:

- Libro de instrucciones.
- Instrucciones técnicas.
- Planos y esquemas.
- Marcas y signos donde se sitúan las advertencias o se destacan los puntos peligrosos.
- Señales ópticas y visuales.

4. Disposiciones suplementarias

Se agrupan bajo esta denominación a todas las medidas de emergencia que se utilizan independientemente a las condiciones de trabajo de la máquina. Se usan, como último recurso, cuando las demás medidas no tienen aplicación, aunque suelen ser complementarias a aquellas. Las más conocidas son:

- Accesorios incorporados en las máquinas para facilitar su mantenimiento.
- Dispositivo de parada de emergencia, para llevar a la máquina a condiciones de seguridad aplicable cuando fallan otros dispositivos de seguridad.
- Dispositivos de rescate de personas, para poder liberar a personas atrapadas en el interior de determinadas máquinas en las paradas de emergencia.



RECUERDA:

- **Los resguardos y dispositivos de seguridad son elementos incorporados en los equipos que eliminan o disminuyen sus condiciones peligrosas.**
- **Se analizan los riesgos de las máquinas, se valoran y se aplican medidas de seguridad.**
- **Hay medidas integradas en los equipos, o de prevención intrínseca, tales como dispositivos de enclavamiento y de protección, como los envolventes.**
- **Hay medidas de protección independientes de los equipos como las advertencias o los dispositivos de parada.**

6. Mantenimiento preventivo y predictivo

¿Por qué se considera al mantenimiento una técnica operativa de seguridad?, ¿qué ventajas tiene el mantenimiento preventivo sobre el correctivo?

El mantenimiento preventivo tiene por objeto la revisión sistemática del estado de los equipos y de las instalaciones, definiendo los puntos críticos a revisar y programando su revisión con la frecuencia que se considere oportuna.

Los equipos e instalaciones del laboratorio deben tener un mantenimiento preventivo.

Los fallos técnicos en los procesos e instalaciones, pueden producir pérdidas, tanto a los trabajadores como a la propiedad. Por eso podemos considerar al mantenimiento preventivo como una técnica preventiva, ya que pretende evitar tales fallos.

Este tipo de mantenimiento sustituye al mantenimiento correctivo que va reparando los fallos en los equipos y maquinaria según se van produciendo.

Esta actividad preventiva evita, en muchas ocasiones, el accidente por "contacto" y elimina las pérdidas que representan las interrupciones de fabricación.

Con el mantenimiento preventivo se puede conseguir:

- Disminuir las interrupciones en el proceso de fabricación.
- Aumentar la protección de las instalaciones y la seguridad del personal.
- Cumplir con las normas legales que obligan a inspecciones periódicas en equipos e instalaciones.
- Reducir el tiempo en los paros por mantenimiento al ser operaciones previstas.
- Efectuar las reparaciones cuando sea más conviente para el programa de producción.
- Reducir el coste total de las interrupciones y de las reparaciones.
- Mejorar la gestión de mantenimiento al poder prever las necesidades de personal y de trabajo a realizar.
- Tener una información puntual sobre la situación de las partes críticas de máquinas y equipos.

- Optimizar los stocks de repuestos al tiempo de utilización.

¿Qué debemos tener en cuenta en un programa de mantenimiento preventivo?

1. Planificar las revisiones

- Identificar las partes críticas y equipos a revisar.
- Fijar el tipo de verificación a realizar y qué trabajador va a realizarla.
- Fijar la frecuencia de la revisión para cada verificación.
- Informar a la línea de mando del resultado.

2. Programar los trabajos

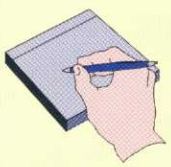
- Fijar un orden de prioridades en los trabajos.
- Determinar las actividades de cada programa, los tiempos necesarios y los trabajadores precisos para cada actividad.
- Prever el instrumental necesario e informar de los trabajos a realizar.
- Prever los costes de las actividades.

3. Registrar y archivar la documentación técnica utilizada

- Disponer del plano de distribución de los equipos y de la maquinaria en la fábrica y los detalles parciales de la red de servicios y fuentes de energía.
- Disponer de las características técnicas de las máquinas, equipos e instalaciones.
- Confeccionar listas de repuestos de cada equipo.
- Disponer de la relación de los aspectos críticos que conllevan riesgos.
- Registrar las reparaciones efectuadas y sus fechas.

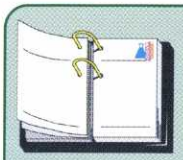
El mantenimiento predictivo consiste en hacer comprobaciones sobre las máquinas cuando están en funcionamiento, que nos permitan detectar cuándo será necesaria la reparación o sustitución de algunas piezas. Es útil para aquellas máquinas grandes y costosas que, por sus características, tienen muy pocas averías y en las que la mayor parte de las piezas resisten su período de vida.

Con el mantenimiento predictivo se reduce considerablemente el tiempo dedicado al mantenimiento, pero necesita para su aplicación personal e instrumentación especializados.



ACTIVIDADES

5. *El mantenimiento preventivo es aquel que tiene por objeto:*
a) Prever el momento en que un elemento crítico puede desgastarse.
b) Conocer la situación de los equipos revisados.
c) Programar las correcciones y las revisiones de los equipos.
d) Programar la reparación de las averías que se producen.



RECUERDA:

- **El mantenimiento preventivo consiste en la revisión sistemática del estado de los equipos e instalaciones, según un programa de definición y revisión de los puntos críticos.**
- **Es una técnica preventiva, ya que evita muchos fallos en los equipos que producen condiciones peligrosas.**
- **El mantenimiento predictivo consiste en comprobar el funcionamiento de las máquinas para detectar así el momento de la reparación o sustitución de algunos de sus elementos.**

ANEXO. Significado de las señales de seguridad

SEÑALES DE PROHIBICIÓN

SEÑAL DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	APLICACIÓN
	Prohibido fumar	En todas aquellas zonas y lugares de trabajo donde exista riesgo de incendio o explosión.
	Prohibido apagar con agua	Donde existan materiales que reaccionen con el agua violentamente o desprendan gases peligrosos o inflamables, exista riesgo de choque eléctrico o no sea el agua adecuada como agente.
	Prohibido fumar y llamas desnudas	En todas aquellas zonas y lugares de trabajo donde exista riesgo de incendio y explosión.
	Agua no potable	En todos los grifos y salidas de agua no adecuada para el consumo humano.
	Prohibido pasar a los peatones	En todos los lugares de acceso que ofrezcan riesgo de atropello o de instalaciones que necesiten autorización expresa de paso.

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SEÑAL DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	APLICACIÓN
	Protección obligatoria de las vías respiratorias	En todas aquellas zonas e instalaciones donde exista riesgo de inhalación de gases, vapores o polvos tóxicos, neumoconióticos, molestos o irritantes, o se prevea o exista deficiencia de oxígeno.
	Protección obligatoria de cabeza	Donde exista posibilidad de caída de objetos y/o golpes contra instalaciones fijas a la altura de la cabeza.
	Protección obligatoria de la vista	En trabajos con posibilidad de proyección de partículas, radiaciones, salpicadura de productos químicos; también, en trabajos sobre instalaciones eléctricas.
	Protección obligatoria de las manos	En trabajos con riesgos de cortes, abrasión, temperatura excesiva, productos químicos cáusticos, ácidos, disolventes, grasas, etc. No deben usarse al trabajar con máquinas rotativas, como tornos y taladros.
	Protección obligatoria de los pies.	En trabajos con posibilidad de caída de objetos pesados a los pies y pinchazos. En trabajos eléctricos serán aislantes. En trabajos químicos serán resistentes a éstos.
	Protección obligatoria del oído	En lugares de trabajo o instalaciones incluso en exterior, con nivel de ruido superior al máximo permitido.

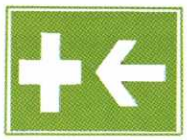
SEÑALES DE ADVERTENCIA

SEÑAL DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	APLICACIÓN
	Riesgo de materiales inflamables	En todos aquellos lugares donde existan materiales inflamables (almacenes, instalaciones).
	Riesgo de materias explosivas	En todos aquellos lugares donde se trabaje con materiales que puedan explotar o puedan desprender gases inflamables.
	Riesgo de material radiactivo	En instalaciones donde se manipule o almacene material radiactivo. Instalaciones y aparatos que produzcan radiaciones ionizantes.
	Riesgo de cargas suspendidas	En las zonas de alcance de aparatos de elevación y transporte de cargas (grúas, torre, puentes-grúa).
	Riesgo de intoxicación. Sustancias tóxicas	Donde exista posibilidad de desprendimiento o contacto con sustancias tóxicas.
	Riesgo de corrosión Sustancias corrosivas	Donde exista posibilidad de contacto con sustancias corrosivas.
	Riesgo eléctrico	En los accesos a instalaciones eléctricas y sobre cuadros de maniobra y mando, así como en las zonas de las máquinas donde puedan producirse contactos peligrosos.

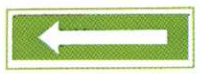
SEÑALES DE ADVERTENCIA (Cont.)

	Peligro indeterminado	En las zonas donde exista un riesgo particular no indicado de otra manera.
	Radiaciones láser	En las zonas de acceso y utilización de máquinas que produzcan rayos láser.
	Carretillas de manutención	En los lugares de acceso a zonas donde se utilicen carretillas para el transporte y apilado de materiales.

SEÑALES DE SALVAMENTO

SEÑAL DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	APLICACIÓN
	Equipo de primeros auxilios	Señalización de los armarios de los botiquines y equipos de primeros auxilios (camillas, resucitadores, etc.) o en las puertas de los dispensarios.
	Localización de primeros auxilios	Indicación de los equipos de primeros auxilios (dispensario, botiquín, cama, etc.) colocada sobre el lugar en que estén ubicados.
	Dirección hacia primeros auxilios	Indicación de la dirección a seguir hasta un equipo de primeros auxilios.

SEÑALES DE SALVAMENTO (Cont.)

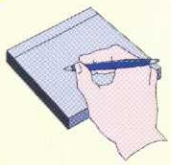
	Localización salida de socorro	Situar sobre cada una de las salidas de socorro.
	Dirección hacia salida de socorro	Indicación de la dirección a seguir para alcanzar la salida de socorro más próxima.
	Dirección de socorro	Indicación del camino a seguir para salir al exterior, a un lugar seguro o a una salida de socorro.
	Dirección hacia ducha de socorro	Indicación de la dirección a seguir para encontrar la ducha de socorro más próxima.
	Localización ducha de socorro	Situar sobre el lugar donde podemos encontrar duchas de socorro.
	Camilla de socorro	Señalización de los lugares donde pueden encontrarse camillas de socorro.

SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

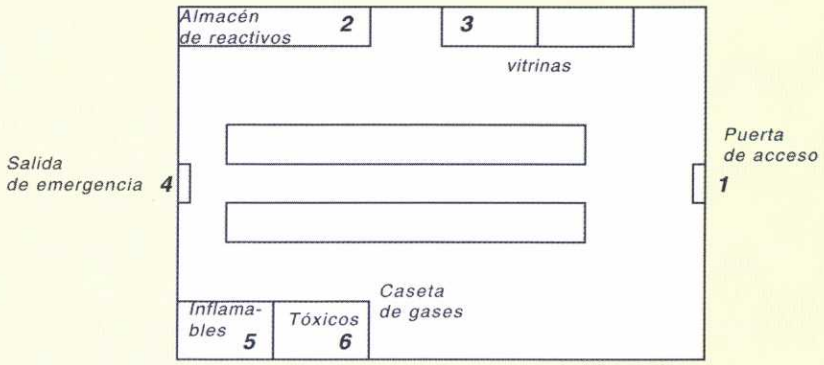
SEÑAL DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	APLICACIÓN
	Avisador de alarma	Indica la situación de pulsadores u otros dispositivos que transmitan la alarma hasta un puesto de control.
	Material contra incendios	Indica la situación de un conjunto de materiales de lucha contra incendios.
	Boca de incendios equipada	Indica la situación de una boca de incendio equipada; se situará próxima a la misma.
	Extintor de incendios	Indica la situación de un extintor de incendios, se situará próxima al mismo.
	Dirección hacia el equipo contra incendios (*)	Indica, sola o conjuntamente con la señal correspondiente, la dirección en que se encuentran los equipos de lucha contra incendios.

(*) Nota: No confundir la señal de indicación de un equipo de lucha contra incendios o de algún medio de alarma con otra idéntica pero con el fondo de color verde que indica dirección hacia una vía de evacuación.

Actividades de heteroevaluación



h4.1. *En el esquema del laboratorio adjunto, coloca señales de seguridad en los puntos mencionados.*



h4.2. *Diferencia el tipo de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, que aplicarías en distintas actividades del laboratorio. Para ello indica un ejemplo de cada uno de los casos.*

h4.3. *¿En qué ocasiones te parecen correctas las siguientes actuaciones con un accidentado?*

a) Trasladarlo a un sitio tranquilo.
b) Aplicarle la respiración boca a boca.
c) Tranquilizarlo.
d) Quitarle la ropa que lleva.

Formación Profesional a Distancia

UNIDAD 5

Departamentos e instalaciones del laboratorio

Seguridad y ambiente químico en el laboratorio

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN PERMANENTE

CENTRO PARA LA INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

Coordinación:
Carlos Ferrer Muñoz

Autor:
Víctor Bueno Bernal

Comisión de Seguimiento Técnico del CIDEAD:
Aurelio Gómez Feced (Director)
Luis Salcedo Sigüenza (Coordinador)
Félix García Zarcero
Ángel Millanes Moreno

Diseño y maquetación:
Julio Morales Villasevil



© MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y PROMOCIÓN EDUCATIVA

Edita: SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA: Centro de Publicaciones

NIPO: 176-99-150-6
ISBN: 84-369-3316-8
Depósito Legal: M-6912-2000
Imprime: Grupo Industrial de Artes Gráficas
Ibersaf Industrial, S. L.

Unidad 5
Departamentos e instalaciones del laboratorio

Autor:

Víctor Bueno Bernal

Índice

Presentación de la unidad 6

1. Áreas de un laboratorio. Características 7
1.1. Requisitos de los espacios de un laboratorio 7
1.2. Compartimentación de los laboratorios 8
1.3. Ubicación del laboratorio 9
1.4. Cuarto de balanzas y equipos instrumentales 9
1.5. Almacén de reactivos 10
1.6. Área de almacenamiento de gases (Caseta de gases) 11
1.7. Vitrinas extractoras de gases 13
1.8. Elementos de actuación y protección 14

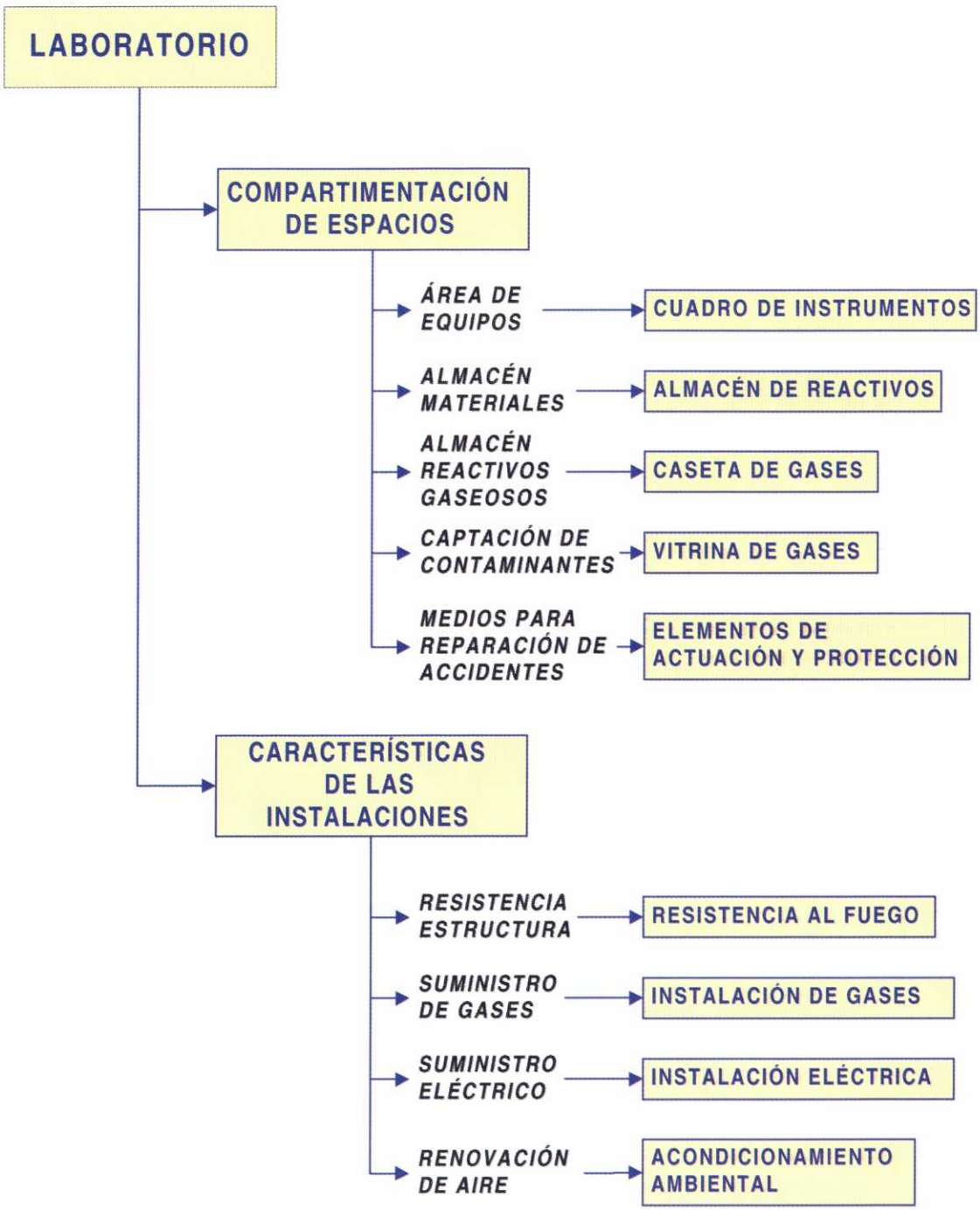
2. Resistencia al fuego (RF) 16

3. Instalación eléctrica 18
3.1. Cuadro general de la instalación eléctrica 18
3.2. Circuitos de corriente 20

4. Instalación de gases 21
4.1. Conexiones y manorreductores 22
4.2. Tuberías 23
4.3. Central de gases 23

5. Acondicionamiento ambiental del laboratorio 25

Actividades de heteroevaluación 26


LABORATORIO
COMPARTIMENTACIÓN DE ESPACIOS
ÁREA DE EQUIPOS
CUADRO DE INSTRUMENTOS
ALMACÉN MATERIALES
ALMACÉN DE REACTIVOS
ALMACÉN REACTIVOS GASEOSOS
CASETA DE GASES
CAPTACIÓN DE CONTAMINANTES
VITRINA DE GASES
MEDIOS PARA REPARACIÓN DE ACCIDENTES
ELEMENTOS DE ACTUACIÓN Y PROTECCIÓN
CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES
RESISTENCIA ESTRUCTURA
RESISTENCIA AL FUEGO
SUMINISTRO DE GASES
INSTALACIÓN DE GASES
SUMINISTRO ELÉCTRICO
INSTALACIÓN ELÉCTRICA
RENOVACIÓN DE AIRE
ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL

Las condiciones de espacio y de ambiente de trabajo en el que se desarrolla la actividad del laboratorio tienen una traducción directa en la prevención de los accidentes. Puesto que la siniestralidad está relacionada con las deficiencias de diseño de los puestos de trabajo, deben incorporarse, en el desarrollo del proyecto, las medidas preventivas adecuadas que hagan más seguras las actividades laborales.

Los laboratorios son unas instalaciones cuyas peculiaridades han de considerarse especialmente en su diseño, por una serie de características como:

Manipulación de productos peligrosos.
Existencia de recipientes a presión.
Altas temperaturas.
Manipulación de material frágil.
Almacenamiento de sustancias químicas.
Existencia de llama viva.

Estas características potencian los riesgos normales de las instalaciones eléctricas, instalación de gases, focos de incendio y utilización de sustancias químicas. Se requiere la fragmentación del laboratorio en áreas diferenciadas donde queden acotados los riesgos y puedan llevarse a cabo las medidas de prevención necesarias.

Así, en el momento en que entres en un laboratorio para la realización de tu trabajo, podrás relacionar cada departamento de tu lugar de trabajo, laboratorio, con sus riesgos intrínsecos, lo que te ayudará a conocer y valorar todas aquellas prevenciones que sean necesarias en cada una de estas áreas.

Al finalizar el estudio de esta unidad serás capaz de:

Identificar las diferentes áreas del laboratorio.

Reconocer los requisitos ambientales para cada área de trabajo.

Describir los elementos de las instalaciones.

1. Áreas de un laboratorio. Características

En muchos laboratorios se realizan gran cantidad de actividades muy similares y, sin embargo, sus espacios están distribuidos de forma distinta. ¿Qué requisitos se tienen en cuenta en la ubicación y distribución de espacios de un laboratorio?

Dependiendo de su tamaño y de sus líneas de trabajo, los laboratorios se dividen en zonas especializadas en actividades muy diversas. Es habitual encontrar áreas donde se ubican los instrumentos, se sitúan las balanzas, se almacenan los reactivos, se guardan los recipientes con gases a presión, etc.

A pesar de poseer características tan diferentes a cualquier otro tipo de instalacion, no hay ninguna normativa específica exigible sobre la ubicación y estructura de los mismos.

1.1. Requisitos de los espacios de un laboratorio

¿Qué características exige la legislación a los laboratorios?

Los requisitos mínimos de espacio de un laboratorio se recogen en la OGSHT.

La legislación aplicable es la que, de forma general para todas las actividades laborales, se recoge en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OGSHT), y las normativas específicas existentes en materias tales como recipientes a presión, almacenamiento de productos químicos y etiquetado de sustancias, entre otras.

Así, las condiciones generales que debe tener un laboratorio, según la ley, son las mismas que las de cualquier otro centro de trabajo y que se detallan en el capítulo primero del título II de la OGSHT. También es aplicable de forma específica la norma NBE-CPI/96, "Condiciones de protección contra incendios en los edificios", que contiene algunas indicaciones sobre los laboratorios en centros docentes.

El laboratorio cumplirá los siguientes requisitos mínimos:

- Tres metros de **altura**, desde el piso al techo.
- Cinco metros cuadrados de superficie construida por alumno en laboratorios de uso docente.
- Dos metros cuadrados de **superficie libre** por cada trabajador.
- Diez metros cúbicos de **volumen** por cada trabajador.
- Los **pasillos** tendrán que ser apropiados al número de trabajadores que han de circular por ellos y a los materiales que han de ser movilizados. En todo caso, los pasillos principales tendrán una anchura mínima de 1,20 metros y un metro los secundarios.
- La **separación entre máquinas** y otros aparatos será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo, no siendo inferior a 0,80 metros en caso alguno.
- Alrededor de los hornos, calderas o cualquier otra máquina o aparato que sea un **foco radiante de calor**, se dejará un espacio libre no menor de 1,50 metros.

Otras condiciones hacen referencia al **pavimento**, que debe ser homogéneo, llano y liso sin soluciones de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza.

El número y dimensiones de **puertas** y **salidas** también está regulado en la OGSHT. La anchura mínima será de 1,20 metros cuando no haya más de 50 trabajadores. Las puertas de salida tendrán el acceso visible y debidamente señalizado, permaneciendo siempre libre de obstáculos.

En otros artículos de la norma se detallan los requisitos que ha de reunir el lugar para el **almacenamiento de recipientes a presión**, así como las precauciones en su manipulación, aunque para este apartado existe legislación específica que puede ser aplicada.

1.2. Compartimentación de los laboratorios

¿Qué es el laboratorio?, ¿qué recintos deben formar parte del laboratorio?, ¿conviene separar las áreas dedicadas a distintas actividades?

Llamaremos ***laboratorio*** a ***todo local en el que se manipulen o utilicen productos químicos, o muestras biológicas con el fin de realizar investigación o análisis***.

Esta denominación incluye a todos los recintos o locales que sean utilizados habitualmente por el personal adscrito al laboratorio, excluyendo los que puedan ser visitados por personal ajeno al mismo, como oficinas, comedores, aseos u otros departamentos.

Hay espacios dedicados a tareas tan diversas y con características tan diferentes que deben estar separados físicamente, como por ejemplo:

- El área de las balanzas, que necesita unas condiciones ambientales muy estables y ausencia de corrientes de aire.
- El área de equipos instrumentales, equipada con una instrumentación electrónica tan sensible que podría verse dañada por los vapores corrosivos emanados en otras partes del laboratorio.
- El área de almacenamiento de reactivos, que no debe estar cerca de fuentes de calor. Si son inflamables, la instalación eléctrica debe ser de seguridad especial, según la cantidad de reactivos almacenados.
- El área del laboratorio donde se realizan las operaciones básicas es una zona en la que se acumulan todos los riesgos: manipulación de productos, instalaciones eléctricas y de gases, equipos con desprendimiento de calor, etc.
- Los gases almacenados en recipientes a presión, que tienen que estar alejados de fuentes de calor y de zonas de paso.
- El área de las campanas de extracción, que necesita unas condiciones especiales en la instalación eléctrica. Además, es allí donde se produce la mayor contaminación del ambiente del laboratorio.

Cada espacio del laboratorio necesita de requisitos diferentes. Por ello debe compartimentarse.

En resumen, los laboratorios deben tener perfectamente diferenciados sus distintos departamentos o áreas, ya que cada uno tiene riesgos y prevenciones característicos. La separación entre los departamentos debe permitir:

- Centralizar todos los servicios de agua, gas y electricidad, para permitir una acción más efectiva en caso de emergencia.
- Diseñar los sistemas de extracción y acondicionamiento de aire más adecuados para cada departamento.
- Controlar con más facilidad las áreas de mayor riesgo.
- Organizar el sistema de eliminación de residuos y la red de drenajes.
- Separar las zonas de mayor riesgo de otras de menor riesgo.
- Detectar y extinguir con más facilidad posibles incendios.
- Dificultar la propagación de un incendio.
- Facilitar la evacuación ante situaciones de emergencia.

1.3. Ubicación del laboratorio

Los laboratorios deben ser independientes de otros recintos.

No está permitida la instalación de laboratorios en edificios de viviendas, oficinas o locales públicos, a excepción de los centros hospitalarios y de enseñanza.

La instalación de laboratorios en edificios dedicados a otras actividades conlleva determinados problemas en lo referente a desagües, ventilación y evacuación en caso de incendio y emergencia, que dependen de su ubicación dentro de cada edificio.

En la siguiente tabla resumimos las ventajas e inconvenientes que se observan para distintas situaciones:

	Ventajas	Inconvenientes
Edificio alto Planta alta	Sistema de extracción económico Lenta propagación del fuego en el edificio	Evacuación difícil del laboratorio Mayor peligro de contaminación Escapes incontrolados a plantas inferiores Difícil evacuación de residuos Dificultad en el aprovisionamiento
Edificio alto Planta baja	Fácil evacuación del personal Fácil eliminación de residuos Fácil aprovisionamiento	Largos y costosos sistemas de extracción Los riesgos de fuego y humo se propagan hacia arriba Difícil evacuación de las plantas altas
Edificio de una planta	Fácil evacuación para emergencias Fácil almacenamiento independiente Adaptación al entorno	Ocupan más espacio Comunicaciones alejadas

1.4. Cuarto de balanzas y equipos instrumentales

Las condiciones necesarias en un cuarto de balanzas dependen del tipo de balanzas que se encuentren en el mismo. Existen cuatro tipos, macro (e = 0,1 mg), semimicro (e = 0,02 mg), micro (0,002 mg) y ultramicro (e = 0,0002 mg), que exigen determinadas características en el acondicionamiento del local.

Las corrientes de aire se evitan habilitando una sola puerta de acceso y un sistema de cierre pausado. Para balanzas de gran precisión, es conveniente la inclusión de antecámaras que, además de evitar corrientes de aire, protegen a los mecanismos de gases y vapores corrosivos que pueda haber en el laboratorio.

Uno de los aspectos más importantes es la influencia de las vibraciones en la pesada. Los cuartos de balanzas se sitúan siempre en las plantas bajas, alejados de ascensores y máquinas que puedan producir vibraciones, y se instalan sobre mesas portabalanzas antivibratorias. Si estos medios fueran insuficientes, se cuelga la balanza sobre una estructura soportada por una columna de hormigón, independiente de los cimientos del edificio.

Los equipos de medida necesitan unas condiciones ambientales estables.

Otros parámetros a controlar para evitar convecciones de aire son las variaciones importantes de humedad y temperatura. Deben evitarse los focos de calor, como el sol y los radiadores, que provocarían oscilaciones en las pesadas de las balanzas más sensibles. Las condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa en una sala de balanzas son de 20 a 24 ºC y 50%, respectivamente.

La zona de los equipos instrumentales necesita un compartimento independiente con unas condiciones ambientales muy estables y lejos del ambiente agresivo del laboratorio, que deteriora los equipos electrónicos. La posible utilización de llama o calor en algunas técnicas instrumentales supone la instalación de una campana extractora encima del foco emisor. A veces, esta zona debe tener acceso a otros servicios como instalación de gases, agua y drenaje.

1.5. Almacén de reactivos

Es necesario acondicionar un local especial en el laboratorio para el almacenamiento de los reactivos, considerando su cantidad, sus características y sus incompatibilidades, y determinando las separaciones necesarias entre ellos (o incluso su aislamiento).

Reducción de riesgos en el almacenamiento:
1. Mínimo almacenamiento.
2. Separar reactivos incompatibles.

La condición básica para reducir riesgos en el almacenamiento es reducir el stock al mínimo. Esta medida permitirá reducir el tamaño del almacén y las medidas de protección necesarias.

Como soporte para el almacenamiento de los reactivos, se recomiendan las estanterías metálicas, conectadas eléctricamente a tierra cuando los productos almacenados generen riesgo de incendio o explosión. Las baldas metálicas deberían tener una ligera pendiente hacia el centro y allí, una abertura podría recoger los posibles derrames en un cubeto situado en la parte inferior.

Las estanterías se separarán unas de otras, dejando pasillos de al menos un metro de anchura, para permitir los desplazamientos.

Existe una Instrucción Técnica Complementaria, MIE-APQ-001, sobre el almacenamiento de **productos inflamables** cuyo campo fundamental de aplicación son las instalaciones industriales, pero que, parcialmente, es aplicable a los laboratorios.

En la Instrucción se especifica que, en edificios con usos distintos del industrial, no debe haber almacenamientos superiores a 60 litros de productos de clase A (licuados), 100 litros de clase B (inflamables por debajo de 55 ºC) o 250 litros de clase C (productos con punto de inflamación de 55 a 100 ºC), a menos que se empleen armarios protegidos o salas de almacenamiento.

A veces se utilizan **armarios protegidos** como alternativa para el almacenamiento de productos inflamables. Son aquellos que tienen una RF-15 (ver apartado 2) y están señalizados mediante un letrero bien visible con la indicación de "inflamable". Pueden contener hasta 100 litros de clase A, o 250 litros de clase B o hasta 500 litros de clase C. Si se guardan productos de clase A, estos armarios deberán disponer de ventilación exterior.

Los productos inflamables se guardan en armarios protegidos.

Las **Salas de almacenamiento** son aquellas que se dedican únicamente al almacenamiento, ubicándose en edificios aislados o en una parte de los mismos. Los volúmenes de almacenamiento admisibles son muy superiores a los necesarios en un laboratorio. Sus características se regulan en la MIE-APQ-001.

Los **Frigoríficos** se utilizan para almacenar las soluciones y los reactivos que deban conservarse a baja temperatura. Normalmente se trata de soluciones con presiones de vapor elevadas y, a pesar de precintar sus envases, producen evaporaciones que pueden contaminar gravemente a los alimentos que, indebidamente, hayan podido guardarse en la misma cámara.

El riesgo de formación de atmósferas explosivas por dichas evaporaciones en recipientes cerrados y con focos de ignición internos, puede aconsejarnos el uso de frigoríficos diseñados especialmente para reactivos en lugar de los domésticos de uso común.

1.6. Área de almacenamiento de gases (Caseta de gases)

¿Qué características debe cumplir un almacenamiento de gases?

Los gases utilizados en los laboratorios están envasados a presión e implican un riesgo añadido al derivado de las características físico-químicas de cada gas.

Los gases comprimidos, licuados o disueltos a presión que se utilizan en el laboratorio, se almacenan en recintos independientes llamados casetas de gases.

Estas construcciones están diseñadas para disminuir su riesgo potencial. Se les busca lugares protegidos de impactos y de actuaciones involuntarias que puedan dañar la envoltura metálica de sus recipientes y al abrigo de las adversidades climatológicas que puedan disminuir la resistencia de tales envases.

Las recomendaciones para la ubicación de una caseta de gases son:

- Debe estar separada del edificio donde está el laboratorio.
- Sus locales deben estar secos y aireados.
- Deben estar alejadas de lugares de paso de vehículos, o de zonas con riesgos de caída de objetos.
- Deben tener una sola planta. Está prohibida su ubicación en locales subterráneos o en lugares con comunicación directa con sótanos, excepto para el aire comprimido. También se evitarán las plantas altas.
- En su construcción, se emplearán muros de ladrillos, hormigón y armaduras metálicas cubiertas por mallas metálicas que mantengan

Los envases de gases hay que protegerlos de impactos y de focos de calor.

su estabilidad mecánica y ofrezcan una resistencia al fuego de al menos una hora.
- Los gases combustibles deben estar separados de los comburentes por un tabique de hormigón o ladrillo.
- El local debe permitir separar las botellas vacías de las llenas.
- Los compartimentos donde se almacenen gases licuados con baja tensión de vapor dispondrán de un baño de retención.
- Los riesgos deben estar adecuadamente señalizados.
- En los almacenamientos cerrados habrá al menos 1/18 de la superficie de almacenamiento con ventilación directa al exterior distribuido entre zonas altas y bajas. Si se almacenan gases tóxicos o corrosivos, la ventilación no ocasionará riesgos a terceros.
- Los suelos serán planos, permitiendo la estabilidad de los envases y fabricados con materiales difícilmente combustibles.
- En el local se identificarán con un cartel los nombres del gas contenido en las botellas. También estarán disponibles las instrucciones de seguridad de todos los gases almacenados.
- La temperatura en el área de almacenamiento no superará los 50 ºC, estando prohibido fumar o el uso de llamas abiertas. Debe disponerse de agua corriente en las proximidades.
- Se señalizará la prohibición de fumar.
- Los trabajos de mantenimiento necesitarán un permiso especial.

El almacenamiento de botellas de gases está clasificado por categorías en función de la cantidad y características de los gases almacenados, según se refleja en la siguiente tabla:

Categoría del almacén	Clase de gases	Kilogramos (*) N/m^3 (**)
1	Inflamables	hasta 50 (**)
	Oxidantes e inertes	hasta 200 (**)
	Amoníaco	hasta 150 (*)
2	Inflamables	de 25 a 175 (**)
	Oxidantes e inertes	de 200 a 700 (**)
	Amoníaco	de 150 a 400 (*)
	Otros tóxicos	hasta 65 (*)
	Corrosivos	hasta 65 (*)
3	Inflamables	de 175 a 600 (**)
	Oxidantes e inertes	de 700 a 2400 (**)
	Amoníaco	de 400 a 1000 (*)
	Otros tóxicos	de 65 a 130 (*)
	Corrosivos	de 65 a 130 (*)
4	Inflamables	de 600 a 2000 (**)
	Oxidantes e inertes	de 2400 a 8000 (**)
	Amoníaco	de 1000 a 2500 (*)
	Otros tóxicos	de 130 a 650 (*)
	Corrosivos	de 130 a 650 (*)
5	Inflamables	más de 2000 (**)
	Oxidantes e inertes	más de 8000 (**)
	Amoníaco	más de 2500 (*)
	Otros tóxicos	más de 650 (*)
	Corrosivos	más de 650 (*)

Requisitos específicos

- Los almacenamientos de las categorías 1 y 2 admiten otras actividades en la zona de almacenamiento si no afectan a la seguridad de las botellas.
- Para las categorías 1 y 2, si se almacenan botellas de gases inflamables junto con otros gases, habrá una separación de 6 metros

entre las primeras y las segundas o habrá un muro entre ambas con RF-30 (ver apartado 2) y 2 metros de altura.
- No están permitidos los almacenamientos de las clases 3, 4 y 5 en edificios de viviendas o de usos de terceros.

Existen diversos requisitos en función de la categoría del almacenamiento, de su grado de cerramiento y de la distancia a las vías públicas y a otros edificios o actividades. Estos requisitos se satisfacen con la construcción de muros de separación resistentes al fuego y con los medios necesarios para la protección contra incendios.

1.7. Vitrinas extractoras de gases

Las vitrinas extractoras de gases son unas instalaciones que permiten captar los contaminantes gaseosos liberados en su interior mediante un dispositivo mecánico antes de que se dispersen en el ambiente del laboratorio. Es prácticamente un encerramiento al que se ha dotado de una extracción localizada.



Las vitrinas extractoras de gases retiran los gases y vapores liberados en su interior.

La vitrina extractora de gases consta de:

- Una superficie de trabajo sobre la que se colocan los aparatos y materiales necesarios para realizar el proceso.
- Un sistema extractor que capte los contaminantes que se liberen en la vitrina.
- Conductos de canalización del aire extraído.
- Abertura desde la que se manipulan los aparatos instalados y a través de la cual entra el aire que transporta los contaminantes generados. Esta abertura puede graduarse y cerrarse mediante una ventana corredera.
- Los servicios necesarios para efectuar operaciones como: alimentación de agua, desagüe, toma de gas y toma de corriente. Sus controles se sitúan en la parte exterior de la vitrina por razones de seguridad. La instalación eléctrica es de seguridad especial antideflagrante.

Algunas de las ventajas en la utilización de la vitrina son:

- Poder retirarse los contaminantes generados en la actividad que se realice en la campana.
- Hace posible la renovación del aire del laboratorio. La captación del aire origina una depresión que evita que los contaminantes invadan al laboratorio.
- Proteger al analista en las operaciones con riesgo de proyecciones y salpicaduras.
- Carecer de focos de ignición en su interior.

Para arrastrar adecuadamente los contaminantes, las vitrinas disponen de una pantalla deflectora en su fondo que permite retirar tanto los contaminantes más ligeros que el aire (por la parte superior), como los más pesados (por detrás de la pantalla), con el aire que barre la parte inferior de la mesa de la vitrina.

Se considera necesario instalar el número suficiente de vitrinas para que se realicen en ellas todas las operaciones precisas. Como referencia, habría que disponer de una vitrina por cada dos analistas.

Existen diferentes modelos de vitrinas dependiendo de las necesidades del laboratorio. Hay incluso vitrinas específicas para trabajar con elementos radioactivos o con agentes biológicos.

Las vitrinas convencionales de laboratorio tienen la superficie de trabajo a la misma altura que las mesas para poder manipular cómodamente los equipos allí instalados. Sus dimensiones suelen ser de 90 a 120 cm de ancho, hasta 2 metros de alto y unos 70 cm de fondo.

1.8. Elementos de actuación y protección

El riesgo potencial en los laboratorios es alto porque se manipulan y almacenan productos peligrosos. Esto hace necesaria la presencia de elementos de seguridad en las instalaciones, que puedan ser utilizados para reducir las consecuencias del accidente cuando se produzca.



Ducha de seguridad.

Estos elementos pueden ser duchas de seguridad, fuentes lavaojos, botiquín, extintores, etc. Vamos a describir ahora las características de aquellos que no tienen cabida en ninguna otra unidad.

Duchas de seguridad

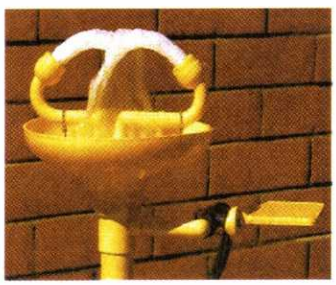
Se utilizan para eliminar o diluir rápidamente cualquier producto de naturaleza tóxica o corrosiva que pueda haber alcanzado nuestro cuerpo a consecuencia de una proyección o salpicadura.

La tubería de entrada de agua debe de ser de unos 2,5 cm de diámetro para permitir un caudal abundante que empape rápidamente al accidentado. Conviene emplear varios cabezales para aumentar la superficie de riego o uno grande, con agujeros gruesos, que suministre el agua a poca presión.

La ducha, que por lo general estará ubicada cerca de las zonas de paso, se instala separada de la pared unos 60 cm, con el cabezal a 2,15 m de altura y el pulsador o llave, de accionamiento fácil y rápido, a unos 2 m de altura. Lógicamente, dispondrá de desagüe.

Es recomendable que el agua esté templada ya que puede ser peligroso enfriar a un accidentado y, por otra parte, el agua fría impediría una ducha prolongada, es decir, un tiempo extenso de eliminación del contaminante.

Por razones de ubicación, caudal y presión, las duchas de los vestuarios no deberían sustituir a las de seguridad, aunque tienen la ventaja de su comodidad, sobre todo si el accidentado ha de desprenderse de la ropa.



Fuente lavaojos.
Deben estar accesibles y bien señalizadas.

Fuentes lavaojos

Constan de dos rociadores separados entre sí unos 20 cm, que proporcionan un chorro de agua potable para lavar los ojos o la cara. Tienen una pequeña pila que recoge el agua vertida y la conduce al desagüe.

Se aconseja que suministren el agua templada, para que sean usadas el tiempo necesario, y a baja presión, para que no produzca daño en la zona afectada. Normalmente se accionan con un pedal.

Situación y mantenimiento de duchas y lavaojos

Tanto las duchas de seguridad como los lavaojos deben instalarse a menos de 10 metros de los puestos de trabajo, para que cualquier incidencia pueda ser atendida en menos de 10 segundos. Deben ser visibles, accesibles y estar señalizados.

No deben existir en sus proximidades tomas de corrientes ni aparatos eléctricos.

Lo más adecuado es ubicar las fuentes lavaojos en los extremos de las mesas de trabajo, junto a la entrada del laboratorio y las duchas de seguridad en los pasillos de acceso a éste.

Las llaves de paso de agua a estos elementos de seguridad deben estar permanentemente abiertas. Sus averías deben ser reparadas rápidamente y sólo se cortará el agua en el momento de la reparación.

Debe comprobarse a diario que duchas y lavaojos funcionan correctamente, y periódicamente, el estado general de la instalación, en especial, el accionamiento de las válvulas, el caudal de agua y la inexistencia de obstrucciones en la aportación y en los desagües.

Mantas ignífugas

Se emplean para sofocar pequeños fuegos o cuando éstos prendan en la ropa del personal, evitando su desplazamiento a las duchas de seguridad. Hay que disponer de ellas en las zonas del laboratorio donde haya productos inflamables. Actualmente se ha sustituido en su composición el amianto por otros materiales como fibra de vidrio. Deben estar señalizadas adecuadamente.

Botiquín

Las características del botiquín de un laboratorio dependen de las capacidades asistenciales del centro de trabajo donde está ubicado. En todo caso, es obligatoria la existencia de botiquines fijos o portátiles, bien señalizados y situados en un lugar de fácil acceso.

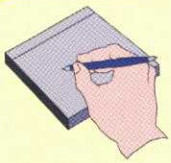
En el cuadro adjunto puedes ver una lista del material de botiquín recomendado. Además, habría que tener preparados los antídotos específicos para los productos que se utilicen habitualmente.

Es conveniente disponer de un manual de primeros auxilios, en el que se describa la conducta a seguir en los casos de urgencias más elementales, como quemaduras, cortes, salpicaduras de ácidos o álcalis en la piel o los ojos.

También se debe disponer de las hojas de seguridad de los productos más utilizados en el laboratorio (no más de 12-15 productos) donde se especifiquen los riesgos y los primeros auxilios.

Conviene llevar a cabo una revisión mensual de los botiquines, reponiéndose el material utilizado.

Material de botiquín
Material de cura:
vendas, gasas esterilizadas
esparadrapo y tiritas adhesivas
algodón hidrófilo y tijeras
gasas tipo "Linitul"
colirio antiséptico
Desinfectantes y limpiadores:
agua oxigenada
alcohol del 96%
alcohol yodado al 3%
solución de mercurocromo
Preparados:
antídoto universal
solución de ácido bórico al 2%
solución de bicarbonato al 2%
Otros materiales:
termómetro
analgésicos
bicarbonato
tónicos cardíacos
bolsas de goma para hielo
frascos lavaojos
guantes esterilizados
material para torniquetes



ACTIVIDADES

1. Indica si los siguientes criterios son acertados para la construcción de un laboratorio:
a) Las botellas de gases se almacenan junto al resto de los reactivos químicos.
b) Independizar la zona de instrumentación analítica respecto de las mesas de trabajo.
c) No poner instalación eléctrica en el interior de la vitrina de gases.



RECUERDA:

- **La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo describe las condiciones generales de los centros de trabajo que se deben aplicar al laboratorio.**
- **Los espacios del laboratorio incluyen todos las áreas restringidas al personal que trabaja en el mismo, el almacén de reactivos, la caseta de gases, la zona de archivos, etc.**
- **Los espacios deben diferenciarse y separarse físicamente en función de los riesgos y de los medios de prevención necesarios. El funcionamiento de servicios como electricidad, agua y gas debe estar centralizado.**
- **La instrumentación del laboratorio necesita una zona independiente con las condiciones de humedad, temperatura y renovación de aire adecuadas para una mejor conservación de los equipos.**
- **El tamaño del almacén de reactivos dependerá de las necesidades máximas de almacenamiento de materias inflamables, tóxicas, cancerígenas e inestables.**
- **El área de almacenamiento de gases estará en el exterior del laboratorio y, como el almacén de reactivos, deberá cumplir el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos.**
- **Las vitrinas extractoras de gases son espacios cerrados que eliminan los contaminantes gaseosos generados en el laboratorio, ayudando a renovar el aire, y protegen además de los riesgos de proyecciones en determinadas operaciones.**
- **Las duchas de seguridad, fuentes lavaojos, botiquines y otros accesorios se instalan para reducir la gravedad de las lesiones producidas en los accidentes.**

2. Resistencia al fuego (RF)

La resistencia al fuego (RF) caracteriza el comportamiento de los materiales ante el fuego y su aptitud para mantener propiedades como estabilidad, resistencia térmica y ausencia de emisión de gases inflamables por la cara no expuesta, estanquidad a las llamas o a gases calientes, etc.

En la práctica, se define como el tiempo en minutos durante el cual el elemento mantiene sus propiedades en presencia del fuego. Cuanto mayor sea la RF necesaria para un laboratorio, mayores serán los costes de construcción y mayor el número de medios de prevención necesarios.

Para minimizar los riesgos de incendio en el laboratorio, deben independizarse aquellos departamentos cuyos niveles de riesgo (es decir, cuyos valores de resistencia al fuego, RF), sean diferentes.

El valor mínimo de RF de un departamento se calcula teniendo en cuenta no sólo el riesgo propio del sector estudiado, sino también la gravedad de las consecuencias en el caso de que el incendio se propagase a otras áreas.

Algunos de los factores que influyen en los laboratorios desde el punto de vista de la seguridad contra incendios son:

- Su ubicación. Los laboratorios no deben instalarse en edificios de oficinas ni de viviendas. Los laboratorios en centros sanitarios y en centros de enseñanza, son casos especiales.
- El tipo de estructura del edificio que, en función de la combustibilidad de sus elementos estructurales, tendrá un valor de RF determinado, indicando el tipo de departamentos que podrá albergar.
- El almacenamiento de los líquidos inflamables en un lugar independiente, lo que disminuye el riesgo de incendio en los laboratorios.
- La utilización de armarios y recipientes de seguridad, que reduce notablemente el riesgo de incendio.
- La instalación de sistemas de extinción automáticos, que reduce el riesgo de propagación del incendio y permite un mayor volumen de almacenamiento de líquidos inflamables.

La Norma Básica de Edificación de protección contra incendios, NBE-CPI/96, relaciona el nivel de riesgo de incendios con la resistencia al fuego de las paredes y techos (ver el cuadro adjunto), RF, y con la carga de fuego ponderada de los materiales almacenados en el recinto, Qp.

Riesgo de incendio	NBE-CPI 96	Qp (Mcal/ m^2)
Alto	RF 180	> 800
Medio	RF 120	800-200
Bajo	RF 90	< 200

A continuación, describiremos el cálculo del riesgo intrínseco de un laboratorio.

Cálculo del riesgo intrínseco de un laboratorio

El riesgo intrínseco de un laboratorio se calcula siguiendo los pasos:

1. *Estimar las cargas de fuego parciales.*
2. *Estimar la carga de fuego total.*
3. *Estimar la carga de fuego por unidad de superficie.*
4. *Estimar la carga de fuego ponderada.*
5. *Establecer el riesgo intrínseco.*

Cargas de fuego parciales:

La carga de fuego de un material se obtiene mediante la expresión:

$$q_i = P_i \times H_i \times C_i$$

en donde P_i es la cantidad de material "i" expresada en kg, H_i su poder calorífico expresado en Mcal/kg, y C_i el coeficiente de peligrosidad correspondiente, sin dimensiones, dependiente del grado de peligrosidad del material.

Grado de peligrosidad	*Alto*	*Medio*	*Bajo*
Coeficiente de peligrosidad, C	*1,6*	*1,2*	*1.0*

Carga de fuego total, q:

Se suman todas las cargas de fuego parciales, qi, tanto las correspondientes a los materiales almacenados como al mobiliario. La carga de fuego del mobiliario se supone comprendida entre 50 y 80 Mcal/m^2.

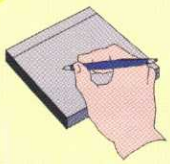
Carga de fuego por unidad de superficie, Q:

Se halla dividiendo el valor de la carga de fuego total por la superficie del local, en m^2.

Carga de fuego ponderada, Qp:

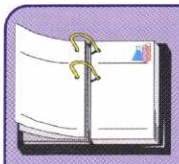
Se calcula multiplicando el valor hallado para Q por un factor de seguridad R (conocido como coeficiente de activación), con el que se incluye el tipo de actividad existente en el local. Para un laboratorio químico se considera un valor de R = 1,5. Si el laboratorio es biológico o se trata de mobiliario urbano, se considera R = 1.

Establecer el riesgo intrínseco:
El riesgo intrínseco se obtiene comparando el valor de carga de fuego ponderada con el riesgo intrínseco, tal como se indicó en la tabla anterior.



ACTIVIDADES

2. *Calcular el riesgo intrínseco existente en un laboratorio químico de 100 m², en el que se guardan 50 envases de 1 kg de acetona (poder calorífico 7 Mcal/kg, grado de peligrosidad alto) y 25 envases de 1 kg de etanol (poder calorífico 6 Mcal/kg y grado de peligrosidad medio).*



RECUERDA:

- **La resistencia al fuego, RF, es la resistencia de un elemento constructivo expuesto al fuego sin que pierda su estabilidad ni sus características estructurales. Se expresa en minutos. Esta resistencia evita la transmisión del fuego a compartimentos vecinos.**
- **Los compartimentos del laboratorio tendrán unos elementos estructurales con una RF que dependerá de la carga de fuego ponderada, relacionada con la cantidad de materiales inflamables y su poder calorífico.**
- **Los riesgos intrínsecos se clasifican en altos, medios y bajos.**

3. Instalación eléctrica

Los laboratorios cuentan en muchos casos con instalaciones eléctricas que eran adecuadas cuando iniciaron su actividad. El incremento de sus necesidades de energía eléctrica con la instalación de nuevos equipos y el desarrollo de nuevas líneas de trabajo provoca, a menudo, el sobrecargo de sus líneas y la adopción de soluciones inadecuadas y peligrosas.

La instalación eléctrica de un laboratorio debe proyectarse sobredimensionada, teniendo en cuenta no sólo las líneas de trabajo existentes, sino las futuras; que sea capaz de soportar el consumo de nuevos tipos de instrumental, ya que, como hemos dicho, es frecuente en los laboratorios un aumento de la demanda eléctrica con el tiempo.

3.1. Cuadro general de la instalación eléctrica

La instalación eléctrica deberá estar centralizada en un cuadro general.

Todas las conducciones eléctricas de la instalación se distribuyen a partir de un cuadro general de distribución, de material aislante e ignífugo, situado en un lugar fácilmente accesible, lo más cerca posible de la puerta principal del laboratorio.

En el cuadro general se instalan todos los dispositivos que protegen al usuario y a los equipos de riesgos eléctricos ante cualquier anomalía que pueda producirse en el laboratorio.

El interruptor de control de potencia, ICP, situado en la entrada, desconecta toda la instalación (habitualmente decimos que "se dispara"),

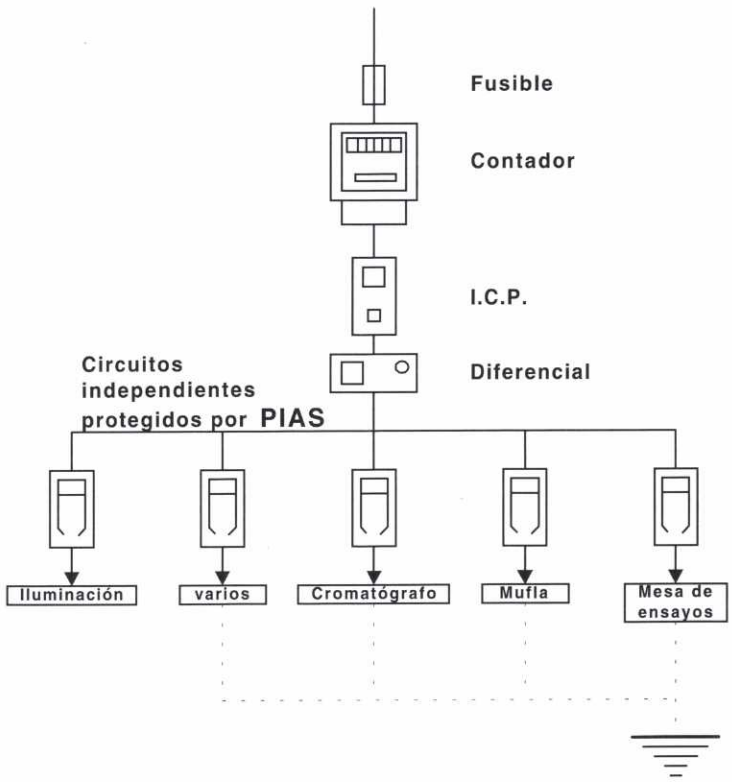
cuando la suma de la potencia de los aparatos que estén siendo utilizados a la vez sea superior a la potencia contratada; es decir, actúa como limitador de potencia evitando que, por sobrecarga, los cables (cuya sección se escogió en función de la potencia a consumir) se calienten demasiado y ardan o produzcan chispas. También se utiliza como interruptor general.

Los interruptores automáticos diferenciales son elementos destinados a la protección de las personas y desconectan automáticamente la instalación cuando se produce una derivación o una fuga a tierra en algún equipo del laboratorio. Se disponen en la entrada del cuadro, a continuación del interruptor de control de potencia.

Cuando la instalación se dispara automáticamente, puede volver a conectarse, pero el disparo continuado indica la existencia de una derivación o una avería en la instalación. No se debe volver a conectar hasta que se averigüe la causa, identificando y aislando el equipo que produzca el disparo.

Suele haber dos interruptores generales omnipolares, uno para la iluminación y otro para desconectar todos los aparatos que no deban estar en servicio de forma continua. Los interruptores permiten actuar rápidamente en casos de emergencia y también asegurar que todo queda fuera de servicio al terminar la jornada de trabajo.

El suministro de energía eléctrica a los diferentes locales del laboratorio o unidades de consumo se realiza desde el cuadro de distribución del que parten todas las derivaciones necesarias, con sus correspondientes protecciones en cabeza.



La protección consiste en un pequeño interruptor automático, PIA, que protege a cada circuito de sobrecargas o cortocircuitos. Es útil para evitar que la instalacion eléctrica o cualquier aparato se queme por

Cada circuito independiente tendrá un PIA para proteger los aparatos y la instalación.

calentamiento, resultando muy eficaz en caso de incendio. Hay un interruptor o PIA por cada circuito en el cuadro general y puede resultar útil que cada uno esté identificado con el nombre del circuito al que protege.

De forma paralela a la instalación eléctrica, habrá una red de tierra a la que se conectan todas las carcasas y partes metálicas de los equipos eléctricos para conducir a tierra cualquier derivación de tensión en ellos y proteger al usuario.

Los circuitos en una instalación eléctrica son muy variados, según las necesidades de potencia, pero, en general, un laboratorio debería poseer al menos un circuito para la iluminación, uno para cada aparato de gran consumo y uno para las tomas de corriente de cada mesa de trabajo.

Si hay instalados fusibles, debe evitarse el colocarlos de mayor intensidad que la correspondiente a la instalación (lo que se hace a menudo para evitar que se fundan fácilmente) ya que, en el caso de fallos continuados, es preciso revisar la instalación.

3.2. Circuitos de corriente

Las líneas de fuerza e iluminación serán trifásicas, con neutro y tierra. Las secciones de las líneas generales deberían estar sobredimensionadas para permitir ampliaciones posteriores. En cualquier caso, deben ser suficientes para evitar caídas de tensión superiores al 3% entre el origen y el punto de consumo (se admite una pérdida del 5% con todos los aparatos conectados a la vez). El conductor de tierra debe tener la misma sección que las otras fases.

En las zonas donde se manipulen líquidos inflamables o en el interior de las vitrinas de extracción de gases, la instalación debe ser de seguridad aumentada o antideflagrante, que consiste en un material eléctrico Ex estanco que evita que la corriente eléctrica sea una fuente de focos de ignición.

En las zonas húmedas con grandes baños de agua o soluciones acuosas, las instalaciones y los aparatos deben ser estancos. Los aparatos portátiles deben funcionar a la tensión de seguridad de 24 V.

El código normalizado de colores para los conductores en las instalaciones eléctricas es: marrón, negro y gris para las fases, azul claro para el neutro y amarillo con franjas verdes para la tierra.

Los conductores deben ir entubados y protegidos a lo largo de todo su recorrido mediante material aislante. En el reparto de los circuitos debe procurarse que la distribución de la potencia en cada una de las tres fases sea equilibrada.

Las bases de toma de corriente dispondrán de tapas protectoras.

El número de bases de toma de corriente y su distribución deben estar bien planificadas, evitando utilizar instalaciones provisionales, alargaderas o conexiones con enchufes múltiples. Una instalación adecuada debería constar de una base doble en cada puesto de trabajo, como mínimo, con una distancia entre bases de alrededor de un metro, en las zonas donde se desarrollen las actividades.

Las bases estarán como mínimo a un metro de las zonas húmedas, e igualmente alejadas de lugares donde previsiblemente pueda haber

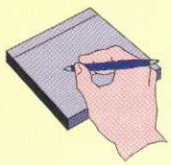
vapores de productos corrosivos o inflamables. Llevarán tapas de protección para evitar que sean alcanzadas por los vapores y proyecciones. Por el mismo motivo, las bases que deban estar cerca del suelo, se colocarán a más de 40 cm de altura.

Las tomas de corriente y dispositivos de protección al aire libre también deben llevar tapa protectora.

Los equipos de alto consumo existentes en el laboratorio, como hornos, muflas, estufas, cromatógrafos, etc., deben incorporar en sus circuitos independientes, además del interruptor automático de la intensidad que corresponda, un interruptor automático diferencial de alta sensibilidad (0,03A) para proteger al usuario de fugas a tierra.

Habrá un circuito independiente por cada grupo de gran consumo.

Si no puede evitarse, podrán utilizarse prolongadores para tareas esporádicas siempre que base y clavija estén normalizadas, que dispongan de conexión a tierra y que los conductores sean de la sección apropiada.



ACTIVIDADES

3. *La instalación eléctrica es importante en el laboratorio desde el punto de vista preventivo. Comenta las siguientes afirmaciones:*

a) Los puntos de toma de corriente deben ser el menor número posible para evitar riesgos, ya que en caso de necesidad pueden utilizarse prolongadores.

b) La corriente eléctrica no está permitida en el almacén de productos inflamables.

c) El cuadro general de la corriente eléctrica debe estar en un lugar de fácil acceso para todo el personal.

d) Cuando termina la actividad en el laboratorio, es preciso desconectar el interruptor general.



RECUERDA:

- **La instalación eléctrica requiere un cuadro general de mando donde están todos los dispositivos de protección junto con los interruptores generales de iluminación y de los aparatos.**
- **Habrá un pequeño interruptor automático por circuito y una red de tierra para derivar tensiones y proteger al trabajador.**
- **En los laboratorios hay zonas especiales que requieren material eléctrico antideflagrante.**
- **Se evitarán instalaciones provisionales para lo que se preverán en la instalación eléctrica, las bases de tomas de corriente necesarias.**

4. Instalación de gases

En los laboratorios se utilizan gases como reactivos químicos, como fuentes caloríficas, como sustancias inertes en técnicas instrumentales, etc., que necesitan de unas instalaciones específicas para su manipulación en los laboratorios.

Las instalaciones están compuestas por una serie de elementos que hacen posible que el gas sea aportado a presión y caudal constante desde donde se encuentra almacenado (en botellas a presión) al punto de consumo.

Las casetas de gases, que almacenan las botellas que contienen los gases necesarios, se instalan en el exterior de los edificios, eliminando así su trasiego por el laboratorio y mejorándose las condiciones de seguridad.

Se colocará un rótulo bien visible con los nombres de los diferentes gases contenidos en las botellas.

4.1. Conexiones y manorreductores

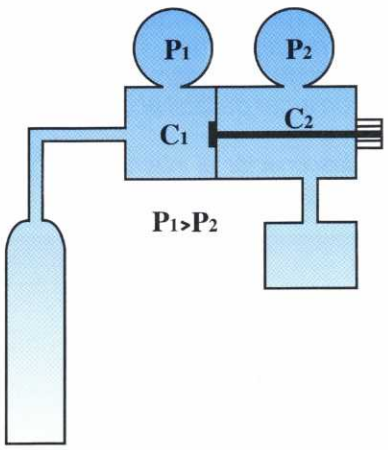
La presión de los gases en las botellas es muy elevada y debe reducirse hasta el valor adecuado para su utilización. Esto se consigue intercalando entre ellas y los instrumentos de uso, un aparato llamado manorreductor.

La instalación más simple de gases estará entonces constituida por la botella de gas, el manorreductor y la conexión al aparato que utiliza el gas.

Familia de gases	Presión
Gases comprimidos	hasta 200 bar
Gases licuados	hasta 50 bar
Acetileno	hasta 18 bar

Las bocas de los grifos de las diferentes familias de gases se fabrican de tal manera que únicamente se puedan acoplar a manorreductores específicos del gas o de la familia de gases.

Así se evitan errores, como que se introduzca un gas incompatible con el sistema que se pretende utilizar. Por tanto, no se debe forzar el acoplamiento entre las conexiones, sino verificar que el gas es el adecuado.

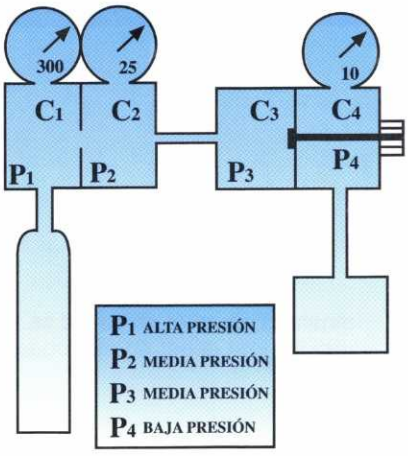


Manorreductor simple.

El manorreductor es un cuerpo con dos cámaras unidas a sendos manómetros y comunicadas entre sí a través de un orificio. Una cámara está conectada a la botella y su manómetro marcará la presión del envase si éste tiene la llave abierta.

La apertura del orificio que separa ambas cámaras se ajusta con un dispositivo, permitiendo variar la presión de la segunda cámara ajustándola al valor deseado. Pueden ser de dos tipos: manorreductor simple y manorreductor de doble cuerpo.

Los manorreductores simples constan de un cuerpo con las dos cámaras, C1 y C2, comunicadas entre sí a través de un orificio, que hace que la presión en la segunda cámara (P2) sea más pequeña que en la primera (P1).



Manorreductor de doble cuerpo.

Cuando el manorreductor está conectado directamente a la botella, la presión existente en su primera cámara, si el grifo está suficientemente abierto, es muy próxima a la existente en el interior de la botella y por eso se llama cámara de alta.

Cuando P1 disminuye porque se va agotando el gas de la botella, P2 aumenta, originando errores de hasta el 10% en los manorreductores que se utilizan habitualmente en los laboratorios.

En los de doble cuerpo, la presión máxima admisible a la entrada del segundo cuerpo es de 50 bar, por lo que no estará conectado directamente a las botellas de gases comprimidos. Sí podrá conectarse directamente a botellas de gases licuados, o al primer manorreductor.

Es recomendable limpiar las conexiones antes de proceder a su acoplamiento sin utilizar grasas, aceites ni materias orgánicas en las juntas, ni en las conexiones.

4.2. Tuberías

Las tuberías son los elementos del sistema destinados a conducir el gas desde el lugar de suministro al de consumo. El material de que estén construidas debe ser resistente al gas y al ambiente exterior. Si han de atravesar muros o cementaciones, deberán estar protegidas por fundas selladas en los extremos.

Las tuberías deben estar señalizadas por medio de anillos coloreados con una anchura igual al diámetro de la tubería, como mínimo. Las bocas de salida estarán marcadas con el nombre del gas indicándose, así mismo, claramente la situación y la identidad de las válvulas de cierre.

Tipo de gas	Color
acetileno	blanco
oxígeno	azul
hidrógeno	rojo
nitrógeno	verde

Cuando sean exteriores, las tuberías no deben estar expuestas a choques o deterioros, ni situadas en las proximidades de la instalación de ventilación. Las tuberías enterradas deben estar colocadas sobre un fondo de zanja estable y sólido, haciéndose el relleno con materiales que no las dañen ni ataquen.

Los tubos flexibles sólo podrán emplearse en la unión de las botellas a las tuberías fijas. No es recomendable, pero puede admitirse para la conexión desde de las tuberías a los puntos de consumo.

4.3. Central de gases

Las centrales de gases se utilizan para distribuir los gases a los puntos de consumo. Están formadas básicamente por conjuntos de acoplamiento, de reducción e inversión y de señalización.

El conjunto de acoplamiento es el enlace de la botella al sistema de distribución. La botella debe estar amordazada para evitar un desplazamiento involuntario.

Un serpentín metálico flexible acopla la válvula de la botella al racor de la instalación que es específico para cada tipo de gas con el fin de evitar errores. El conjunto de acoplamiento dispone de una llave para purgar la línea y de otra para aislar el sistema durante los cambios de botellas.

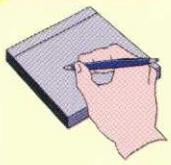
El conjunto de reducción proporciona una presión de salida del gas de las botellas ligeramente superior a la de utilización.

El conjunto de inversión conecta automáticamente las botellas de reserva cuando se agotan las de servicio o cuando reducen su presión por debajo de un valor prefijado.

Las botellas de gases, tanto las de servicio como las de reserva, están conectadas a la central de gases de forma que al agotarse el contenido de unas, entran automáticamente en funcionamiento las de reserva.

Cuando la central de gases es manual, se instala un sistema de alarma para que se puedan conectar a tiempo las botellas de reserva.

El conjunto de señalización advierte de la sustitución de las botellas vacías a la central automática que controla el sistema.



ACTIVIDADES

4. *Razona si para evitar los riesgos en la utilización de recipientes a presión en el laboratorio, son correctas las siguientes afirmaciones:*

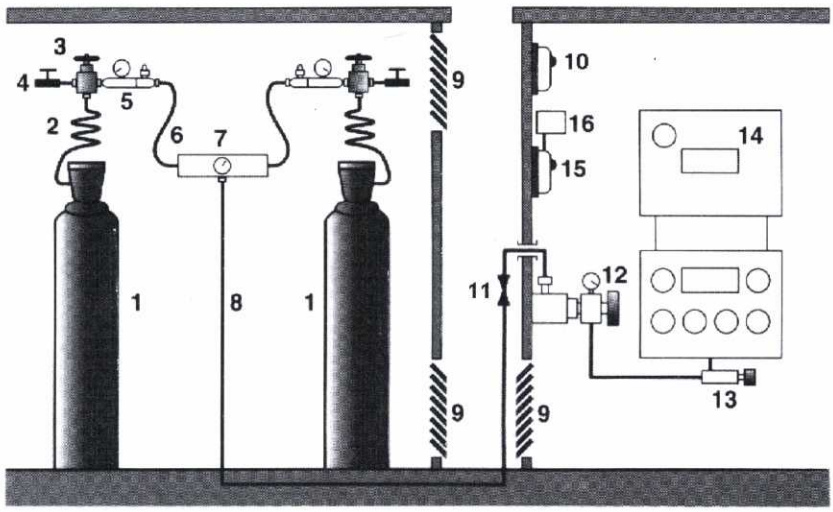
a) Las botellas de gas deben estar inexcusablemente dentro del laboratorio.

b) Las botellas deben estar siempre en el exterior del laboratorio.

c) La presión de las botellas de gases depende únicamente de la temperatura exterior del envase.

d) Las fugas de gases se detectan mediante un manómetro de ambiente colocado en el laboratorio que detecte las variaciones de presión.

El serpentín permite ajustar el envase móvil a la instalación de gases



Esquema de una central de gases de un laboratorio

1. Botellas de hidrógeno a una presión de 200 bar a 15 ºC.
2. Serpentín para adaptar la altura de la botella al colector.
3. Llave de paso a la instalación con válvula antirretorno.
4. Llave de purga con válvula antirretorno.
5. Reductor de presión de expansión prerregulada de 200 a 8 bar, equipado con manómetro que indica la presión del gas en la botella, y con válvula de seguridad para preservar a la canalización de sobrepresiones.
6. Tubo flexible.
7. Central para sustitución automática de la botella vacía por la llena. Deberá preverse que el punto final de utilización de la botella esté determinado en 5 bar a 15 ºC.
8. Conducto fijo en cobre recocido o acero estirado.
9. Rejillas de ventilación.
10. Detector del gas ambiente, con alarmas.
11. Llave de cierre accesible desde el interior del laboratorio.
12. Regulador de presión con manómetro que indica la presión de trabajo en el interior del laboratorio. Marca con nombre del gas.
13. Regulador de caudal.
14. Cromatógrafo de gases.
15. Señalización de sustitución de botellas vacías por las de reserva en la central automática.
16. Presostato de mando de inversión de la central.



RECUERDA:

- **Las instalaciones de gases permiten el consumo regulado de gas a presión y caudal constante desde el recipiente a presión donde está almacenado.**
- **Las bocas de los grifos y los manorreductores son específicos para evitar errores en los acoplamientos. Las tuberías se señalizan con colores normalizados, permitiendo sólo latiguillos flexibles para la conexión de las botellas de gas a la instalación.**
- **Las centrales de gases están formadas por conjuntos de acoplamientos, reducción, inversión y señalización que permiten un funcionamiento continuo y automático de la instalación.**

5. Acondicionamiento ambiental del laboratorio

La ventilación natural, como único recurso en los laboratorios, debe evitarse, ya que sólo resultaría adecuada en algunas épocas del año.

El calor, durante el verano, hace que el ambiente sea poco confortable, al tiempo que las corrientes de aire pueden crear situaciones de riesgo, perjudicando el buen funcionamiento del laboratorio. En invierno, se procura evitar las ventilaciones con lo que podrán aumentar las concentraciones de contaminantes en el laboratorio.

Además, las características particulares que tiene un laboratorio, en cuanto a riesgo de incendios y propagación de la contaminación, obligan a unas consideraciones especiales en cuanto a las condiciones de temperatura y humedad relativa que permitan disfrutar de una situación de confort.

El acondicionamiento sobre las condiciones de humedad y temperatura permitirá una situación de confort.

De esta forma, el acondicionamiento de aire en un laboratorio se realizará atendiendo a la actuación sobre la:

- temperatura,
- humedad relativa,
- velocidad del aire en el interior del laboratorio y,
- porcentaje de aire que es preciso renovar.

Condiciones ambientales
temperatura
humedad relativa
índice de ventilación
velocidad del aire

El sistema de acondicionamiento del laboratorio debe ser independiente de cualquier otra actividad que se realice en el mismo edificio.

Es más, cada dependencia dentro del laboratorio podría tener un tratamiento diferente en función de sus características específicas: los diversos focos de calor, las condiciones termohigrométricas, los sistemas de extracción, la contaminación química y las áreas diferenciadas:

- Los focos de calor proceden de equipos tales como estufas, muflas, placas calefactoras, baños, mecheros, etc. El acondicionamiento de la dependencia necesita compensar con eficacia el calor desprendido por estos equipos.

- Las condiciones termohigrométricas de cada dependencia conducen a situaciones poco confortables, principalmente durante el verano. El trabajo con equipos con llama viva, o la permanencia en zonas con focos de calor, obliga al analista, por falta de confort, a trabajar sin tomar las medidas de seguridad exigibles (vestimenta, prendas de protección, método de trabajo), facilitando las situaciones de riesgo.

- Durante su funcionamiento, los sistemas de extracción del laboratorio (vitrinas de gases, campanas) retiran cantidades considerables de aire, captado del interior del laboratorio. Renovar tales volúmenes de aire y acondicionarlos supone un alto consumo de energía.

Debe compensarse el calor producido.

- La contaminación química puntual no se resuelve con la ventilación natural, basada en crear corrientes de aire con puertas y ventanas abiertas. No sólo se desequilibra cualquier acondicionamiento, sino que la renovación conseguida no es eficaz para eliminar la contaminación.

Las áreas diferenciadas en las que se compartimentan los laboratorios, tales como el almacén de reactivos o la zona de equipos instrumentales, necesitan acondicionamientos muy diferentes.

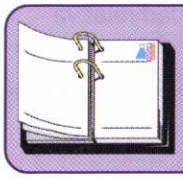
El acondicionamiento ambiental del laboratorio requiere renovaciones controladas del aire.

A veces se utilizan extractores libres colocados en muros y ventanas. El efecto descontaminante de estos equipos es inapreciable, dado que extraen volúmenes de aire locales generalmente muy alejados de los puntos de emisión, siempre de la parte alta del laboratorio, cuando la mayor parte de los contaminantes, más densos que el aire, están localizados en las partes bajas.

Las salidas de aire de los sistemas de acondicionamiento no deben estar junto a las vitrinas de gases, porque la depresión producida podría sacar contaminantes de la misma. Tampoco las entradas, ya que una parte importante del aire ya acondicionado saldría inmediatamente por la vitrina.

Las vitrinas de gases extraen grandes caudales de aire. Para evitar acondicionar volúmenes tan altos, se aporta directamente desde el exterior hasta el 70% del aire que limpia las vitrinas.

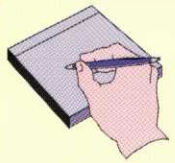
La renovación de aire en un laboratorio puede cuantificarse en unos 30 m^3/hora por cada trabajador.



RECUERDA:

- **El laboratorio necesita un acondicionamiento diferente del de otras estancias debido a los focos emisores de calor, los sistemas de extracción de aire, el nivel de contaminación y la diferencia de necesidades entre sus distintas áreas, siendo preciso un estudio detallado de sus características.**

Actividades de heteroevaluación



h5.1. *Indica una ventaja y un inconveniente en la instalación de un laboratorio químico de un centro escolar ubicado en la última planta del edificio.*

h5.2. *Las casetas de gases y el almacén de reactivos son las zonas destinadas al almacenamiento en el laboratorio. Expresa tres características similares y tres diferentes en las necesidades de esos espacios.*

h5.3. *¿Para qué es útil el término RF?*
a) Para determinar las necesidades estructurales de un local.
b) Para calcular las cargas de fuego.
c) Para establecer el riesgo intrínseco de un local.

h5.4. *Comenta tres características que diferencien el laboratorio de un centro de oficinas que dificulten la consecución de un buen acondicionamiento ambiental.*

h5.5. *Da razones por las que, entre las recomendaciones dadas para la ubicación de una caseta de gases, se ha expresado:*
"La temperatura en el área de almacenamiento no superará los 50 ºC, estando prohibido fumar o el uso de llamas abiertas. Debe disponerse en las proximidades, de agua corriente".

CIDEAD
CENTRO PARA LA INNOVACIÓN
Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN
A DISTANCIA


FONDO
SOCIAL
EUROPEO

Formación Profesional a Distancia

UNIDAD 6

Normas de actuación ambiental en el laboratorio

Seguridad y ambiente químico en el laboratorio

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN PERMANENTE

CENTRO PARA LA INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

Coordinación:
Carlos Ferrer Muñoz

Autor:
Víctor Bueno Bernal

Comisión de Seguimiento Técnico del CIDEAD:
Aurelio Gómez Feced (Director)
Luis Salcedo Sigüenza (Coordinador)
Félix García Zarcero
Ángel Millanes Moreno

Diseño y maquetación:
Julio Morales Villasevil



© MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y PROMOCIÓN EDUCATIVA

Edita: SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA: Centro de Publicaciones

NIPO: 176-99-150-6
ISBN: 84-369-3316-8
Depósito Legal: M-6912-2000
Imprime: Grupo Industrial de Artes Gráficas
Ibersaf Industrial, S. L.

Unidad 6
Normas de actuación ambiental en el laboratorio

Autor:

Víctor Bueno Bernal

Índice

Presentación de la unidad 6

1. Factores de riesgo de los productos químicos 7
1.1. Explosivos 7
1.2. Comburentes 7
1.3. Inflamables 7
1.4. Tóxicos 9
1.5. Corrosivos 10
1.6. Irritantes 11
1.7. Carcinogénicos 11
1.8. Mutagénicos 12
1.9. Teratogénicos 12
1.10. Ecotóxicos 12

2. Envasado y etiquetado de productos químicos 14
2.1. Condiciones del envasado de productos químicos 14
2.2. Etiquetado de productos químicos 14
2.3. Fichas de seguridad de los productos 19

3. Manipulación de productos químicos 22
3.1. Prevención en la manipulación de productos químicos 24
3.2. Manipulación de líquidos inflamables 25
3.3. Manipulación de líquidos corrosivos 26
3.4. Manipulación de líquidos tóxicos 26
3.5. Medidas de prevención con productos cancerígenos 27

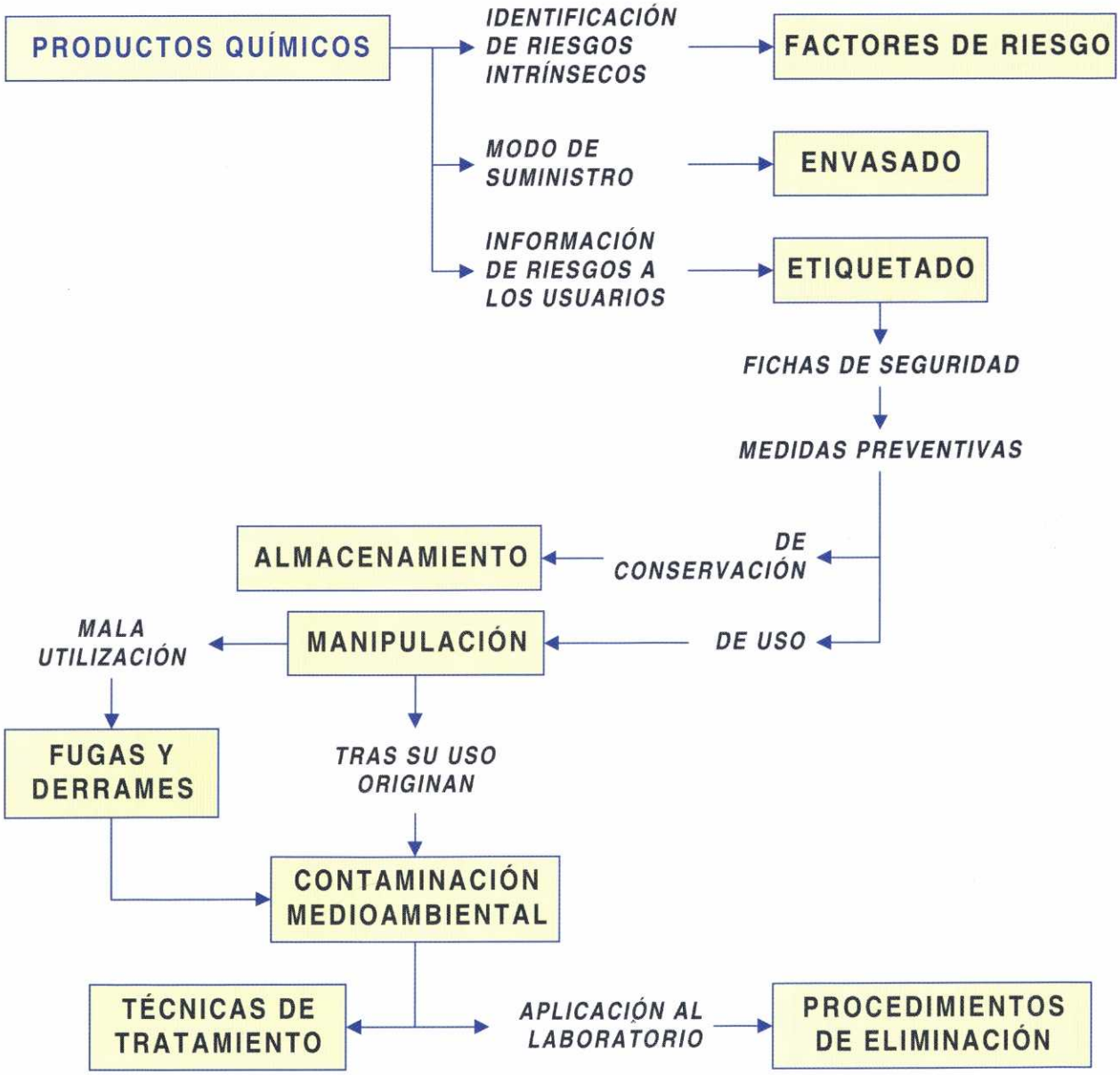
4. Almacenamiento de productos químicos en laboratorios 28
4.1. Reducción al mínimo del stock 29
4.2. Separación de reactivos 29
4.3. Aislamiento de productos peligrosos 31

5. Contaminación medioambiental producida en el laboratorio 33
5.1. Contaminación atmosférica 33
5.2. Contaminación de aguas 34
5.3. Contaminación de suelos 34

6. Técnicas de tratamiento y gestión de residuos 35
6.1. Técnicas de minimización de residuos 35
6.2. Técnicas de tratamiento y almacenamiento de residuos 37

7. Procedimientos de eliminación de productos químicos en el laboratorio 41

Actividades de heteroevaluación 49


PRODUCTOS QUÍMICOS
IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS INTRÍNSECOS
FACTORES DE RIESGO
MODO DE SUMINISTRO
ENVASADO
INFORMACIÓN DE RIESGOS A LOS USUARIOS
ETIQUETADO
FICHAS DE SEGURIDAD
MEDIDAS PREVENTIVAS
DE CONSERVACIÓN
ALMACENAMIENTO
DE USO
MANIPULACIÓN
MALA UTILIZACIÓN
FUGAS Y DERRAMES
TRAS SU USO ORIGINAN
CONTAMINACIÓN MEDIOAMBIENTAL
TÉCNICAS DE TRATAMIENTO
APLICACIÓN AL LABORATORIO
PROCEDIMIENTOS DE ELIMINACIÓN

Se considera que existen en el mundo unos 6.000.000 de productos químicos conocidos y que, unos 50.000 de ellos se utilizan habitualmente en la industria. En todas las actividades humanas, ya sean industriales, agrícolas o domésticas, se emplean una gran cantidad de productos químicos y no siempre conocemos con seguridad los riesgos que suponen para las personas y el medio ambiente su exposición.

Los riesgos químicos de estos productos se deben tanto a factores intrínsecos (características, reactividad, etc.), como a extrínsecos:

- Fallos en las instalaciones o equipos.
- Manipulación inadecuada.
- Desconocimiento de la peligrosidad del producto o proceso.
- Falta de la formación/información necesaria.

Vamos a iniciarte en el conocimiento de los riesgos debidos a los productos químicos y de las precauciones necesarias cuando se utilizen en las actividades normales del laboratorio.

En los laboratorios, manipulamos una gran cantidad de productos químicos con los que llevamos a cabo operaciones en las que se generan residuos que pueden ser peligrosos para la salud y para el medio ambiente.

Aunque la generación de volumen de residuos es muy pequeña, si se compara con los procedentes del sector industrial, no por eso debes ignorar el problema, muy al contrario, esta va a ser una de las misiones específicas en tu trabajo en el laboratorio: eliminar y/o reciclar los residuos generados.

Debemos asumir en el laboratorio el control de los residuos que se generan, así como su tratamiento y eliminación. La gestión de estos residuos debe formar parte intrínseca de la actividad general del laboratorio.

Al finalizar el estudio de esta unidad serás capaz de:

Identificar los riesgos de los productos químicos.

Tener criterios sobre el envasado y etiquetado de dichos productos.

Tomar las medidas preventivas básicas en la manipulación de los productos según su peligrosidad.

Almacenar los reactivos químicos en la forma y lugar que corresponda en función de sus propiedades.

Diferenciar los daños al medio ambiente que puede ocasionar la actividad del laboratorio.

Reconocer las distintas técnicas de eliminación de derrames/residuos aplicables en el laboratorio.

1. Factores de riesgo de los productos químicos

Los productos químicos tienen diferentes tipos y grados de peligrosidad, ¿cuáles son los parámetros que hacen peligrosos estos productos?, ¿qué criterios utilizaremos para clasificarlos?

Los productos químicos pueden ser peligrosos por sus propiedades físico-químicas y toxicológicas, así como por sus efectos específicos sobre la salud humana y el medio ambiente, como puedes ver en la siguiente tabla:

TIPOS DE PELIGROSIDAD

Propiedades Físico-químicas	Propiedades Toxicológicas	Efectos sobre la salud humana	Efectos sobre el medio ambiente
Explosivos Comburentes Inflamables	Tóxicos Nocivos Corrosivos Irritantes	Carcinogénicos Mutagénicos Tetarogénicos	Ecotóxicos.

1.1. Explosivos

Son los productos que, por acción del calor, choque o fricción, pueden reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases, y detonan, deflagran o explotan.

Productos explosivos	T.ª de detonación
Nitroglicerina	177 ºC
Isocianato de mercurio	180 ºC
Nitrogenuro de plomo	360 ºC
Trinitrotolueno	470 ºC

Estas reacciones transcurren incluso en ausencia del oxígeno del aire, siendo muy variable la temperatura de detonación. Ejemplos de sustancias explosivas son el trinitrofenol, la nitroglicerina, el perclorato de amonio, dinitrobenceno y diversos peróxidos orgánicos y compuestos nitrogenados complejos.

Hay compuestos que no son considerados explosivos, pero que son inestables al calor a determinadas concentraciones (por ejemplo, el ácido perclórico al 50%), o que se convierten en explosivos cuando se mezclan con materiales combustibles, como los cloratos.

1.2. Comburentes

Los comburentes son aquellos productos que, en contacto con otras sustancias, particularmente las inflamables, producen una reacción fuertemente exotérmica. El comburente aporta el oxidante necesario para que se produzca la combustión.

Los productos comburentes más corrientes son los percloratos, el agua oxigenada, los peróxidos tanto orgánicos como inorgánicos y la mezcla sulfonítrica.

1.3. Inflamables

Se llaman inflamables a aquellos productos que tienen facilidad para arder en presencia de oxígeno con desprendimiento de calor.

El riesgo de inflamabilidad de tales productos, es decir, su facilidad para entrar en combustión, depende de determinados parámetros físicos, característicos para cada producto que detallamos a continuación:

Temperatura de inflamación (Ti). También conocida como punto de inflamación o destello (flash point), es la temperatura mínima, a presión atmosférica, a la que los vapores que desprende una sustancia combustible en contacto con el aire, son capaces por sí mismos de continuar la combustión, una vez encendidos por una fuente externa de energía.

Este parámetro nos permite conocer si un líquido es inflamable a una temperatura determinada. Por ejemplo, la temperatura de inflamación de la gasolina es de -43 ºC, indicándonos que podrá arder por muy baja que sea la temperatura ambiente; en cambio, el gasoil, cuya Ti es de 66 ºC, habrá que calentarlo para que pueda arder.

Temperatura de autoignición o punto de autoencendido (Ta). Es la temperatura, a presión atmosférica, a la que una sustancia (o sus vapores en contacto con el aire), arde espontáneamente sin necesidad de una fuente externa de energía, ya que con esta temperatura se alcanza la energía de activación, suficiente para que se inicie la reacción.

Conviene tener en cuenta este parámetro cuando se hagan calentamientos intensos, en aparatos como muflas y otros tipos de hornos. La temperatura de autoignición de la mayoría de los productos inflamables varía entre 200 ºC y 700 ºC, aunque es inferior para algunos compuestos como el éter etílico, cuya Ta es 160 ºC.

Límite inferior de inflamabilidad LII. Es la concentración más pobre de la mezcla combustible-aire a la que se puede producir la combustión.

Temperatura del metanol	Límite inferior de inflamabilidad (LII)
20 ºC	6,7
100 ºC	5,8
200 ºC	4,8

Límite superior de inflamabilidad, LSI. Es la concentración más rica de la mezcla combustible-aire a la que puede producirse una combustión.

Los límites superior e inferior de inflamabilidad se expresan en tanto por ciento, en volumen de mezcla combustible-aire. Ambos valores determinan entre qué porcentajes será inflamable la mezcla combustible-aire.

Los límites de inflamabilidad no son parámetros constantes para cada producto inflamable, sino que varían con la temperatura. Cuanto más alta es la temperatura, mayor es el rango dentro del cual la sustancia es inflamable. A estos límites también se los conoce como límites de explosividad.

Presión de vapor Pv. Es la presión característica, para una temperatura dada, a la que un vapor se encuentra en equilibrio con su forma sólida o líquida.

Sustancia	P_v 20 ºC mm Hg	LII	LIS
Agua	17,5		
Acetona	180	2,6	13
Benceno	95,2	1,4	8
Etanol	43	3,3	19
Metanol	97	4	36

Como la presión de vapor aumenta con la temperatura, es un parámetro clave para que se alcance rápidamente el límite inferior de inflamabilidad. En la tabla adjunta se indica la presión de vapor de algunos líquidos.

Los líquidos inflamables tienen presiones de vapor elevadas, por lo que rápidamente se alcanza en ellos el límite inferior de inflamabilidad. Una medida preventiva aconsejable es no dejar abiertos los envases que los contienen y ventilar adecuadamente cuando estén abiertos.

Las sustancias inflamables se dividen en tres grupos, según su grado de inflamabilidad:

Extremadamente inflamables
Son aquellos productos que tienen extremadamente bajo el punto de inflamación (inferior a 0 ºC) y, a la vez, bajo el de ebullición (inferior a 35 ºC). Se incluyen también en este grupo los productos gaseosos que, a presión y temperatura ambiente, son inflamables en el aire.

El grupo lo forman casi todos los gases combustibles como hidrógeno, metano, acetileno y otros como el cianuro de hidrógeno, acetaldehído y algunos disolventes como el éter dietílico.

Fácilmente inflamables
Son los productos que:
- A temperatura ambiente, en el aire y sin aporte de energía pueden calentarse o incluso inflamarse, es decir, poseen un punto de autoencendido inferior a la temperatura ambiente, como el magnesio, el aluminio y el fósforo blanco.
- Siendo sólidos, pueden inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de ignición y que continúan quemándose o consumiéndose una vez retirada dicha fuente, como es el caso del fósforo.
- En estado líquido poseen el punto de inflamación muy bajo (inferior a 21 ºC), como algunos hidrocarburos y la mayoría de los disolventes orgánicos.
- En contacto con el agua o con aire húmedo desprenden gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas, como los hidruros metálicos.

Categorías y puntos de inflamación	
Extremadamente inflamable	< 0 ºC
Fácilmente inflamable	0 ºC – 21 ºC
Inflamable	21 ºC – 55 ºC
Combustible	>55 ºC

Inflamables
Son los productos cuyo punto de ignición está comprendido entre 21 y 55 ºC. Este grupo incluye sustancias químicas como amoníaco, ácido acético, cetonas y ésteres de más de 7 átomos de carbono. Cuando el punto de inflamación de un producto es superior a 55 ºC le llamamos combustible.

1.4. Tóxicos

Hemos clasificado los productos inflamables, según determinados parámetros físicos. ¿Podríamos utilizar otros parámetros para diferenciar el nivel de toxicidad de los productos químicos?

La toxicidad de un producto químico se estima a partir de datos experimentales, caracterizando el riesgo potencial de alterar la salud con la ayuda de dos parámetros: la dosis y la concentración letal 50.

La respuesta del organismo ante un producto tóxico depende del tipo de producto, de la persona y de las condiciones de exposición.

La dosis y la concentración letal 50 indican, además de lo tóxica que es una sustancia, la vía de penetración por la que actúa.

Dosis letal 50 oral (DL50 oral)
Es aquella que, suministrada por vía oral, causa la muerte al 50% de los individuos que la reciben. Se mide en mg de sustancia tóxica ingerida por kg de masa corporal del individuo.

Dosis letal 50 cutánea (DL50 cutánea)
Es aquella que, suministrada por vía cutánea, causa la muerte al 50% de los individuos que la reciben. Sus unidades son análogas a las de la dosis letal 50 oral.

Concentración letal 50 (CL50)
Es aquella concentración que, administrada en el medio ambiente de la población en estudio, causa la muerte al 50% de los individuos. Se mide en mg de sustancia por litro de aire para un tiempo de exposición de 4 horas.

Las dosis y concentración letal 50 han sido utilizadas en la normativa, como criterio de clasificación para las distintas categorías de toxicidad de los productos químicos peligrosos. La tabla siguiente muestra los valores que delimitan los criterios de toxicidad.

Criterios de Toxicidad

Categoría	DL_{50} oral rata (mg/kg)	DL_{50} cutánea rata o conejo (mg/kg)	CL_{50} inhalac. rata (mg/l)
Muy tóxica	< 25	< 50	< 0,50 (<0,25)*
Tóxica	20-200	50-400	0,5-2 (0,25-1)*
Nociva	200-2000	400-2000	2-20 (1-5)*

* En paréntesis valores modificados de la Directiva 92/32/CEE

La entrada del tóxico por vía cutánea en el laboratorio puede originarse en accidentes causados por material de vidrio.

Así pues, en función del grado de toxicidad un producto puede ser:

Muy tóxico
Es el producto que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad, puede provocar efectos agudos o crónicos, e incluso la muerte. Son productos muy tóxicos los cianuros, el ácido sulfhídrico, los compuestos orgánicos de mercurio y plomo, etc.

Tóxico
Es el producto que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades, puede provocar efectos agudos o crónicos, e incluso la muerte. Son compuestos tóxicos el cloro, el metanol, la anilina, etc.

Nocivo
Es el producto que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puede entrañar riesgos de gravedad limitada. Son nocivos productos tales como los mercaptanos, algunos cloratos, el permanganato potásico, el tolueno, etc.

1.5. Corrosivos

Son aquellos productos que, en contacto con tejidos vivos, pueden ejercer sobre ellos efectos destructivos. La corrosividad de una sustancia se determina experimentando sobre animales y estudiando la necrosis perceptible en su tejido cutáneo, al aplicarle el producto durante 4 horas. Según los efectos destructivos que producen, los productos pueden ser:

Muy corrosivos
Son los que producen una necrosis perceptible del tejido cutáneo en un período inferior a tres minutos, como el ácido nítrico fumante.

Corrosivos
Son los que producen una necrosis, perceptible del tejido cutáneo, en un período comprendido entre tres y sesenta minutos, como el ácido sulfúrico concentrado y el hidróxido sódico.

Poco corrosivos
Son los que producen una necrosis, perceptible del tejido cutáneo, en un período comprendido entre una y cuatro horas, como el ácido fosfórico y el ácido acético.

1.6. Irritantes

Son productos no corrosivos que, en contacto con la piel o las mucosas, pueden producir una reacción inflamatoria.

A veces, los productos corrosivos provocan inicialmente una inflamación, por lo que puede parecer que los productos irritantes y los poco corrosivos generan efectos similares. Sin embargo, desde el punto de vista toxicológico son productos muy distintos.

Los productos irritantes y corrosivos se diferencian por sus efectos toxicológicos.

Los irritantes se dividen en: primarios, si ejercen una acción irritante local, y secundarios, si ejercen, además, su acción sobre todo el organismo.

La acción irritante puede ejercerse en el sistema respiratorio y estar asociada a la solubilidad en agua del producto. Si este es muy soluble, la acción irritante se aprecia en los tractos respiratorios superior, medio y en el tejido pulmonar.

Existen productos irritantes cuya acción se manifiesta incluso horas después de la exposición, cuando no hay tratamiento posible, como es el caso del fosgeno.

Otros irritantes afectan a los ojos o a la piel, sobre la que productos como, por ejemplo, los disolventes orgánicos son capaces de disolver la capa grasa que la protege y aisla.

1.7. Carcinogénicos

Son productos que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden producir cáncer o aumentar el riesgo de contraerle.

Existen varias clasificaciones de los productos químicos carcinogénicos, sin que haya acuerdo total en algunos casos. La clasificación con más prestigio es la de la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC).

La normativa española clasifica a las sustancias carcinogénicas en tres categorías:

Primera categoría: Incluye aquellas sustancias en las que ha sido demostrado, mediante estudios epidemiológicos, una relación directa entre la exposición del hombre a tales sustancias y la aparición de cáncer en este.

Sustancias	Categoría carcinógeno
Ácido arsénico y sus sales	1
Amianto	1
Benceno	1
Bencidina	1
Cloruro de cadmio	2
Cloruro de vinilo	1
Hidrazina	2
O-tolidina	2

Segunda categoría: Agrupa a aquellas sustancias sobre las que hay suficientes indicios (por estudios de toxicidad realizados en animales y otro tipo de informaciones) para suponer que, su efecto en el hombre, puede producirle cáncer.

Tercera categoría: Se incluyen en ella a las sustancias de las que se sospechan efectos carcinogénicos en el hombre, aunque sin las suficientes pruebas para incluirlas en la segunda categoría.

Los productos incluidos en las dos primeras categorías se consideran carcinogénicos, además de tóxicos o muy tóxicos. Los de tercera categoría se consideran nocivos y con posibilidad de producir efectos irreversibles.

En la tabla adjunta se listan algunas sustancias carcinogénicas y su categoría según la Directiva comunitaria sobre estas sustancias.

1.8. Mutagénicos

Los productos mutagénicos son los que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden producir alteraciones en el material genético de las células o aumentar la frecuencia de la alteración. Se clasifican en tres categorías, de forma similar a los carcinogénicos. Como sucedía con estos, en los estudios realizados con los productos mutagénicos se aprecian diferencias entre sus efectos sobre distintas especies animales y el hombre. Muchos de los productos carcinogénicos son también mutagénicos.

1.9. Teratogénicos

Son productos que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir malformaciones genéticas en el feto, durante su desarrollo intrauterino o aumentar la frecuencia de las mismas. Estos efectos negativos no son hereditarios, aunque incidan de forma negativa en la capacidad reproductora masculina o femenina.

1.10. Ecotóxicos

Son los que, en contacto con el medio ambiente, presentan o pueden presentar un peligro inmediato o futuro para este.

En principio, cualquier producto químico tóxico para el hombre lo es también para el medio ambiente. Se incluyen en este apartado aquellas sustancias que, aún siendo de baja toxicidad, pueden causar problemas medioambientales dependiendo de su concentración, estado físico y lugar del vertido. Un ejemplo lo representan los derivados del petróleo, de baja toxicidad, pero muy perjudiciales para el medio ambiente.

El efecto perjudicial se determina utilizando varios parámetros para medir el grado de toxicidad. Se aplican los productos químicos sobre aguas residuales y se miden sus efectos sobre los seres vivos. Los ensayos más conocidos son:

Estos ensayos se utilizan para determinar la toxicidad de los residuos industriales.

El ***ensayo de la daphnia magna*** mide la inhibición de la movilidad de este crustáceo, determinándose la concentración de sustancia que inmoviliza, en un tiempo dado, al 50% de las daphnias utilizadas

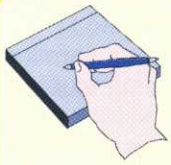
en el ensayo (CI50). La prueba es sensible para sustancias inorgánicas y pesticidas.

El ***ensayo microtox*** estudia la disminución de emisión de luz de una bacteria luminiscente, determinándose la concentración de sustancia que reduce la producción de luz en un 50% (EC50). Es un ensayo sensible, sobre todo, para sustancias orgánicas.

También se realizan ensayos sobre peces midiéndose la concentración de dosis letal, CL50, para un período de tiempo determinado. La tabla siguiente muestra algunos de estos parámetros.

Test de toxicidad en mg/l de sustancia

Tóxico	**Daphnia** CL_{50}, 48 h.	**Microtox** EC_{50}, 5 min.	**Trucha** CL_{50}, 96 h.
Cianuro	6,1	13,3	0,15
Cloroformo	758	435	32
Cobre	0,02	7,4	0,25
Mercurio	0,03	0,08	0,21
Fenol	32	22	9,9



ACTIVIDADES

1. *¿Cuáles de las siguientes afirmaciones sobre sustancias inflamables son correctas? Razona la respuesta.*

a) Un líquido inflamable cuya temperatura de inflamación sea de -20 ºC, hay que mantenerlo congelado para evitar su combustión.

b) Se puede evitar la combustión de un líquido inflamable si lo mantenemos por debajo de la temperatura de inflamación.

c) Los límites de explosividad no son aplicables a sustancias explosivas.

d) Por debajo de la temperatura de autoignición, se necesita un foco de ignición para que pueda arder el producto.

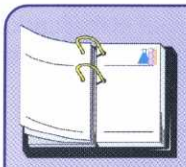
2. *Ordena las sustancias siguientes por su grado de toxicidad:*

a) Sustancia cuya dosis letal cutánea sea de 40 mg/kg.

b) Sustancia cuya dosis letal oral sea de 400 mg/kg.

c) Sustancia cuya concentración letal de inhalación sea de 40 mg/l.

d) Sustancia cuya dosis letal oral sea de 40 mg/kg.



RECUERDA:

- **Algunos productos químicos son peligrosos, debido a sus propiedades físico-químicas y toxicológicas, y producen efectos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente.**
- **Los productos explosivos reaccionan exotérmicamente con un aporte energético, detonando, deflagrando o explotando.**
- **Los productos comburentes producen una fuerte reacción exotérmica en contacto con sustancias inflamables.**
- **Los productos inflamables arden fácilmente en presencia de oxígeno con desprendimiento de calor.**
- **Los productos tóxicos producen efectos agudos o crónicos en las personas que los inhalan, ingieren o captan por vía dérmica.**
- **Los productos corrosivos tienen efectos destructivos sobre los tejidos de los seres vivos.**
- **Los productos irritantes producen una reacción inflamatoria en contacto con la piel y las mucosas.**
- **Los productos carcinogénicos son los que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir cáncer o aumentar su frecuencia. Se diferencian por el grado de certidumbre de su toxicidad.**
- **Los productos mutagénicos son los que pueden producir alteraciones en el material genético de las células.**
- **Los productos teratogénicos son los que pueden producir malformaciones genéticas en el feto.**
- **Los productos ecotóxicos son aquellos que representan un peligro para el medio ambiente.**

2. Envasado y etiquetado de productos químicos

2.1. Condiciones del envasado de productos químicos

Las características de los envases y del etiquetado de productos químicos están recogidos, ampliamente, en la legislación (por ejemplo, en los R.D. 2.216/1985 y 1.078/1993).

El envasado de sustancias químicas debe cumplir las siguientes condiciones para su comercialización:

- Los envases deberán estar diseñados y fabricados de manera que no se produzcan pérdidas en su contenido, excepto en el caso de ser necesarios dispositivos de seguridad especiales.
- Los envases y sus cierres estarán hechos de un material inatacable por el producto que contenga, ni formarán combinaciones peligrosas con el mismo.
- Los envases y sus cierres serán fuertes y resistentes en todas sus partes de manera que no puedan aflojarse, para garantizar su conservación y su manipulación.
- Los envases reutilizables tendrán sistemas de cierre que permitan abrirlos y cerrarlos varias veces, garantizando su estanqueidad cuando estén cerrados.
- Los envases de capacidad igual o inferior a un litro que contengan sustancias líquidas destinadas a usos domésticos y clasificadas como muy tóxicas (T+), tóxicas (T) o corrosivas (C), deberán llevar una indicación de peligro detectable al tacto.
- Los envases con capacidad igual o inferior a 3 litros, que contengan sustancias peligrosas destinadas al uso doméstico, dispondrán de un cierre de seguridad para los niños.

2.2. Etiquetado de productos químicos

Los productos químicos solamente podrán ser puestos en el mercado si sus envases están etiquetados en lengua española, de forma clara, legible e indeleble.

CAPACIDAD DEL ENVASE	FORMATO (mm)
Inferior o igual a 3 litros	52 x 74
Entre 3 y 50 litros	74 x 105
Entre 50 y 500 litros	105 x 148
Superior a 500 litros	148 x 210

En un mismo campo visual deberán figurar los datos siguientes:

- Denominación de la sustancia según el listado del Real Decreto 2.216/85 o, si no está incluida, según la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).
- Nombre común, en su caso.
- Concentración de la sustancia.
- Nombre y dirección de la persona natural o jurídica que fabrique, envase, comercialice o importe tal producto químico.
- Dos pictogramas e indicaciones de peligro por etiqueta, como máximo, ocupando cada uno de ellos, como mínimo, la décima parte de la superficie de la etiqueta.
- Mención de riesgos específicos (frases R).
- Consejos de prudencia (frases S).

El tamaño de la etiqueta será, como mínimo, de las dimensiones reflejadas en el cuadro adjunto. A continuación mostramos un modelo:



Los pictogramas e indicaciones de peligro son símbolos, que representan la peligrosidad de cada sustancia. Están dibujados en negro sobre un fondo amarillo-naranja. Cada etiqueta irá acompañada por la denominación del peligro que indique. Los pictogramas más utilizados son:



Cuando un producto químico, requiera más de un pictograma de peligro, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

a) La obligación de poner el pictograma T, hace que sea facultativa la inclusión de los pictogramas X y C.

b) La obligación de poner el pictograma C, hace que sea facultativa la inclusión del pictograma X.

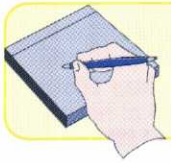
c) La obligación de poner el pictograma E, hace que sea facultativa la inclusión de los pictogramas F y O.

Las indicaciones como "no tóxico", "no nocivo" o frases análogas no podrán figurar en las etiquetas o sobre el envase.

En caso de productos irritantes, fácilmente inflamables, inflamables o comburentes no es preciso poner las frases R y S, si el volumen contenido en el envase es inferior a 125 ml.

Las fichas de seguridad de los productos que se manipulan deben estar a disposición del usuario.

La etiqueta debe ser fijada sobre una o varias caras del envase, nunca sobre los cierres o precintos. Debe ser visible de forma que se pueda leer cuando el envase esté en su posición normal.



ACTIVIDADES

3. *Si en el laboratorio preparas una disolución a partir de un reactivo químico, indica cuatro datos que debieran recogerse en la etiqueta.*

A continuación, incluimos un anexo en el que podrás reconocer todas las frases correspondientes a los riesgos de los productos químicos, que figuran en su etiqueta.

FRASES R. Riesgos específicos atribuidos a las sustancias peligrosas

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 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.
R13	Gas licuado, extremadamente inflamable.
R14	Reacciona violentamente con el agua.
R15	Reacciona con el agua, liberando gases fácilmente 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.
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 el agua libera gases tóxicos.
R30	Puede inflamarse fácilmente al usarlo.
R31	En contacto con ácidos libera gases tóxicos.
R32	En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.
R33	Peligro de efectos acumulativos.
R34	Provoca quemaduras.
R35	Provoca quemaduras graves.
R36	Irrita los ojos.
R37	Irrita las vías respiratorias.
R38	Irrita la piel.
R39	Peligro de efectos irreversibles muy graves.
R40	Posibilidad de efectos irreversibles.
R41	Riesgo de lesiones oculares graves.
R42	Posibilidad de sensibilización por inhalación.
R43	Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
R44	Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.
R45	Puede causar cáncer.
R46	Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.
R47	Puede causar malformaciones congénitas.
R48	Riesgo de efectos graves para la salud, en caso de exposición prolongada.
R49	Puede causar cáncer por inhalación.
R50	Muy tóxico para los organismos acuáticos.
R51	Tóxico para los organismos acuáticos.
R52	Nocivo para los organismos acuáticos.
R53	Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
R54	Tóxico para la flora.
R55	Tóxico para la fauna.
R56	Tóxico para los organismos del suelo.
R57	Tóxico para las abejas.
R58	Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.
R59	Peligro para la capa de ozono.
R60	Puede perjudicar la fertilidad.
R61	Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
R62	Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.
R63	Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
R64	Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.

FRASES S. Consejos de prudencia relativos a las sustancias peligrosas

S1	Consérvese bajo llave.
S2	Manténgase fuera del alcance de los niños.
S3	Consérvese en lugar fresco.
S4	Manténganse 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 materias combustibles.
S18	Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.
S20	No comer ni beber durante su utilización.
S21	No fumar durante su utilización.
S22	No respirar el polvo.
S23	No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].
S24	Evítese el contacto con la piel.
S25	Evítese el contacto con los ojos.
S26	En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
S27	Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
S28	En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con... (productos a especificar por el fabricante).
S29	No tirar los residuos por el desagüe.
S30	No echar jamás agua a este producto.
S33	Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.
S35	Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
S36	Úsese indumentaria protectora adecuada.
S37	Úsense guantes adecuados.
S38	En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado.
S39	Úsese protección para los ojos/la cara.
S40	Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese... (a especificar por el fabricante).
S41	En caso de incendio y/o de explosión, no respire los humos.
S42	Durante las fumigaciones/pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].
S43	En caso de incendio, utilizar... (los medios de extinción los debe especificar el fabricante). (Si el agua aumenta el riesgo, se deberá añadir: <<No usar agua>>).
S45	En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrele la etiqueta).
S46	En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstrele la etiqueta o el envase.
S47	Consérvese a una temperatura no superior a... ºC (a especificar por el fabricante).
S48	Consérvese húmedo con... (medio apropiado a especificar por el fabricante).
S49	Consérvese únicamente en el recipiente de origen.
S50	No mezclar con... (a especificar por el fabricante).
S51	Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
S52	No usar sobre grandes superficies en locales habitados.
S53	Evítese la exposición —recábense instrucciones especiales antes del uso.
S56	Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
S57	Utilícese un envase de seguridad, adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.
S59	Remitirse al fabricante proveedor para obtener información sobre su recuperación y reciclado.
S60	Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.
S61	Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.
S62	En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrele la etiqueta o el envase.

Combinación de frases S

S1/2	Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.
S3/7	Consérvese el recipiente bien cerrado y en lugar fresco.
S3/9/14	Consérvese en lugar fresco y bien ventilado y lejos de... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante)
S3/9/14/49	Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado y lejos de... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
S/3/9/49	Conserve únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado.
S3/14	Consérvese en lugar fresco y lejos de... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
S7/8	Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar seco.
S7/9	Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar bien ventilado.
S7/47	Manténgase el recipiente bien cerrado y consérvese a una temperatura no superior a... ºC (a especificar por el fabricante).
S20/21	No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.
S24/25	Evítese el contacto con los ojos y la piel.
S29/56	No tirar los residuos por el desagüe.
S36/37	Úsense indumentaria y guantes de protección adecuados.
S36/37/39	Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.
S36/39	Úsense indumentaria adecuada y protección para los ojos/ la cara.
S37/39	Úsense guantes adecuados y protección para los ojos/ la cara.
S36/37/39	Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.
S47/49	Consérvese únicamente en el recipiente de origen y a temperatura no superior a... ºC (a especificar por el fabricante).

Combinación de frases R

R14/15 Reacciona violentamente con el agua, liberando gases extremadamente inflamables.
R15/29 En contacto con el agua, libera gases tóxicos y extremadamente inflamables.
R20/21 Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.
R20/22 Nocivo por inhalación y por ingestión.
R20/21/22 Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R21/22 Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.
R23/24 Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
R23/25 Tóxico por inhalación y por ingestión.
R23/24/25 Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R24/25 Tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
R26/27 Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
R26/28 Muy tóxico por inhalación y por ingestión.
R26/27/28 Muy tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R27/28 Muy tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
R36/37 Irrita los ojos y las vías respiratorias.
R36/38 Irrita los ojos y la piel.
R36/37/38 Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.
R37/38 Irrita las vías respiratorias y la piel.
R39/23 Tóxico: Peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.
R39/24 Tóxico: Peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.
R39/25 Tóxico: Peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
R39/23/24 Tóxico: Peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.
R39/23/25 Tóxico: Peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.
R39/24/25 Tóxico: Peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.
R39/23/24/25 Tóxico: Peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
R39/26 Muy tóxico: Peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.
R39/27 Muy tóxico: Peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.
R39/28 Muy tóxico: Peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
R39/26/27 Muy tóxico: Peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.
R39/26/28 Muy tóxico: Peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.
R39/27/28 Muy tóxico: Peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.
R39/26/27/28 Muy tóxico: Peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
R40/20 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación.
R40/21 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel.
R40/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por ingestión.
R40/20/21 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación y contacto con la piel.
R40/20/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación e ingestión.
R40/21/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel e ingestión.
R40/20/21/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
R42/43 Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.
R48/20 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
R48/21 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
R48/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.
R48/20/21 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
R48/20/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.
R48/21/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.
R48/20/21/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
R48/23 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
R48/24 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
R48/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.
R48/23/24 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
R48/23/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.
R48/24/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.
R48/23/24/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
R50/53 Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
R51/53 Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
R52/53 Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

2.3. Fichas de seguridad de los productos

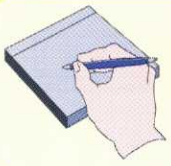
La normativa establece que el responsable de la comercialización de un preparado peligroso, está obligado a entregar al usuario una ficha de seguridad del producto, redactada en lengua española.

La ficha de seguridad informa sobre las características físico-químicas de los productos, las precauciones a tomar en su manipulación, almacenamiento y transporte, así como información toxicológica, aspectos relativos a la ecología y formas de eliminación. Deben leerse todas y cada una de las fichas de los productos, que se utilicen habitualmente en el laboratorio y guardarse en un sitio accesible para el personal.

Será gratuita y se entregará antes del primer suministro del producto y, posteriormente, cuando haya revisiones. Contendrá la siguiente información:

- Identificación del preparado y del responsable de su comercialización.
- Composición o información sobre sus componentes.
- Identificación de sus peligros.
- Primeros auxilios.
- Medidas contra incendios.
- Medidas a tomarse en caso de vertido accidental.
- Manipulación y almacenamiento.
- Controles de exposición y protección individual.
- Propiedades físicas y químicas.
- Datos sobre su estabilidad y reactividad.
- Informaciones toxicológicas.
- Informaciones ecológicas.
- Consideraciones relativas a su eliminación.
- Informaciones relativas a su transporte.
- Informaciones reglamentarias.
- Otras informaciones.

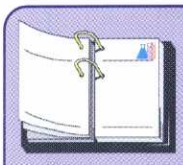
En la página siguiente incluimos, como ejemplo, la ficha de seguridad de un producto habitual en el laboratorio.



ACTIVIDADES

4. *Selecciona de entre las frases S, aquellas que representen medidas de protección medioambiental.*

5. *Selecciona de entre las frases R, aquellas que puedan aplicarse en productos cancerígenos.*



RECUERDA:

- **Los envases de los productos químicos deben ser herméticos y resistentes a los productos que contienen, permitiendo una utilización segura, tanto en su manipulación como en su almacenamiento.**
- **Llevarán una etiqueta con toda la información que exige la normativa: pictogramas, frases de riesgo específico (frases R) y los consejos de prudencia (frases S).**
- **La ficha de seguridad de un producto contiene toda la información que puede necesitar el usuario sobre el producto, como información toxicológica, eliminación de derrames, almacenamiento y transporte.**

Panreac

FICHA DE SEGURIDAD

MONTPLET Y ESTEBAN, S. A.
Riera de Sant Cugat, 1

Tel. 93~63 24 08
Telefax 93-564 70 00
Telex 57485 PANR E
E08110 Montcada i Reiuac
(Barcelona)



RIESGOS ESPECÍFICOS

INFLAMABLE
TÓXICO



1. IDENTIFICACIÓN

1.1.	Designación comercial.	METANOL
1.2.	Fabricante.	MONTPLET Y ESTEBAN, S. A.
		n.º CAS 67-56-1 n.º CEE 603-001-00-x
1.3.	Otros datos.	Códigos M y E, SA 111091, 261091, 131091, 141091, 171091, 132623, 211091, 263620, 263370, 321091

2. NATURALEZA QUÍMICA DEL PRODUCTO

METANOL
CH30H

3. PROPIEDADES FÍSICAS

3.1.	Estado físico.	Líquido incoloro, volátil, olor alcohólico propio.
3.2.	Temp. características.	P.f.: -93,9 ºC; P. eb.: 65 ºC.
3.3.	Solubilidad.	Miscible en agua.
3.4.	pH.	
3.5.	Presión de vapor.	A 20 ºC, 128 mbar.
3.6.	Masa volumétrica.	0,79 g/ml.
3.7.	Otros datos.	

4. ALMACENAJE Y MANIPULACIÓN

4.1.	Precauciones de almacenaje y manipulación.	Almacenar herméticamente cerrado en lugar fresco y bien ventilado. Mantener alejado de fuentes de ignición. Tomar medidas contra cargas electrostáticas. Fácilmente inflamable. Tóxico por inhalación y en contacto con la piel. Manténgase fuera del alcance de los niños. Manténgase el recipiente bien cerrado. No fumar. Evítese el contacto con la piel.
4.2.	Material de envase o embalaje.	
4.3.	Reacciones peligrosas.	Con metales alcalinos y con agentes fuertemente oxidantes (Ac. nítrico, perclórico y permang., cloratos, anh. crómico).
4.4.	Productos de descomposición.	Monóxido de carbono, formaldehído.

Panreac	FICHA DE SEGURIDAD
Producto (cont.)	**METANOL**
4. ALMACENAJE Y MANIP. 4.5. Medidas individuales de prevención 4.6. Medidas especiales de protección 4.7. Medidas en caso de fuga o derrame 4.8. Otras recomendaciones	Protección respiratoria, de las manos y de los ojos. Usar absorbentes de líquidos y desechar adecuadamente. Limpiar enseguida con agua la zona afectada. Los desechos pueden incinerarse en condiciones apropiadas.
5. INFLAMACIÓN Y EXPLOSIÓN 5.1. Punto de inflamación 5.2. Temperatura de autoinflamación 5.3. Peligros particulares de incendio o explosión 5.4. Medios de extinción 5.5. Medidas particulares de protección contra incendio 5.6. Otras recomendaciones	+11 ºC 455 ºC. Límites de incendio y explosión: Inf.: 5,5% en vol. Sup.: 31% en vol. Los vapores son mas densos que el aire formando mezclas explosivas con el aire Agua pulverizada; Espuma; CO_2; Polvo seco.
6. DATOS TOXICOLÓGICOS Consultar al INSTITUTO TOXICOLÓGICO (servicio 24 h.)	Por absorción, la dosis letal para el hombre es de 340 mg/kg. DL50 oral en ratas: 5628 mg/kg.
7. PRIMEROS AUXILIOS	Quitar las ropas impregnadas y lavar la piel con abundante agua. En caso de inhalación, respirar aire fresco. En caso de ingestión provocar vómito. En caso de paro respiratorio, suministrar ayuda respiratoria. Atención médica urgente en todos los casos.
8. PROTECCIÓN ECOLÓGICA	Tiene efectos tóxicos para los peces y el plancton. Se descompone biológicamente y no provoca perturbaciones en las plantas depuradoras.
9. INDICACIONES PARTICULARES	

3. Manipulación de productos químicos

Los productos químicos peligrosos que se manejan en el laboratorio poseen el riesgo adicional de manipularse con mucha frecuencia y en recipientes frágiles, ¿qué medidas preventivas deberíamos tomar?

La manipulación de gases se trata en la unidad número 7 y el manejo de sólidos no requiere, en general, precauciones especiales.

El manejo de líquidos en el laboratorio tiene una mayor relevancia, desde el punto de vista de los riesgos, por varios motivos:

- La mayor parte de las manipulaciones en el laboratorio se realizan con líquidos.
- Los líquidos están contenidos habitualmente en recipientes frágiles, tanto para su almacenamiento como para su utilización.
- Cualquier fallo en su manipulación supone derrames, proyecciones y salpicaduras.
- Aportan mayor contaminación al ambiente del laboratorio, ya sea por su menor presión de vapor o porque, frecuentemente, se utilizan calientes.
- El personal produce acciones incorrectas en su empleo, derivadas de la rutina.

Hay que tener en cuenta las incompatibilidades de los productos químicos que empleamos o almacenamos para prevenir la generación de reacciones violentas. El cuadro que se expone a continuación muestra las incompatibilidades de algunos reactivos utilizados en el laboratorio.

Incompatibilidad por carácter reactivo

Ácido acético	Ácidos nítrico, crómico, perclórico, peróxidos, permanganato, grupos OH	Peróxido de hidrógeno	Cobre, cromo, hierro, la mayoría de metales y sus sales, inflamables
Acetona	Mezclas de ácido nítrico y sulfúrico	Iodo	Acetileno, amoníaco
Acetileno	Cloro, bromo, cobre, mercurio, plata	Mercurio	Acetileno, amoníaco
Alcalinos met.	Hidrocarburos clorados, $C0_2$	Oxígeno	Grasas, hidrógeno, inflamables
Amoníaco anh.	Mercurio, cloro, hipoclorito, iodo	Fósforo	Aire, oxígeno
Anilina	Ácido nítrico, peróxido de hidrógeno	Permanganato	Ac. sulfúrico, glicerol
Bromo	Amoníaco, acetileno, hidrocarburos, benceno, metales en polvo	Ac. oxálico	Plata, mercurio
Calcio, óxido	Agua	Ac.fluorhídrico	Amoníaco, productos acuosos
Carbón activ.	Hipoclorito cálcico	Ac. nítrico	Ac. acético, cianhídrico, acetona, alcohol, anilina, inflamables
Cloratos	Ácidos, sales amoniacales, metal en polvo, azufre, prod. orgánicos	Ac. sulfúrico	Cloratos, percloratos, permanganatos
Crómico ácido y óxido	Ácido acético, etanol, glicerol, líquidos inflamables	Ac. sulfhídrico	Ácido nítrico fumante, gases oxidantes
Cloro	Amoníaco, acetileno, hidrocarburos gaseosos, hidrógeno, metal en polvo	Peróxidos orgánicos	Ácidos orgánicos y minerales, evitar fricción, guardar frío
Cobre	Acetileno, peróxido de hidrógeno	Plata	Acetileno, ác. oxálico
Hidracina	Ácido nítrico, oxidantes	Peróxido de sodio	Sustancias oxidables, alcohol, ésteres
Hidrocarburo	Flúor, cloro, bromo, peróxido		

Hay un tipo de ***medidas preventivas***, que puede ayudarnos a reducir los riesgos en la manipulación de sustancias peligrosas y afecta a las instalaciones, como por ejemplo:

- Mesas de trabajo de amplitud suficiente, evitando la proximidad de operaciones arriesgadas que se estén realizando simultáneamente.
- Vitrinas de gases o sistemas de extracción suficientes para toda las operaciones que coincidan en el tiempo.
- Instalaciones adecuadas a la peligrosidad de los productos que se manipulan.
- Material de vidrio de calidad, adecuado para los procesos en que van a ser utilizados.
- Los trasvases de reactivos y productos químicos a otros envases deben evitarse, ya que los envases originales son los más apropiados para cada producto, además de estar debidamente etiquetados.
- Lugares de almacenamiento seguros, alejados de los focos de riesgo existentes en el laboratorio.
- Envases adecuados para los reactivos, protegidos de acciones externas.
- Medidas operativas de protección contra incendios.
- Sistemas de protección colectiva e individual adecuados a los riesgos existentes.

Las mejores medidas preventivas deben estar en el diseño del laboratorio.

Características de los recipientes para productos químicos:

- Su composición debe ser adecuada para los productos químicos que van a contener, no produciendo ningún tipo de contaminación en la disolución que contengan.
- Los recipientes de vidrio son resistentes a la mayoría de los productos químicos, pero tienen la desventaja de ser frágiles y peligrosos, además de tener una superficie resbaladiza. Los que contengan sustancias peligrosas se transportarán protegidos de impactos mecánicos.
- Los envases de vidrio que contengan sustancias inflamables deben ser menores de 4 litros y de 2 litros, cuando se trate de sustancias tóxicas y/o corrosivas.
- Los recipientes metálicos son más seguros para sustancias inflamables, pero tienen la desventaja de su opacidad.
- Los recipientes de plástico también son resistentes a muchos productos agresivos, permiten apreciar el nivel de líquido y son más resistentes a los golpes, pero sus propiedades se degradan y se fragilizan por la acción del sol o de condiciones ambientales adversas. No son rígidos, lo que los hace inseguros en su vaciado.

El vidrio es el material más utilizado. A veces, se fabrica especialmente mejorando alguna de sus características, como la resistencia mecánica o la resistencia al calor y al salto térmico.

Los productos químicos que sea preciso mantener en los puestos de trabajo se dispondrán en las menores cantidades posibles y se guardarán en armarios especiales, agrupados por riesgos, evitando la proximidad de sustancias incompatibles.

3.1. Prevención en la manipulación de productos químicos

La manipulación de productos químicos en el laboratorio implica determinados riesgos. La actitud del operario es importante para que la actividad se desarrolle en condiciones seguras.

El principio fundamental de prevención es disponer sobre la mesa de trabajo, de forma ordenada, la menor cantidad posible de productos químicos peligrosos. Lo mismo podría aplicarse al área del laboratorio en general, limitando el número de productos y la cantidad de cada uno de ellos.

Los envases deben estar:
- Etiquetados.
- Cerrados, si no se utilizan.
- Guardados, si no se precisan.

Los recipientes deben mantenerse cerrados, una vez extraída la cantidad de producto necesaria. Un recipiente abierto es un foco de peligro:

- Si es una sustancia tóxica, sus vapores contaminarán el ambiente, en función de la temperatura y de la superficie libre de evaporación.

- Si es inflamable, sus vapores pueden arden fácilmente ante cualquier foco de ignición.

- Si es corrosivo, el vuelco de su recipiente y el consiguiente derrame puede producir lesiones y pérdidas materiales.

Volver a dejar el reactivo en su lugar una vez utilizado.

El trasvase de líquido en pequeñas cantidades, debe hacerse pipeteando con cualquiera de los sistemas mecánicos disponibles. La operación puede hacerse sobre la mesa de trabajo o cuando se trate de líquidos tóxicos o muy inflamables, en una vitrina de gases que no tenga en su interior ningún foco de ignición.

Disponer de sistemas de succión mecánica para los reactivos más utilizados.

Los sistemas de succión mecánica incorporados a las botellas de reactivos, que actúan como pequeños dosificadores regulables, permiten una seguridad total en el trasvase, evaporación nula y dosis fiables.

El trasvase de líquidos, desde envases de mayor capacidad a botellas pequeñas, por ejemplo de 1 litro, se hará en lugares seguros y, si se trata de líquidos inflamables o tóxicos, con buena ventilación o extracción.

Los trasvases por gravedad solo se harán desde recipientes metálicos si están fijos y disponen de grifo incorporado, disponiendo en la sala de algún tipo de drenaje, que permita neutralizar rápidamente cualquier fuga.

El llenado de recipientes de boca estrecha se hará con embudo, salvo cuando el trasvase se haga desde un recipiente de pequeña capacidad (menor de 1 litro).

El calentamiento con llama directa de recipientes de vidrio es peligroso. Debe utilizarse una rejilla metálica para evitar calentamientos puntuales excesivos.

Las mantas eléctricas o los baños son más seguros como sistemas de calentamiento, ya que actúan de modo más uniforme. Cuando se calienten tubos de ensayo, evitaremos la acción directa de la llama sobre

el fondo del tubo, manteniéndolo distanciado de la llama, y evitaremos que su boca esté dirigida hacia alguna persona.

3.2. Manipulación de líquidos inflamables

¿Cómo deberemos utilizar productos inflamables en el laboratorio para evitar el riesgo de incendio?

El nivel de riesgo de los productos inflamables está determinado por sus puntos de inflamación y sus temperaturas de autoignición. Cuando su uso sea frecuente, debe hacerse en zonas especiales.

Existe una normativa americana sobre la protección contra incendios en laboratorios químicos, en la que se limita el tamaño máximo de los recipientes para líquidos inflamables, en función del material de que estén fabricados y del producto que contengan. A falta de normativa europea, puede ser esta una buena orientación que resumimos en la siguiente tabla, donde P.I. es el punto de inflamación y P.E. el punto de ebullición:

TIPO DE RECIPIENTE	*Líquidos inflamables*			*Líquidos combustibles*	
	P.I. < 22 ºC P.E. < 37,8 ºC	P.I. < 22 ºC P.E. > 37,8 ºC	22,8<PI <38 ºC	38<PI <60 ºC	60<PI <93,4 ºC
Vidrio	0,5 l	1 l	3,8 l	3.8 l	19 l
Metálico	3,8 l	19 l	19 l	19 l	19 l
Metálico de seguridad	7,6 l	19 l	19 l	19 l	19 l

Los recipientes de seguridad para líquidos inflamables son metálicos y capaces de resistir al fuego exterior. Incorporan una pantalla antillamas metálica de doble pared, una tapa con muelle para evitar fugas y una válvula de seguridad, que alivie sobrepresiones producidas por el calor exterior.

El vidrio y el plástico no resultan adecuados para contener líquidos inflamables. Cuando, a pesar de todo, se utilicen envases de vidrio, estos deberán ser de pequeña capacidad, para que el posible incendio sólo afecte a una pequeña cantidad de producto.

Debe primar la seguridad en la selección del tamaño del envase.

Estos envases, cuando se transportan, se llevarán en un cesto. El trasvase entre recipientes debe hacerse en vitrina o en un local especialmente acondicionado que contenga, como mínimo, extracción localizada o una buena ventilación.

El trasvase entre recipientes grandes se realizará utilizando bombas neumáticas manuales o, en su ausencia, bombas eléctricas antideflagrantes. Podrán hacerse trasvases por gravedad, siempre que los envases estén fijos y dispongan de grifo.

Durante todos los trasvases habrá ausencia total de focos de calor. La instalación eléctrica estará dotada de seguridad especial y todas las superficies metálicas estarán conectadas eléctricamente, evitándose la producción de chispazos por diferencias de potencial.

Los trasvases deberán hacerse en vitrinas de gases o en locales especialmente acondicionados, con extracción localizada o, como mínimo, una buena ventilación.

3.3. Manipulación de líquidos corrosivos

Los ácidos y las bases inorgánicas son productos corrosivos utilizados con profusión en el laboratorio, ¿qué precauciones requiere su manejo?

Los riesgos, asociados a estos productos, son la producción de daños a tejidos del cuerpo humano y las quemaduras químicas, así como la presencia de vapores en el ambiente agresivos para las vías respiratorias.

Las precauciones en cuanto a los envases son similares a las mencionadas para líquidos inflamables, evitando manipular los de más de dos litros de capacidad y haciéndolo con las protecciones debidas en manos y cara. Deben utilizarse guantes y gafas, aunque el trasvase sea de cantidades mínimas. Deben emplearse medios de protección superiores, tales como pantallas faciales, ropa antiácido y botas, ante riesgos crecientes de proyecciones.

El trasiego de cantidades mayores se realizará con bombas portátiles del material adecuado al líquido a trasegar y se dispondrá de canaletas, que recojan el posible líquido vertido para conducirlo a una cubeta de neutralización.

Los líquidos corrosivos como ácidos y bases inorgánicas (los más utilizados en el laboratorio), requieren protección ante riesgos de derrames y salpicaduras y, si hay riesgo de desprendimiento de vapores, se manipularán en vitrinas de gases.

3.4. Manipulación de líquidos tóxicos

¿Qué tipos de líquidos tóxicos se emplean en los laboratorios?,¿qué precauciones debemos tomar para su manipulación?

Los líquidos tóxicos se utilizan muy poco en los laboratorios, en comparación con los inflamables y corrosivos. Los productos que se utilizan con más frecuencia son disolventes, como el sulfuro de carbono o el tetracloruro de carbono, los pesticidas u otros tan conocidos como el mercurio.

La precaución en la manipulación de productos tóxicos debe reflejarse de forma especial en los métodos analíticos.

Las precauciones en su manipulación son equivalentes a las necesarias en el caso de los líquidos corrosivos. Los problemas a resolver son los derivados de su utilización en el trabajo y en su almacenamiento.

Deben manipularse en vitrinas de gases, siempre que puedan desprenderse vapores en los procesos a que vayan a ser sometidos, o debe existir un sistema de extracción localizada, que garantice la captación de todos los vapores generados. Cuando la vía dérmica sea una de las posibles vías de contaminación del tóxico, deberán utilizarse guantes adecuados, homologados y en condiciones de uso.

Debe asegurarse la hermeticidad y resistencia de los envases para evitar evaporaciones y fugas que contaminen el ambiente.

Los laboratorios tendrán previstas las actuaciones de emergencia adecuadas, para casos de contactos o de ingestión de estas sustancias, incluyendo la posibilidad de disponer de recibir ayuda exterior rápida y eficaz.

Se debe prestar especial atención a los envases y materiales utilizados en la manipulación de estos productos, para evitar daños al personal ajeno al laboratorio, como el personal de limpieza.

Los sistemas de recogida de derrames y eliminación de residuos se realizarán utilizando prendas de protección para las vías respiratorias y guantes.

El líquido tóxico más conocido y cuyo aspecto físico característico lo hace inconfundible es el mercurio. En los lugares donde se manipula es posible encontrar gotículas ocluidas en todas las ranuras. Estas pérdidas se producen en las pesadas, roturas de envases, trasvases, calentamientos, etc., realizados sin seguir un protocolo de trabajo adecuado.

Lo mismo sucede con cualquier compuesto tóxico, cuando no dispone de un protocolo de manejo, o este no se cumple: el tóxico impregna todo el ambiente de trabajo, aunque quizá no resulte tan llamativo como en el caso del mercurio.

Ocasionalmente, también se manejan en el laboratorio otros tipos de sustancias de carácter inestable, como el dióxido de cloro. Aunque la utilización de sustancias inestables sea poco frecuente, deberá disponerse de las medidas adecuadas para una manipulación segura y las medidas preventivas necesarias.

3.5. Medidas de prevención con productos cancerígenos

El trabajo de laboratorio con productos cancerígenos exige el cumplimiento de medidas para evitar la exposición a tales agentes.

La prevención ideal es la sustitución del producto cancerígeno o potencialmente cancerígeno por otro que no lo sea.

Los trabajos deben realizarse de acuerdo con un plan establecido, que no debe ser modificado sin valorar en profundidad los diferentes requisitos de seguridad.

El responsable debe asegurarse previamente de que el personal que participa conozca todos los aspectos del trabajo. Este sólo comenzará cuando estén disponibles todos los materiales y equipos previstos.

Los productos cancerígenos deben utilizarse por personal experto en zonas restringidas.

Con fines epidemiológicos, se debe llevar un registro de las personas intervinientes en los procesos, los productos y las cantidades manejadas, así como las anomalías acontecidas durante el trabajo.

Medidas de higiene y de protección personal con compuestos cancerígenos

- En las zonas de trabajo no se debe fumar, comer ni beber.
- Se utilizarán las prendas de protección previstas.
- Los productos cancerígenos sólo deben tocarse con la espátula o el utensilio que se haya previsto.
- Si el trabajador tiene alguna herida abierta no debe trabajar con estos productos.

Las medidas de higiene en la manipulación de productos cancerígenos han de seguirse de forma estricta.

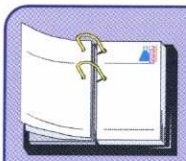
- Después de la manipulación hay que lavarse con los guantes puestos, vigilando no tocar grifos, ni otros objetos. Posteriormente, con los guantes quitados, lavarse las manos con detergentes, sin utilizar disolventes orgánicos que favorecerían la penetración del tóxico.
- Antes de abandonar la zona, ducharse o lavarse la superficie de la piel que haya estado expuesta.
- El trasvase de líquidos se realizará mediante dispositivos mecánicos y material desechable. Es aconsejable el material de celulosa de un solo uso.
- Todo el material utilizado debe quedar perfectamente identificado.



ACTIVIDADES

6. *¿Cuáles de las siguientes medidas conviene seguir cuando se manipulan productos cancerígenos? Justifica la respuesta.*

a) No fumar, comer, ni beber en las zonas de trabajo.
b) No calentar disoluciones que contengan estos productos.
c) Lavarse las manos con los guantes puestos antes de quitárselos.
d) El producto sólo se cogerá con las manos si se llevan guantes.



RECUERDA:

- **Para prevenir los riesgos de los productos químicos hay que actuar de acuerdo con sus incompatibilidades, disponer de las instalaciones necesarias y utilizar los envases adecuados.**
- **Los riesgos en la manipulación se reducen utilizando las cantidades más pequeñas posibles, cerrando y recogiendo los recipientes y trasvasando los productos con los dispositivos y en los lugares apropiados.**
- **La manipulación de líquidos inflamables requiere una vigilancia especial a los focos de ignición en las operaciones en las que se desprendan vapores.**
- **La manipulación de líquidos corrosivos requiere especial cuidado en los trasiegos y en las operaciones en las que se produzcan derrames o salpicaduras.**
- **La manipulación de líquidos tóxicos requiere precauciones para evitar evaporaciones y derrames, utilizándose las vitrinas de gases y potenciándose el uso de prendas de protección dérmica y respiratoria.**
- **En la utilización de compuestos cancerígenos se observarán unas estrictas medidas de higiene y de protección personal, reforzándose las medidas de actuación utilizadas con los productos tóxicos.**

4. Almacenamiento de productos químicos en laboratorios

¿Cuáles son los criterios para almacenar los productos químicos?, ¿qué productos debemos considerar incompatibles y con cuáles?, ¿hay productos que necesiten especiales cuidados?

No hay una normativa específica para el almacenamiento de los productos químicos en los laboratorios. Los criterios a seguir para el almacenamiento de los reactivos, nacen de alguna normativa que sea aplicable parcialmente a nuestro caso, como la MIE-APQ-001 para sustancias inflamables y la MIE-APQ-005 para gases a presión.

De forma general, hay tres actuaciones básicas para conseguir un almacenamiento adecuado y seguro para los reactivos:

1. Reducir al mínimo los reactivos almacenados.
2. Separar los reactivos por incompatibilidades.
3. Aislar los reactivos especialmente peligrosos.

Un sistema eficaz de control de stock permite su minimización.

4.1. Reducción al mínimo del stock

Un principio básico de seguridad consiste en limitar la cantidad de sustancias peligrosas en los lugares de trabajo a la estrictamente necesaria, teniendo en cuenta, además, las restricciones que impone la normativa para determinados productos según el tipo de almacenamiento.

Los riesgos propios del almacenamiento se confinarán en la zona destinada a tal fin, lo que permite dotar a esa zona de los medios de prevención más adecuados.

Habitualmente, los stocks de reactivos en los almacenes de los laboratorios son excesivos por dos razones:

- El temor a que se agote algún reactivo por fallos en el suministro.
- La comodidad para llevar el control del almacén con el menor número de entradas posibles, lo que representa hacer menos pedidos (por lo tanto, estos serán más voluminosos) y hacer un menor número de movimientos para almacenarlos.

Es normal encontrar laboratorios que realicen pedidos por períodos trimestrales o semestrales, suficientemente cuantiosos para hacer innecesarios los pedidos intermedios.

Se debe contar con un sistema ágil y eficaz de control de stock, donde conste el consumo medio de reactivos, su tiempo de suministro y el stock mínimo de cada reactivo.

Este stock mínimo podrá planificarse de modo que se garanticen las existencias para períodos de tiempo mucho más breves. Un stock mínimo, para el consumo necesario de una o dos semanas, es adecuado para los reactivos de utilización más corriente, sobre todo si se trata de productos inflamables.

Un soporte informático adecuado permitirá el control cómodo y frecuente de la contabilidad del almacenamiento existente. Esto representará, desde luego, hacer un mayor número de pedidos al suministrador, aumentar los trámites necesarios y dedicar más tiempo a los registros de entradas de reactivos y a su almacenamiento pero, a cambio, este será más adecuado y más seguro.

4.2. Separación de reactivos

Consiste en agrupar los reactivos por afinidades, separando en el almacén las familias de productos incompatibles.

Algunos productos químicos son incompatibles por la elevada afinidad que demuestran. En la tabla siguiente mostramos los más significativos:

SUSTANCIAS INCOMPATIBLES	
Reductores con:	Nitratos, halogenatos, óxidos, peróxidos.
Oxidantes con:	Materiales inflamables, carburos, nitruros, hidruros, sulfuros, aluminio y magnesio.
Ácidos fuertes con:	Bases fuertes.
Ácido sulfúrico con:	Celulosa, azúcar, permanganato, cloratos.
Inflamables con:	Comburentes.

También han de tenerse en cuenta las incompatibilidades de carácter reactivo, así como la generación de sustancias muy tóxicas descrita en el apartado anterior, sobre la manipulación de productos químicos.

El almacenamiento prolongado de productos inestables conduce a su descomposición, lo que en ocasiones puede provocar una explosión por choque, calentamiento o incluso por su desplazamiento, como sucede con los amiduros alcalinos. El cloruro de aluminio absorbe la humedad, descomponiéndose y generando ácido; al abrir el recipiente puede romperse y provocar proyecciones.

Es recomendable tener a las sustancias inestables envasadas en ampollas selladas.

En las tablas siguientes se mencionan distintos tipos de productos que, por su carácter inestable, por su reactividad con el agua o con el oxígeno del aire, deben manipularse y almacenarse con especial precaución:

Compuestos que reaccionan fuertemente con el agua
Ácidos fuertes anhidros
Hidróxidos alcalinos
Hidruros metálicos
Metales alcalinos
Óxidos alcalinos
Calcio
Peróxidos inorgánicos
Halogenuros inorgánicos anhídridos
Halogenuros de ácido
Alquilmetales
Anhídridos

Grupos químicos inestables
Compuestos acetilénicos
Compuestos nitrosados
Compuestos nitrados
Compuestos polinitrados
Nitruros
Nitraminas
Peróxidos metálicos
Sales peroxidadas de ácidos orgánicos
Ácidos inorgánicos peroxidados
Ácidos orgánicos peroxidados
Sales hipohalogenadas
Hidruros metálicos

Los compuestos sensibles a la acción del agua se situarán alejados de tomas y conducciones de agua, así como de los productos inflamables.

El grado de separación entre los reactivos debe ajustarse al tamaño del almacén, haciéndose por el sistema de islas o por el sistema de estanterías.

En el sistema de islas se asigna una serie de estanterías a una familia química determinada, agrupando todos los reactivos de la familia de tal modo que alrededor de esas estanterías sólo haya pasillos. El almacenamiento queda completado con una serie de islas, dedicadas cada una a una familia, según sus reactividades e incompatibilidades. Los reactivos inertes se disponen con este sistema a lo largo de las paredes del almacén.

Si no se dispone del espacio suficiente o el stock de productos es poco voluminoso, se pueden colocar las estanterías a lo largo de las paredes, con la precaución de situar a los productos inertes entre los incompatibles.

Debe evitarse que productos incompatibles químicamente estén juntos o que la rotura accidental del envase de uno de ellos, haga que se vierta sobre otro incompatible.

De acuerdo con este criterio, colocaremos a todos los ácidos verticalmente en una misma estantería, es decir, dispondremos una columna de ácidos. A su lado situaremos a los productos inertes a la acción de los ácidos, como soluciones valoradas, material de laboratorio, etc. y, finalmente, dispondremos a continuación la columna de productos básicos.

Compuestos que se inflaman espontáneamente en el aire	
Arsinas, boranos	Fosfuros
Fósforo blanco	Hidruros
Metales en polvo	Siliciuros
Nitruros alcalinos	Metaloides

En cada columna de estanterías, es razonable situar los envases más pesados y los más agresivos en los estantes inferiores. Se procurará colocar bandejas que puedan retener los posibles derrames por roturas, etc., de los productos corrosivos y tóxicos.

Debe evitarse que la luz solar directa incida sobre los productos químicos del almacén, ya que muchos son sensibles a la luz. Otros son volátiles o gases disueltos en líquidos, pudiendo calentarse excesivamente y producir la rotura del envase o fugas del mismo por sobrepresión.

Además de los criterios mencionados, que se dictan con una mentalidad preventiva al no haber normativa, los reactivos deben ordenarse, obviamente, de la forma adecuada para facilitar su localización.

4.3. Aislamiento de productos peligrosos

Con algunos productos, no basta reducir la cantidad almacenada, ni su separación de otros productos. Es preciso su aislamiento por los riesgos que supone un contacto accidental, ya sea por sus características físicas, químicas o biológicas.

Los productos que requieren aislamiento son las sustancias inflamables, las cancerígenas y las pestilentes.

El almacenamiento de ***productos inflamables*** debe hacerse según recoge la Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-001, que trata de almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles, que clasificamos a continuación.

CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS INFLAMABLES

Clase	Subclase	Características
A		Productos licuados cuya presión absoluta de vapor a 15 ºC sea superior a 98KPa*, tal como el propileno, butadieno y cloruro de metilo.
	A1	Productos de la clase A que se almacenan licuados a una temperatura inferior a 0 ºC.
	A2	Productos de la clase A que se almacenan licuados en otras condiciones.
B		Productos cuyo punto de inflamación es inferior a 55 ºC y no están comprendidos en la clase A, tal como la acetona.
	B1	Productos de clase B cuyo punto de inflamación es inferior a 38 ºC.
	B2	Productos de clase B cuyo punto de inflamación es igual/superior a 38 ºC
C		Productos cuyo punto de inflamación está comprendido entre 55 y 100 ºC, como el fenol.
D		Productos cuyo punto de inflamación es superior a 100 ºC.

* Kpa, es un kilogramo por centímetro cuadrado manométrico.

Según esta normativa, en los edificios con otros usos, además de los industriales, no debe haber más de 60 litros de productos inflamables de clase A, 100 litros de clase B y 250 litros de clase C, si no hay salas de almacenamiento o armarios protegidos con una resistencia al fuego RF-15.

Independientemente de las cantidades estrictas de la normativa, debe valorarse el riesgo de incendio o explosión en función de las características y usos de las instalaciones. Para decidir el tipo de almacenamiento adecuado, hay que tener en cuenta las condiciones mencionadas en la unidad 5.

Debe evitarse que los vapores del material almacenado estén presentes en el laboratorio.

Los laboratorios en donde se desarrollen habitualmente técnicas que exijan la utilización de productos inflamables, deberían disponer de un armario protegido. Si la utilización es de bajo consumo, se pueden mantener en el almacenamiento común, aplicando criterios de separación por compatibilidad.

Los productos cancerígenos y los muy tóxicos deben guardarse en recintos o armarios específicos, debidamente señalizados y bajo llave.

En este caso, el control de los stocks debe ser muy riguroso en cuanto a entradas y consumos, atendiendo también el estado de los envases.

Los envases para estos productos deben tener un doble recipiente, como una bolsa de material plástico transparente resistente, en el interior del envase, para evitar derrames en caso de ruptura del envase original.

Las ***sustancias tóxicas*** deben almacenarse en locales muy bien ventilados. Debe perseguirse el riguroso control de estos productos, evitando su abandono en las zonas de trabajo después de su uso.

Si en el laboratorio existieran ***sustancias pestilentes*** o ***productos volátiles*** que aportaran riesgos de toxicidad, malos olores o inflamabilidad, deberán instalarse armarios o pequeños recintos provistos de un equipo extractor, suficiente para crear una pequeña depresión, que impida la dispersión de los malos olores en el interior del laboratorio o en zonas comunes. Si se consideran perjudiciales, se evitará su emisión al ambiente, disponiéndose entonces de un sistema de neutralización.



RECUERDA:

- **Para disminuir los riesgos de almacenamiento, deben reducirse las cantidades de productos almacenados al mínimo, que permitan sus consumos y tiempos de suministro.**
- **Los reactivos deben separarse por sus incompatibilidades químicas y su carácter reactivo, con especial atención a los productos inestables y a los que reaccionan violentamente con el agua o con el aire. Se aislarán utilizando productos inertes como sistema de separación.**
- **Los productos inflamables necesitan estructuras de resistencia al fuego, instalaciones antideflagrantes, etc., en función de su volumen.**
- **Los productos cancerígenos y tóxicos deben almacenarse de forma independiente, debidamente señalizados y con buena ventilación.**

5. Contaminación medioambiental producida por el laboratorio

La actividad del laboratorio podría considerarse, globalmente, como un sistema donde se introducen muestras a analizar y reactivos químicos, junto con otras materias en forma de servicios como agua, gas y electricidad, transformando todas las materias recibidas en residuos y produciendo, como resultado de su actividad, la determinación de parámetros físicos, químicos y biológicos.

Todos los materiales que entran al laboratorio pierden las propiedades que los hacen útiles en los ensayos realizados, saliendo del mismo en forma de vapores o gases emitidos a la atmósfera, disueltos en las aguas residuales o en forma sólida como residuos, quizá tóxicos y peligrosos.

La ***protección ambiental*** debe ser una de las preocupaciones en la gestión del laboratorio. Ha de evitarse la degradación del entorno del laboratorio como consecuencia de su actividad.

5.1. Contaminación atmosférica

Se produce por la presencia en el aire de sustancias y/o energías, que alcanzan unas concentraciones o niveles lo bastante elevados para generar riesgos, daños o molestias a las personas y bienes de cualquier naturaleza. Los contaminantes pueden ser químicos, físicos o biológicos.

La contaminación producida en el laboratorio es enviada a la atmósfera, desde las vitrinas extractoras de gases y demás puntos de ventilación forzada. Se captan los vapores tóxicos para extraerlos del ambiente de trabajo y prevenir riesgos para los operarios.

Los laboratorios no suponen focos apreciables de contaminación por los pequeños caudales de aire que utilizan. Aunque los valores de emisión sean altos, los contaminantes se distribuyen en la atmósfera con ayuda de los vientos y de los gradientes de temperatura. La concentración de los contaminantes, una vez mezclados con la atmósfera tras la difusión, se denomina valor de inmisión.

Los laboratorios pueden eliminar pequeñas cantidades de residuos o producir emisiones, que resulten molestas en las proximidades. Para depurar los vapores, gases, humos, olores, etc., se pueden disponer sistemas como:

Deben instalarse dispositivos de ventilación de gases y vapores cuando su extracción cause molestias en el entorno.

- Procesos de absorción en los que se retiene, en una fase líquida, a algún componente gaseoso que queramos eliminar.
- Procesos de adsorción en los que los vapores y gases son retenidos sobre una superficie sólida, como el carbón activo. Se requiere una sustitución o regeneración periódica del adsorbente.
- Procesos de combustión, utilizados en la eliminación de residuos tóxicos no biodegradables.

5.2. Contaminación de aguas

Se produce al evacuar como residuos las disoluciones resultantes de los ensayos analíticos.

La contaminación se mide en función de parámetros como pH, temperatura, sólidos en suspensión, sólidos disueltos, demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO) y una amplia variedad de metales y aniones inorgánicos.

El procedimiento analítico debiera incluir cómo tratar los residuos obtenidos.

El grado de contaminación admitido para las aguas residuales, depende del organismo responsable de su tratamiento, que puede ser:

- El Ayuntamiento, si el agua residual va a los colectores municipales. Las Ordenanzas Municipales delimitan entonces los límites de vertido.
- La Confederación Hidrográfica, cuando el agua residual se vierte directamente a un cauce público. Las limitaciones del vertido están reguladas, en este caso, por el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

En los procedimientos normalizados de trabajo debe explicitarse qué hacer con las disoluciones una vez terminado el análisis; si deben considerarse como residuo tóxico, si deben ser tratadas antes o si es suficiente con una simple dilución para proceder a su vertido.

5.3. Contaminación de suelos

Se produce como consecuencia del abandono de residuos sólidos o del vertido de residuos líquidos en el terreno. Los residuos acumulados generan una infiltración de los lixiviados a las capas interiores del suelo o son arrastrados por las aguas de escorrentía.

Llamamos ***residuo*** a todo aquel material sólido, pastoso o líquido que se genera como consecuencia no deseada de la actividad humana. Un producto pasa a ser residuo cuando su poseedor lo destina al abandono. Los residuos se clasifican, en función de sus características y peligrosidad, en:

Residuos asimilables a urbanos

Son aquellos que por sus características pueden ser tratados igual que los residuos sólidos urbanos, es decir, residuos fermentables (materia orgánica) y combustibles (papel, cartón, plásticos) obtenidos en las diferentes actividades de los núcleos de población.

Residuos inertes

Son los inocuos, como escorias, cenizas, lodos inertes, arenas de moldeo que, por no representar riesgos para el medio ambiente, pueden ser utilizados como material de relleno en vertederos, restauración de graveras, etc.

Residuos especiales

Son los que, por sus características, suponen un grave riesgo para la salud humana o para el medio ambiente, necesitando un tratamiento específico y un mayor control para su eliminación. Son residuos especiales los tóxicos y peligrosos, los biosanitarios y los radioactivos.

Los residuos tóxicos y peligrosos

¿Cuándo decimos que un residuo es peligroso?, ¿dónde se generan?, ¿qué podemos hacer con ellos?

Los residuos peligrosos no son específicos de las actividades industriales: se pueden generar también en actividades de servicios, en agricultura, en hospitales, en centros docentes, etc.

Los residuos peligrosos pueden contener elementos tóxicos, inflamables, explosivos o radioactivos en cantidades variables, generando riesgos para el medio ambiente o la salud si no son correctamente tratados. Son, entre otros, los que tienen algunas de las características siguientes:

- Punto de inflamación igual o menor de 55 ºC.
- Residuo acuoso de pH menor que 2 o mayor que 12,5.
- Causa daños en el tejido humano por exposición, durante un tiempo inferior a 15 minutos.
- Es inestable, reacciona violentamente con el agua, o desprende vapores inflamables o tóxicos en contacto con ella.
- Contiene un producto cancerígeno con una concentración superior al 0,01%.
- Los lixiviados obtenidos de él tienen una CL50 inferior a 750 mg/l en el bioensayo de la Dafnia o de 3000 mg/l en el bioensayo de la luminiscencia.

La normativa recoge los ensayos que permiten caracterizar cuando un residuo es tóxico y peligroso (por ejemplo, la ley 20/1986 es la Ley Básica de residuos Tóxicos y peligrosos y la Orden de 13 de octubre de 1989 del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo aprueba los métodos de caracterización de residuos).



RECUERDA:

- **En la actividad propia del laboratorio, prácticamente todas las materias utilizadas se transforman en residuos.**
- **Los residuos generados pueden producir la contaminación de la atmósfera, del agua y del suelo.**
- **La contaminación atmosférica se evita reteniendo la emisión de gases y vapores tóxicos con sistemas apropiados, como pueden ser los filtros de carbón activo.**
- **Las aguas residuales vertidas por el laboratorio se ajustarán a los niveles de emisión permitidos por la normativa vigente. Muchas veces puede ser suficiente con neutralizaciones y diluciones.**
- **Los residuos generados pueden ser asimilables a urbanos o especiales. Los residuos especiales, tóxicos y peligrosos tienen una normativa especial.**

6. Técnicas de tratamiento y gestión de residuos

6.1. Técnicas de minimización de residuos

¿Cómo se pueden minimizar los residuos?, ¿supone esto nuevos costes para el empresario?

Llamamos minimización de residuos y emisiones a todas aquellas operaciones dirigidas a tomar medidas organizativas u operativas que tengan como objetivo disminuir e incluso anular la formación de residuos.

Estas técnicas no tienen por qué requerir grandes inversiones o elevada tecnología. En muchos casos, supone una utilización más racional de los recursos, efectuando para ello cambios en el manejo de los materiales.

Las técnicas de minimización de residuos se dividen en cuatro grupos:

- Reducción en origen.
- Reducción de volumen.
- Reciclaje y recuperación.
- Tecnologías limpias.

Reducción en origen

Consiste en actuar sobre las materias primas adquiridas o sobre los procesos de producción. La reducción puede llevarse a cabo, por medio de:

- Cambios en las materias primas utilizadas en los procesos, como por ejemplo, la sustitución de carbón por gas natural, cuya combustión es mucho más limpia y produce menos contaminación. En un laboratorio químico se puede sustituir la mezcla crómica, en la limpieza de algunos materiales, por algún otro sistema menos agresivo para el medio ambiente.
- Modificaciones en los equipos para mejorar la eficacia de los procesos, mediante la instalación de otros más eficientes o cambios en los existentes. En un laboratorio se puede recircular el agua de refrigeración en vez de verterla al desagüe.
- Introducción de mejoras en los métodos de trabajo, controlando de modo estricto los momentos en que se generan los residuos. Establecer medidas para corregir las situaciones que den lugar a derrames.

Reducción de volumen

Son técnicas en las que se separan unos residuos de otros para reducir los costes de eliminación, facilitando la reutilización o el reciclado. Los residuos concentrados permiten recuperar materiales que puedan tener un valor económico.

La reducción se puede hacer segregando los distintos tipos de residuos, en el momento en que se originan, o aplicando métodos de concentración de tipo físico, como la filtración por gravedad.

Reciclaje y recuperación

El reciclaje consiste en la reutilización del residuo en el mismo proceso que lo ha producido, ya sea directamente o bien con algún tratamiento previo.

La recuperación consiste en la utilización del residuo generado en otro proceso distinto del que lo ha producido. Este residuo, como sucede en el reciclaje, podrá introducirse directamente en el nuevo proceso o tras un tratamiento previo.

La recuperación se basa en el aprovechamiento:

- Del poder calorífico de los residuos como fuente de energía en la combustión.
- De los componentes recuperados que puedan ser separados y aprovechados para otras actividades distintas de las que originaron el residuo.
- Directo de los residuos por otras actividades.

Tecnologías limpias

Bajo esta denominación, se recogen las técnicas y las condiciones que se ponen en marcha en las actividades industriales, para reducir las fuentes de contaminación de los procesos industriales. Es una evolución constante para amoldarse a las nuevas disposiciones legales, cada vez más restrictivas, y a los avances tecnológicos.

La recuperación es un procedimiento adecuado para los metales pesados y sus compuestos.

La aplicación de estas tecnologías supone tres tipos de actuaciones:

- Reorganizaciones internas, en las que se hace un balance de contaminación, materias primas y energía para anular despilfarros, como ahorrar fluidos y localizar escapes. Con estos métodos se hacen escasas modificaciones, pero se hace con pocos gastos.
- Modificaciones de los procesos, evolucionando su técnica hacia otras menos contaminantes en las que se consiga reutilizar el residuo, reciclarlo y reintegrarlo al proceso o revalorizarlo mediante algún tratamiento.
- Utilización de procesos menos contaminantes, en sustitución de otros más contaminantes.

6.2. Técnicas de tratamiento y almacenamiento de residuos

Existen dos caminos principales en el tratamiento de los residuos peligrosos: la incineración y los tratamientos físico-químicos.

Incineración

Consiste en la destrucción térmica de los residuos peligrosos descomponiéndolos, mediante su exposición controlada a altas temperaturas con objeto de conseguir la ruptura de sus enlaces, por medio del choque térmico.

El rendimiento energético del tratamiento depende del poder calorífico inferior (PCI) del residuo, valor que indica la cantidad de energía que puede generar durante la incineración o las aportaciones térmicas que necesita el residuo, para su destrucción por incineración.

Cada sustancia tiene un PCI determinado. Los PCI superiores a 4.000 kcal/kg permiten efectuar una combustión fácil sin necesidad de recurrir a combustibles de apoyo para la incineración. Los inferiores a 2.000 kcal/kg (para los residuos líquidos y sólidos) y a 1.000 kcal/kg (para los gaseosos) son síntomas de una combustión que necesita aportes caloríficos.

La incineración es eficaz en la eliminación de compuestos orgánicos y de residuos peligrosos, en los que no resultan adecuados otros tratamientos al ser poco biodegradables.

La incineración requiere un control estricto, ya que en las reacciones pirolíticas se pueden producir nuevos compuestos, quizá más peligrosos que el residuo inicial, como las dioxinas a partir de productos halogenados. Para evitar que sustancias de este tipo queden libres en las incineraciones, se suele utilizar una segunda cámara de combustión, posterior al horno de incineración.

La principal característica de un residuo para poder ser incinerado es que sea combustible por sí mismo o por adición de una agente que le añada poder calorífico.

La incineración es útil para eliminar residuos orgánicos no biodegradables.

La incineración a nivel industrial requiere instalaciones costosas, pues se necesita una tecnología muy fiable, con numerosos controles exigidos por la normativa. Así, en la combustión de los compuestos organohalogenados debe recuperarse el cloro y el ácido clorhídrico de los gases residuales, a temperaturas superiores a 900 ºC.

Los aspectos positivos de la incineración son la fuerte reducción del volumen de los residuos, la producción de energía alternativa y la destrucción de moléculas complejas tóxicas bioacumulables en el medio natural.

Los aspectos negativos son la producción de nuevos residuos, siendo altamente tóxicos los originados en la depuración de humos y necesitándose su almacenamiento en depósitos de seguridad.

Tratamientos físico-químicos

Consisten en la alteración de una o todas las propiedades que dan a un residuo industrial su peligrosidad o toxicidad, convirtiéndolo así en un producto inerte. No son tratamientos específicos para residuos, aunque pueden aprovecharse para tales fines.

La adición de reactivos químicos tiene el inconveniente de que aumenta el volumen de los residuos generados e incrementa el problema de su transporte y almacenamiento.

Los tratamientos físico-químicos se asocian a varias técnicas:

Técnicas exclusivamente físicas, entre las que destacamos:

- Las técnicas mecánicas de separación, como filtración, ultrafiltración y centrifugación, consistentes en separar distintas fases o componentes del residuo. Se aplican sobre todo en el caso de lodos pastosos, para separar de la fase sólida el disolvente utilizado, reduciendo considerablemente el volumen del residuo.

- Las técnicas de concentración como deshidratación, diálisis y ósmosis, que reducen en gran parte el volumen del residuo peligroso, facilitando el tratamiento final.

- Las basadas en cambios de estado como destilación, fusión y vaporización, que permiten, conjuntamente con otras técnicas, la eliminación selectiva de sustancias peligrosas o incluso la regeneración de productos usados.

- Las basadas en la aplicación de radiaciones (ultravioletas, microondas, etc.) al residuo, provocando la ruptura de los enlaces de las sustancias peligrosas y transformándolas en sustancias inocuas.

Neutralización

Se aplica a las soluciones ácidas o básicas que han perdido las propiedades que las hacían útiles en un proceso industrial.

La neutralización se basa en el sigiente principio químico:

ÁCIDO + BASE → SAL + AGUA

En el tratamiento se examinará el tipo de sales que puedan formarse en la neutralización y su posible incompatibilidad o interacción con otras especies existentes en el residuo.

La neutralización es una técnica muy adecuada para productos inorgánicos.

La precipitación química

Es un proceso físico-químico, mediante el cual un contaminante disuelto o en una fase móvil, se transforma o se fija en un compuesto insoluble.

Se aplica fundamentalmente a residuos que contengan metales. El método consiste en variar las características iniciales del residuo, produciendo compuestos insolubles del metal que contiene.

Normalmente, los metales se encuentran en un medio ácido o neutro. Al elevar gradualmente el pH, con adición de soluciones básicas, se consiguen compuestos insolubles de los metales en forma de óxidos o hidróxidos. En función de las características de cada residuo, se añaden precipitantes específicos, como sulfuros o carbonatos.

En algunos casos, el metal puede resolubilizarse debiendo verificarse que este se ha precipitado en su totalidad. Es preciso, además, comprobar el residuo final producido, ya que se pueden coprecipitar otros metales o estar asociado a compuestos orgánicos u organometálicos.

Oxidación o reducción químicas

Se aplica en el tratamiento de residuos debido al hecho de que muchos elementos químicos muestran un grado de toxicidad muy diferente en función de su grado de oxidación.

Los residuos cianurados, cuyo anión bloquea a ciertos procesos biológicos vitales, se convierten, por oxidación, en cianatos perdiendo su carácter tóxico. Los posibles tratamientos dependen del agente oxidante utilizado (permanganato, peróxido, etc.).

La reducción se aplica también a compuestos como el cromato hexavalente, de elevada toxicidad y clasificado como cancerígeno, transformándolo en cromo trivalente, de propiedades menos peligrosas.

Los procesos de oxidación y reducción se utilizan, sobre todo, para eliminar productos de síntesis orgánica, caracterizados por una gran estabilidad química y una elevada toxicidad.

Solidificación o inertización

Consiste en la transformación del residuo en un producto sólido, de aspecto terroso, física y químicamente estable hasta en las condiciones más agresivas de la atmósfera, insolubles en agua y no perjudiciales para el medio ambiente.

Es un tratamiento aplicable a líquidos y lodos basado en la absorción del líquido, dentro de una nueva estructura molecular, reteniendo a los agentes tóxicos en el interior de la nueva estructura formada. Los aditivos necesarios son muy diferentes, según que los tóxicos sean orgánicos o inorgánicos, ya que su movilidad es muy diferente.

Los residuos sólidos que se obtienen en el laboratorio deben ser eliminados de forma selectiva.

La solidificación requiere experimentar previamente las condiciones en que se adicionan los solidificantes para optimizar el producto acabado. Cada proceso se diferencia según el tipo de residuo y los reactivos añadidos. Los solidificantes empleados son muy variados:

- De naturaleza inorgánica como cementos, silicatos y cal.
- De naturaleza orgánica como asfaltos, poliéster, epóxidos y vinilos.

Esta técnica de tratamiento puede emplearse también a continuación de las que mencionamos antes.

Vertederos. Depósito de seguridad

Los vertidos ordinarios, hasta los años setenta, consistían en la deposición en el suelo de cualquier tipo de residuo sin ninguna medida de precaución. Los casos de intoxicación en la población provocada por los residuos enterrados durante años han desterrado esta práctica.

Vertederos controlados

Los residuos sólidos no peligrosos o los peligrosos, que ya han sido neutralizados o tratados adecuadamente, pueden depositarse directamente en un vertedero o ser vertidos directamente a las aguas residuales.

Los residuos tóxicos y peligrosos, cuyo riesgo no puede ser tratado, se confinan en depósitos de seguridad.

Los vertederos controlados consisten en depósitos donde se almacenan los residuos extendiéndolos sobre el terreno (en capas de poco espesor), compactándolos para reducir su volumen y recubriéndolos con materiales de relleno, apropiados para disminuir sus riesgos ambientales y favorecer su transformación biológica en materias fermentables.

Antes dijimos que las cenizas procedentes de la incineración de residuos podían ser muy tóxicas y se almacenaban en depósitos de seguridad, ¿en qué consiste un depósito de seguridad?

El depósito de seguridad es una instalación que se diseña para mantener aislados del medio natural a los residuos tóxicos y peligrosos. El grado de aislamiento debe permitir almacenar residuos de forma tal que se garanticen la protección del medio ambiente, los recursos naturales y la salud.

En estas instalaciones, dotadas de los medios impermeabilizantes adecuados, se confinan directamente los residuos tóxicos o peligrosos, o los residuos provenientes de tratamientos que no eliminen su toxicidad de forma definitiva.



RECUERDA:

- **Las técnicas de minimización de residuos son todas aquellas operaciones de tipo organizativo u operativo que tienen como objetivo reducir o anular la formación de residuos.**
- **Se reducen en origen actuando sobre las materias primas o los procesos productivos.**
- **Se reducen en volumen separándolos y favoreciendo su reutilización y reciclado o por medio de concentraciones de tipo físico.**
- **La utilización de tecnologías limpias pretende reducir las fuente de contaminación con la aplicación de nuevas tecnologías.**
- **Los principales tratamientos son la incineración y las técnicas físico-químicas.**
- **La incineración se aplica a residuos inflamables, tóxicos o difícilmente degradables por vía biológica.**
- **Los tratamientos físico-químicos eliminan o reducen la peligrosidad o toxicidad del residuo. Hay técnicas físicas (separación mecánica, concentración, cambios de estado) y técnicas químicas (neutralización, oxidación, reducción y precipitación química).**
- **El enterramiento puede hacerse en vertederos controlados (residuos asimilables a urbanos) y en depósitos de seguridad (residuos tóxicos y peligrosos).**

7. Procedimientos de eliminación de productos químicos en el laboratorio

¿Qué hay que hacer en el laboratorio cuando se produce un derrame?, ¿qué precauciones hay que tomar?, ¿qué podemos hacer con los residuos recogidos?

La posibilidad de que se produzcan derrames en los laboratorios es alta, aunque se hayan adoptado medidas preventivas para evitarlos. Es preciso prever la forma de actuar y los medios necesarios para recogerlos, tanto si se trata de pequeños derrames en la mesa de trabajo o fugas, como si son derrames importantes, que puedan incluso motivar situaciones de emergencia.

Los restos y pequeñas cantidades de productos químicos se eliminan utilizando técnicas sencillas, que eviten la contaminación de los vertederos habituales de residuos urbanos.

No deben enviarse al contenedor de basuras habitual los materiales impregnados de productos químicos, sin haber destruido o neutralizado a los contaminantes.

No deben verterse a la red general de desagües sustancias corrosivas, ácidas o básicas sin neutralizar, ni líquidos inflamables insolubles en agua o que puedan reaccionar con el agua o el aire.

En general, los derrames de líquidos peligrosos no deben ser absorbidos con trapos, sino empleando otros medios de absorción que, a ser posible, ejerzan una acción neutralizante. Se utiliza con frecuencia

papel absorbente, que puede ser útil para recoger (usando unas pinzas) pequeños derrames de productos tóxicos o inflamables.

Debe disponerse de métodos y medios para recoger y eliminar cualquier derrame.

Una vez recogido el derrame hay que ventilar la zona afectada, mediante renovación forzada de aire. La vitrina de gases sólo debe conectarse cuando el interruptor eléctrico no genere peligro.

Los vapores de productos inflamables son más pesados que el aire y ocupan las partes mas bajas de las zonas donde se generan, descendiendo incluso a los pisos inferiores.

Los derrames ácidos y básicos, una vez neutralizados, deben limpiarse con abundante agua.

Se pueden utilizar diversos productos sólidos de pequeña granulometría para neutralizar, limpiar y eliminar derrames de ácidos, bases, productos inflamables, etc. Se trata, generalmente, de materias diferentes por su acción absorbente o neutralizadora, como arena seca, vermiculita, materiales inertes, bicarbonato sódico y productos cáusticos para neutralizar derrames ácidos. Los materiales se guardan en cajas fácilmente accesibles próximas a las zonas donde sea previsible su uso.

El serrín es un polvo combustible, por lo que no debe utilizarse para absorber líquidos inflamables, ya que aumentaría la masa inflamable.

Tipos de residuos de laboratorio

Reactivos caducados
Reactivos antiguos
Disoluciones
Patrones
Derrames
Productos intermedios
Materiales de un solo uso
Material contaminado

Los residuos inflamables se almacenarán en recipientes metálicos debidamente señalizados, diferenciándose incluso entre los que vayan a contener líquidos y los que contengan sólidos o sólidos impregnados de líquido. Dispondrán de tapa abatible, preferiblemente accionada a pedal.

Los métodos de eliminación, que describimos a continuación, se refieren a grupos de productos de similares características, físicas o químicas. Para cada método, se incluye información acerca de la ropa y los equipos de protección individual adecuados. Asimismo, indicaremos algún sistema de eliminación para los nuevos residuos, que puedan producirse durante la separación selectiva de los residuos del laboratorio.

Productos tipo

Ácido clorhídrico
Ácido nítrico
Ácido sulfúrico
Ácido fosfórico
Ácido bórico
Trióxido de azufre

Ácidos inorgánicos

Ropa y equipos de protección

Guantes de neopreno, aparatos respiratorios con filtro para ácidos, ropa antiácido. Es necesario disponer además de otras prendas de protección personal.

Vertidos y salpicaduras

Los ácidos o soluciones ácidas derramadas se cubren con bicarbonato sódico o una mezcla al 50% de carbonato sódico y cal apagada. Se mezclan los productos para formar una suspensión, adicionando agua si fuera preciso. Esta suspensión puede verterse por el desagüe con un exceso de agua. Lavar la zona del derrame con una disolución de carbonato sódico.

Tratamiento de residuos acumulados

En un gran volumen de disolución de carbonato sódico y cal apagada se van añadiendo residuos ácidos, mientras se agita la disolución. Una vez neutralizada, se añade a la solución un exceso de agua corriente. Como precaución, conviene que el desagüe esté recubierto

con material resistente a los ácidos y que tenga gránulos de mármol gruesos.

Ácidos orgánicos (con sólo C, H, O).

Productos tipo
Ácido acético
Ácido oxálico
Ácido benzoico
Ácido fórmico
Anhídrido acético

Ropa y equipos de protección

Guantes de caucho o neopreno, protector facial, aparatos respiratorios con filtro para vapores orgánicos y ropa antiácido.

Vertidos y salpicaduras

Previamente se eliminarán todas las fuentes de ignición. Se cubren los vertidos con bicarbonato sódico o con carbonato sódico, mezclando los productos y adicionando agua, si fuera preciso, para formar una suspensión, que neutralizaremos con HCl 6M. La suspensión neutra puede verterse por el desagüe con un exceso de agua. Lavar después la zona del derrame con una disolución de carbonato sódico.

Tratamiento de los residuos acumulados

Se actúa de forma diferente según el residuo se encuentre en forma sólida o líquida.

Si el residuo está en forma líquida inyectarlo en la base de un incinerador, mezclado, si fuera necesario, con un disolvente inflamable. Debe instalarse un postquemador para asegurar una combustión completa.

Si está en estado sólido, disolverlo en un disolvente inflamable y proceder como en el caso anterior. También puede envolverse en un papel u otro material inflamable y proceder a su combustión en un incinerador.

Bases, amoníaco y soluciones básicas

Productos tipo
Amoníaco acuoso
Amoníaco anhidro
Óxido cálcico
Hidróxido cálcico
Hidróxido sódico
Hidróxido potásico

Ropa y equipos de protección

Guantes de caucho o neopreno, pantalla de protección facial, aparato respiratorio con filtro para amoníaco o para vapores alcalinos y ropa antiácido.

Vertidos y salpicaduras

Recoger el residuo, diluirlo con agua aproximadamente a 1:5 y neutralizarlo con ácido sulfúrico diluido o HCl 6M, en un recipiente grande. Esta disolución puede verterse por el desagüe con un exceso de agua. Neutralizar seguidamente el punto de vertido, diluirlo con agua y verter igualmente la disolución por el desagüe.

Tratamiento de residuos acumulados

Neutralizarlos con ácido en un gran recipiente con agua. Una vez neutralizada, se añade a la solución un exceso de agua corriente.

Sales inorgánicas

Ropa y equipos de protección

Guantes de caucho o neopreno, gafas de seguridad y ropa antiácido.

Productos tipo
Fluoruro de sodio
Nitrato de cobalto
Sulfato de níquel
Acetato de cinc
Tiocianato amónico

Vertidos y salpicaduras

Las disoluciones se cubren con carbonato sódico, se mezclan y se recogen los restos en un vaso de precipitados con agua. Tras neutralizar el contenido del vaso con HCl 6M, puede verterse por el desagüe con abundante agua.

Los sólidos se recogen en un vaso de precipitados, disolviéndolos en gran cantidad de agua y carbonato sódico, continuando como en el párrafo anterior. Si el vertido contiene fluoruro, se debe adicionar cal apagada.

Tratamiento de residuos acumulados

Los residuos se acumulan gradualmente en un recipiente grande con agua. Se añade carbonato sódico en exceso (y cal apagada si hay fluoruros) y se agita dejándolo reposar durante 24 horas. El producto resultante se decanta en otro recipiente y se neutraliza con HCl 6M, antes de verterlo por el desagüe con gran exceso de agua. El lodo resultante es inocuo.

Metales alcalinos, alcalinotérreos y alquilos metálicos

Productos tipo
Litio
Sodio
Potasio
Magnesio
Calcio
Dietil-cinc
Trietil-aluminio

Ropa y equipos de protección

Guantes de cuero, pantalla de protección facial y ropa antiácido. Debe disponerse en las proximidades de extintores de fuego de clase D (en la unidad 7 se describen las diversas clases de fuego).

Vertidos y salpicaduras

Se cubren con exceso de carbonato sódico anhidro seco y se mezclan adicionando, poco a poco, alcohol butílico (nunca isobutílico), hasta cubrir el residuo, agitando hasta su completa disolución. Después de 24 horas, se diluye la mezcla con agua en proporción de 1:20 como mínimo y se vierte por el desagüe con exceso de agua.

Tratamiento de residuos acumulados

Se utilizan fundamentalmente tres sistemas:

- Los residuos acumulados se mezclan con carbonato sódico anhidro seco y se colocan en un recipiente seco. En un lugar separado, se distribuyen sobre una vasija de hierro, cubiertos con serrín y papel y se prenden con una cadena de virutas de embalar.
- Se queman en un incinerador con cavidad abierta.
- Se dirige vapor seco hacia el residuo disperso sobre una vasija de hierro protegiéndose de las salpicaduras.

Hidrocarburos, alcoholes, cetonas y ésteres

Ropa y equipos de protección

Guantes de neopreno o nitrilo, protector facial, aparatos respiratorios con filtro para vapores orgánicos y ropa antiácido.

Vertidos y salpicaduras

Eliminar todas las fuentes de ignición y retirar los productos inflamables. Los posibles vertidos pueden ser gases, líquidos y sólidos, requiriendo distintos métodos.

Cuando se produzca una fuga de gas inflamable (por ejemplo, desde una botella averiada), hay que procurar que la concentración del

gas en el aire sea inferior a la de la mezcla explosiva, lo que se consigue aplicando una ventilación forzada. Se puede transportar la botella a un área abierta, dejando que el gas escapado se disipe en la atmósfera. Se tratará de taponar la fuga, aplicando una mordaza con un material no inflamable, y se devolverá al suministrador.

Los líquidos se absorben con un papel y los sólidos se recogen sobre él. A continuación, se coloca el papel en una campana dentro de una vasija de hierro, se deja evaporar y se quema.

Tratamiento de residuos acumulados

Los gases se trasladan al incinerador por medio de una tubería o se licuan en una vasija o cavidad y se queman en un lugar alejado.

Los líquidos se atomizan sobre un incinerador. La combustión puede mejorarse mezclándolos con un disolvente inflamable.

Los sólidos se empaquetan con papel o con cualquier otro material inflamable y se queman en el incinerador. También puede disolverse el sólido en un disolvente inflamable y pulverizarse en una cámara de combustión.

Productos tipo
Aceite mineral
Benceno
Alcohol etílico
Alcohol isopropílico
Fenol
Naftas
Naftaleno
Acetato de etilo
Acetona
Acrilato de metilo
Barnices
Butadieno
Ciclohexano
Heptano
Gasolina
Glicerina

Aminas alifáticas

Ropa y equipos de protección

Guantes de caucho butilado, pantalla de protección facial, aparato respiratorio con filtro para vapores orgánicos y ropa antiácido.

Vertidos y salpicaduras

Se cubren los derrames con bisulfato sódico dejando que finalice la reacción. Posteriormente, se disuelven con agua y se vierte por el desagüe con gran exceso de agua.

Tratamiento de residuos acumulados

Indicamos tres procedimientos:

- Añadir la amina contaminada a una capa de bisulfato sódico en un recipiente de evaporación grande. Pulverizar con agua, neutralizar el resultado y verter por el desagüe con gran exceso de agua.
- Disolver los residuos con un disolvente inflamable, como alcohol residual, y quemarlos en una vasija gigante con virutas para embalar. El lugar deberá estar bien ventilado.
- Pulverizar la disolución anterior en la cámara de fuego de un incinerador, provisto con postquemador y lavador.

Productos tipo
Hidroxilamina
Dimetilamina
Etanolamina
Etilamina
Etilendiamina
Pirrolidina
Diciclohexilamina

Aminas aromáticas

Ropa y equipos de protección

Guantes de caucho butilado, aparato respiratorio autosuficiente y delantal de laboratorio de plástico.

Vertidos y salpicaduras

- Las salpicaduras sobre la piel deben lavarse inmediatamente con disolución concentrada de jabón, enjuagando a continuación. Las ropas contaminadas deben ser quitadas, secadas y lavadas con disoluciones concentradas de jabón o destruidas. Puede ser necesario así mismo quemar el calzado.

Productos tipo
Anilina
Bencidina
Bencilamina
Aminopiridina
Difenilamina
Fenilendiamina
Naftilamina
Piridina

- Los pequeños vertidos líquidos se absorben con toallas de papel, recogiéndose sobre este las partículas sólidas. El papel se coloca, sobre una vasija de hierro, en la vitrina de gases dejando que se evapore. Añadir más papel y quemarlo. Lavar el lugar del vertido con disolución concentrada de jabón.
- Los vertidos voluminosos deben cubrirse con una mezcla de arena y carbonato sódico (90-10). Mezclar todo y removerlo dentro de una caja de cartón, que se envasa junto a un exceso de papel arrugado. Finalmente, se quema el paquete en un recipiente abierto o un incinerador con post-quemadores y lavadores.

Tratamiento de residuos acumulados

Los dos procedimientos más empleados son:

- Verter o sifonar los residuos dentro de una capa gruesa de mezcla de arena y carbonato sódico (90-10). Mezclar y remover todo dentro de una caja de papel grueso, junto con mucho papel, y quemar luego todo el conjunto en un incinerador. Puede aumentarse el poder de combustión añadiendo serrín y virutas. Dejarlo en un lugar ventilado.
- Disolver los residuos en disolventes inflamables (como alcoholes, hidrocarburos, etc.) y pulverizar la mezcla en un incinerador con postquemador y lavador.

Cianuros y nitrilos

Productos tipo

Cianuro sódico
Ácido cianhídrico
Cianuro de bencilo
Acetonitrilo
Acrilonitrilo
Benzonitrilo
Cianamida cálcica

Ropa y equipos de protección

Guantes de caucho largos, aparatos respiratorios autosuficientes y ropa antiácido. El laboratorio debe evacuarse y aislarse la zona a descontaminar.

Vertidos y salpicaduras

Se eliminarán todas las fuentes de ignición y compuestos inflamables presentes. Absorber el líquido con vermiculita o sobre una toalla de papel, barriendo el sólido sobre el papel. Colocarlo sobre un recipiente de hierro o vidrio en una vitrina. Evaporar y quemar el papel. Si se produce una salpicadura sobre la piel, lavar la zona afectada inmediatamente con mucha agua y jabón.

En caso de fuga de cianuro de hidrógeno, sin posibilidad de ser detenida, procurar recoger la fuga sobre una disolución concentrada de hidróxido sódico e hipoclorito cálcico, esperando a que se vacíe el recipiente. Evitar la posibilidad de retroceso de la disolución alcalina.

Vertido de cianuros

Colocar los vertidos en un vaso de precipitados grande, alcalinizándolos con una disolución de hidróxido sódico. Añadir a la suspensión un exceso de disolución de sulfato ferroso. Dejar una hora y verter por el desagüe con abundante agua.

Otro método consiste en añadir un exceso de azufre a una suspensión de cianuro, calentando para transformarla en tiocianato. Eliminar por el desagüe con exceso de agua.

Vertido de nitrilos

Adicionar exceso de hidróxido sódico y disolución de hipoclorito cálcico hasta formar el cianato. Después de una hora, verter al

desagüe con exceso de agua. Lavar el lugar del vertido con una disolución jabonosa que contenga algo de hipoclorito.

Tratamiento de residuos acumulados

Se añade al residuo de cianuro, mientras se agita, una disolución concentrada de hipoclorito cálcico manteniendo un exceso de hidróxido sódico e hipoclorito cálcico. Tras reposar 24 horas, eliminar la disolución de cianato por el desagüe con exceso de agua.

Los nitrilos se convierten en cianato sódico soluble cuando son tratados con un exceso de disolución alcohólica de hidróxido sódico. Se evapora el alcohol durante una hora y después se adiciona hipoclorito cálcico, manteniendo un exceso de hipoclorito y de hidróxido. Después de 24 horas, se vierte la disolución de cianato por el desagüe con gran exceso de agua.

Agentes oxidantes

Productos tipo

Hipoclorito sódico
Ácido clórico
Ácido perclórico
Cloro
Perclorato amónico
Clorato cálcico
Dióxido de cloro

Ropa y equipos de protección

Guantes de caucho o de neopreno, ropa antiácido y pantalla de protección facial. Cuando se trate de gases tóxicos, como el cloro, disponer de aparatos respiratorios con suministro independiente de aire.

Vertidos y salpicaduras

Si hay una fuga de gas por no poder cerrarse la válvula del envase, se le hace borbotear a través de un agente reductor como sulfito sódico y un exceso de disolución de bicarbonato sódico, instalando una trampa que evite el retroceso de la disolución al envase de gas. Cuando no es posible otra medida, se coloca el envase en la vitrina de gases o junto a la misma.

Si el oxidante está en forma líquida o sólida, se cubre con un reductor del tipo hiposulfito, bisulfito o sal ferrosa y se mezcla y pulveriza con agua. Tanto el sulfito como la sal ferrosa requieren la adición de una pequeña cantidad de H_2SO_4 3M para promover una rápida reducción. Se vierte la suspensión en un recipiente con agua, se neutraliza con carbonato sódico y se elimina por el desagüe con exceso de agua. El lugar del vertido debe lavarse con una disolución jabonosa, que contenga una pequeña cantidad de reductor.

Tratamiento de residuos acumulados

Los residuos acumulados se mezclan con un volumen grande de un reductor como hiposulfito, bisulfito o sal ferrosa, acidificándolo con H_2SO_4 3M. Cuando se complete la reducción, se añade carbonato sódico o ácido clorhídrico diluido para neutralizar la disolución. Finalmente se vierte por el desagüe con gran exceso de agua.

Residuos biológicos



La descontaminación y la eliminación de desechos biológicos están relacionadas, ya que la desinfección o la esterilización es la primera fase de la eliminación. Una parte de los materiales ha de ser descontaminada para que vuelva a ser utilizada, mientras que otra ha de ser destruida.

El tratamiento en autoclave es el procedimiento aplicable para cualquier tipo de descontaminación. Cuando no se dispone de este, se pueden aplicar:

- Ebullición durante 30 minutos en agua con bicarbonato sódico.
- Utilización de una olla a la presión máxima de trabajo.

Si se produce un derrame de un recipiente con material biológico infeccioso, se recubrirá con un trapo empapado en desinfectante y se evacuarán, a los 10 minutos, todos los restos al recipiente de residuos contaminados, como paso previo a su esterilización en el autoclave.

Los productos químicos utilizados como desinfectantes son:

- El *hipoclorito sódico*, agente desinfectante muy enérgico y activo contra casi todos los microorganismos. Se utiliza en una concentración de 1 g/l de cloro libre, pudiendo llegar a 10 g/l. La lejía comercial contiene entre 40 y 80 g/l de cloro.
- El *formaldehído*, utilizado en una concentración del 5%. La disolución comercial, conocida como formol, es del 37%. Sus vapores también constituyen un buen desinfectante ambiental.
- *El lodo*, de uso parecido al hipoclorito.
- *Los compuestos fenólicos*, que sustituyen al hipoclorito en gran parte de los desinfectantes comerciales.

Eliminación de residuos

Es necesario identificar y distinguir a los diferentes residuos que puedan generarse:

- El material contaminado destinado a reutilizarse se coloca en recipientes impermeables poco profundos, que contengan la cantidad de desinfectante suficiente para cubrir el material. Los recipientes se colocan luego en el autoclave.

- Los objetos puntiagudos y cortantes, como agujas, jeringas y vidrio roto, se almacenarán en recipientes impermeables de paredes resistentes, esterilizándolos en autoclave e incinerándolos después.

- Los residuos contaminados destinados a su eliminación se colocan, dentro de bolsas de plástico, en recipientes identificados para ser enviados a su incineración. Los recipientes exteriores pueden ser cajas de cartón, que se quemarán al mismo tiempo, o recipientes impermeables, con tapas herméticas, que será preciso desinfectar cada vez que se vacíen.

Eliminación de residuos biológicos:
- Esterilización en autoclave.
- Incineración.

La incineración es el método más adecuado para la eliminación de residuos biológicos, incluidos los restos de animales de laboratorio.

- Los desechos no contaminados pueden eliminarse como residuos urbanos.



Eliminación de residuos cancerígenos

Se hace empleando métodos que no produzcan la exposición de los trabajadores que deban retirarlos y evitando la contaminación de los equipos utilizados.

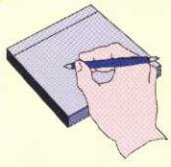
No hay un procedimiento general de eliminación de compuestos cancerígenos. Dependiendo de las características del material, de sus propiedades físico-químicas y de su volumen pueden adoptarse distintos sistemas. La forma de actuación obedece a los siguientes criterios:

- Los residuos cancerígenos no se eliminan por los desagües, ni son enviados a la atmósfera, ni enterrados en el suelo.

- Se someten a un proceso de eliminación en el que no se produzcan otros compuestos cancerígenos o tóxicos, a ser posible en las instalaciones del laboratorio.

Los sólidos y líquidos contaminados deben ser incinerados si son combustibles. Si no lo son, se tratan con productos químicos para descontaminarlos o se incineran en incineradores especiales.

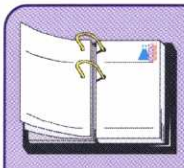
La contaminación ambiental se evita captando por aspiración todo el aire del laboratorio, a través de un filtro de alta eficacia de retención. También deben incinerarse estos filtros cuando se retiren.



ACTIVIDADES

7. *En el laboratorio se derrama un envase que contiene un líquido inflamable. Ordena las actuaciones que se describen a continuación, en una secuencia operativa.*

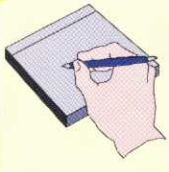
a) Evitar que el líquido se siga derramando.
b) Recoger el derrame con un absorbente como papel.
c) Evaporar el material en una vasija de hierro.
d) Cortar todos los posibles focos de ignición.
e) Utilizar los equipos de protección personal (para la piel y vías respiratorias) si son necesarios.



RECUERDA:

- **Los procedimientos de eliminación de residuos tóxicos y peligrosos deben ser aplicados en cada laboratorio en función de los productos manejados.**
- **Debe estar previsto un sistema de recogida de los derrames y vertidos.**
- **Debe haber una persona responsable de controlar dichas operaciones.**
- **Deben utilizarse los equipos de protección necesarios.**

Actividades de heteroevaluación



h6.1. *¿Qué datos consideras que están incluidos en las fichas de seguridad de los productos químicos?*

a) La numeración de las frases de riesgo y de seguridad.
b) Impurezas presentes en el producto.
c) Formas de recoger los derrames.
d) Incompatibilidades en el almacenamiento.

h6.2. *Expresa dos diferencias entre los datos que puedes encontrar en las fichas de seguridad y en las etiquetas.*

h6.3. *Escribe tu opinión acerca de las cuatro medidas preventivas siguientes para el calentamiento de una disolución.*

a) Hacerlo siempre en vitrina.
b) En el calentamiento de tubos de ensayo, evitar que la salida del mismo se dirija a lugares donde haya alguna persona.
c) Evitar el calentamiento directo sobre el fondo del tubo de ensayo.
d) Es conveniente el calentamiento en baño de arena.

h6.4. *Indica tu opinión acerca de las siguientes afirmaciones:*
a) Los residuos líquidos siempre se eliminan tras tratamiento con las aguas residuales.
b) Una mala política de compras puede afectar a la generación de residuos.
c) En los laboratorios debe haber dos recipientes de recogida de residuos: los de residuos asimilables a urbanos y el de residuos tóxicos y peligrosos.

h6.5. *¿Cómo actuarías ante el derrame en el laboratorio de un envase con líquido inflamable?*

CIDEAD
CENTRO PARA LA INNOVACIÓN
Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN
A DISTANCIA

FONDO
SOCIAL
EUROPEO



Formación Profesional a Distancia

UNIDAD 7

Riesgos y medios de control en el laboratorio

Seguridad y ambiente químico en el laboratorio

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN PERMANENTE

CENTRO PARA LA INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

Unidad 7
Riesgos y medios de control en el laboratorio

Autor:

Víctor Bueno Bernal

Índice

Presentación de la unidad 6

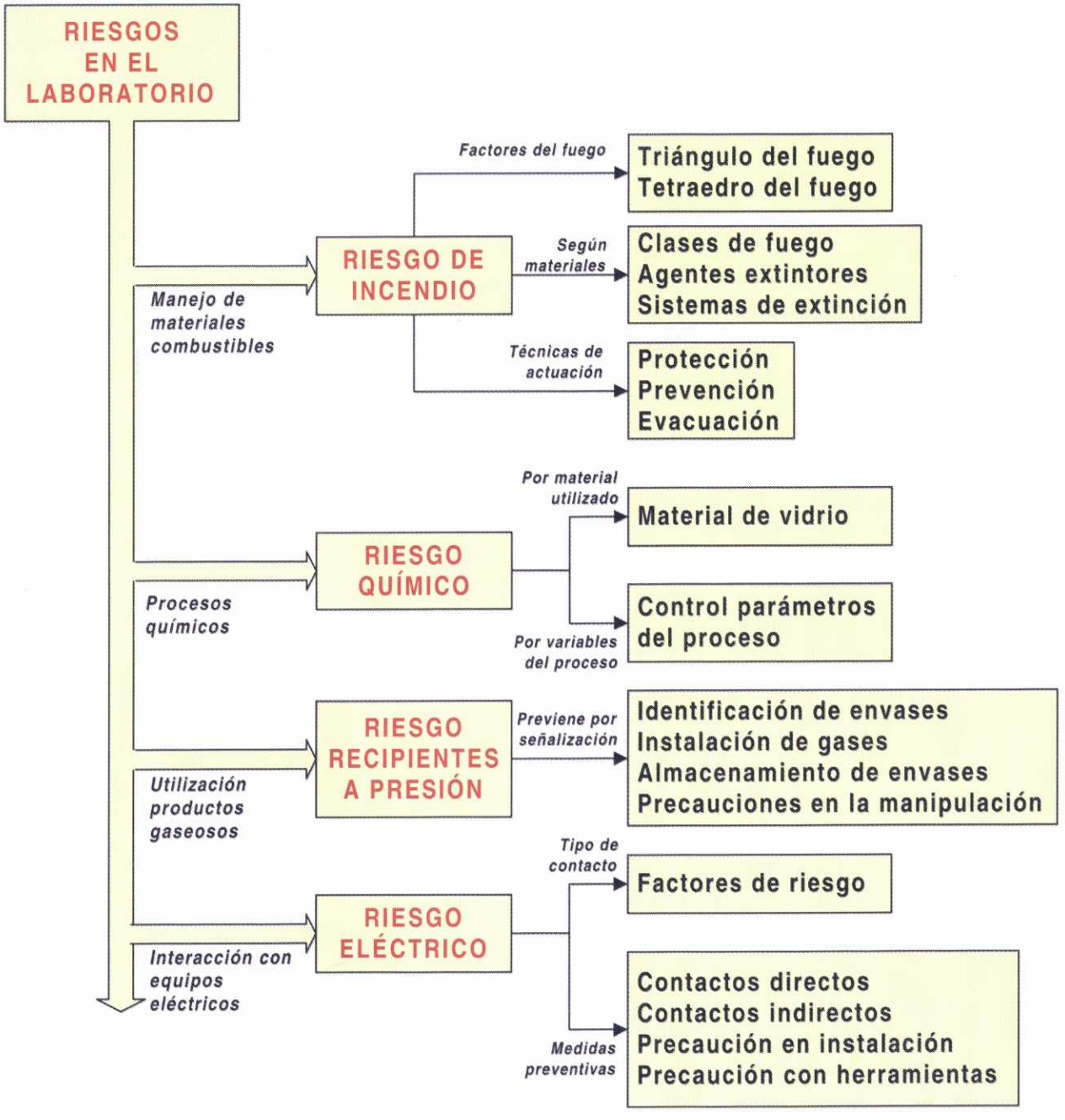
1. Riesgo de incendio 7
1.1. Factores del fuego 7
1.2. Triángulo y tetraedro del fuego 8
1.3. Cadena del incendio 9
1.4. Clases de fuego 10
1.5. Sistemas de extinción 10
1.6. Agentes extintores 11
1.7. Técnicas de actuación contra el fuego 13
1.8. Prevención de incendios 14
1.9. Protección contra incendios 15
1.10. Emergencia y evacuación 20
1.11. Peligros de los incendios 20

2. Riesgos debidos a los materiales y los procesos del laboratorio 22
2.1. Utilización de material de vidrio 22
2.2. Control de operaciones básicas en el laboratorio 24
2.3. Control de temperatura en procesos endotérmicos 24
2.4. Control de temperatura en procesos exotérmicos 25
2.5. Otras variables de control 26

3. Riesgo por manejo de recipientes a presión 27
3.1. Clasificación de los gases según su estado físico 27
3.2. Identificación de los envases con gases a presión 27
3.3. Control de la presión de gas en las botellas 29
3.4. Almacenamiento de botellas de gases 30
3.5. Instalación de gases a presión 30
3.6. Precauciones en la manipulación de botellas de gases 31
3.7. Emergencias con las botellas de gases 32

4. Riesgo eléctrico 34
4.1. Factores influyentes en el efecto de la corriente eléctrica 34
4.2. Tipos de contactos eléctricos. Medidas de protección 36
4.3. La prevención de riesgos eléctricos en el laboratorio 38

Actividades de heteroevaluación 40


RIESGOS EN EL LABORATORIO
Manejo de materiales combustibles
RIESGO DE INCENDIO
Factores del fuego
Triángulo del fuego
Tetraedro del fuego
Según materiales
Clases de fuego
Agentes extintores
Sistemas de extinción
Técnicas de actuación
Protección
Prevención
Evacuación
Procesos químicos
RIESGO QUÍMICO
Por material utilizado
Material de vidrio
Por variables del proceso
Control parámetros del proceso
Utilización productos gaseosos
RIESGO RECIPIENTES A PRESIÓN
Previene por señalización
Identificación de envases
Instalación de gases
Almacenamiento de envases
Precauciones en la manipulación
Interacción con equipos eléctricos
RIESGO ELÉCTRICO
Tipo de contacto
Factores de riesgo
Medidas preventivas
Contactos directos
Contactos indirectos
Precaución en instalación
Precaución con herramientas

En los laboratorios el uso frecuente de sustancias inflamables, junto a la utilización del fuego en diversas actividades, hace que los incendios sean uno de los accidentes que más daño producen, tanto directamente por el fuego como por los efectos indirectos que ocasionan los gases calientes, tóxicos y corrosivos que puedan formarse.

Los riesgos de manipulación de productos químicos se han estudiado en la unidad anterior. Analizaremos ahora los riesgos asociados a operaciones básicas, en las que hay que controlar la temperatura y la presión.

El riesgo eléctrico está ampliamente extendido a todas las actividades industriales, pero está más potenciado en el laboratorio, cuyo ambiente, a veces agresivo, puede atacar a los elementos que nos protegen de la corriente eléctrica.

Respecto a la utilización de los productos químicos en el laboratorio, hemos de abrir un apartado especial para los reactivos gaseosos, que se encuentran en envases de acero, para soportar la presión de almacenamiento. Con ellos hay que observar unas precauciones especiales ya que, al riesgo químico de la sustancia, hay que añadir el de su envasado a presión y el de la manipulación de los equipos de dosificación.

En tu trabajo habitual en un laboratorio deberás tener especial sensibilidad en la manipulación de productos y equipos, por los riesgos inherentes que conlleva su utilización. Esta unidad te ayudará a identificar y prevenir estos riesgos.

Al finalizar el estudio de esta unidad serás capaz de:

Identificar sistemas para prevenir los riesgos de incendio, de electrocución y de manipulación de los envases de gases.

Detectar los puntos críticos de las instalaciones existentes en el laboratorio, bajo el punto de vista de los riesgos típicos del laboratorio.

Comprobar el estado de uso y la forma de funcionamiento de los equipos de protección contra incendios, seleccionando el más adecuado para extinguir una clase de fuego determinada.

Relacionar los factores de riesgo ya estudiados, con los asociados a los diferentes equipos utilizados en el laboratorio.

1. Riesgo de incendio

¿Por qué se producen los incendios?, ¿qué condiciones tienen que darse para que se desarrollen?, ¿cómo se puede actuar para sofocarlos?

Un incendio es un fuego incontrolado, generalmente con efectos no deseados, que puede producir lesiones a las personas por altas temperaturas, gases tóxicos o humos y daños materiales en los productos y en las instalaciones.

El fuego es la manifestación de la reacción química de oxidación de carácter exotérmico.

El riesgo de incendio está asociado a muchas actividades, manifestándose con la aparición de un foco de ignición que, si se desarrolla, origina el incendio.

La combustión es una reacción química entre una sustancia que actúa como combustible y el oxígeno del aire u otros productos químicos, que favorecen la combustión. Es una reacción fuertemente exotérmica, que se manifiesta con el desprendimiento de luz y calor.

1.1. Factores del fuego

Son los factores necesarios para que se produzca el incendio.

Combustible es toda sustancia que puede arder o sufrir una rápida oxidación. Los principales combustibles son materias orgánicas que posean una serie de características, como punto de inflamación, reactividad, límites de inflamabilidad y explosividad, que caracterizan sus propiedades como combustible.

La materia combustible es la que caracteriza el tipo de incendio y la forma en que se desarrolla, pudiéndose encontrar en cualquier estado físico.

Un **gas combustible** puede arder a cualquier temperatura.

Un **líquido inflamable** arde a temperatura ambiente y cualquier foco de ignición puede prenderlo, por ser muy baja su temperatura de combustión. Por ejemplo, la gasolina arde a 40 ºC bajo cero debido a su temperatura de combustión.

Un **líquido combustible** requiere un ligero calentamiento para poder inflamarse; a partir de ese momento, se comporta como un líquido inflamable, como por ejemplo, el gasóleo. El líquido combustible, tras su calentamiento, puede ser inflamado por cualquier foco de ignición, comportándose entonces como un líquido inflamable.

Los **sólidos combustibles** necesitan ser calentados hasta emitir vapores por destilación. Su temperatura de combustión es, normalmente, mayor de 100 ºC.

Según cual sea la velocidad de reacción, que se pone de manifiesto por la velocidad de propagación del frente de las llamas, tenemos distintos tipos de combustiones:

Velocidades de reacción en m/s	
Combustión	< 1
Deflagración	> 1
Detonación	>340

Combustión simple: Se produce cuando la velocidad de propagación se mantiene inferior a 1 m/s. Una parte de la energía desprendida se emplea en activar la mezcla del comburente con el combustible, para mantener la reacción en cadena.

Combustión deflagrante: Se produce cuando la velocidad de propagación se mantiene superior a 1 m/s pero inferior a la velocidad del sonido en el medio en que se produce la reacción. Este tipo de reacción produce una gran cantidad de gas, lo que provoca un aumento de presión hasta 10 veces la presión inicial.

Combustión detonante: Se produce cuando la velocidad de propagación es superior a la velocidad del sonido en el medio en el que se produce la reacción. El aumento de presión puede ser de hasta 100 veces la presión inicial.

Se llama ***comburente*** a una mezcla de gases en la que el oxígeno se encuentra en una proporción suficiente para que la combustión progrese.

Existen sustancias químicas que actúan como comburentes, porque de ellas se desprende el oxígeno que forma parte de su estructura molecular. Una concentración de oxígeno en aire superior al 5% basta para que la reacción de combustión progrese.

Energía de activación es la energía mínima que necesita una determinada mezcla de combustible-comburente para iniciar la reacción de combustión.

La mayor parte de las materias combustibles necesitan ser calentadas a temperatura superior a la del ambiente, de forma que los vapores destilados (en los sólidos) o evaporados (en los líquidos) se mezclen con el oxígeno del aire, en las condiciones necesarias para la combustión. El foco de ignición es el que aporta dicha energía, de origen térmico, mecánico, eléctrico o químico.

Focos de ignición más frecuentes	%
Electricidad	18
Rozamientos	14
Chispas metálicas	12
Cigarrillos y fósforos	9
Corte y soldadura	8
Superficies calientes	7
Chispas de combustión	6
Llamas abiertas	5
Ignición espontánea	4
Materiales recalentados	3
Indeterminados	12

Una ***reacción en cadena*** se debe a que, durante la progresión de la reacción de combustión entre combustible y comburente, se producen radicales libres, que actúan como catalizadores, y se genera más calor del necesario para producir nuevas combustiones, extendiéndose rápidamente la reacción a otras moléculas.

1.2. Triángulo y tetraedro del fuego

Hay dos teorías diferentes sobre el fuego aplicables a los combustibles que arden con formación de llamas o con formación de brasas.

El ***triángulo del fuego*** defiende que el fuego se produce cuando existen simultáneamente en el tiempo y en el espacio los tres factores siguientes:

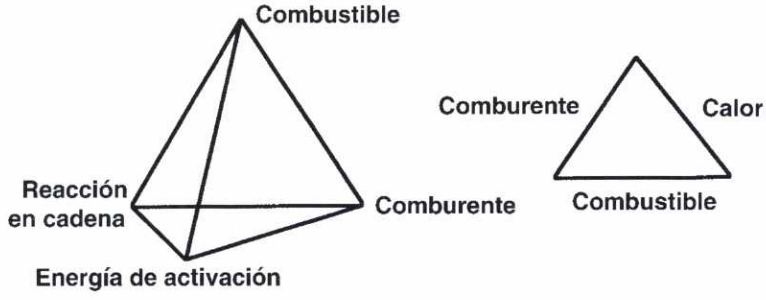
- Una materia combustible.
- Un comburente, normalmente el oxígeno.
- Calor suficiente que aporte la energía para iniciar la reacción.

Esta teoría es aplicable a los fuegos de los combustibles sólidos, caracterizados por formar brasas incandescentes y dejar residuos. Se representa por un triángulo en el que cada lado está ocupado por un factor.

La eliminación de cualquier factor supone la eliminación del fuego.

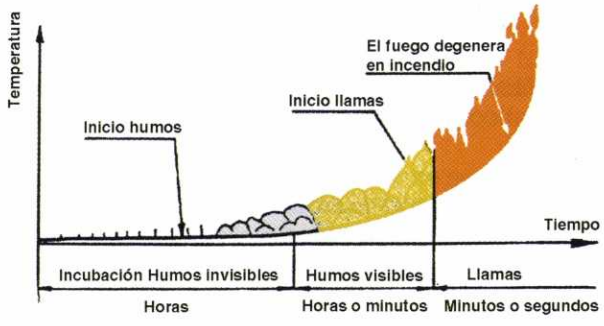
En la ***teoría del tetraedro del fuego*** hay un cuarto factor para la producción de las llamas que es la existencia de la reacción en cadena por la presencia de radicales activos en el aire. Este factor es necesario para explicar el comportamiento de algunas materias inflamables y de ciertos productos utilizables como agentes extintores.

La figura anexa muestra la representación gráfica de estos cuatro factores básicos, combustible, comburente, calor y reacción en cadena. Para esta representación se recurre a un tetraedro. Su combinación hace posible que el incendio se produzca, bastando con eliminar uno de ellos para que el fuego se extinga.



1.3. Cadena del incendio

Se llama así al conjunto de las cuatro etapas sucesivas en que se desarrolla el incendio, con diferentes intervalos de tiempo entre cada una.



Las tres primeras constituyen la fase de ignición.

- En la primera etapa, se desarrolla un proceso de combustión en el que hay un ascenso vertical de partículas invisibles ionizantes. Esta etapa puede progresar durante horas, sin producir humo o calor apreciable.

- En la segunda etapa, que puede durar también varias horas, aparecen unas partículas de combustión que se aprecian como humo visible y sin calor apreciable.

- En la tercera etapa, el calor de combustión permite alcanzar la temperatura de autoignición del combustible, en una atmósfera con suficiente oxígeno. Se desarrollan llamas con emisión de rayos infrarrojos, ultravioletas y luz visible. Esta etapa dura minutos o segundos.

– En la cuarta etapa o de propagación, se realiza la transferencia de calor de unos combustibles a otros por los medios normales de transmisión: conducción, convección y radiación. La dirección de propagación depende mucho de la forma de apilamiento del material combustible y de los sistemas de renovación de aire.

Hay una serie de factores claves en la fase de propagación como son:

– La carga térmica, que depende de la cantidad, tipo y distribución del combustible.
– La resistencia al fuego de los materiales y de la estructura del local.

La carga térmica sirve para cuantificar el nivel de riesgo, debido a los productos inflamables manipulados y/o almacenados, y, con ello, evaluar las medidas de protección necesarias.

1.4. Clases de fuego

Los fuegos se diferencian por el tipo de material que sufre la combustión.

Fuegos de ***clase A*** son los originados por materiales sólidos ordinarios, generalmente de tipo orgánico, que producen brasas en su combustión, como papel, cartón, madera, etc. Retienen el oxígeno en su interior y se denominan fuegos profundos.

Fuegos de ***clase B*** son causados por materiales líquidos o sólidos que se licuan por la acción del calor, produciéndose la combustión en la superficie del líquido, como por ejemplo, la gasolina, aceites, disolventes, petróleo, etc. Solamente arden en la superficie que esté en contacto con el oxígeno.

Fuegos de ***clase C*** son los producidos por materiales gaseosos o gases licuados sometidos a presión, como el metano, hidrógeno, etileno, butano, etc.

Fuegos de ***clase D*** son los producidos en metales químicamente muy activos, siendo capaces de desplazar al hidrógeno del agua y dando lugar a explosiones por la combustión de este, como en el caso del sodio, aluminio en polvo y magnesio.

1.5. Sistemas de extinción

Los sistemas de extinción se diferencian por el factor del fuego, sobre el que se actúa para producir la extinción.

Eliminación del combustible
En este método, se retira o se diluye el combustible, disminuyendo su concentración para reducir la velocidad de reacción a un valor inferior al de su autocombustión. Es una técnica apropiada para fuego de gases.

Sofocación
En este método, se elimina o separa el comburente del proceso de combustión, ya sea impidiendo que los vapores del combustible se pongan en contacto con el comburente o disminuyendo su concentración.

Enfriamiento
En este método, se elimina o disminuye la energía de activación de la mezcla combustible-comburente, siendo la forma más efectiva el uso de agua como agente extintor.

Inhibición
En este caso, la extinción se produce cuando se neutralizan los radicales libres intermedios, que catalizan la reacción en cadena. Esta técnica se consigue con agentes extintores que reaccionen con los radicales libres.

1.6. Agentes extintores

Son las materias cuya acción provoca la extinción del fuego al ser proyectadas sobre este. Existe un tipo de agente extintor adecuado a cada clase de fuego. Los más utilizados son:

Agua

Es el agente extintor más conocido y empleado desde siempre debido a su abundancia, estabilidad, calor específico y calor de vaporización. Las características que lo hacen tan eficaz son:

- Es un buen refrigerante, por la gran cantidad de calor que absorbe al calentarse o evaporarse.
- Actúa como sofocante, por la atmósfera de vapor que crea y que desplaza al comburente.
- Puede formar una emulsión con líquidos viscosos inflamables que, al ser dispersados, disminuyen su vaporización y se enfrían.
- Es capaz de diluir los productos inflamables solubles en agua.

El agua se aplica en chorros, para enfriar fuegos de clase A, o pulverizada, lo que produce un enfriamiento mas rápido pero a corta distancia, para fuegos de clase A, B y C.

El agua pulverizada tiene mayor poder de extinción.

Tiene la ventaja sobre otros agentes de ser abundante, económica y no tóxica y el inconveniente de producir daños y ser incompatible con los fuegos eléctricos y de metales ligeros.

A veces, se asocian algunos compuestos al agua para mejorar sus efectos sobre el fuego, como humectantes, espesantes y anticongelantes.

Espuma

Es una masa de burbujas que se obtiene al introducir aire en una solución espumante. Se llama espumógeno a un concentrado líquido de agente emulsor, que se almacena para producir las soluciones espumantes generadoras de espuma.

Existen distintos tipos de espumógenos con diferentes aplicaciones según su composición y características, como la proteínica (elevada resistencia térmica), la fluoroproteínica (mejor fluidez que la espuma) o la antialcohol (resistente a disolventes solubles en agua). La relación del espumógeno en la mezcla es variable, aunque sus porcentajes suelen estar entre el 1 y el 6%, dependiendo del tipo de combustible al que debe ser aplicado.

La espuma se utiliza como sistema de protección en el almacenamiento de productos inflamables.

Produce la extinción del fuego porque:

- Separa el aire de los vapores combustibles.
- Separa las llamas del combustible.
- Enfría el combustible y las superficies metálicas que lo contienen.

Los fuegos de clase D sólo pueden ser apagados con extintores de polvo específicos.

Las espumas se aplican sobre fuegos de clase B, para prevenir la ignición de derrames y son aceptables para fuegos de tipo A. Aunque hay extintores portátiles, su utilización más habitual es en tanques de almacenamiento de combustibles líquidos.

Tienen las ventajas de ser aplicables en grandes extensiones, en exteriores y de no ser tóxicas. Sus inconvenientes son su carácter corrosivo, que pueden producir daños y que no son utilizables en incendios eléctricos.

Polvo extintor

Son sales inorgánicas finamente pulverizadas, cuyo componente básico suele ser el bicarbonato sódico o potásico, cloruro potásico, fosfato de amonio o ciertos metales alcalinos. A estas sales básicas, se les añaden otros componentes para mejorar su fluidez, higroscopicidad o aislamiento eléctrico. Se caracterizan por su pequeño tamaño de partícula, su nula toxicidad y por ser malos conductores de la electricidad.

Producen la extinción por:

- Sofocación, ya que produce un residuo que aísla el combustible del oxígeno.
- Inhibición, al combinarse con los radicales libres, impidiendo que continúe la combustión.
- Enfriamiento, absorbiendo energía calorífica.

Hay tres tipos de polvos extintores, con distintas aplicaciones:

- Polvo convencional, empleado para fuegos de clases B y C.
- Polvo polivalente, a base de fosfato amónico, apto para fuegos de clases A, B y C.
- Polvos especiales para fuegos de clase D, cuya composición varía según el metal sobre el que debe actuar.

El polvo convencional se aplica con extintores portátiles y en sistemas fijos, mientras que el polivalente, válido para fuegos de clase A, se aplica sólo con extintor portátil. Los polvos especiales para fuegos de metales también pueden aplicarse con un extintor portátil y en fuegos eléctricos, cuando la tensión es inferior a 5.000 V, pues son malos conductores de la electricidad.

Los polvos extintores no son tóxicos, son penetrantes y pueden aplicarse sobre fuegos eléctricos. Sin embargo, no deben utilizarse con maquinarias o instalaciones delicadas.

Dióxido de carbono o nieve carbónica

Es un agente extintor gaseoso, incoloro e inodoro y con unas características especiales como no dejar residuos, ser mal conductor de la electricidad y alcanzar temperaturas de –40 ºC en su descarga.

Produce la extinción del fuego por:

- Sofocación, diluyendo el oxígeno de la atmósfera con los vapores de dióxido de carbono y reduciendo la combustión.
- Enfriamiento, produciendo en su descarga un descenso de la temperatura del combustible.

Resulta efectivo para fuegos de clases B y C, aplicándose habitualmente por inundación total en espacios cerrados mediante sistemas fijos. Se utiliza con preferencia para fuegos en equipos eléctricos con tensiones altas, por ser el agente extintor que peor conduce la electricidad, con la ventaja adicional de que no deja residuo alguno, lo que también es útil cuando los equipos a rociar son delicados.

La nieve carbónica es ideal para apagar fuegos en equipos eléctricos.

El dióxido de carbono desplaza el oxígeno del aire y, aunque la atmósfera resultante no es tóxica, resulta asfixiante. Por ello, no debe utilizarse con medios manuales en pequeñas estancias o en zonas ocupadas y cerradas.

La descompresión, que se produce en su descarga, hace que este agente extintor alcance temperaturas muy bajas, que podrían producir quemaduras en la piel, si esta resulta alcanzada por el extintor. Por el mismo motivo, no debe proyectarse directamente sobre mecanismos que puedan dañarse con bajas temperaturas.

Halones

Estos hidrocarburos halogenados han sido utilizados como agentes extintores hasta fechas recientes, en que se ha demostrado su efecto destructivo sobre la capa de ozono atmosférico. A partir del año 2000, sólo será permitido su uso en aplicaciones esenciales.

Se están buscando sustitutos por sus buenas propiedades de inhibición, sofocación y no corrosividad. Eran considerados como los agentes extintores de más eficacia y menor toxicidad siendo, además, los que causaban menos daños materiales.

1.7. Técnicas de actuación contra el fuego

¿Qué hacer para prevenir los incendios?

El riesgo que supone el incendio, para las personas y las instalaciones, hace necesaria la adopción de medidas preventivas que lo eviten o, cuando no sea posible, disminuya sus consecuencias.

Las técnicas de actuación contra el incendio pueden ser de:

- **Prevención.**
- **Protección.**
- **Reparación.**

La **prevención** pretende reducir al mínimo la posibilidad de que un incendio se inicie.

La **protección** trata de evitar la propagación del incendio y minimizar sus consecuencias. Comienza en el diseño, con el estudio de las estructuras, y continúa con la adopción de los sistemas adecuados de detección, alarma y extinción.

La **reparación** consiste en disponer los planes de emergencia, incluyendo las previsiones de evacuación.

1.8. Prevención de incendios

La prevención de incendios es la forma de actuación más eficaz.

La prevención de incendios comienza en el proyecto de la instalación, diseñando la infraestructura más adecuada que minimice el riesgo de las instalaciones, los materiales y los procesos.

La prevención necesita una vigilancia continua sobre todas las posibles causas de incendio. Todas aquellas acciones con las que se consiga anular uno de los cuatro factores del tetraedro del fuego, son acciones de prevención.

Protección de los elementos constructivos

Son las actuaciones preventivas y de protección contra incendios incluidas en el proyecto de instalación, en el que deben diseñarse los elementos constructivos para que constituyan una barrera en la propagación de los incendios, aislando los sectores de riesgo, utilizando materiales con buen comportamiento frente al fuego y creando una protección estructural, con las resistencias al fuego adecuadas.

En el proyecto se tiene en cuenta la actividad a realizar en cada compartimento del laboratorio, así como la cantidad de material inflamable prevista y, en función de ello, se cuantifican el grado de combustibilidad de los materiales utilizados y la resistencia al fuego de los elementos constructivos.

De lo anterior se desprende que no deben alterarse, de forma significativa, las actividades ni las cantidades de material inflamable en las distintas áreas del laboratorio, sin tener en cuenta el grado de protección de los elementos constructivos, que se decidieron en el proyecto.

Actuación sobre el combustible

Es el que permite más posibilidades de prevención. Las pautas que deben seguirse son:

- Disponer de la menor cantidad de combustible posible en los lugares de utilización, dentro de las necesidades del trabajo.
- Sustituir el material inflamable por otro que cumpla las mismas funciones, pero que tenga una temperatura de inflamación superior.
- Aislar los almacenamientos de combustibles y alejarlos de las zonas de trabajo.
- Utilizar recipientes resistentes de cierre hermético para el almacenamiento, transporte y deposición de residuos inflamables.
- Emplear sistemas de trasvase adecuados.
- Proceder a la recogida inmediata de fugas y derrames.
- Instalar sistemas de extracción localizada o ventilación en los lugares donde puedan desprenderse vapores inflamables.
- Mantener la temperatura del combustible por debajo de la temperatura de inflamación.
- Señalizar debidamente los materiales y las conducciones por las que circulen fluidos combustibles.

El control de las materias combustibles y los focos de ignición son las mejores medidas de prevención.

Las precauciones especiales para gases combustibles, derivadas de su almacenamiento en recipientes a presión, que deben seguirse son:

- Situar los envases en lugares ventilados y alejados de fuentes de calor, incluido el sol.
- Mantener las botellas sujetas en lugares estables y con sus capuchones colocados si no se usan.
- Utilizar los equipos de regulación específicos para el gas y la instalación.

Actuación sobre el comburente

En casos especiales, cuando la eliminación total de los productos inflamables resulte complicada, se utilizan atmósferas inertes con nitrógeno, vapor de agua o anhídrido carbónico. Un ejemplo típico es la reparación de una tubería que haya contenido un fluido inflamable.

La creación de atmósferas inertes se utiliza en situaciones de alto riesgo.

Actuación sobre los focos de ignición

Los sistemas de actuación más frecuentes sobre este factor son:

- Prohibición de fumar en el área afectada.
- Prohibición de utilizar instrumentos que puedan producir la ignición, tales como mecheros, vehículos o herramientas.
- Prohibición de instalar equipos que generen calor.
- Verificación, mediante explosímetro, del nivel de inflamabilidad de la atmósfera.
- Protección de los rayos solares.
- Aplicación de la normativa específica sobre instalaciones eléctricas.
- Instalación de puestas a tierra y conexiones equipotenciales para evitar cargas electrostáticas.
- Aplicación de procedimientos de trabajo en las operaciones de mantenimiento que requieran la utilización de llamas como equipos de soldadura y de corte.
- Utilización de permisos de trabajo especiales, para las actividades que puedan originar focos de ignición, en lugares que contengan o hayan contenido productos inflamables.

Actuación sobre la reacción en cadena

Los dos sistemas más extendidos en la práctica son la utilización de tejidos ignífugos y la adición a los plásticos de material antioxidante, que evite la formación de radicales activos.

1.9. Protección contra incendios

Se denomina protección contra incendios a todas las acciones complementarias a las acciones preventivas para que, una vez producido el incendio, se minimice su propagación y sus consecuencias. La protección incluye la detección y la extinción del fuego.

Sistemas de detección y alarma

La detección de incendios consiste en descubrir, lo más rápidamente posible, la existencia de un incendio en un lugar determinado, para disponer de tiempo suficiente para evacuar la zona y proceder a su extinción.

Los principales tipos de detectores existentes en el mercado son:

Los detectores iónicos actúan antes de que se origine el humo visible.

Detectores de gases o detectores iónicos. Captan los gases provenientes de la combustión, visibles o no. Es el sistema de detección más sensible y por ello el más utilizado. Funciona cuando detecta los radicales iónicos y sufre perturbaciones a causa del viento y del polvo. Detectan en la primera etapa de la cadena del incendio (ver figura en el apartado 1.3.).

Detectores ópticos de humos. Captan la presencia de los humos visibles, basando su funcionamiento en sistemas de absorción y difusión de la luz. Sufren perturbaciones a causa del polvo. Detectan en la segunda etapa de la cadena del incendio.

Detectores ópticos de llama. Captan las radiaciones infrarrojas o ultravioletas de las llamas. Las perturbaciones en su funcionamiento pueden proceder de la radiación solar y de las soldaduras. Son muy utilizados para proteger grandes superficies. Detectan en la tercera etapa de la cadena del incendio.

Detectores térmicos. Detectan los incrementos de temperatura y/o la superación de un determinado nivel térmico. Es un sistema muy simple y por ello muy fiable. Su inconveniente es que cuando actúa, el fuego ya tiene cierto desarrollo. Perturban su funcionamiento los rayos solares y otros focos que emitan calor, como hornos y muflas. Detectan, segun su sensibilidad, en la segunda o tercera etapa de la cadena del incendio.

Los sistemas de alarma son los mecanismos previstos para advertir al personal del incendio y, en su caso, de la evacuación.

Pueden ser manuales o automáticos. Los sistemas manuales constan de pulsadores distribuidos estratégicamente, que serán accionados por las personas que detecten el incendio. Los sistemas de alarma automáticos están conectados a una central de control, desde donde se organizan las siguientes etapas de actuación.

Instalaciones fijas de extinción

Las instalaciones fijas están formadas por un entramado de tuberías, que cubren el área a proteger con unas terminaciones, que permiten la distribución del agente extintor en la zona. La sustancia extintora más utilizada es el agua, aunque también existen instalaciones con espuma, polvo seco o nieve carbónica.

Las instalaciones fijas, con los distintos agentes extintores, están constituidas normalmente por un sistema de detección, que actúa sobre un sistema de alarma para advertir al personal y un sistema de temporización, que dosifica el agente extintor en la zona afectada.

Las instalaciones fijas con agua, que pueden encontrarse en un laboratorio, son las bocas de incendio equipadas (BIE) y los rociadores automáticos.

Las BIE son mangueras de 25 o 45 mm de diámetro, enrolladas o plegadas sobre soportes y con una boquilla que permite la salida de agua en forma de chorro o pulverizada. Se alojan en armarios con tapas de cristal y están conectadas a la red, mediante una válvula con un manómetro

que indica la presión de la red. Las BIE se colocan cerca de las puertas de salida, debiendo estar instaladas en cantidad suficiente para cubrir toda la superficie de riesgo.

Los rociadores automáticos son instalaciones que integran, al mismo tiempo, los sistemas de detección, de alarma y de extinción. Se reparten en el techo de los locales y distribuyen agua pulverizada. Su puesta en acción se produce gracias a un sistema que detecta el calor, en el techo de la instalación a proteger. Se utilizan en instalaciones en donde se precisa una acción extintora inmediata.

Sistemas portátiles de extinción. Extintores

Se llama extintor a un aparato autónomo que contiene un agente extintor, que puede ser proyectado y dirigido sobre el fuego, gracias a la presión interna de un gas propelente.

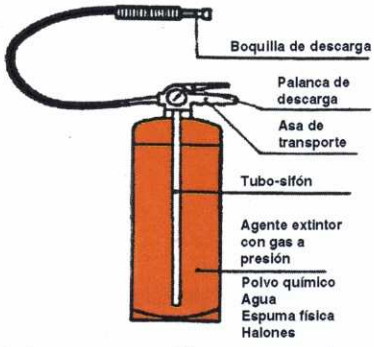
Según el sistema de impulsión, los extintores pueden ser de:

- **Presión permanente**, cuando el gas impulsor está presurizado en el mismo recipiente que contiene al agente extintor.
- **Presión adosada**, cuando el gas impulsor se encuentra en un recipiente distinto al que contiene al agente extintor, poniéndose en contacto ambos sólo en el momento de la utilización del extintor.
- **Presión por reacción química**, cuando la presión se origina al mezclar dos componentes, en el momento de la utilización del extintor.

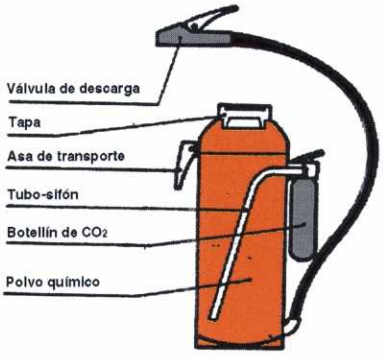
Según la sustancia extintora, los extintores pueden ser:

- **Extintores de agua**, que utilizan como agente extintor agua pulverizada o en chorros, impulsada mediante un gas. Se aplican contra fuegos de tipo A.
- **Extintores de polvo** impulsados por la acción de anhídrido carbónico comprimido. El extintor de polvo seco se aplica sobre fuegos de clase B y C. El de polvo polivalente o antibrasa puede, además, utilizarse contra fuegos de tipo A y fuegos eléctricos, si la tensión es menor de 1.000V. El extintor de polvo especial se utiliza contra fuegos de tipo D y es específico para metales alcalinos o ligeros.
- **Extintores de espuma**. Existen dos tipos de espuma: la física y la química. El extintor de espuma física contiene agua y un agente espumógeno, presurizados interiormente con gas carbónico. El de espuma química contiene bicarbonato sódico, un estabilizante de espuma y una ampolla de sulfato de aluminio que se rompe, presurizando el extintor con el anhídrido carbónico generado. Es utilizable para fuegos de tipo A y B.
- **Extintores de nieve carbónica** (CO_2). En ellos, la impulsión es realizada por el propio gas, presurizado en su interior. Es muy utilizable con equipos eléctricos por no ser conductor ni dejar residuos. Es eficaz, sobre todo, en instalaciones cerradas.

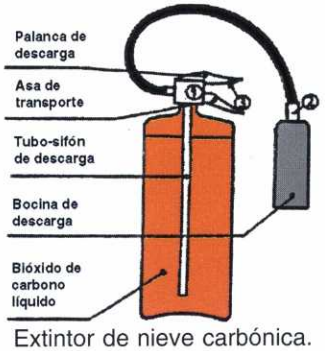
En la siguiente tabla, indicamos los agentes extintores más adecuados a cada tipo de fuego.



Extintor con presión permanente.



Extintor de polvo con presión adosada.



Extintor de nieve carbónica.

AGENTE EXTINTOR	CLASE DE FUEGO			
	TIPO A SÓLIDOS	TIPO B LÍQUIDOS	TIPO C GASES	TIPO D METALES
AGUA PULVERIZADA	Muy adecuado	Aceptable	Inaceptable	Inaceptable
AGUA A CHORRO	Adecuado	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable
AGUA CON ESPUMA	Adecuado	Adecuado	Inaceptable	Inaceptable
POLVO BC	Inaceptable	Muy adecuado	Adecuado	Inaceptable
POLVO ABC	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Inaceptable
NIEVE CARBÓNICA	Aceptable	Aceptable	Inaceptable	Inaceptable
POLVO ESPECIAL METALES	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable	Adecuado

Escala de valoración: Muy adecuado, adecuado, aceptable, inaceptable o peligroso.

Requisitos de eficacia de un extintor:
- Fuego detectado en su origen.
- Ubicación adecuada.
- Perfectas condiciones de funcionamiento.
- Utilización por personal preparado.
- Tipo agente extintor adecuado al fuego.

Eficacia de los extintores: La eficacia de un extintor es la capacidad para extinguir un tipo de fuego normalizado, sobre el que se realizan pruebas en hogares tipo. Así, en los fuegos de tipo A, se mide qué longitud (en decímetros) de un entramado de madera ardiendo puede ser extinguida, expresando la eficacia con la distancia hallada y la letra A (que corresponde al tipo de fuego), por ejemplo, 13A, 27A, etc.

En fuegos de tipo B, los dígitos representan el número de litros de combustible de aviación, que pueden ser apagados, si se coloca el combustible sobre unas bandejas normalizadas, expresándose como 23B, 89B, etc.

Identificación de los extintores: Los extintores son recipientes a presión debiendo cumplir, por tanto, la normativa para equipos de presión. Cada cinco años serán sometidos a cargas y pruebas de presión, desechándose a los veinte años de vida útil. Deben llevar una placa de timbre con el número de registro y las fechas de los distintos retimbrados. También deberán llevar una etiqueta de características, con las clases de fuego para las que es aplicable y las instrucciones para su uso.

Ubicación de los extintores: Conviene instalar extintores:

- Cercanos a las salidas, de fácil acceso y visibilidad y debidamente señalizados.
- En aquellos puntos donde exista una mayor probabilidad de originarse un incendio.
- En lugares de riesgo alto como son los laboratorios químicos, separados entre sí una distancia no mayor de 10 metros.
- Siempre sobre soportes fijados a paramentos verticales o pilares, a una altura no superior a 1,70 metros (su parte más alta).

Normas de utilización de un extintor: Las normas de uso están impresas en el cuerpo del extintor. El personal debe ser entrenado en su uso periódicamente. El extintor que haya sido utilizado, aunque parcialmente, debe ser recargado por operarios autorizados.

Los extintores requieren un mantenimiento periódico por parte de personal especializado. El usuario debe comprobar, cada tres meses:

- La accesibilidad al extintor.
- El estado de carga del agente extintor y de los botellines de gas, si los tiene.
- El estado de los precintos, seguros y etiquetas.
- El estado de las mangueras y partes mecánicas.

Utilización de un extintor

Los extintores de incendios portátiles son los medios de extinción más utilizados. Se utilizan siguiendo unas instrucciones muy sencillas.

Utilización de un extintor de polvo químico seco con presión adosada

1. Quitar el precinto del pasador tirando de él hacia afuera.
2. Inclinar el extintor hacia adelante con el brazo izquierdo extendido y presionar hasta el fondo, con la otra mano, el percutor del botellín de gas CO_2 impulsor.
3. Apretar la palanca de la válvula de descarga dirigiendo el chorro de polvo al objeto que arde, imprimiendo un movimiento en zigzag.
4. Si no saliera polvo, golpear suavemente la válvula de descarga para liberarla.
5. Atacar el fuego desde unos 3 metros y avanzar después hacia él, dirigiendo el agente extintor a la base de las llamas.

Utilización de un extintor de polvo químico seco con presión incorporada

Verificar que el indicador de presión señala la zona verde y seguir los mismos pasos que en el caso anterior, exceptuando el punto 2.

Utilización de un extintor de anhídrido carbónico

1. Quitar el precinto tirando del pasador hacia afuera.
2. Sujetar la bocina de descarga por el mango de madera o plástico.
3. Apretar la palanca de descarga con la otra mano, dirigiendo el chorro de CO_2 al objeto que arde y haciendo un movimiento de barrido de la superficie.
4. Atacar el fuego desde unos 2 metros avanzando luego hacia él.

Método general de empleo de un extintor

1. Cuando se descubre un fuego, se da la alarma según esté estipulado en el plan de emergencia. A continuación, se coge el extintor de incendios más próximo que sea adecuado al tipo de fuego observado.
2. Dirigirse con el extintor a las proximidades del fuego. Si es al aire libre, acercarse al fuego en la dirección del viento (sintiendo el viento en la espalda).
3. Usar el extintor según el entrenamiento recibido o las instrucciones leidas en el propio extintor.
4. Dirigir el chorro del extintor a la base de las llamas hasta su total extinción. El contenido del extintor se agota en unos 30 segundos, por lo que conviene efectuar su vaciado en ráfagas o incluso detenerlo de vez en cuando, según la evolución del fuego, para dosificar mejor el agente extintor.

1.10. Emergencia y evacuación

El Plan de Emergencia debe describir cómo se organiza la actuación contra incendios en cada lugar y en cada puesto de trabajo del laboratorio. En general, consta de cuatro fases consecutivas: detección, alarma, retardo y evacuación.

La evacuación es la acción de desalojar el laboratorio o las instalaciones en las que se ha declarado el incendio, o cualquier otra situación de emergencia. Debe ser practicada periódicamente mediante simulacros, para evitar fallos en su ejecución.

Se llama tiempo de evacuación al tiempo total empleado en abandonar el área de riesgo, desde el momento de la detección del incendio o incidente.

La evacuación se organiza bajo la dirección del que actúa como jefe de evacuación, que está informado del itinerario de escape más seguro para el personal a su cargo. El personal que debe ser evacuado tiene que:

- Estar atento a las órdenes que reciba del jefe de evacuación.
- No utilizar ascensores o montacargas.
- No volver a la zona evacuada hasta que así se lo indiquen.

1.11. Peligros de los incendios

En los incendios se desprenden gases, vapores, partículas sólidas en suspensión y otros productos residuales de la combustión. Son estos productos de la combustión los causantes de la mayor parte de las víctimas mortales, producidas a consecuencia de los incendios.

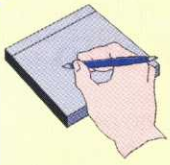
Los gases más tóxicos que se desprenden en las combustiones son, además del monóxido de carbono, los ácidos cianhídrico y clorhídrico producidos en la combustión de materiales con nitrógeno y cloro en su composición química.

La medida de emergencia para protegerse de estos gases consiste en respirar a ras de suelo tapándose la boca con un pañuelo húmedo, para filtrar parte de ellos, y salir agachados del lugar del incendio. La falta de oxígeno también produce la muerte por asfixia.

Peligros de los incendios:
- Deficiencia de oxígeno.
- Gases tóxicos.
- Gases calientes.
- Humos.
- Calor.
- Quemaduras.
- Bloqueo por pánico.

Otros motivos de mortandad son, además de las quemaduras, que el pánico desatado por el miedo a no escapar a tiempo, origine aglomeraciones en las vías de salida o haga que algunas personas, bloqueadas emocionalmente, actúen de forma poco razonable.

La mejor medida técnica de prevención es que los materiales de construcción y de decoración no sean inflamables y, de forma complementaria, que existan vías de evacuación en cantidad suficiente, bien ubicadas y señalizadas.



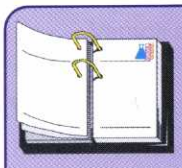
ACTIVIDADES

1. *¿Cuál de los siguientes tipos de detectores de humos puede considerarse el más eficaz?*

a) Detectores térmicos.
b) Detectores ópticos de llama.
c) Detectores iónicos.
d) Detectores ópticos de humos.

2. *De las siguientes técnicas de actuación contraincendios, determinar cuáles son de prevención y cuáles de protección:*

a) Disminuir la cantidad de combustible almacenado.
b) Protección estructural de los edificios.
c) Preparación de un plan de emergencia.
d) Poner sistemas fijos de detección.



RECUERDA:

- **La combustión es una reacción exotérmica, entre una sustancia que actúa como combustible y el oxígeno del aire.**
- **Los factores del fuego son los factores necesarios para que se produzca el incendio: combustible, comburente y energía de activación. Estos tres factores configuran la teoría del triángulo del fuego. La teoría del tetraedro del fuego utiliza un cuarto factor: la reacción en cadena.**
- **Los incendios son peligrosos por la gravedad de los daños causados a las personas (quemaduras, falta de oxígeno, gases tóxicos, etc.) y a las instalaciones.**
- **El incendio se desarrolla en cuatro etapas: incubación, desarrollo de partículas de combustión, formación de llamas y propagación.**
- **Los fuegos se diferencian entre sí por el tipo de combustible que arde. Pueden ser de clase A (materiales sólidos), clase B (líquidos inflamables), clase C (materiales gaseosos) y clase D (metales activos).**
- **La extinción se lleva a cabo actuando sobre los factores del fuego: por eliminación del combustible, sofocación, enfriamiento o inhibición.**
- **Los agentes extintores apagan el fuego al ser proyectados sobre él. Los más utilizados son: agua, espuma, polvo extintor (de distinta composición según la aplicación) y dióxido de carbono.**
- **Las técnicas de prevención contra el fuego son todas aquellas en las que se actúa sobre alguno de los cuatro factores del tetraedro del fuego.**
- **La protección contra incendios es un conjunto de sistemas de detección y alarma basados en detectores, instalaciones fijas de extinción y extintores con diferentes agentes químicos, según el tipo de fuego.**
- **Los extintores deben estar bien ubicados y señalizados. El personal del laboratorio debe estar entrenado en su manejo.**
- **La evacuación debe considerarse dentro de los planes de emergencia.**

2. Riesgos debidos a los materiales y a los procesos del laboratorio

Además de los riesgos inherentes a la manipulación de los productos químicos en el laboratorio, y que vimos en la unidad 6, hay otros derivados de los materiales manejados, como el vidrio y la porcelana, resistentes a los productos agresivos y a los cambios de temperatura, pero muchas veces frágiles a los choques mecánicos.

Las operaciones básicas del laboratorio pueden conducir a situaciones de riesgo.

También se generan riesgos en las operaciones cotidianas con montajes precarios, derivados de multitud de factores que no se analizan ni evalúan adecuadamente.

2.1. Utilización de material de vidrio

¿En qué operaciones del laboratorio puede utilizarse material de vidrio?, ¿qué precauciones se deben observar con este material?

El material de vidrio es una parte básica del trabajo en el laboratorio.

El material de vidrio es el más utilizado para el trabajo del laboratorio debido a su transparencia (nos permite ver su contenido y cómo evoluciona este), a su carácter inerte y a la facilidad con que pueden fabricarse con él, los equipos necesarios para el desarrollo del trabajo.

Tiene el inconveniente, sin embargo, de ser un material frágil. Por ello, se busca su sustitución por materiales poliméricos, de similares características, pero con una gran resistencia mecánica.

Antes de efectuar cualquier montaje con material de vidrio, deben revisarse atentamente todas las piezas y desecharse las de aspecto dudoso o apariencia defectuosa. Aquellas en las que se aprecien grietas, fisuras o hendiduras, deben ser descartadas para cualquier utilidad.

Los montajes deben ser rigurosos en lo que se refiere a los sistemas de sujeción, empleándose pinzas especiales protegidas para evitar rayar el material. Los esmerilados deben ser lubrificados con grasas especiales inertes, como la silicona.

Las conexiones deben ser estancas y tener la solidez necesaria. Deben comprobarse todas ellas: las de vidrio con metal, con plástico, con material flexible e incluso las de vidrio-vidrio. En particular, las conexiones con tubo flexible se repasarán periódicamente.

Cuando deba circular por el montaje una corriente de gas inerte, deben instalarse manómetros en sus puntos críticos, para asegurar que no haya obstrucciones ni sobrepresiones.

Además, deberán estar dispuestos los sistemas de protección adecuados para cualquier contingencia posible: protecciones de rejilla para sobrepresiones, pantallas de metacrilato, mangueras de agua, extintores, etc.

Operaciones a presión con material de vidrio

Los montajes de vidrio a presión tienen una serie de riesgos añadidos al de los productos empleados: las fugas por sobrepresión y

el estallido del montaje. Los materiales deberán haber sido fabricados para soportar la presión necesaria y, si se trata de procesos críticos, deben ser comprobados.

Las operaciones serán efectuadas por más de una persona, utilizando pantallas de protección, colocando rejillas protectoras alrededor de los elementos de vidrio y extremando las precauciones en el calentamiento y enfriamiento de los mismos.

Operaciones al vacío con material de vidrio

Las operaciones al vacío requieren los mismos cuidados que los empleados en las operaciones a presión. Hay riesgo de implosión por choque térmico o mecánico; además, la ruptura instantánea del vacío y la consiguiente entrada rápida de aire, produce en el material de vidrio el mismo efecto que el choque mecánico.

Vamos a repasar las precauciones necesarias en algunas operaciones al vacío, que se suelen realizar en el laboratorio:

Los riesgos en la operaciones al vacío son similares a los de las operaciones a presión.

• ***Evaporación al vacío***. En los evaporadores rotativos, no deben llenarse excesivamente los matraces, evitando un sobrecalentamiento de la mezcla tratada por evaporación.

Hay que esperar a que el matraz, que contiene la mezcla, se enfríe para eliminar el vacío. Si queremos evitar que los vapores eliminados estropeen la bomba de vacío, podemos enfriarlos y condensarlos en una trampa con líquido criogénico.

Si pudieran formarse productos inestables, no debe llevarse la mezcla a sequedad.

• ***Destilación al vacío***. El montaje de vidrio debe adaptarse a las características del producto que queremos destilar, verificando la estanqueidad del aparato antes de cada uso.

Llevaremos a cabo el calentamiento, mediante mantas calefactoras o baños de arena o aceite colocados sobre sistemas móviles, que nos permitan cortar inmediatamente el aporte de calor, si fuera preciso.

El matraz de destilación debe llenarse, a menos de la mitad de su volumen, y colocarse de tal forma que el borde de la manta calefactora o el baño, esté por encima del nivel del líquido en el matraz. Así evitaremos el riesgo de sobrecalentamiento.

En la secuencia operativa, no iniciaremos el calentamiento de la disolución hasta después de hacer el vacío, para evitar una ebullición espontánea y la posible pérdida de producto.

La ebullición del líquido se regula mediante un tubo capilar que borbotee aire o un gas inerte, según el tipo de líquido a destilar. Hay que vigilar que no se obstruya el capilar por la cristalización de la disolución.

Igual que en el caso de la evaporación al vacío, una vez terminada la destilación, debemos esperar a que se enfríe el equipo de destilación para detener el vacío, porque la entrada repentina de aire ambiente en el matraz caliente, podría originar la inflamación o explosión del residuo de

la destilación. El aumento de presión hasta la presión ambiente se hará lentamente, utilizando el capilar que servía para la regulación del vacío.

• ***Secado al vacío***. Los desecadores de vacío deben estar fuera del alcance de la luz solar, en lugares protegidos de golpes y caídas y bien lubricados sus bordes de contacto y sus llaves.

Un borboteador de seguridad, colocado entre el desecador y la trompa de vacío, impedirá el retorno del agua, que pudiera reaccionar violentamente con algún agente deshidratante, y afectar a las sustancias contenidas en el desecador.

Los agentes deshidratantes pueden ser origen de riesgos, ya que dan lugar a reacciones violentas (por ejemplo, el ácido sulfúrico con numerosos productos o el perclorato magnésico que tiene reacciones explosivas). Otro poderoso deshidratante, el pentóxido de fósforo, reacciona violentamente con algunos compuestos orgánicos como alcoholes, ácidos y cetonas, con desprendimiento de gases tóxicos.

2.2. Control de operaciones básicas en el laboratorio

Los riesgos de muchas operaciones básicas no son tenidos en cuenta en la mayoría de las ocasiones al no ser operaciones peligrosas, como el uso de hornos, baños, destilaciones, etc. En estas operaciones, que no son vigiladas durante horas enteras, puede fallar alguno de los parámetros físicos que controlan el proceso, derivando en riesgos para las personas y pérdidas materiales en las instalaciones.

Aunque las operaciones básicas en el laboratorio son muy variadas, debe haber procedimientos normalizados de trabajo que describan, cómo llevar a cabo de forma segura cada una de ellas. De entre todas ellas, nos centraremos en el control mediante monitores de las reacciones más elementales. Veremos la forma de controlar la temperatura, única variable en las reacciones exotérmicas y endotérmicas, y otras reacciones más complejas, controladas por otras variables como el tiempo y la presión.

2.3. Control de temperatura en procesos endotérmicos

Los procesos endotérmicos necesitan control en la aportación de calor.

En estos procesos es necesaria un aporte de energía externa para que la reacción química se desarrolle. Habitualmente se suministra energía eléctrica y el parámetro de control del proceso es la temperatura, que puede medirse continuamente desde un monitor.

Se sumerje un medidor de temperatura en el medio reaccionante y su lectura es recogida en un monitor. Cuando la temperatura alcanza un valor prefijado, el sistema detiene automáticamente el aporte de calor desde el medio calefactor. Al tratarse de una reacción endotérmica, cuando cesamos el aporte de calor se enfría la masa reaccionante. Un temporizador conecta de nuevo, al cabo de un tiempo, el sistema calefactor.

Los aparatos calefactores más frecuentes son los baños termostáticos y las mantas calefactoras que calientan los matraces de reacción, aunque también se utilizan las estufas y las muflas.

Si fallara el termostato, la temperatura puede elevarse y ocasionar un accidente, pudiendo producir daños en aparatos, emisión de gases y vapores y, tal vez, un incendio.

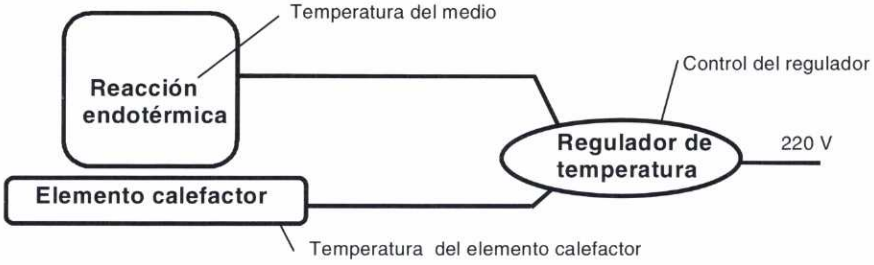
Para evitar riesgos por fallos del termostato, se efectúan otros controles suplementarios. Veamos algunos de ellos:

– ***Temperatura del medio de reacción***. Consiste en instalar un segundo termostato con una sonda, independiente del anterior, ajustada para que actúe 5 ºC por encima de la temperatura de consigna, de tal forma que, si fallase el termostato principal, el segundo mantenga la temperatura de reacción 5 ºC por encima de lo previsto.

– ***Control del regulador de temperatura***. El termostato se diseña para que cualquier fallo, de algún componente interno, se traduzca en un corte de la alimentación de energía. También es posible un sistema que disponga de dos puntos de control de temperatura independientes, el segundo más alto que el primero, de tal forma que se interrumpa el circuito eléctrico de calefacción, si se supera cualquiera de ambos umbrales.

– ***Temperatura del elemento calefactor***. En lugar de controlar la temperatura de la masa reaccionante, lo que se controla en este caso es, directamente, la temperatura del elemento calefactor. Es un sistema muy frecuente cuando se emplean mantas o camisas calefactoras.

El diagrama siguiente representa, agrupados, los medios de control descritos antes.



2.4. Control de temperatura en procesos exotérmicos

En estos procesos se desprende calor. También aquí, las condiciones de trabajo estables se mantienen controlando la temperatura. Si se pierde el control de esta, el desprendimiento de calor puede continuar de forma violenta produciendo incendios o explosiones.

Los procesos exotérmicos nunca deben dejarse sin control.

La temperatura de la masa reaccionante, en reacciones fuertemente exotérmicas, puede controlarse utilizando conjuntamente un sistema de refrigeración como, por ejemplo, un baño de hielo, que pueda ser elevado automáticamente y puesto en contacto con el fondo del reactor, y otro de calefacción como, por ejemplo, una lámpara de infrarrojos. El controlador de temperatura puede actuar conectando y desconectando ambos sistemas.

Para reacciones moderadamente exotérmicas, el sistema de refrigeración puede ser una corriente de aire ambiente sobre el matraz o una de aire frío, mientras que para calentar se puede utilizar un elemento

calefactor, un generador de aire caliente o una lámpara de infrarrojos. Ambos sistemas actúan conjuntamente mediante un regulador de dos posiciones.

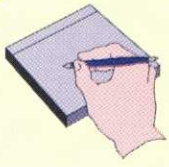
2.5. Otras variables de control

En cualquier operación básica hay variables que pueden controlarse mediante dispositivos automáticos.

Hay otras variables que influyen en el desarrollo de una reacción química en el laboratorio y que pueden ser controladas. Se trata de instalar dispositivos que operen de forma automática sobre ellas de modo que, en el caso de que la reacción se descontrolara, pudieran reconducir al sistema a una situación de seguridad.

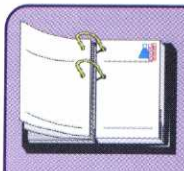
Las variables de control más usuales son: la velocidad de agitación, la viscosidad, el caudal de agua de refrigeración, la velocidad de reflujo, el caudal de gas, la presión y el tiempo. Veamos algunas ideas sobre cómo controlar estos parámetros:

- La velocidad de agitación puede controlarse mediante un tacómetro, acoplado al motor o al agitador y provisto de un interruptor.
- La presión en el interior del reactor puede controlarse con un manómetro en U de mercurio o agua, con algún detector de nivel conectado a una alarma, con un presostato o con un manómetro de diafragma.
- El caudal de un gas o líquido puede ser clave para evitar concentraciones elevadas de producto en la masa reaccionante. Puede controlarse mediante tubos manométricos en U o contadores de lectura directa conectados a una alarma.
- La velocidad de reflujo, medida en el condensador de un reactor químico, puede controlarse midiendo la temperatura del vapor en la parte de condensación. Cuanto más rápido sea el reflujo, mayor será la temperatura de condensación. Pueden emplearse termopares unidos a monitores de temperatura.



ACTIVIDADES

3. *¿Qué riesgos se evitan en una destilación al vacío por disponer de un regulador de presión en la línea de suministo de agua al laboratorio?*
a) Una disminución de la presión del agua de refrigeración al aumentar el consumo.
b) La fuga de vapores no condensados.
c) Fugas en las conexiones.



RECUERDA:

- **El empleo en los laboratorios de materiales frágiles, como el vidrio, es una fuente de riesgos ya que, además de contener sustancias peligrosas, se someten a condiciones de presión y temperatura variables.**
- **Las operaciones que se realicen con estos materiales, requieren prever las situaciones de riesgo y disponer de las medidas preventivas adecuadas.**
- **Las operaciones básicas que se realizan habitualmente suelen ser de larga duración y carecen de una vigilancia continua. Por eso requieren el control de los parámetros críticos que eviten los accidentes. Se utilizan termostatos, presostatos, caudalímetros, etc. y cualquier dispositivo que permita controlar el proceso.**

3. Riesgo por manejo de recipientes a presión

En los laboratorios químicos es usual la manipulación y almacenamiento de botellas metálicas, que contienen gases presurizados en diferentes estados físicos. Las precauciones que han de observarse en su manipulación se deben al hecho de ser recipientes a presión y al riesgo específico de cada gas.

Los gases a presión se almacenan en botellas metálicas.

La utilización de gases en los laboratorios precisa de una instalación adecuada, incluyendo los equipos necesarios para realizar el control y un programa de mantenimiento para todos los equipos críticos de la instalación.

3.1. Clasificación de los gases según su estado físico

Los **gases comprimidos** son aquellos cuya temperatura crítica es inferior a -10 ºC. En sus envases, el producto se encuentra siempre en estado gaseoso. Los gases comprimidos más frecuentes en el laboratorio son: aire, argón, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno.

Los **gases licuados** poseen una temperatura crítica igual o superior a -10 ºC. Los compuestos químicos envasados coexisten en las botellas en fase líquida y gaseosa. Los gases licuados más frecuentes en el laboratorio son butano, propano, amoníaco, cloro y dióxido de nitrógeno.

Los **gases disueltos** tienen su ejemplo más representativo en el acetileno que, por su carácter inestable, explotaría si se envasara comprimido o licuado. Por ello, se suministra disuelto en acetona y distribuido dentro de un material poroso, que impida la reacción de polimerización.

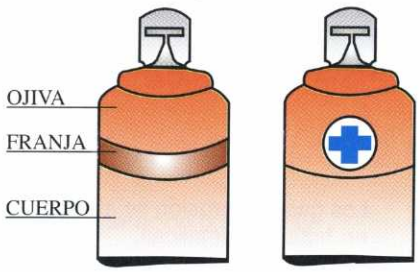
Los **gases criogénicos** tienen una temperatura de ebullición, a presión atmosférica, inferior a -40 ºC. Los más usuales son oxígeno, nitrógeno, argón y anhídrido carbónico, que se suministran licuados.

Los gases se agrupan, según sus propiedades químicas más relevantes, en gases inflamables, corrosivos, tóxicos y oxidantes. La denominación de gas inerte se aplica a aquellos gases con una reactividad prácticamente nula, como el argón, helio y los freones.

3.2. Identificación de los envases con gases a presión

Los envases de gases a presión, o botellas de gases, contienen gases con reactividades muy diversas y muy diferentes utilidades, por lo que deben estar perfectamente identificados, para disminuir los riesgos para el personal y las instalaciones donde son utilizados. Cada tipo de envase está destinado a un determinado gas.

La botella consta de dos partes: el cuerpo y la ojiva. El cuerpo es la parte cilíndrica, que almacena el gas, mientras que la ojiva es la parte



superior y alberga la válvula, para el llenado y vaciado del recipiente. La zona intermedia entre ambos se llama franja. En la parte superior se coloca un capuchón tipo tulipa o caperuzón para proteger la válvula.

Las botellas se identifican con marcas grabadas en la ojiva y con colores de identificación diferentes, según los tipos de gases.

Las marcas más relevantes que se graban en la ojiva son:

- ***La marca del fabricante del envase.***
- ***El nombre del gas completo.***
- ***El número de fabricación.***
- ***La capacidad de agua medida en litros.***
- ***Presión de la prueba hidrostática en kg/cm².***
- ***Contraste del experto responsable de la última prueba.***

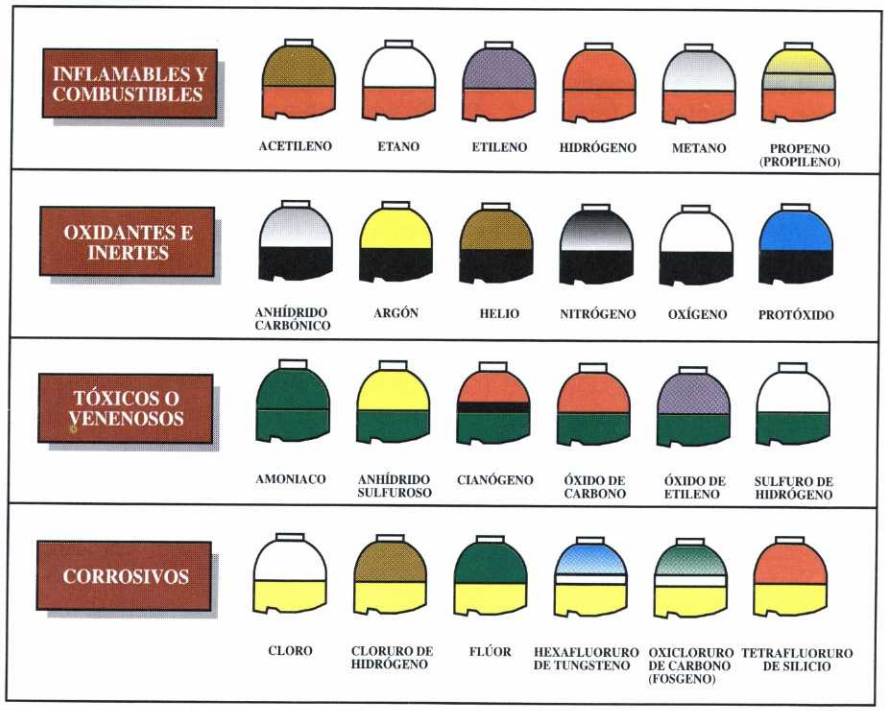
También se graban otras marcas, según el tipo de gas del que se trate, tales como: fecha de la última prueba hidrostática, presión de carga, carga máxima en kilos y peso en vacío del envase.

Si el contenido de la botella es una mezcla de gases, se pondrá la palabra mezcla y la fórmula química de los gases más abundantes.

Los colores del cuerpo de la botella son:

- ***Rojo, para los gases combustibles.***
- ***Naranja, para propano y butano.***
- ***Amarillo, para los gases corrosivos.***
- ***Verde, para los gases tóxicos.***
- ***Negro, para gases oxidantes o inertes.***
- ***Gris plateado, para mezclas de calibración.***
- ***Los gases medicinales llevan pintada en la ojiva una cruz azul, además de los colores correspondientes al gas de que se trate.***

En las tablas siguientes resumimos los colores reglamentarios para los recipientes de gases comprimidos:



Colores reglamentarios para los recipientes de gases comprimidos

GAS	CUERPO	OJIVA	FRANJA
Inflamables			
Acetileno	rojo	marrón	marrón
Butano	naranja	naranja	naranja
Ciclopropano	rojo	naranja	naranja
Deuterio	rojo	rojo	rojo
Etano	rojo	blanco	blanco
Etileno	rojo	violeta	violeta
Hidrógeno	rojo	rojo	rojo
Metano	rojo	gris	gris
Propano (mezcla)	naranja	naranja	naranja
Oxidantes e inertes			
Aire comprimido	negro	negro	blanco
Anhídrido carbónico	negro	gris	gris
Argón	negro	amarillo	amarillo
Helio	negro	marrón	marrón
Nitrógeno	negro	negro	negro
Oxígeno	negro	blanco	blanco
Protóxido nitrógeno	negro	azul	azul
Cloro-difluor-metano	gris (*)	gris	gris
Tóxicos			
Amoníaco	verde	verde	verde
Anhídrido sulfuroso	verde	amarillo	amarillo
Arsenamina	verde	amarillo	blanco
Cianuro de hidrógeno	verde	rojo	blanco
Monóxido de carbono	verde	rojo	rojo
Sulfuro de hidrógeno	verde	blanco	blanco
Corrosivos			
Bromuro de hidrógeno	amarillo	azul	azul
Cloro	amarillo	blanco	blanco
Cloruro de hidrógeno	amarillo	marrón	marrón
Flúor	amarillo	verde	verde

(*) La ojiva de todos los hidrocarburos halogenados no inflamables como los freones, se pintan de gris con una franja marrón, identificado con el nombre del freón de que se trate.

Los colores de los gases nos advierten de los riesgos asociados a los productos que contienen.

3.3. Control de la presión de gas en las botellas

La utilización adecuada de un gas en el laboratorio requiere controlar y regular la presión de las botellas, así como tener posibilidad de ajustar el caudal.

La presión de un gas varía con la temperatura de tal forma que, aumentando su temperatura, siempre puede alcanzar una presión cuyo valor supere a la de diseño, explotando el recipiente. Es preciso, por tanto, mantener las botellas alejadas de los focos de calor.

La presión de un gas licuado es en función de la temperatura y no depende de la cantidad de gas contenido en el envase, ya que la presión la produce la fase gaseosa, siempre presente. Para conocer la cantidad de gas que queda en una botella de gas licuado hay que controlar su peso. La presión de trabajo en estos envases puede ser de hasta 50 bar.

La presión de un gas comprimido depende de la cantidad de gas que haya dentro del recipiente y de la temperatura ambiente, pero, en condiciones normales, varía proporcionalmente a la cantidad de gas que

quede dentro del recipiente. La presión en las botellas de gases comprimidos puede ser de hasta 200 bar.

En los gases disueltos, como es el caso del acetileno, la presión de trabajo es de 18 atm. Cuando la presión baja hasta 5 bar es conveniente sustituir el envase, para evitar que el disolvente salga de la botella.

Regulación del caudal

El caudal de un gas no puede regularse con el manorreductor, sino que se necesita un caudalímetro controlado por una válvula de aguja, que evitará las fluctuaciones según la cantidad del gas contenido en el envase. La temperatura del gas puede provocar errores en las mediciones de caudal, pero puede corregirse con un termostato.

3.4. Almacenamiento de botellas de gases

Los almacenamientos de botellas de gases deben reunir diversos requisitos:

Respecto del local

- Las botellas deben almacenarse en lugares adecuados, sobre suelos planos, en salas secas, bien ventiladas y en perfectas condiciones de limpieza.
- Se prohíbe el almacenamiento en locales subterráneos. El local no estará sometido ni a altas ni a bajas temperaturas sin permiso del suministrador.
- Deben estar indicados los nombres de los gases almacenados y sus tipos de riesgo.
- Si los gases almacenados fueran incompatibles, estarán almacenados en locales independientes.
- Si el almacen contuviera gases inflamables dispondrá de medios de extinción de incendios y la instalación eléctrica deberá ser antideflagrante.

Las botellas no deben someterse a altas temperaturas.

Respecto de las botellas

- Las botellas deben mantenerse siempre en posición vertical.
- Las botellas vacías estarán separadas de las llenas.
- Las botellas deben mantenerse alejadas de productos inflamables, fuentes de calor o productos corrosivos.
- Las botellas almacenadas estarán siempre provistas de su caperuza de protección.

Respecto del personal

- Las botellas sólo deberán ser manipuladas por personal debidamente formado.
- El personal que manipule gases tóxicos dispondrá de las máscaras de gas adecuadas y/o de equipos autónomos.

3.5. Instalación de gases a presión

La secuencia operativa a seguir para una utilización correcta de la instalación de gases a presión es:

- Utilizar el gas adecuado y de la pureza precisa, según la aplicación a realizar.

- Realizar purgas del envase antes de acoplarlo a la instalación. Estas purgas no deben hacerse con gases tóxicos o muy inflamables.
- Acoplar la botella al circuito sin forzar en ningún momento el acoplamiento, utilizando, como única herramienta, una llave fija.
- Abrir la válvula de la botella girando el volante suave y lentamente en sentido contrario a las agujas del reloj y con el manorreductor cerrado. Abrir totalmente el volante de la botella. Este volante debe cerrarse cuando se termine la utilización del gas.
- Comprobar que la presión del gas en la botella marque el valor adecuado para su utilización.

3.6. Precauciones en la manipulación de botellas de gases

La utilización correcta de las botellas de gases se consigue respetando las siguientes normas:

- Las botellas han de transportanse en carretillas especiales. No se moverán sobre su base, ni se arrastrarán, ni se harán rodar en posición horizontal. Llevarán la caperuza puesta en todo momento y no se agarrarán de la misma.
- La caperuza sólo debe retirarse de la botella en el momento de su integración en el circuito de gases, lo que se efectuará mediante los acoplamientos y las conexiones adecuadas al tipo de gas del que se trate.
- Antes de conectar la botella al circuito, esta deberá estar bien fijada y en posición vertical.
- Las conexiones no deben forzarse en ningún momento.
- Las conexiones a tuberías y reguladores deben estar en buen estado y ser estancas, no debiendo realizarse si no se dispone de un sistema para regular la presión.
- Después de conectar el regulador, y antes de abrir la válvula de la botella, se comprobará que el tornillo de regulación del manorreductor está completamente aflojado.
- Si en la instalación existe el riesgo de retroceso de otros gases o líquidos, debe utilizarse una válvula de retención.

Cualquier anomalía debe ser comunicada a los suministradores de las botellas de gases.

Precauciones con las botellas de gases tóxicos

El uso de gases tóxicos o corrosivos en los laboratorios es esporádico y/o con un consumo muy bajo. Para prevenir sus riesgos:

- La capacidad del envase ha de ser tal, que el gas se consuma antes de seis meses.
- No se debe disponer de más de dos envases del mismo producto.
- El tamaño de las botellas permitirá que puedan ser utilizadas dentro de las vitrinas de gases.
- Las fugas deben estar consideradas en el plan de emergencia del laboratorio y el personal deberá estar entrenado para controlarlas.

Como regla general de precaución hay que evitar cualquier exposición del analista al gas, midiéndose, si es necesario, la concentración existente en el ambiente del laboratorio.

Precauciones con las botellas de gases combustibles

En presencia de aire o de un oxidante, y mezclados en ciertas proporciones, los gases combustibles forman atmósferas explosivas. Cada

gas tiene sus límites de inflamabilidad en el aire y entre estos límites, las mezclas son inflamables.

El mayor riesgo reside en la formación de una atmósfera explosiva en el ambiente del laboratorio, lo que puede producirse con una pequeña fuga, no siempre apreciable. Es conveniente, en estos supuestos, disponer de detectores de explosividad. Se recomienda que el contenido en gas combustible en mezcla con un oxidante, sea inferior al 25% del límite inferior de explosividad en el aire.

Una buena ventilación evita la formación de atmósferas inflamables.

Precauciones con botellas de gases comburentes u oxidantes

Estos gases activan la combustión. El más conocido es el oxígeno, pero también lo son gases como el N_2O, el NO, el NO_2... Hay que eliminar todo riesgo de sobreoxigenación en la atmósfera de trabajo, una concentración de oxígeno superior al 25% produce una combustión viva. Hay que impedir que la grasa, aceites y otros combustibles entren en contacto con el oxidante.

Utilizar con materiales poco combustibles cuya temperatura de autoinflamación sea elevada.

Precauciones con botellas de gases corrosivos

Estos gases atacan químicamente a muchos productos y, frecuentemente no son corrosivos en estado anhidro, pero la presencia de humedad los hace extremadamente corrosivos. Algunos destruyen los tejidos cutáneos, producen quemaduras en la piel y la mayor parte son a la vez tóxicos.

Debe actuarse en su manipulación igual que con los líquidos corrosivos.

Precauciones con botellas de gases neutros

Estos gases no mantienen la combustión ni son tóxicos, pero producen riesgos de anoxia cuando disminuyen la concentración de oxígeno por debajo del 18%.

Se recomienda una buena ventilación, aunque si han de estar en un lugar poco ventilado se deberá disponer de un medidor de oxígeno en el ambiente. Si hay sospecha de fugas, sólo se debe entrar en la zona cuando se disponga de un equipo autónomo.

3.7. Emergencias con las botellas de gases

¿Qué hacer cuando se producen fugas en una botella?

Las principales emergencias que se pueden presentar con botellas de gases son:

Fugas en la instalación

Se deben generalmente a la existencia de pequeñas poros, que pueden detectarse con aguas jabonosas o con productos específicos. Si

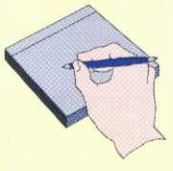
se detectan, deben cerrarse las botellas, ventilar la instalación y corregir el poro o vaciar las conducciones, según el tipo de gas del que se trate.

Llama en la boca de la botella

Debe intentarse cerrar la llave, si esto no fuera posible, controlar y vigilar la llama dejando arder todo el gas. De todas formas el sistema de actuación puede ser muy complejo, según la situación de la botella y la existencia de más productos inflamables. Por ello, conviene desarrollar instrucciones específicas para la actuación.

Formas de actuar en caso de escape de una botella





ACTIVIDADES

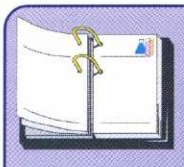
4. *Los recipientes a presión utilizados en el laboratorio suponen unos riesgos adicionales a la actividad de este. Clasificar las siguientes afirmaciones como verdaderas o falsas.*

a) Los envases a presión utilizados son siempre de productos gaseosos en su estado natural.

b) La manipulación deben hacerla siempre los expertos de la casa suministradora del envase.

c) El movimiento del envase debe hacerse rodándolo por el suelo con cuidado, para evitar los golpes.

d) Las botellas de gases suelen estar dentro del laboratorio para reducir riesgos.



RECUERDA:

- **La utilización de gases en el laboratorio se hace a partir de las botellas metálicas que los contienen.**
- **Los gases según su estado físico, se clasifican en comprimidos, licuados, criogénicos y disueltos. También se clasifican en función de sus propiedades químicas más características en inflamables, tóxicos, corrosivos e inertes.**
- **Para diferenciar las botellas de gases se utilizan diferentes colores, los colores de los cuerpos de las botellas están relacionados con las propiedades químicas. En la ojiva tienen grabados datos de identidad y seguridad del envase.**
- **La presión de una gas se controla mediante manorreductores, dentro de instalaciones específicas que deben operarse, siguiendo una secuencia operativa.**
- **La manipulación de botellas de gases requiere unas precauciones especiales, también el almacenamiento requiere unas características específicas para evitar riesgos.**
- **Las situaciones de emergencia con botellas de gases pueden iniciarse por la peligrosidad del gas que contienen y por su envasado en recipientes a presión, deben estar previstas las respuestas a las distintas situaciones de riesgo.**

4. Riesgo eléctrico

La corriente eléctrica va asociada a la gran mayoría de equipos del laboratorio que necesitan energía para su funcionamiento. El mayor problema se debe a que este riesgo no es perceptible por los sentidos hasta que el accidente se produce. Puede tener consecuencias muy graves, se conoce que cerca del 10% de los accidentes mortales que se producen son accidentes de origen eléctrico.

Las lesiones que produce la corriente eléctrica al ponerse en contacto con el cuerpo humano pueden ser:

- Muerte por fibrilación ventricular.
- Quemaduras internas y externas.
- Lesiones físicas motivadas por golpes o caídas al recibir sacudidas por la corriente.

También pueden producirse lesiones indirectamente como consecuencia de arcos eléctricos, que pueden provocar lesiones en los ojos por la radiación o por explosiones originadas por dicha radiación.

4.1. Factores influyentes en el efecto de la corriente eléctrica

La gravedad de las lesiones, que la corriente eléctrica produce en el cuerpo, depende de una serie de factores en función de las características de la corriente y de la situación en que se encuentre el cuerpo humano.

Los factores que dependen de la corriente son: la intensidad, la frecuencia y la tensión.

Los factores que dependen del cuerpo humano son la resistencia del cuerpo, el recorrido que hace la corriente a través del cuerpo y la duración del contacto con la corriente eléctrica.

Factores que dependen de la corriente eléctrica

La intensidad es uno de los factores principales que determina la gravedad de las lesiones, producidas en el caso de accidentes de origen eléctrico; el umbral de percepción del cuerpo humano es de 1 miliamperio para la corriente alterna. Por encima de 200 miliamperios se produce la fibrilación ventricular, que hace perder el ritmo cardíaco, pudiendo producir la muerte si no se da asistencia al accidentado. La intensidad de la corriente continua ha de ser unas tres veces superior para producir los mismos efectos.

La frecuencia normal de la corriente alterna de uso doméstico es de 50 hertzios. Si la frecuencia es superior, el riesgo de fibrilación ventricular disminuye.

La tensión y la resistencia del circuito, que entra en contacto con el cuerpo humano, son claves para conocer si la corriente atraviesa de forma significativa el cuerpo. Esta relación de la tensión y la resistencia no es

otra cosa que la intensidad de la corriente. Así pues, la tensión alta no representa un peligro en sí misma, es una resistencia baja lo que permite que una intensidad de corriente elevada pase a través del cuerpo humano.

Conviene recordar que, la intensidad de la corriente es igual a la diferencia de potencial aplicada entre dos puntos dividido por la resistencia eléctrica. Hay algunos conceptos de tensión que conviene conocer:

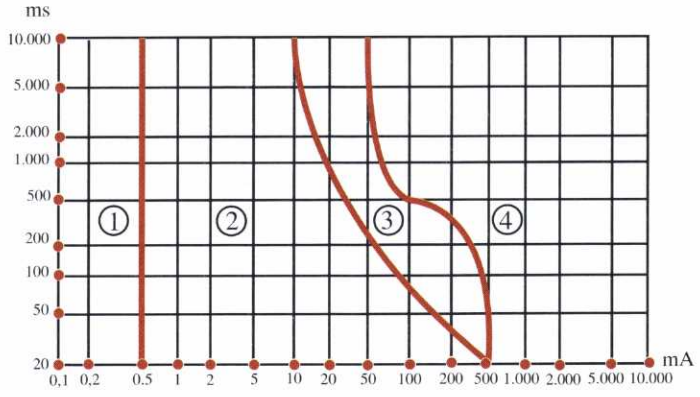
- Tensión de contacto es aquella que se aplica entre dos partes distintas del cuerpo humano, permitiendo el paso de corriente.

- Tensión de defecto es aquella que aparece cuando hay un fallo en el aislamiento. Puede producirse entre una masa y un conductor, entre masa y tierra o entre dos masas.

- Tensión de seguridad es aquella que puede ser aplicada indefinidamente al cuerpo humano sin que haya peligro. Su valor cambia dependiendo de la humedad ambiental, su valor es de 50 V para lugares secos, de 24 V para lugares húmedos y de 12 V para lugares sumergidos.

La duración del contacto es, junto con la intensidad de la corriente, el factor clave para determinar el alcance de las lesiones que pueden producirse. Así para tiempos de contacto inferiores a 10 milisegundos se necesitan intensidades superiores a 1 amperio para que exista riesgo de fibrilación, mientras que para tiempos de varios segundos hay riesgo para intensidades de 50 miliamperios.

En la gráfica adjunta se recogen las zonas de peligro de la corriente eléctrica, en ella aparecen cuatro zonas:



1. No aparece ninguna reacción.
2. La corriente se nota, produce cosquilleo, incluso dolor, el accidentado puede soltarse del electrodo.
3. Hay riesgo de asfixia para el accidentado, pero no hay riesgo de fibrilación ventricular.
4. Hay riesgo de fibrilación ventricular, los riesgos se agravan cuando aumenta la intensidad de la corriente y el tiempo de circulación.

Factores que dependen del cuerpo humano

La resistencia que presenta el circuito del que accidentalmente forma parte el cuerpo humano, va a ser clave para la gravedad de las lesiones que vayan a producirse. Cuanto mayor sea la resistencia del cuerpo menor será

La corriente eléctrica produce efectos graves en el cuerpo humano.

la intensidad de la corriente que lo atraviesa. Cuando el cuerpo humano entra en contacto con la corriente hay tres resistencias en serie que son atravesadas.

La resistencia de contacto está asociada con los materiales que recubren la parte del cuerpo que entra en contacto con la corriente. El aislamiento de guantes y ropa aumenta la resistencia. Si el contacto es directo con la piel, el valor de esta resistencia es cero.

La resistencia del propio cuerpo depende de la humedad y de la dureza de la piel, de la superficie de contacto, del estado fisiológico del organismo, etc.

La resistencia de salida que incluye la resistencia del calzado, alfombrillas aislantes, banquetas y cualquier dispositivo preventivo que se utilice y que actúa elevando de tal forma la resistencia de salida, que la intensidad de defecto que atraviesa el cuerpo es despreciable. Se considera que un suelo es no conductor, cuando la resistencia de salida de corriente supera los 50.000 ohmios. En la tabla adjunta se relaciona la resistencia del cuerpo con la tensión de contacto.

Tensión de contacto Voltios	Resistencia en ohmios	
	Piel mojada	Piel normal
25 V	2.500	10.000
50 V	2.000	5.000
250 V	1.000	2.000

El recorrido de la corriente a través del cuerpo es clave, pues si entre los puntos de entrada y salida esta atraviesa el corazón, se puede producir la fibrilación ventricular.

4.2. Tipos de contactos eléctricos. Medidas de protección

Es necesario un contacto del cuerpo humano con dos elementos a diferente potencial, para que se produzca el paso de corriente.

El contacto con el cuerpo puede producirse con una parte activa de un circuito eléctrico, lo que se conoce como contacto eléctrico directo. Puede ser un contacto con dos conductores a distinto potencial, o con un conductor activo y tierra. Se entiende por parte activa a los conductores bajo tensión en situación de servicio.

El contacto con el cuerpo puede producirse con algún elemento que no forme parte de un circuito eléctrico y que, accidentalmente, se haya puesto en tensión, ya sea por un defecto del aislamiento interno, por un defecto entre el conductor de protección y un conductor activo, etc.

Medidas de protección contra contactos eléctricos directos

Las medidas de protección se basan en evitar el contacto del trabajador con las partes activas.

Estas medidas pretenden proteger del riesgo eléctrico, evitando el contacto con las partes activas de los equipos eléctricos. Se pueden distinguir las protecciones en el caso de funcionamiento normal de los equipos y en el caso de trabajos en la instalación eléctrica.

Las principales medidas son:

- Alejamiento de las partes activas, que consiste en separar estas de los lugares donde se encuentran o circulan habitualmente las personas, de tal forma que sea imposible un contacto con la mano o con cualquier cuerpo conductor que se utilice.

- Interposición de obstáculos, que consiste en situar elementos fijos y con una determinada resistencia mecánica para evitar un contacto

accidental de las personas con las partes activas. Dichos obstáculos estarán fijados de tal manera que sólo podrán eliminarse con llave o con algún enclavamiento automático, que deje sin tensión a las partes activas.

- Recubrimiento de las partes activas. Esta medida se lleva a cabo con materiales aislantes adecuados y que mantienen sus propiedades aislantes a lo largo del tiempo. Dicho aislamiento será tal que no permita una intensidad de la parte activa superior a 1 miliamperio, como es el caso de cables y bornes aislados.

- Protección complementaria con dispositivos diferenciales de alta sensibilidad. Este sistema es una medida de protección compatible con cualquiera de las otras medidas de protección estudiadas, pudiendo actuar ante fallos puntuales de los otros sistemas. Es un dispositivo que detecta variaciones de intensidad en la corriente en los circuitos eléctricos, abriéndolos en milisegundos.

  Al entrar en contacto el cuerpo humano con un circuito eléctrico, la intensidad de la corriente en el circuito varía, hecho que es detectado por el diferencial de alta sensibilidad. Este sistema no evita el contacto, pero reduce la probabilidad de consecuencias mortales al disminuir el tiempo de paso de la corriente. Se utilizan dispositivos que detectan una diferencia de intensidad menor que 30 miliamperios, abriendo el circuito eléctrico.

Medidas de protección contra contactos eléctricos indirectos

Son sistemas que evitan que alguna masa se pueda poner circunstancialmente en tensión, favoreciendo un contacto con el trabajador; estos sistemas actúan utilizando aislamientos complementarios, dispositivos de corte de corriente o usando tensiones inferiores a la de riesgo.

Doble aislamiento: Es un sistema que separa a las partes activas de las masas accesibles, por medio de materiales con aislamiento de protección o aislamiento reforzado. Este sistema se utiliza en los pequeños electrodomésticos o en las pequeñas herramientas. Se simbolizan por medio de dos cuadrados concéntricos.

Separación de circuitos: Es un sistema en el que se separa mediante un transformador el circuito de utilización y la fuente de energía, manteniendo aislados de tierra a todos los conductores del circuito de utilización. Esto mantiene una red flotante, que no resulta peligrosa ante un fallo de aislamiento, por estar el circuito de defecto abierto.

Empleo de ***pequeñas tensiones de seguridad***: Se utilizan tensiones hasta de 50 o 24 V, según que el lugar de trabajo esté seco o húmedo, y fuentes de alimentación que no tengan posibilidad de transferir tensiones de la red al circuito de utilización, como es el caso del transformador de seguridad, generadores, baterías y pilas. El circuito de utilización no se conecta a tierra ni a otros circuitos de mayor tensión.

Empleo de ***sistemas de protección de tipo B***: En estos casos se ponen a tierra o a neutro las masas que deben protegerse, mediante un dispositivo de corte automático, que produce una rápida desconexión de la instalación defectuosa.

4.3. La prevención de riesgos eléctricos en el laboratorio

La prevención se recoge en unas reglas básicas que hay que cumplir.

Las cinco reglas básicas contra riesgos eléctricos son:

1. **Antes de utilizar un aparato o instalación eléctrica, asegúrate de su perfecto estado.**
2. **Trabaja únicamente con los órganos de mando, no alteres ni modifiques los dispositivos de seguridad.**
3. **No manipules instalaciones o aparatos eléctricos mojados o húmedos.**
4. **Desconecta inmediatamente en caso de fallo o anomalías.**
5. **Informa inmediatamente de las anomalías o averías detectadas.**

Prevención de riesgos en la instalación

Prevención en el laboratorio:
- Instalación eléctrica adecuada.
- Seguir las reglas básicas.

La prevención de riesgos eléctricos comienza en la fase de diseño, que debe tener en cuenta la tendencia al crecimiento del número de equipos que se instalan en el laboratorio, evitando así la sobrecarga en las líneas, la utilización de extensiones, alargaderas y otros tipos de soluciones caseras, que hacen que las instalaciones trabajen con unas cargas superiores a aquellas para las que fueron diseñadas.

En los laboratorios debe de haber un cuadro general situado en un lugar cercano a la puerta de entrada y de fácil accesibilidad. En dicho cuadro general se localizarán adecuadamente identificados los diferenciales y automáticos, que se emplean para la protección del personal y de los equipos del laboratorio.

En el cuadro general se colocarán dos interruptores generales, uno de ellos para la iluminación y otro para suministrar corriente a todos los equipos del laboratorio, de esta forma se puede actuar rápidamente en caso de emergencia y se puede asegurar la desconexión de todos los equipos, cuando todo el personal se va del laboratorio.

Esta instalación eléctrica se puede componer de varios circuitos: uno de iluminación general, otro por cada zona de trabajo y otro por cada aparato de gran consumo de energía como muflas, otros tipos de hornos y cromatógrafos.

Las características generales que debe cumplir la instalación eléctrica en un laboratorio son:

- Cada circuito irá protegido con un automático.
- Las conducciones tendrán secciones superiores a las teóricamente necesarias.
- La instalación en las zonas donde vaya a realizarse la manipulación de inflamables debe ser de material antideflagrante.
- Los hilos conductores irán protegidos por otros tubos aislantes.
- Los hilos conductores serán rígidos cuando las tensiones nominales sean superiores a 750 V.
- Los colores de los hilos conductores serán marrón, gris y negro para las fases, azul claro para el neutro y con franjas verdes y amarillas para la tierra.
- Los interruptores diferenciales y los disyuntores de protección se encontrarán en la caja de distribución del laboratorio.

- En cada puesto de trabajo deben colocarse un mínimo de dos tomas de corriente con tomas de tierra y con tapas protectoras. Estas tomas estarán alejadas de lugares húmedos o mojados y también de la presencia de vapores inflamables o corrosivos.
- Los equipos de gran consumo tendrán sus circuitos protegidos por interruptores automáticos diferenciales de alta sensibilidad y por magnetotérmicos.

La instalación eléctrica en las áreas especiales deberá ser de seguridad aumentada.

Para la prevención de los riesgos eléctricos es necesario cumplir y hacer cumplir todas las características anteriormente descritas, además se ha de tener en cuenta que no se acometerá ninguna actuación con la instalación eléctrica, para la que no se esté debidamente formado ni autorizado.

Se actuará siguiendo las normas escritas y, en todo caso, teniendo conocimiento de los manuales del fabricante del equipo de que se trate. Estas actuaciones preventivas son responsabilidad de la línea de mando del laboratorio, que debe garantizar la formación e información de todo su personal.

Una tarea básica, bajo el punto de vista preventivo, consiste en hacer revisiones e inspecciones periódicas; se puede desarrollar un breve listado de puntos sobre los que hacer las revisiones e inspecciones:

- En los disyuntores conviene conocer la frecuencia con que saltan, las señales de sobrecalentamiento (grietas, ennegrecimientos), resistencia al accionamiento, etc.
- En los diferenciales conviene conocer la frecuencia de la sustitución, comprobar la inexistencia de puentes, asegurar que no se sustituyen por otros de mayor amperaje para evitar interrupciones, etc.
- En los diferenciales, igualmente controlar la frecuencia de su disparo, la ausencia de grietas y comprobaciones de su funcionamiento.
- En las tomas de los puestos de trabajo asegurarse de que las tomas de corriente están en los lugares apropiados, en las condiciones de uso adecuadas, sin señales de agrietamientos, calentamientos u oxidaciones.
- En los conductores activos conviene revisar si están protegidos y conectados adecuadamente.
- Se puede comprobar que las mediciones de las puestas a tierra se hacen con una determinada frecuencia, que en los conductores a tierra se mide su resistencia, y tienen el hilo conductor con el código de color y la sección que le corresponde.
- Se debe comprobar la ausencia de prolongadores, clavijas y material eléctrico en general, que no cumpla los requisitos generales descritos anteriormente.

Prevención de riesgos con el material eléctrico y las herramientas

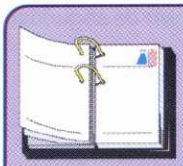
- Utilización de cables en perfectas condiciones y de sección adecuada.
- Los aparatos deben estar bien conectados para evitar calentamientos.
- Evitar el contacto de cables con sustancias corrosivas o con material a altas temperaturas.
- Desechar clavijas rotas, aparatos con carcasas deficientes y cables defectuosos.
- Verificar la tensión de uso antes de utilizar un aparato, con las protecciones previstas por el fabricante, y maniobrando el equipo de la forma que se describa en las condiciones de uso.
- No tirar nunca del cable de alimentación; para desconectar, tirar de la clavija.



ACTIVIDADES

5. *¿Qué medidas de seguridad hay que tomar cuando se trabaja con un equipo eléctrico? Justifica la respuesta.*

a) Quitar los fusibles.
b) Desenchufarlo al final de su uso.
c) No pasar los cables de conexión por fuentes de calor.
d) Tener las manos bien secas.



RECUERDA:

- **Las lesiones que produce la corriente eléctrica en contacto con el cuerpo son: quemaduras, lesiones diversas y muerte.**
- **Los daños que produce la corriente eléctrica dependen de factores como la intensidad, la frecuencia, la tensión y la duración del contacto. También dependen de la resistencia del cuerpo y de la trayectoria de circulación a través del mismo.**
- **El contacto con la corriente puede ser directo o indirecto.**
- **Los contactos eléctricos directos se previenen alejando o recubriendo las partes activas, interponiendo obstáculos.**
- **Para prevenir contactos eléctricos indirectos se utilizan sistemas como el doble aislamiento, la separación de circuitos o se utilizan pequeñas tensiones de seguridad.**
- **En los laboratorios la prevención pasa por disponer de un cuadro general con la conexión/ desconexión independiente de las líneas, el cumplimiento de las instrucciones de los equipos eléctricos y la existencia de dispositivos de protección eléctrica.**

Actividades de heteroevaluación



h7.1. *Responde a las siguientes afirmaciones acerca de los efectos de la corriente en el cuerpo humano:*

a) Lo que provoca la electrocución es la intensidad de la corriente que atraviesa el cuerpo humano.
b) La tensión inferior a 50 V nunca puede producir la muerte, por eso es la tensión de seguridad.
c) Un guante aislante reduce la intensidad de la corriente que atraviesa el cuerpo, si nos ponemos en contacto con un cable en tensión.
d) La humedad del cuerpo sólo es peligrosa cuando las tensiones son bajas.

h7.2. *Si tenemos una botella de un gas licuado que se perfora por la parte inferior por la que sale líquido. ¿Que se podría hacer para disminuir la fuga del líquido?*

h7.3. *Justifica las siguientes recomendaciones para la correcta utilización de extintores de polvo seco:*

a) Mantener el extintor alejado de fuentes de calor.
b) Antes de introducir la presión del botellín auxiliar en el extintor, inclinar el extintor hacia delante
c) Dirigir el chorro del extintor a la base de las llamas.

h7.4. *¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son ciertas?*

a) Los ensayos químicos que se realizan en el laboratorio necesitan de un control continuo.
b) Los ensayos sólo deben ser controlados cuando se manipulen sustancias peligrosas para el trabajador y para el medio ambiente.
c) Los ensayos deben diseñarse para que con sondas se puedan controlar automáticamente los parámetros básicos del ensayo.

CIDEAD
CENTRO PARA LA INNOVACIÓN
Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN
A DISTANCIA


FONDO
SOCIAL
EUROPEO

Formación Profesional a Distancia

UNIDAD 8

Conceptos y normas de higiene en el laboratorio

Seguridad y ambiente químico en el laboratorio

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN PERMANENTE

CENTRO PARA LA INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

Coordinación:
Carlos Ferrer Muñoz

Autor:
Víctor Bueno Bernal

Comisión de Seguimiento Técnico del CIDEAD:
Aurelio Gómez Feced (Director)
Luis Salcedo Sigüenza (Coordinador)
Félix García Zarcero
Ángel Millanes Moreno

Diseño y maquetación:
Julio Morales Villasevil



© MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y PROMOCIÓN EDUCATIVA

Edita: SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA: Centro de Publicaciones

NIPO: 176-99-150-6
ISBN: 84-369-3316-8
Depósito Legal: M-6912-2000
Imprime: Grupo Industrial de Artes Gráficas
Ibersaf Industrial, S. L.

Unidad 8
Conceptos y normas de higiene en el laboratorio

Autor:

Víctor Bueno Bernal

Índice

Presentación de la unidad 6

1. Metodología de la higiene industrial 7

2. Clasificación de los contaminantes 8

3. Efectos de los contaminantes 9

4. Los contaminantes químicos y el organismo 11

4.1. Acción del organismo sobre los contaminantes 11

4.2. Acción de los contaminantes químicos sobre el organismo 13

5. Criterios de valoración 16

5.1. Criterios TLV 17

5.2. Criterios biológicos de valoración 19

6. Medición de contaminantes químicos 20

6.1. Sistemas de medición directa 21

6.2. Sistemas de medición no directa 23

6.3. Aspectos analíticos de la toma de muestras. Técnicas analíticas 26

7. Métodos de protección contra contaminantes químicos 27

7.1. Extracción localizada 29

7.2. Ventilación por dilución 30

8. Contaminantes físicos. Ruido y vibraciones 32

8.1. Parámetros del ruido 32

8.2. Efectos del ruido sobre el organismo 36

8.3. Criterios de valoración para el ruido 37

8.4. Equipos de medición de ruido 37

8.5 Sistemas de protección colectiva 38

8.6 Vibraciones 38

9. Contaminantes físicos. Calor 39

9.1. Criterios de valoración y forma de medición del calor 39

9.2. Efectos patológicos y medidas preventivas 40

10. Contaminantes físicos. Radiación electromagnética 41

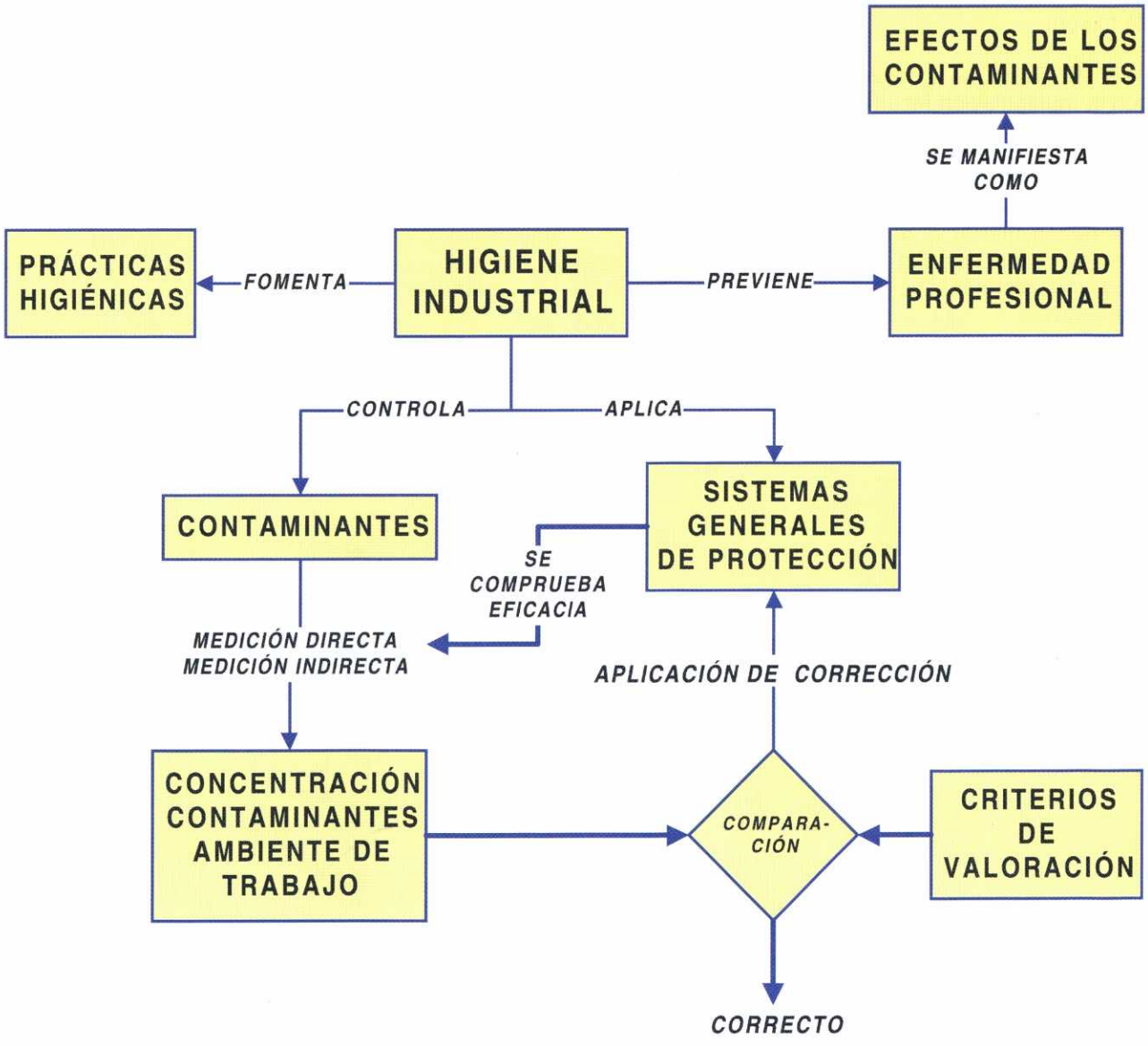
10.1 Radiaciones ionizantes 41

10.2 Radiaciones no ionizantes 44

11. Contaminantes biológicos 46

12. Prácticas higiénicas a realizar en el laboratorio 48

Actividades de heteroevaluación 50


EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES
SE MANIFIESTA COMO
PRÁCTICAS HIGIÉNICAS
FOMENTA
HIGIENE INDUSTRIAL
PREVIENE
ENFERMEDAD PROFESIONAL
CONTROLA
APLICA
CONTAMINANTES
SISTEMAS GENERALES DE PROTECCIÓN
SE COMPRUEBA EFICACIA
MEDICIÓN DIRECTA
MEDICIÓN INDIRECTA
APLICACIÓN DE CORRECCIÓN
CONCENTRACIÓN CONTAMINANTES AMBIENTE DE TRABAJO
COMPARA-CIÓN
CRITERIOS DE VALORACIÓN
CORRECTO

De forma paralela al avance de la tecnología, ha aumentado el consumo de una amplia variedad de sustancias y la preocupación por los efectos adversos que pueden derivarse sobre la salud de los trabajadores, que justifica el desarrollo de la higiene industrial.

El personal que realiza su actividad profesional en los laboratorios, es uno de los colectivos mejor formados y específicamente preparados, pero lamentablemente la mentalidad que se imparte en los centros de enseñanza, dista mucho de ser adecuada, en la formación preventiva de higiene.

El alumno se acostumbra a convivir con la contaminación residual, con la manipulación incorrecta de sustancias muy peligrosas y con un ambiente atmosférico cargado, perdiendo el respeto a unas normas higiénicas que deben ser de obligado cumplimiento.

En esta unidad se desarrollan los contenidos de una higiene básica que debes utilizar con soltura, como clasificación y efectos de los contaminantes, criterios de valoración del riesgo higiénico, métodos de medición, sistemas generales de protección y medidas higiénicas preventivas.

De esta manera, los conocimientos adquiridos te permitirán asimilar las razones y la necesidad de exigir y respetar en el trabajo de laboratorio las prácticas higiénicas, para prevenir enfermedades profesionales.

Al finalizar el estudio de esta unidad serás capaz de:

Identificar todos los riesgos higiénicos asociados a las actividades del laboratorio.

Relacionar los riesgos debidos a los contaminantes con los efectos causados en el organismo.

Relacionar todas las etapas de actuación en higiene industrial.

Actuar de acuerdo con las pautas de higiene que deben seguirse en el laboratorio.

Valorar los sistemas generales de protección del ambiente del laboratorio.

1. Metodología de la higiene industrial

¿Cómo se actúa en la higiene industrial?

La higiene industrial tiene por objetivo la prevención de las enfermedades profesionales, mediante el control de los contaminantes en el ambiente de trabajo, evaluando y corrigiendo las condiciones ambientales que puedan producir efectos adversos en la salud de los trabajadores.

Hay un sistema de trabajo general en higiene que se realiza según la siguiente secuencia:

Primer paso:

Identificar los distintos agentes contaminantes que pueden encontrarse en un ambiente de trabajo y que, en contacto con el organismo, son capaces de superar la capacidad límite del mismo.

La encuesta higiénica es una técnica que se utiliza para identificar los peligros higiénicos. En ella, se recoge información de todas las actividades que se realizan en un centro de trabajo, observando las condiciones de los puestos de trabajo y estudiando el proceso productivo.

Hay que tener en cuenta que no siempre son evidentes los contaminantes existentes en un puesto de trabajo, ya que en muchas ocasiones se manipulan productos de composición desconocida o se generan otros productos en el proceso productivo.

Datos de la encuesta higiénica

Actividad de la empresa.
Productos manipulados:
- Materias primas.
- Productos intermedios.
- Productos finales.

Reacciones secundarias.
Formación de gases, vapores, etc.
Descripción de los procesos.
Forma de realizar el trabajo.
- Tipo de manipulación.
- Uso de protecciones personales.
- Distancia a focos contaminantes.

Número de trabajadores expuestos.
Tiempos de exposición.
Ciclos de trabajo.
Sistemas de protección, ventilación.
Sexo y edad de los trabajadores.
Datos epidemiológicos.

Segundo paso:

Medir la cantidad de cada contaminante existente en el ambiente de trabajo y el tiempo que el trabajador está expuesto a los mismos.

La medición requiere una estrategia de muestreo de acuerdo a las características del puesto de trabajo y los riesgos existentes.

Para que la medición sea correcta, hay que determinar:

- Puntos de medición.
- Duración de la medición.
- Momentos del proceso en que se debe medir.
- Periodicidad de la medición.
- Medición del ambiente de trabajo o del aire que respira el trabajador.
- Número de mediciones necesarias.

La concentración de los contaminantes, presentes en el ambiente del puesto de trabajo, no permanece constante a lo largo de la jornada laboral, ni es igual en todas las jornadas de trabajo, por eso las mediciones que se efectúan para determinar las concentraciones en los puestos de trabajo, requieren que se hagan sobre ciclos completos de trabajo.

Tercer paso

Valorar las condiciones higiénicas de un puesto de trabajo. Este paso consiste en comparar la cantidad medida de un contaminante, con el valor del patrón de referencia específico para ese contaminante.

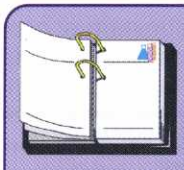
En higiene industrial, al patrón de referencia se le llama **criterio de valoración**. Al aplicar el criterio de valoración determinamos si el ambiente de trabajo es seguro o peligroso. Será seguro si el criterio es superior al valor medio. En caso contrario, el ambiente de trabajo será peligroso.

Cuarto paso

Corregir las condiciones ambientales que sean peligrosas. Cuando al aplicar el criterio de valoración advertimos que algún contaminante existente en el ambiente de trabajo supone un peligro para el trabajador, hay que tomar medidas correctoras para reducir esa contaminación o la exposición del trabajador.

Quinto paso

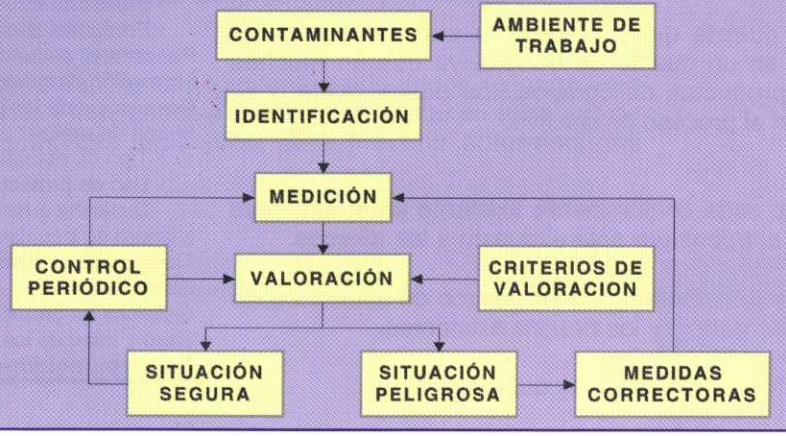
Controlar periódicamente el ambiente de trabajo para comprobar que reúne las condiciones higiénicas necesarias. Este control se ha de realizar también cuando se han aplicado medidas correctoras para comprobar su eficacia.



RECUERDA:

La higiene industrial:

1. **Identifica todos los contaminantes existentes en el puesto de trabajo.**
2. **Mide la cantidad de cada uno de esos contaminantes existentes.**
3. **Compara cada valor medido con unos valores de referencia.**
4. **Corrige las condiciones que producen niveles de contaminación peligrosos.**
5. **Comprueba periódicamente que las condiciones de trabajo sean seguras.**



2. Clasificación de los contaminantes

Con el nombre de contaminantes englobamos una serie de productos y condiciones ambientales negativas para la salud. ¿De qué forma podemos clasificar a todas ellas?

Los contaminantes se pueden dividir por los tipos de agentes que, potencialmente, pueden producir enfermedades profesionales, en contaminantes químicos, físicos y biológicos.

Los contaminantes químicos se consideran materia no viva, pueden presentarse como moléculas individuales (gases o vapores), como agrupación de moléculas (aerosoles), con comportamientos muy diferentes al ser inhalados, según la diferencia de tamaño de las partículas que las componen.

Contaminantes químicos

Forma molecular
Gases: No proceden de evaporación.
Vapores: Proceden de evaporación.
Forma de agregados moleculares
Líquidos: **Niebla**: no visible.
Sólidos: **Polvo**: origen mecánico.
Humo: origen térmico.
Fibras: ∅ < 1/3 L.

Los vapores se diferencian de los gases en que los primeros proceden de evaporación de compuestos líquidos o sólidos.

Los aerosoles son dispersiones de partículas sólida o líquidas en un medio gaseoso, como por ejemplo el aire. Estas dispersiones moleculares pueden ser:

- Sólidos, que se presentan en el aire en forma de pequeñas partículas en suspensión, como polvos (origen mecánico), fibras (diámetro inferior a un tercio de su longitud) y humo (origen térmico, formado en las combustiones incompletas).
- Líquidos, como nieblas, que son suspensiones en aire de pequeñas gotas de líquido, originadas en la condensación de gases sobre núcleos dispersos o por desintegración, por atomización o ebullición de líquidos.

Los contaminantes físicos son distintas formas de energía, generadas por fuerzas determinadas y que pueden afectar a los trabajadores sometidos a ellas. Los distintos tipos de energía existentes: mecánicas, térmicas o electromagnéticas producen efectos muy distintos además de necesitar sistemas de medida y análisis muy diferentes. Por ello los contaminantes físicos requieren un estudio individualizado.

Contaminantes físicos

Mecánicos:
Ruidos.
Vibraciones.
Térmicos:
Calor.
Frío.
Electromagnéticos (radiaciones):
Ionizantes: rayos X.
No ionizantes: ultravioleta.

Los contaminantes biológicos son seres vivos microscópicos, que pueden estar en el ambiente de trabajo por estar relacionados con el mismo. Estos seres vivos tienen su ciclo de vida, con procesos de reproducción y crecimiento. Producen en el organismo humano enfermedades de tipo infeccioso y parasitario, de características determinadas para cada actividad.



RECUERDA:

Los contaminantes se clasifican por los tipos de agentes que producen la enfermedad:

- **Químicos: gases, vapores, aerosoles.**
- **Físicos: mecánicos, térmicos, electromagnéticos.**
- **Biológicos: bacterias, virus, hongos.**

3. Efectos de los contaminantes

¿Qué tipo de daños pueden producir los contaminantes?

Los efectos de los contaminantes se manifiestan en forma de alteraciones que el trabajador sufre, con cuadros clínicos definidos para cada tipo de contaminante.

Los efectos que producen los contaminantes se hacen sentir según va avanzando el nivel de exposición. Los efectos iniciales causan nuevos efectos, hasta que se muestran como signos externos, en forma de alteraciones de los cuadros clínicos del trabajador expuesto.

El nivel de exposición depende de dos factores, del nivel o concentración del contaminante en el medio de trabajo y del tiempo de la exposición.

Los efectos detectados pueden ser muy distintos, según el tipo de contaminante de que se trate y del tipo de exposición.

Los efectos más comunes son los que relacionamos a continuación:

Efectos agudos y crónicos

La exposición a un contaminante produce efectos agudos, cuando sus efectos se manifiestan para tiempos de exposición cortos. Esto sucede con los contaminantes irritantes como el cloro.

La exposición a un contaminante produce efectos crónicos, cuando sus efectos se manifiestan para tiempos de exposición prolongados. Esto sucede con los compuestos cancerígenos como el benceno.

Efectos reversibles e irreversibles

La exposición a un contaminante produce efectos reversibles, cuando los cambios biológicos producidos desaparecen al desaparecer el contaminante del medio ambiente, esto sucede con asfixiantes como el nitrógeno.

La exposición a un contaminante produce efectos irreversibles, cuando los cambios biológicos, producidos por el contaminante, no se recuperan cuando cesa la presencia del agente contaminante en el medio. Es el caso de la sordera profesional producida por una elevada presión sonora en el puesto de trabajo.

Efectos estocásticos y no estocásticos

La exposición a un contaminante produce efectos estocásticos, cuando la probabilidad de que se produzcan los efectos aumenta con la dosis del contaminante en el ambiente. Es el caso de los compuestos cancerígenos.

La exposición a un contaminante produce efectos no estocásticos, cuando la intensidad de los efectos depende directamente de la dosis recibida, es el caso de los compuestos irritantes como el ácido clorhídrico.

Efectos acumulativos y no acumulativos

La exposición a un contaminante produce efectos acumulativos, cuando la velocidad de eliminación del organismo es prácticamente nula, como es el caso de los pesticidas en el cerebro.

La exposición a un contaminante produce efectos no acumulativos, cuando la velocidad de eliminación del contaminante por parte del organismo es alta. Es el caso de los disolventes, que son eliminados en su mayor parte en la respiración.

Existen otros contaminantes con una velocidad de eliminación intermedia, que son eliminados del organismo totalmente, pero

en tiempos de exposición largos, como es el caso de algunos metales.

Cuando un trabajador sufre la acción combinada de varios contaminantes, se pueden producir dos tipos de efectos:

- Independientes, cuando las alteraciones son diferentes y no están relacionadas.
- Sinérgicos, cuando las alteraciones son mayores que las de cada componente aislado, pudiendo ser aditivas, si se suman las alteraciones, o potenciadas, cuando se multiplican.



RECUERDA:

Los efectos de los contaminantes dependen de la concentración del contaminante y del tiempo de exposición. Los efectos pueden ser:

- **Agudos o crónicos.**
- **Reversibles o irreversibles.**
- **Estocásticos o no estocásticos.**
- **Acumulativos o no acumulativos.**
- **Cuando actúan varios al mismo tiempo; independientes o sinérgicos.**

4. Los contaminantes químicos y el organismo

El efecto nocivo para la salud que pueden producir los contaminantes químicos, existentes en los ambientes laborales, se debe a la acción tóxica que realizan algunas sustancias químicas en el organismo.

Llamamos acción tóxica a la capacidad de una sustancia determinada para producir daños sobre los organismos vivos, cuando alcanza una zona del organismo desde la que puede actuar.

La higiene evita el contacto contaminante-organismos en tal concentración que produzca efectos nocivos.

Hay una interacción entre el organismo y el contaminante, ya que el organismo lo introduce en su interior y allí el contaminante produce su acción tóxica.

¿De qué forma se introducen los contaminantes en los seres vivos?, ¿cómo actúan los contaminantes contra el organismo?

4.1. Acción del organismo sobre los contaminantes

Cuando los seres vivos entran en contacto con el contaminante, lo introducen en su interior por alguna de las vías de entrada al organismo. Posteriormente se procede a la absorción, distribución, acumulación, metabolización y eliminación de los contaminantes.

Las ***vías de entrada*** para los contaminantes químicos y biológicos son la respiratoria, digestiva, cutánea y parenteral.

- Por las ***vías respiratorias***, con el aire respirado, entran a los pulmones el polvo, los gases, los vapores y los aerosoles. Es la vía de penetración más importante.

  La ramificación pulmonar facilita que las partículas de mayor tamaño, aspiradas con el aire, queden retenidas en las mucosas que cubren interiormente los pulmones, partículas que son eliminadas en la expectoración. Las otras materias de menor tamaño llegan al alvéolo pulmonar, donde pueden pasar a la sangre y de allí a cualquier parte del organismo.

- Por la ***vía digestiva***, se producen casos de intoxicación accidental, cuando se come o se fuma en los lugares de trabajo. Pueden entrar al organismo los contaminantes al ingerir alimentos con las manos sucias. Esta vía es poco importante, porque se corrige con prácticas higiénicas sencillas.

- Por la ***vía cutánea*** algunas sustancias atraviesan la piel y alcanzan los capilares sanguíneos. En esta vía de entrada es importante la superficie de piel expuesta al contaminante y el estado de integridad de la piel.

  La piel tiene una misión protectora y metabólica, segregando sustancias que protegen de agentes químicos y microbianos. Los productos tóxicos deben atravesar todas la capas para incorporarse a la sangre, por eso si la piel está débil por lesiones o por disolventes, que eliminan la grasa protectora, se facilita la contaminación por esta vía.

Hay contaminantes que actúan con más de una vía de entrada.

- Por la ***vía parenteral*** se introduce el contaminante a través de la piel, aprovechando la ruptura en esta capa protectora, como es el caso de la heridas.

  Después de captar el contaminante, este puede seguir distintas rutas dentro del organismo hasta su eliminación.

  La ***absorción*** puede realizarse en la sangre por disolución del contaminante en la misma, o por fijación a las células sanguíneas o a algunos de los componentes de la sangre.

  La ***distribución*** depende del grado de difusión del contaminante y de la afinidad del mismo con las distintas partes del organismo, con que la sangre le pone en contacto. De esta capacidad de difusión y afinidad del tóxico, depende la rapidez con que se manifiestan los efectos del tóxico.

  La ***acumulación*** se produce cuando el contaminante, distribuido por la sangre, se fija a algunos órganos por los que siente más afinidad. Esto hace que los efectos del contaminante puedan sentirse después de que haya cesado la exposición.

  La ***metabolización*** es la capacidad del organismo de transformar las moléculas del contaminante en productos más solubles en agua y en el plasma sanguíneo, lo que hará más fácil su eliminación.

  Esta etapa significa en la mayoría de las ocasiones una detoxificación, excepto en algunas ocasiones en que se produce un compuesto más tóxico que el de partida.

  La ***eliminación*** de los contaminantes se produce por diferentes vías, según sus características específicas. Así los productos volátiles se

eliminan por las vías respiratorias y los metabolizados se suelen eliminar por la orina.

4.2. Acción de los contaminantes químicos sobre el organismo

¿Cómo actúan los contaminantes para producir daños a la salud?

Hay una serie de factores de los que depende el tipo de respuesta del organismo del trabajador, expuesto a los contaminantes químicos:

Factores de peligrosidad:
Propiedades físicas y químicas.
Toxicidad de la sustancia.
Dosis de contaminante.
Vías de penetración en el organismo.
Metabolización.
Estado fisiológico del trabajador.
Predisposición individual.

- *Las propiedades químicas*, entre las que se puede destacar la solubilidad en los fluidos biológicos y la reactividad química.

- *La exposición del trabajador* a un contaminante por la presencia del mismo en el ambiente de trabajo, lo que posibilita que parte del mismo se incorpore al organismo.

- *La dosis de contaminante* es la concentración del mismo a la que está expuesto el trabajador, durante un período de tiempo determinado.

- *La toxicidad* es la capacidad del contaminante de producir daños en los seres vivos; está muy relacionada con la concentración en el ambiente y el nivel de exposición, de tal forma que si ambas son muy bajas no se producen daños.

- *El estado fisiológico del trabajador*, ya que el efecto tóxico se manifiesta con mayor fuerza en un organismo debilitado por enfermedades, malnutrición, etc.

- *La predisposición individual*, como es el caso de determinadas alergias que afecta a una minoría de trabajadores.

Hay otra forma de clasificar los contaminantes industriales, en función de la acción dañina que producen sobre el organismo y del órgano o sistema contra el que actúan. Tenemos los siguientes tipos de contaminantes:

- ***Irritantes***: son aquellos compuestos químicos que pueden producir una reacción inflamatoria, en las partes del cuerpo con las que entran en contacto. Se manifiestan sobre todo en la piel y en las mucosas del sistema respiratorio. Actúan como irritantes los disolventes y los ácidos diluidos.

- ***Corrosivos***: son aquellos productos químicos que destruyen los tejidos con los que se ponen en contacto. Actúan así las disoluciones concentradas de los ácidos y de los álcalis.

Tanto las sustancias corrosivas como las irritantes son muy reactivas, siendo el factor clave de la toxicidad la concentración, con menor influencia del tiempo de contacto.

- ***Asfixiantes***: son sustancias químicas, generalmente gases, que actúan impidiendo el suministro adecuado de oxígeno a los tejidos. Esto se puede conseguir mediante dos mecanismos de toxicidad diferente.

- ***Asfixiantes simples***: son sustancias químicas inertes que disminuyen la concentración de oxígeno al desplazarlo del aire, como puede suceder con el nitrógeno o los gases nobles.

- ***Asfixiantes químicos***: son aquellas sustancias que actúan alterando los mecanismos oxidativos biológicos, dificultando el transporte o la fijación del oxígeno por la sangre, como sucede con el ácido cianhídrico y el monóxido de carbono.

- ***Neumoconióticos***: son aquellas partículas sólidas de sustancias insolubles en los fluidos biológicos, que se depositan o acumulan en los pulmones disminuyendo su capacidad alveolar. Actúan así la sílice (silicosis), el asbesto (asbestosis) y el carbón (antracosis).

- ***Anestésicos y narcóticos***: son sustancias químicas que actúan como depresores del sistema nervioso central, en estos casos la gravedad de su acción depende de la cantidad de tóxico que alcanza el cerebro. Actúan así los alcoholes y los disolventes.

- ***Sistémicos***: son aquellas sustancias que, una ver absorbidas y distribuidas por las sangre, actúan sobre órganos o sistemas específicos produciendo alteraciones, como sucede con el tetracloruro de carbono sobre el hígado.

- ***Cancerígenos***: son aquellos compuestos químicos cuyas acciones pueden producir cáncer o aumentar la frecuencia de su aparición, entre los cancerígenos más conocidos están el amianto, el cloroformo y el benceno.

Los reactivos químicos pueden pertenecer a más de una clase de contaminantes.

- ***Teratógenos***: son sustancias que producen alteraciones en el feto durante su desarrollo intrauterino, causando malformaciones. Actúan como tales el dietilmercurio y la talidomida.

- ***Mutágenos***: son sustancias que tienen la capacidad de producir alteraciones en el material genético de las células en el ADN, afectando posteriormente a la descendencia del trabajador. Actúan como tales algunas sustancias carcinogénicas como la hidracina o halogenuros de cadmio.

- ***Sensibilizantes***: son aquellas sustancias que producen un efecto alérgico del organismo, que se manifiesta sobre todo en el sistema respiratorio y en la piel. Un factor clave es la predisposición fisiológica del afectado, como sucede con el polvo de madera y las fibras sintéticas.

Algunas sustancias químicas se pueden encasillar por los efectos que producen en más de uno de los apartados inferiores. En el cuadro de la página siguiente se reflejan algunas de las sustancias que se manejan habitualmente en el laboratorio.

CORROSIVOS		Ácidos Álcalis Fenol
ASFIXIANTES	**Físicos**	Hidrógeno Nitrógeno Acetileno
	Químicos	Ácido sulfhídrico Monóxido de carbono Ácido cianhídrico y cianuros
PARTÍCULAS NEUMOCONIÓTICAS		Algodón Amianto Celulosa Carbonato cálcico
IRRITANTES	**Tracto respiratorio superior (muy solubles en agua)**	Ácido acético Ácido clorhídrico Ácido sulfúrico Hidróxido sódico Amoníaco
	Tracto respiratorio, bronquios y pulmones (solubles en agua)	Ácido sulfhídrico Halógenos
	Pulmones (poco solubles en agua)	Hidrocarburos aromáticos Óxidos de nitrógeno
IRRITANTES DÉRMICOS		Aminas Disolventes desengrasantes
SENSIBILIZANTES		Aminas aromáticas Formaldehído
CANCERÍGENOS		Arsénico (pulmón y piel) Cloroformo (hígado) Benceno (médula ósea) Níquel (nariz y pulmón) Amianto (pulmón)
ANESTÉSICOS Y NARCÓTICOS		Hidrocarburos alifáticos (pentano) Hidrocarburos clorados (tricloroetileno) Alcoholes (etanol) Cetonas (acetona)
SISTÉMICOS		Mercurio (sistema nervioso) Comp. orgánicos fosforados (sist. nervioso) Plomo (sistema nervioso y riñón) Cloroformo (hígado)



ACTIVIDADES

1. *Hay compuestos químicos que producen un efecto alérgico en la piel, que se manifiesta frecuentemente en el aparato respiratorio, estos se llaman:*
a) Tóxicos. b) Asfixiantes. c) Anestésicos. d) Sensibilizantes.



RECUERDA:

- **El organismo capta el contaminante del ambiente a través de las siguientes vías de entrada: respiratoria, digestiva, dérmica y parenteral.**
- **El contaminante es absorbido, distribuido, acumulado, metabolizado y eliminado de forma diferente por el organismo, según el contaminante de que se trate.**
- **Cada contaminante produce unos daños específicos en el organismo, clasificándose, según sus efectos, en irritantes, tóxicos, asfixiantes, neumoconióticos, anestésicos, sistémicos, cancerígenos, mutágenos, teratógenos y sensibilizantes.**

5. Criterios de valoración

Los efectos de los contaminantes en el organismo no se aprecian cuando están en concentraciones muy bajas, por ello podemos preguntarnos:

¿A partir de qué concentraciones son dañinos los contaminantes?, ¿cómo se determina el valor numérico a partir del cual los consideramos dañinos?

En la higiene industrial se pretende mantener las concentraciones de los contaminantes en el ambiente de trabajo por debajo de unos valores límite, que garanticen la ausencia de daño para la salud a lo largo de la vida laboral.

Se llama criterio de valoración a las normas con que se pueden comparar los resultados obtenidos al estudiar un ambiente de trabajo, para obtener información del riesgo para la salud de los trabajadores. Es una referencia orientativa, una recomendación para el control de los riesgos potenciales para la salud, no una frontera entre la salud y la enfermedad profesional.

Para establecer los valores críticos para cada contaminante, que constituirán los criterios de valoración, se analiza:

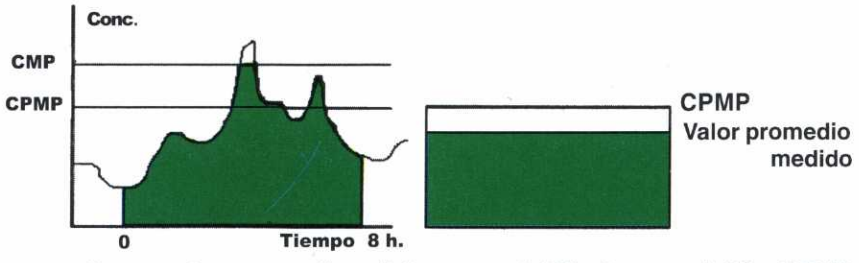
- La información de estudios epidemiológicos, en los que se ha podido medir exposiciones con efectos medibles para la salud.
- Los estudios toxicológicos experimentales realizados en animales.
- Las extrapolaciones de ensayos con voluntarios, en efectos tóxicos menores.

La dosis máxima tolerable o concentración máxima permitida es aquella que produce el efecto máximo sobre la salud, que se está dispuesto a admitir.

El criterio de valoración compara el valor del contaminante en el ambiente de trabajo con un valor experimental de referencia.

El tiempo de exposición es la parte de la jornada laboral que el trabajador permanece en un ambiente contaminado de trabajo. Para un cálculo objetivo del riesgo higiénico, hemos de relacionar cada tiempo de exposición, con el nivel de contaminación existente en el ambiente de trabajo durante ese tiempo. Los valores máximos ambientales pueden presentarse bajo dos aspectos diferentes:

- Como **valor techo** o **concentración máxima permisible**, **CMP**, valor máximo que no debe ser sobrepasado en ningún momento. En la representación gráfica adjunta, se sobrepasa una vez la CMP, por lo que las condiciones laborales serían de riesgo para la salud.



- Como **valor promedio máximo permisible de exposición**, **CPMP**, que es un valor promedio al que el trabajador puede estar expuesto

durante toda su vida laboral, sin que tenga repercusiones negativas para su salud. Este valor puede ser superado en el ambiente de trabajo, siempre que el valor promedio obtenido sea inferior al CPMP.

En la representación adjunta se observa que el CPMP es superada en dos ocasiones, durante un cierto tiempo a lo largo de la jornada, pero el valor promedio del contaminante en esa jornada es inferior al CPMP (zona sombreada de la gráfica de la derecha de la página anterior). Por tanto, se considera que no hay riesgo para la salud a causa de este contaminante.

Los criterios de valoración, en la legislación española, se recogen en el Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, publicado en el año 1961, donde se dan las concentraciones máximas permitidas, que no deben ser sobrepasadas en ningún momento, para un total de 160 productos. Se espera una Directiva comunitaria que unifique los valores utilizados en toda la Unión Europea.

5.1. Criterios TLV

Una asociación de higienistas profesionales, la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist), que trabajan en instituciones públicas en todo el mundo, publica anualmente una relación de los valores permisibles para unas 700 sustancias, que pueden encontrarse en el ambiente de trabajo.

Asimismo publica criterios de valoración para los diferentes contaminantes físicos. Esta publicación goza de gran prestigio en el ámbito de la higiene industrial, los valores propuestos se denominan TLV (valores límite umbral). Estos valores límite se utilizan en la práctica de la higiene industrial, como recomendaciones para el control de riesgos potenciales para la salud. No representan una línea nítida de separación entre una concentración segura y otra peligrosa.

Los TLV expresan concentraciones en aire de diversas sustancias; por debajo de dichas concentraciones, la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos, sin que sufran efectos negativos para su salud.

Es posible que, por las diferentes susceptibilidades individuales, haya trabajadores que puedan sentir algunas molestias para esas concentraciones o incluso que se potencien algunas dolencias que el trabajador padezca.

Puede haber hasta tres valores diferentes para un mismo contaminante:

Un contaminante puede tener varios criterios de valoración con valores diferentes.

***TLV-TWA*, valor límite umbral-media ponderada en el tiempo**, representa una concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas semanales, en la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente, día tras día sin efectos adversos. Habitualmente, a la TLV-TWA se le denomina TLV. La media ponderada en el tiempo permite desviaciones por encima del TLV, siempre que estas sean compensadas durante la jornada de trabajo.

TLV-STEL es la exposición media ponderada en un tiempo de 15 minutos, cuyo valor no debe sobrepasarse en ningún momento de la jornada laboral, aún cuando la media ponderada en el tiempo de las 8 horas de la jornada sea inferior al TLV.

Las exposiciones por encima del TLV y por debajo del TLV-STEL no deben durar más de 15 minutos, ni repetirse más de cuatro veces al día, debiendo transcurrir un período de 60 minutos entre dos exposiciones consecutivas. Este criterio se aplica de forma complementaria al TLV-TWA.

TLV-C es el **valor límite umbral-techo**. Indica la concentración que no debe ser sobrepasada en ningún momento durante la exposición en el trabajo. En la práctica, si no se puede disponer de mediciones instantáneas, se utiliza un muestreo de 15 minutos. Es el criterio de valoración más adecuado para los gases irritantes, por su acción fisiológica sobre el organismo.

Los fabricantes de detectores de gases suministran a los usuarios tablas con los valores actualizados de los tres TLV para los gases presentes o potencialmente presente en sus instalaciones.

En la tabla siguiente se listan los valores TLV para algunas sustancias, incluyendo las cancerígenas y diferenciando, entre ellas, las que tienen un poder cancerígeno comprobado de aquellas que no están suficientemente contrastadas.

SUSTANCIA	TLV-TWA mg/m^3	TLV-STEL ppm	TLV-C mg/m^3
Acetona	1.780	1.000	2.380
Ácido acético	25	15	37
Ácido clorhídrico		5	7,5
Ácido nítrico	5,2	4	10
Ácido sulfúrico	1	—	3
Benceno	32, A2	—	—
Bromo	0,66	0,2	1,3
Cloro	1,5	1	2,9
Cloroformo	49, A2	—	—
Dióxido de azufre	5,2	5	13
Dióxido de carbono	9.000	30.000	54.000
Dióxido de nitrógeno	5,6	5	9,4
Etanol	1.880	—	—
Fenol	19	—	—
Hidróxido cálcico	5	—	—
Hidróxido sódico	—	—	2
Mercurio, metálico	0,025, A4	—	—
Percloroetileno	170, A3	100, A3	685, A3
Plomo, inorgánico	0,05, A3	—	—
Tricloroetileno	269, A5	100, A5	537, A5

A1: carcinógenos confirmados en el humano.
A2: carcinógenos con sospecha de serlo en el humano.
A3: carcinógenos en los animales.
A4: no clasificados como carcinógenos en humanos.
A5: no sospechoso como carcinógeno en humanos.

La tendencia es a bajar los valores oficiales de los TLV (análogamente a lo que sucede con los índices de alcoholemia máximos permitidos a los conductores).

Cuando se produce la mezcla de varios contaminantes en un mismo ambiente de trabajo, hay que diferenciar los contaminantes cuyos efectos nocivos son aditivos de los que son independientes entre sí.

La preocupación sobre productos que aumentan el riesgo de cáncer conduce a diferentes interpretaciones en los bioensayos.

Los valores de los TLV de los gases y vapores se dan en partes por millón de materia por volumen de aire (ppm). La conversión a mg/m^3 se hace en condiciones normales a 1 atm y 25 ºC, con la ecuación siguiente:

$$TLV\,(ppm) = \frac{volumen\ \text{molar}}{peso\ molecular} \cdot TLV\,(mg/m^3)$$

donde el volumen molar en litros es 24,4 (a 760 Torr de presión y 25 ºC de temperatura) y el peso molecular es el de la sustancia en gramos.

Por ejemplo: La concentración en mg/m³ correspondiente a 1.000 ppm de tetracloruro de carbono (peso molecular del CCl_4 = 154) se calcula:

$$c = (154/24,4) \times 1.000 = 6.299 \text{ mg/m}^3$$

5.2. Criterios biológicos de valoración

El control biológico es un medio para valorar la exposición de los trabajadores a los contaminantes químicos. Cuando el contaminante está en el medio interno del trabajador, como el aire de los pulmones, la sangre o la orina se toma una muestra biológica del trabajador, donde se analiza el contaminante o la nueva sustancia que el contaminante ha ocasionado (lo que se conoce como metabolito).

El índice biológico de exposición, de forma abreviada BEI, es la máxima concentración de contaminante (o su metabolito), en especímenes biológicos medidos en un colectivo de trabajadores, sin que se aprecien riesgos para su salud o su bienestar. Se utilizan de forma complementaria con los controles ambientales (TLV), siendo útiles en los casos en que la medición del contaminante en el aire resulte difícil.

Los BEI son valores complementarios a los TLV.

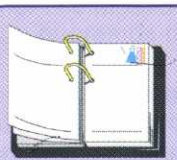
En el control biológico se mide el contaminante, que está incorporado al trabajador, y los efectos directamente relacionados con dicho contaminante en el organismo. Los BEI nos indican los valores más probables que podemos encontrar en trabajadores sanos, que están expuestos al nivel de contaminación que nos indica el TLV.

En el control ambiental se valora el contaminante presente en el aire, y que es absorbido por el trabajador pasando el contaminante a su medio interno, desde allí el contaminante se acumula o se excreta a ritmo variable.

El control biológico se realiza siempre sobre grupos de trabajadores, expuestos a determinados contaminantes, y existen tres posibilidades distintas de control:

- La medida de la concentración del contaminante en un fluido biológico (sangre, orina) o en el aire exhalado, como medición de la concentración de plomo en sangre.
- La medida de la variación de un parámetro bioquímico en un fluido biológico, como la medida de los efectos de los pesticidas organofosforados.
- La medida de alguna variación fisiológica causada por el contaminante, como la determinación de la capacidad ventilatoria.

Contaminante químico	Parámetro biológico	Momento de la toma de muestra	BEI
Benceno	Fenol en orina	Final de jornada laboral	50 mg/l
Monóxido de carbono	Carboxihemoglobina en sangre	Final de jornada laboral	8%
Plomo	Protoporfirina-cinc en sangre	Después de 1 mes de exposición	100 µg/100 ml
Tolueno	Tolueno en aire exhalado	Durante la jornada laboral	20 ppm



RECUERDA:

- **Los criterios de valoración son valores propuestos del nivel de contaminación admisible, para que un trabajador expuesto no tenga riesgos para su salud. El más conocido es el TLV.**
- **El control biológico es la determinación indirecta de la exposición a agentes químicos, midiendo la presencia de algunos indicadores en material biológico del trabajador.**

6. Medición de contaminantes químicos

Ha llegado el momento de cuantificar los riesgos que producen los contaminantes en el ambiente de trabajo, pero ¿cómo podemos captar el contaminante que está en el aire y medirlo?, ¿qué tipo de mediciones podemos hacer?

Para aplicar los criterios de valoración y así poder conocer el nivel de riesgo higiénico existente a causa de los contaminantes químicos, es necesaria la medición de los mismos.

Para realizar la medición correcta de contaminantes, en el medio ambiente, hay que conocer el proceso que produce el contaminante, las características físico-químicas del mismo y la metodología analítica que debe utilizarse.

Antes de proceder a la medición debemos precisar tres aspectos:

- Tipo de instrumentación.
- Tiempo de medición necesario.
- Lugar de la toma de muestras.

¿Qué influencia tienen estos aspectos en la determinación analítica?

Tipo de instrumentación

El tipo de instrumentación, existente en el campo de la higiene, nos permite medir directamente la contaminación en el lugar de trabajo, o realizar una toma de muestra donde captemos los contaminantes, para un posterior análisis en el laboratorio.

La toma de muestra tiene dos posibilidades: la de recoger una muestra directa de aire tal cual o la de filtrar un volumen medido de aire, reteniendo el contaminante sobre un soporte. En ambos casos se determina la concentración posteriormente en el laboratorio.

Aunque a primera vista parece más ventajosa la medición directa, en el cuadro adjunto se marcan las diferencias.

Tiempo de medición necesario

El tiempo de muestreo necesario depende del tipo de medición que hagamos sobre la muestra. Puede ser puntual o continua.

	Medición directa	Medición laboratorio
Rapidez	+	-
Sencillez	+	-
Útil higiene	-	+
Precisión	-	+

En las **mediciones puntuales** se determina la concentración del contaminante en muy poco tiempo. Es útil cuando se analiza cómo varía la concentración de un contaminante en las distintas fases de un proceso, para determinar las variaciones de concentración a lo largo de operaciones concretas y para conocer los valores máximos de exposición. Para este tipo de medición, es mejor aplicar sistemas de medición directa o la toma de muestra por recolección directa de aire.

En las **mediciones continuas** se determina la concentración promedio de un contaminante a lo largo de una jornada laboral. En ellas se capta todo el contaminante de los volúmenes de aire, que aspiramos ininterrumpidamente, promediándolos a lo largo de todo el muestreo. Este

sistema permite comparar los valores obtenidos con los criterios de valoración y nos da una idea más real del ambiente laboral.

El tipo de instrumentación más utilizado en higiene es aquel que nos permite la retención de contaminantes en un filtro o un soporte.

Para un conocimiento ideal del ambiente de trabajo, ambos tipos de medición pueden considerarse complementarios.

Lugar de la toma de muestras

Las mediciones pueden hacerse con el objetivo de conocer la concentración del contaminante, en una zona determinada, o la de conocer el nivel de exposición, a la que está expuesto el trabajador.

La **medición ambiental** nos permite conocer la concentración del contaminante en cada zona de trabajo, puede permitir conocer los focos de contaminación y son útiles para dar datos que permitan reducir la contaminación futura. Estos medidores suelen estar en posiciones fijas, son de medición directa y están conectados a alarmas o ponen en marcha sistemas de extracción de aire.

La **medición personal** es la más utilizada en higiene en el trabajo, supone la utilización de equipos pequeños y autónomos que acompañan al trabajador en sus tareas. Dan una idea más exacta del nivel de exposición a cada contaminante, aunque también la medición se ve influenciada por los hábitos del trabajador.

La medición personal nos indica de manera precisa el riesgo higiénico.

6.1. Sistemas de medición directa

Se denominan así a los sistemas en los que se obtiene la concentración de los contaminantes, inmediatamente después de la aspiración de la muestra.

Tienen la ventaja de que:

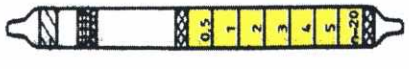
- Son equipos de fácil manejo.
- Permiten disponer de los resultados de manera inmediata.
- Se pueden hacer muestras puntuales de interés.
- Son más económicos, al poder prescindir de una estructura analítica.

Tienen el inconveniente de que:

- Sus errores son elevados, por ser menos precisos los elementos de medida.
- Son frecuentes las interferencias con otras sustancias.
- La interpretación de los resultados deben hacerla los expertos, si queremos que las conclusiones sean fiables.

Los equipos de medición directa se basan en sustancias reactivas que se colorean o en equipos que miden parámetros físicos (eléctricos, térmicos, electromagnéticos...), que varían por la acción del contaminante que queremos determinar.

Los **instrumentos colorimétricos** son los más utilizados por su sencillez, bajo costo y facilidad de manejo; se caracterizan porque cambian de color cuando el aire con el contaminante atraviesa el material reactivo, normalmente un reactivo sólido.



Tubo colorimétrico.



Bomba aspiradora con tubo para medición directa.

El aire que atraviesa el soporte es aspirado por bombas de aspiración manual, pero el contaminante que acompaña al aire queda retenido sobre el soporte coloreándolo. Cuando seguimos aspirando aire contaminado, la siguiente fracción de contaminante sólo es absorbida cuando entra en contacto con reactivo que no ha reaccionado, alargándose la zona coloreada del soporte. La longitud del soporte coloreado nos indica la cantidad de contaminante absorbido para un volumen dado de aire aspirado.

Hay tubos específicos en el mercado para más de cien contaminantes diferentes. Tienen aplicaciones prácticas en higiene industrial, tales como:

- Controles en ambientes cerrados o peligrosos antes de acceder a ellos.
- Detección rápida de focos de contaminación.
- Método previo para conocer el grado de riesgo existente.
- Detección de la existencia o no de contaminantes.
- Determinación de concentraciones alcanzadas en emisiones puntuales y esporádicas de muy corta duración.

Causas de error con tubos colorimétricos:

- Carecen de especificidad necesaria.
- Otros contaminantes alteran color.
- La temperatura fría cambia color.
- La temperatura alta cambia volumen de aire.
- Error de calibración del fabricante.
- Malas condiciones de almacenamiento de tubo.
- Bomba de aspiración poco hermética.

Los márgenes de error con este sistema de medida son amplios, del 5 al 40%, lo cual limita mucho su utilización.

Hay **instrumentos no colorimétricos**, que también suministran lectura directa de los contaminantes.

Existen en el mercado equipos de medición para compuestos como: amoníaco, cloro, mercurio, ácido cianhídrico, monóxido de carbono, ozono, hidrocarburos, etc. El número se amplía día a día, siendo la precisión mayor que en los instrumentos colorimétricos.

Estos equipos son los utilizados en las redes de detección de contaminantes, conectados a alarmas ópticas y acústicas o con puntos de consigna, para poner en marcha los sistemas de extracción del aire.

Se basan en medición de parámetros físicos que pueden ser asociados a la concentración de contaminantes. En estos casos, la medición de las propiedades eléctricas, térmicas o electromagnéticas pueden variar con la concentración del contaminante en el aire.

Por ejemplo, los explosímetros son unos aparatos que alarman cuando la atmósfera es explosiva, para que no se encienda fuego. Detectan las variaciones de las propiedades térmicas de los gases que crean una atmósfera inflamable.

Los sistemas existentes de medición directa de aerosoles no son colorimétricos, sino que efectúan la medición por medio de:

- Instrumentos ópticos, que miden la extinción o la dispersión de la luz.
- Instrumentos eléctricos, que miden la carga iónica de los aerosoles tras ser cargados eléctricamente.

6.2. Sistemas de medición no directa

En los sistemas de medición no directa utilizados en higiene industrial se realiza una toma de muestra del aire contaminado, para aplicar después la técnica analítica que corresponda, como en cualquier análisis que se hace en el laboratorio. Se podría representar del siguiente modo:



Los sistemas de medición no directa requieren el apoyo del laboratorio para hacer el análisis.

Los contaminantes, que se encuentran en el aire, son captados mediante un sistema de toma de muestras sobre un soporte físico. Se contabiliza el volumen de aire captado por el sistema que contenía el contaminante.

La muestra es enviada al laboratorio, donde se prepara recogiendo el contaminante del soporte donde ha quedado retenido, para someterlo a la técnica analítica más adecuada al contaminante a determinar.

Toma de muestras de contaminantes

La toma de muestras se puede realizar recolectando un volumen de aire del ambiente de trabajo, haciendo pasar el aire por un soporte que retenga el contaminante o dejando que el contaminante quede adsorbido sobre un adsorbente.

Toma de muestra directa de aire

Con este sistema se utilizan instrumentos como:

- Jeringas, que se llenan por acción de un émbolo que dispone de un mecanismo de cierre hermético,
- Bolsas inertes, que tienen diferentes capas que las hacen impermeables y distintas capacidades, las normales tienen 5 capas y 5 litros de capacidad.
- Tubos de presión, de 100 ml de capacidad y con un mecanismo que permite comprimir el aire hasta 25 atmósferas.

Los otros sistemas de toma de muestra más utilizados, son aquellos en los que se hace pasar el aire contaminado a través de un soporte con ayuda de una bomba de aspiración apropiada, el contaminante quedará retenido en el soporte.

Hay tres tipos de soportes diferentes, los filtros, las soluciones absorbentes y los sólidos adsorbentes. La selección de uno u otro tipo depende del estado físico y características químicas del contaminante.

Toma de muestras con soluciones absorbentes

Se hace pasar un volumen de aire a través de una solución absorbente apropiada al tipo de contaminante, la cual está contenida en

un borboteador, donde queda retenido el contaminante por reacción o por disolución en la solución absorbente.



Impinger.

El equipo de toma de muestras consta de un impinger, la solución absorbente y una trampa.

Cada impinger tiene dos piezas, un vaso de unos 30 ml donde se coloca la solución absorbente y un cabezal con un borboteador sumergido en la solución. Según la eficacia de retención del contaminante el borboteador puede ser normal o fritado.

La trampa se utiliza para proteger el equipo muestreador de arrastres o reabsorciones de la solución.

Este sistema de toma de muestras es adecuado para gases, vapores y aerosoles líquidos tiene la ventaja de la preparación rápida de la muestra y el inconveniente de la dificultad de manejo del equipo de toma de muestras; con riesgos de vuelco y pérdida de solución, de la inestabilidad de las muestras en la solución y de la dificultad del transporte.

Toma de muestras con tubos adsorbentes

Se hace pasar un volumen determinado de aire a través de un tubo de vidrio, quedando retenido por adsorción el contaminante en los materiales sólidos contenidos en el tubo.

La decisión del tipo de toma de muestras depende del contaminante a muestrear.

Los principales sólidos adsorbentes son: carbón activo, silica-gel, alúmina y hopcalita. El más utilizado es el carbón activo, por su capacidad para retener un gran número de compuestos orgánicos como hidrocarburos alifáticos, clorados y aromáticos, alcoholes, etc.

Los sólidos adsorbentes se distribuyen en el interior de los tubos de vidrio, normalmente en dos porciones, separadas entre sí mediante espaciadores porosos. La primera de ellas con doble cantidad de sólido adsorbente, es el lugar por el que se realiza la entrada del aire contaminado; la segunda fracción de adsorbente del tubo de muestra actúa como testigo, de que en el anterior se ha retenido todo el contaminante y no ha quedado saturado.

Esta técnica de toma de muestras es muy utilizada, ya que:

- Se puede aplicar a una variedad muy amplia de contaminantes, tanto gases o vapores como aerosoles líquidos.
- Es selectivo si se escoge el adsorbente adecuado.
- Es sencilla y de bajo coste.
- El contaminante se conserva bien en la muestra si se evita la desorción, sellando el tubo con el adsorbente y evitando temperaturas altas.

Toma de muestras con filtros

Consiste en hacer pasar un volumen determinado de aire a través de un filtro, montado sobre un portafiltro o cassette. La unidad de toma de muestra la componen: el filtro, el soporte y el portafiltros o casete.

Sobre el filtro quedan retenidas las partículas del contaminante; es importante el tamaño de poro, que suele estar entre 0,45 y 5 micras. Los filtros pueden estar hechos de materiales muy diversos como: teflón, policarbonato, ésteres de celulosa, PVC, etc. El tamaño de filtro más utilizado es de 37 mm de diámetro.

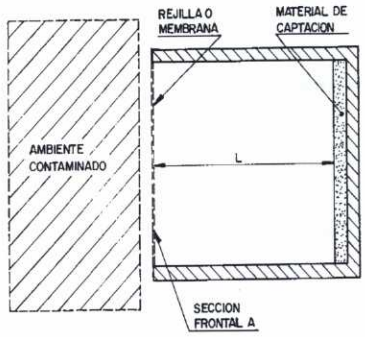
El soporte suele ser de celulosa, su misión es sostener y fijar el filtro dentro del casete. Los portafiltros o casetes suelen tener 2 o 3 cuerpos o secciones y son de poliestireno.

Es el sistema más usual para determinar contaminantes formados por partículas, por ser un muestreo cómodo, sencillo y práctico.

Entre los contaminantes que pueden ser captados están: los polvos inertes, los polvos silicóticos, los humos y polvos metálicos, las fibras y aerosoles ácidos y alcalinos. La cantidad de muestra, que debe ser captada, debe estar entre 1 y 5 mg, siendo básica la precisión en la prepesada y en la pesada del filtro.

Toma de muestras con captadores pasivos

Se basa en fenómenos de difusión y permeación a través de membranas sólidas permeables, que las moléculas de un gas son capaces de atravesar, difundiéndose de forma espontánea en la masa de otro gas.



Esquema de captador pasivo.

Los soportes utilizados son sólidos adsorbentes o sólidos impregnados con un reactivo específico. Los captadores pueden ser específicos, cuando están preparados para captar un sólo contaminante o un grupo reducido, actuando entonces por adsorción química. Hay captadores no específicos que adsorben un conjunto de compuestos muy amplio.

Estos captadores se utilizan sobre todo para muestras de compuestos volátiles orgánicos, para medir valores promedio en períodos largos.

Tienen la ventaja de la simplicidad operativa, al no necesitar mantenimiento ni calibración y dar poco margen para los errores personales, aunque se necesita conocer los coeficientes de difusión del contaminante y los valores específicos de adsorción de cada contaminante con el adsorbedor usado.

Equipos muestreadores de aire

Hay dos tipos de muestreadores de aire, los personales y los de gran caudal.

- Los muestreadores personales son de pequeño tamaño, poco peso, autonomía de funcionamiento de 8 horas, que impulsan el aire con caudales entre 1,2 y 270 l/hora.

- Los muestreadores de gran caudal se utilizan para muestreos ambientales y estáticos, impulsan al aire como ventiladores centrífugos con caudales que se miden en unidades de m^3/hora.

Para conocer el volumen de aire que se muestrea es preciso hacer una calibración de los muestreadores, para ello el método más utilizado es el de la bureta que contiene una solución jabonosa. Se cronometra el tiempo que emplea una burbuja de jabón en recorrer una distancia determinada, sobre una bureta graduada.

La calibración se hará utilizando el mismo soporte que se vaya a utilizar en la muestra, poniéndolo entre la bomba y la bureta. La calibración conviene hacerla antes y después de la toma de muestra.

6.3. Aspectos analíticos de la toma de muestras. Técnicas analíticas

Una vez captado el contaminante hay que tener cuidado con la muestra para evitar pérdidas, mala conservación o contaminación, en función del soporte físico utilizado para captar el contaminante.

Precauciones con la muestra

Precintar la muestra.
Hacer en cada serie, una muestra en blanco.
No colocarla con materias que contaminen la muestra.
Enviarlas rápidamente al laboratorio
Conservarlas en nevera.
No abrir la muestra hasta el momento del análisis.

En el muestreo, siempre se realiza una muestra en blanco que se somete a las mismas manipulaciones que las demás, pero sin hacer pasar aire. De esta forma nos aseguramos de la pureza de los reactivos y del soporte de captación.

La cantidad de muestra a tomar depende de la concentración de contaminante y del volumen de aire muestreado. Ello obliga algunas veces a replantearse el volumen de aire a muestrear, tras un primer análisis de control. En cada técnica de muestreo, hay sistemas para asegurarse de que no hemos rebasado la cantidad de contaminante que se puede captar.

SUSTANCIA	SISTEMA DE CAPTACIÓN	TIPO DE SOPORTE	V (litros)	FLUJO (l/min)*	TÉCNICA ANALÍTICA
Ácido acético	tubo adsorbente	carbón activo, 100/50 mg	80	1	cromatografía gases
Ácido clorhídrico	impinger	sol. acetato sódico 0,5 M	60	1	electrodo específico
Ácido nítrico	tubo adsorbente	silica gel, 500/260 mg	24	0,2	cromatografía iónica
Amianto	casete	filtro celulosa	10-120	1	microscopio óptico
Cianuro	impinger	sol. hidróx. sódico, 0,1 N	30	1	electrodo específico
Fenol	tubo adsorbente	silica gel 150/ 75 mg	10	0,5	cromatografía gases
Hidroc. aromáticos	tubo adsorbente	carbón activo, 100/50 mg.	10	0,2	cromatografía gases
Hidróxido sódico	casete	filtro celulosa, 0,8 µ	100	2	espect. emisión
Mercurio	tubo adsorbente	hopcalita, 0,2 g.	20	0,2	generador hidruros
Sílice libre	casete	filtro PVC, 0,5 µ	300	1,7	difracción RX

* El flujo, en l/min, es el caudal de aire aspirado por los muestreadores.

Factores claves del muestreo:
- Caudal del aire captado.
- Tiempo de toma de muestra.
- Mantener el contaminante en el soporte.
- Tomar muestra en blanco.

Las técnicas analíticas más utilizadas son técnicas gravimétricas (para polvo y partículas), técnicas espectrofotométricas (para metales y gases), técnicas cromatográficas (para disolventes y compuestos orgánicos) y técnicas electroquímicas (para aniones).



RECUERDA:

- **Los sistemas de medición directa son equipos colorimétricos sencillos, de fácil manejo, útiles cuando no se requiere una determinación muy precisa.**
- **También hay equipos no colorimétricos, específicos para algunos contaminantes.**
- **Los sistemas de toma de muestras pueden ser:**
  - **Activos: Filtros (filtro, soporte, portafiltros).**
    Impingers (impinger, solución absorbente y trampa).
    Tubos adsorbentes.
    Toma directa (jeringas, tubos de presión, bolsas inertes).
  - **Pasivos.**
- **Hay que tomar el volumen adecuado de muestra para cada contaminante, tomar precauciones para conservar la muestra y evitar contaminaciones. Las técnicas analíticas son típicas para cada contaminante.**

7. Métodos de protección contra contaminantes químicos

Una vez que se conoce el nivel de riesgo de los contaminantes, nos falta conocer qué medidas correctoras se pueden aplicar para reducir la contaminación medida. ¿Qué medidas son posibles?, ¿cuáles son más eficaces?

Para determinar las medidas de protección posibles, se deben tener en cuenta tres etapas en las que se puede actuar, desde que el contaminante es emitido hasta que se pone en contacto con el trabajador. Son:

– El foco emisor del contaminante.
– El medio en el cual el contaminante se propaga.
– El trabajador que recibe el contaminante.

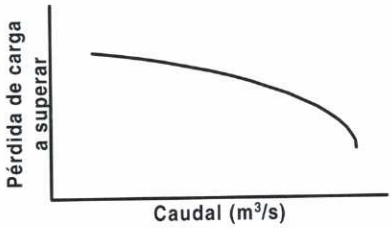
Hay métodos de protección posibles en las tres etapas y serán más eficaces las actuaciones sobre el foco emisor y menos las que se actúa sobre el receptor de la contaminación.

Puntos de eliminación del contaminante:
- Foco emisor.
- Medio ambiente de trabajo.
- Puesto de trabajo.

Métodos de actuación sobre el foco de contaminación

Con su aplicación se pretende impedir la emisión del contaminante.

- La selección de los equipos, teniendo en cuenta aquellos que supongan una menor emisión de contaminantes, como los que trabajen a menor temperatura realizando una menor emisión.
- Modificación del proceso, tanto modificando las condiciones de trabajo, como automatizando el proceso, lo que permite aislarlo del medio.
- Se puede actuar sustituyendo los productos químicos más agresivos por otros de menor riesgo y que tengan las mismas características técnicas, como los disolventes organoclorados, que para algunas aplicaciones pueden sustituirse por otros compuestos.
- Encerrando el foco de la contaminación, lo que es posible cuando no se precisa que alguien trabaje junto al foco, como en los casos de fuentes radiactivas.
- La forma más conocida de actuación en los laboratorios es la extracción localizada del contaminante, que se realiza en la campana extractora; aspecto que desarrollaremos posteriormente.
- Aislamiento del proceso, para operaciones en las que se produce un fuerte nivel de contaminación, como es el caso de soldadura en el que se apantalla la zona de trabajo.
- Métodos húmedos, utilizables en aquellas operaciones en que el agente contaminante es un aerosol y, aplicando agua u otro líquido se minimiza la emisión de partículas, como en excavaciones o cabinas de pintura.
- Un mantenimiento adecuado permite que algunos equipos trabajen en las condiciones óptimas, teniendo una menor emisión, como en el caso de la sustitución de juntas que suponga un mejor sellamiento de un horno o un reactor.



Aspecto típico de la relación entre la pérdida de carga que un ventilador puede superar en función del caudal de aire que circula.

Métodos de actuación sobre el medio de propagación

Consisten en controlar el contaminante en el medio de difusión, se aplica cuando no se puede actuar sobre el foco o la actuación es insuficiente.

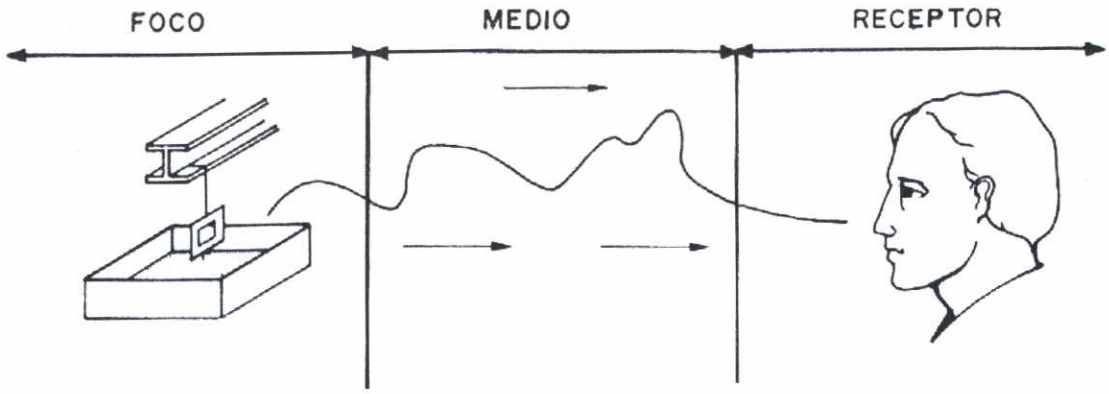
- El más utilizado en el laboratorio consiste en disponer de un sistema de ventilación para diluir los contaminantes.
- La limpieza de los puestos de trabajo es eficaz en los casos de partículas sedimentables, que pueden ponerse en suspensión, como por ejemplo el polvo y las virutas de una sierra circular de madera.
- El aumento de distancia del receptor al foco de emisión, posibilita una dilución del contaminante y se aplica fácilmente alejando el foco de emisión o el puesto de trabajo.
- Colocación de dispositivos de alarma conectados a medidores directos de contaminantes. Es útil para el caso de fugas de tóxicos en un proceso.

Métodos de actuación para proteger al trabajador

La actuación sobre el foco de contaminación es la forma más eficaz.

Utilizables cuando los anteriores no han sido posibles o lo suficientemente eficaces para evitar los efectos de los contaminantes.

- Rotación del personal en los ambientes contaminados, lógicamente no supone una corrección, pero sí disminuye el nivel de exposición y con ello el riesgo.
- Encerramiento del trabajador, se aplica cuando hay varios focos de emisión y el trabajador desarrolla gran parte de su actividad en una pequeña superficie.
- Protección personal, debe ser el último recurso en ser utilizado cuando los demás métodos no son suficientes, o en el caso de operaciones especiales como sistema complementario de seguridad.
- Formación e información es una medida complementaria con todas las anteriores, en la que se enseña la forma de actuación y la prevención de riesgos higiénicos.



FOCO	MEDIO DE PROPAGACIÓN	TRABAJADOR
Selección de equipos.	Ventilación por dilución.	Rotación de los trabajadores.
Modificación del proceso.	Limpieza en el trabajo.	Encerramiento del puesto.
Sustitución de productos.	Aumento distancia foco-trabajador.	Protección personal.
Encerramiento de procesos.	Dispositivos de alarma.	Formación e información.
Extracción localizada.		
Aislamiento del proceso.		
Retención por vía húmeda.		
Mantenimiento.		

7.1. Extracción localizada

Un sistema de extracción localizada es aquel en el que el contaminante es capturado en el lugar en que se ha generado, antes de su dispersión.

Los componentes que son necesarios para realizar una extracción localizada son:

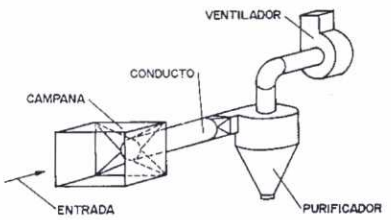
- La ***campana***, que es una estructura que encierra total o parcialmente la operación donde se produce el contaminante, por la cual se aspira un volumen de aire en el que está incluido el contaminante.
  Hay muchos tipos de campanas y cerramientos para evitar que el contaminante se aleje del foco de emisión. En el laboratorio, el sistema habitual de campana es el de tipo cabina, en la que una cara del encerramiento está abierta para facilitar el acceso y las otras tres paredes son fijas. Esta disposición hace que sea menor el caudal de aire necesario para extraer el contaminante.

La campana debe encerrar todo lo posible al foco emisor.

- Los ***conductos*** son las tuberías que tienen por misión conducir el aire contaminado que ha sido aspirado por la campana.

- El ***sistema depurador***, su objeto es purificar el aire, para evitar expulsar los contaminantes al ambiente.

- El ***ventilador*** es el medio mecánico que produce el movimiento del aire desde la campana. Para su elección es importante conocer el caudal de aire, que se considera necesario captar en la campana y transportar por todo el sistema, y la presión de aspiración, que es necesaria para vencer todas las resistencias, que el aire encuentra a su paso. Normalmente son ventiladores centrífugos.



Elementos que componen la extracción localizada.

La pérdida de carga del sistema de extracción localizada

Al circular el aire a través de todas las conducciones, existe una pérdida de energía por rozamiento, que se llama pérdida de carga. Esta pérdida de carga debe ser superada por el ventilador, para que la circulación del aire sea correcta.

La pérdida de carga en una instalación:

- Aumenta el caudal de aire por la instalación de extracción.
- Aumenta la longitud de las conducciones.
- Disminuye el diámetro de las conducciones para un caudal dado.
- Aumenta cuanto mayor es el número de puntos singulares como codos, equipos purificadores y estrechamientos con que cuente la instalación.

Hay una representación gráfica, conocida como "curva del ventilador" (en la gráfica adjunta), en la que se representa la pérdida de carga frente al caudal de aire. Como puedes observar, cuanto mayor es la pérdida de carga que ha de vencer el ventilador, menor caudal de aire extrae.

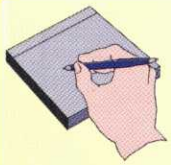
Selección del ventilador adecuado

Los ventiladores se caracterizan porque tienen una velocidad de rotación dada, siendo capaces de vencer pérdidas de carga superiores, moviendo un menor caudal de aire.

Hay que calcular la pérdida de carga de la instalación para disponer el ventilador adecuado.

Por eso hay que conocer el caudal de extracción de aire necesario y la pérdida de carga que hay que superar en la instalación existente o

prevista, seleccionando el ventilador que más se acerque a las condiciones de trabajo.



ACTIVIDADES

2. *Si queremos aumentar el caudal de extracción de aire de la cabina del laboratorio, ¿cuáles de las siguientes medidas son adecuadas?:*
a) Aumentar el diámetro de las conducciones.
b) Alargar los conductos de extracción.
c) Cambiar el sistema depurador por otro de menor pérdida de carga.
d) Poner un ventilador más potente.

La extracción localizada en el laboratorio se hace en las vitrinas, en las que el caudal de aire que hay que extraer depende de los contaminantes, que se generen en el proceso que se esté llevando a cabo.

Es importante regular el caudal de aire que se extrae de las vitrinas, se considera óptima una velocidad de paso del aire con el frente totalmente abierto de 0,7 m/s, que asegura la retirada del contaminante en cualquier operación con desprendimiento de gases o vapores.

Si la velocidad de paso del aire fuera muy superior podría producirse el apagado de la llama de los mecheros, enfriamiento de placas calefactoras, etc.

Para regular el caudal del aire sin aumentar la velocidad de paso se diseñan campanas en las que haya otras entradas de aire.

Los cálculos realizados sobre el caudal de extracción necesario varían en función del grado de toxicidad del contaminante, desde 1.300 m^3/h por cada m^2 de abertura para productos corrosivos o poco tóxicos, hasta 2.300 m^3/h por cada m^2 de apertura para productos muy tóxicos (TLV inferior a 10 ppm).

7.2. Ventilación por dilución

En el laboratorio se realizan una serie de procesos y manipulaciones en cuyo desarrollo se produce la emisión de contaminantes, en forma de gas o vapor, que se distribuyen uniformemente por todo el volumen del laboratorio.

Si la aplicación de los criterios de valoración, indica que hay que disminuir la concentración del contaminante por debajo de un valor objetivo, uno de los sistemas es sustituir el aire contaminado por aire limpio. Esto se hace con la ventilación por dilución.

La ventilación por dilución consiste en sustituir aire contaminado por aire puro, a fin de mantener las concentraciones de los contaminantes en el ambiente del laboratorio por debajo de unos límites aceptables.

Este sistema no elimina el contaminante, sólo disminuye su concentración en el ambiente.

Pero, ¿qué volumen de aire hay que eliminar?, ¿de qué sistema nos valemos para hacer esa dilución?

Si se evapora una cantidad de contaminante por unidad de tiempo C, distribuyéndose en todo el volumen del laboratorio, el caudal de gas que tenemos que sacar del laboratorio Q, dependerá de la concentración máxima que estemos dispuestos a consentir en el laboratorio. Esa concentración máxima será el TLV.

Tendremos: $$Q\ (m^3/h) = \frac{C\ (mg/h)}{TLV\ (mg/m^3)}$$

Hay que tener en cuenta que la renovación del aire no es uniforme en todo el laboratorio, habiendo zonas pobremente ventiladas, por eso, según el tipo de contaminante, del nivel del TLV, se toma un factor de seguridad que varía de 2 a 11.

La aplicación del "factor de seguridad" pretende garantizar que el ambiente del laboratorio no representa ningún riesgo para la salud del trabajador.

El valor del factor de seguridad se recoge en la tabla adjunta:

POLVO	VAPOR	K según ventilación		
TLV (mg/m^3)	TLV (ppm)	Pobre	Mediana	Excelente
> 0,5	> 500	7	4	2
0,1 - 0,5	100 - 500	8	5	3
< 0,1	0 - 100	11	8	6

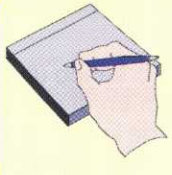
Para que este sistema sea práctico, es preciso que se cumplan las condiciones:

- La toxicidad del contaminante debe ser baja.
- La cantidad del contaminante generado no debe ser grande para no necesitar una cantidad de aire puro excesiva.
- La emisión de los contaminantes no debe de variar considerablemente.
- El trabajador debe estar alejado del foco de emisión.

La ventilación pretende eliminar el contaminante del medio ambiente de trabajo.

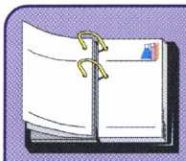
Cuando se prepara el sistema de ventilación, este cumplirá:

- Las bocas de aspiración estarán localizadas cerca de los focos de emisión.
- La entrada de aire debe barrer toda el área contaminada, estando los focos en el trayecto de entrada-salida del aire.
- Los puntos de entradas y salidas de aire estarán alejados, para evitar la recirculación de aire contaminado.



ACTIVIDADES

3. *En un laboratorio de un centro escolar con un grado de ventilación mediano, se evaporan por ebullición durante las prácticas unos 5 g/hora de ácido acético, cuyo TLV es 25 mg/m^3. Calcular el caudal de aire necesario para ventilar por dilución el laboratorio, si tiene 100 m^2 de superficie y 3 metros de altura.*



RECUERDA:

- **Los métodos de protección pueden actuar sobre el foco emisor, sobre el medio de propagación y sobre el trabajador.**
- **La extracción localizada actúa sobre el foco emisor, consta de campana, conductos, sistema depurador y ventilador.**
- **La ventilación por dilución actúa sobre el medio de propagación, sólo es eficaz ante contaminantes poco tóxicos y bajo ciertas condiciones.**

8. Contaminantes físicos. Ruidos y vibraciones

¿Qué es el ruido?, ¿qué diferencias hay entre ruido y sonido?

El sonido es toda sensación percibida por el órgano auditivo. Por extensión se llama sonido a toda perturbación que se propaga en un medio elástico.



El sonido es producido por una serie de variaciones de presión, en forma de vibraciones que se propagan en los sólidos, los líquidos y los gases. Así cuando se golpea con un cuchillo en un vaso, el golpe hace vibrar al vidrio, que a su vez hace vibrar al aire circundante. Las ondas vibratorias llegan al oído constituyendo un sonido.

Los ruidos son manifestaciones de la energía sonora que son desagradables o molestas al oído. De forma sencilla podríamos decir que ruido es el sonido no deseado, por ser molesto, desagradable o perturbador. Esto sería un criterio subjetivo de ruido.

De modo objetivo, bajo el punto de vista de la higiene industrial, llamamos ruido a todo sonido que puede producir una pérdida de audición, ser nocivo para la salud o interferir gravemente en una actividad.

Los ruidos de impacto o de impulso son ruidos de muy corta duración pero con un nivel acústico muy elevado, como las detonaciones y las explosiones.

Los elementos necesarios para que el ruido se ponga de manifiesto son:

- Un foco productor, que produce la perturbación.
- Un medio de transmisión, que transporta la perturbación.
- Un sujeto, que capta y sufre sus efectos.

8.1. Parámetros del ruido

Medio	Velocidad de propagación (m/s)
Aire	340
Agua	1450
Hierro	5850

Un cuerpo al vibrar comprime las moléculas cercanas, creando unas perturbaciones, llamadas ondas acústicas, que se propagan en el medio ambiente con una **velocidad de propagación**, que depende de la densidad y elasticidad del medio. Ningún sonido puede ser transmitido en ausencia de materia en el vacío.

La intensidad acústica, I, es la cantidad de energía que en la unidad de tiempo, atraviesa una unidad de superficie perpendicular a la dirección de propagación de las ondas sonoras. Se mide en watios/m^2.

Esta propiedad del sonido hace que este se oiga fuerte o débil.

La presión acústica, P, es la diferencia entre la presión total instantánea en un punto, cuando existe una onda sonora, y la presión estática en ese mismo punto cuando no hay sonido.

La presión acústica se mide en μbar o en pascales.

Para que un sonido sea audible, la variación de la presión acústica debe estar comprendido entre 2.10^{-4} μbar y 200 μbar.

10 μbar = 1 pascal

Cuando la presión es menor de 2.10^{-4} μbar no captamos la variación de presión, si es superior a 200 μbar pueden producirse daños en el oído humano.

Como el margen de variación de la presión acústica es muy amplio, se utiliza una relación logarítmica para hacerla más manejable.

Llamamos **nivel de presión acústica, L_p,** a la relación:

$$L_p = 10.\log(P/Po)^2 = 10.\log(I/Io)$$

siendo **P** la presión acústica medida y **Po** la presión acústica de referencia a 2.10^{-4} μbar. Así pues, utilizamos como presión acústica de referencia la mínima presión acústica audible por el oído humano. La unidad de medida se expresa en **decibelios, dB**.

Los ruidos de impacto o de impulso pueden alcanzar niveles de presión acústicos en el pico de 140 dB.

En la gráfica adjunta se recogen los niveles sonoros de actividades cotidianas.

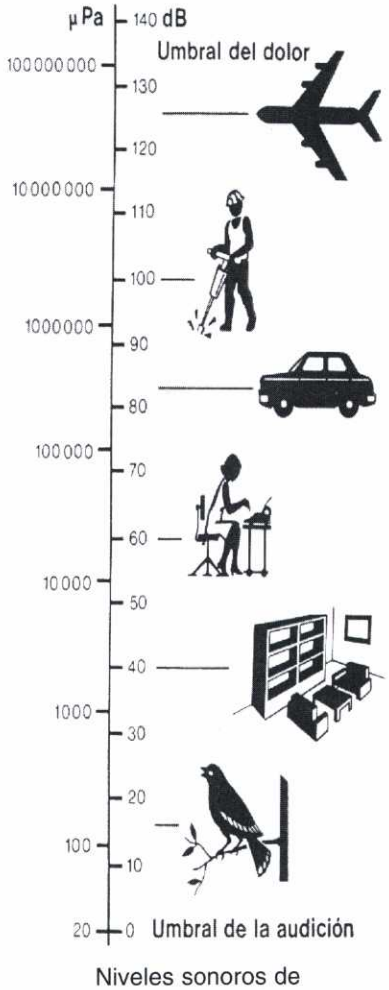
La frecuencia, f, es el número de variaciones de presión de la onda sonora en un segundo, se mide en hertzios, hz, o en ciclos por segundo. Cuando un sonido tiene una sola frecuencia, le llamamos sonido puro. Pero frecuentemente los sonidos y sobre todo los ruidos son una mezcla de varias frecuencias.

La frecuencia principal de un sonido nos da el tono característico, así un tono grave, como cuando se oye un trueno lejano es un sonido de baja frecuencia, mientras que un tono agudo, como cuando se oye el grito de un niño, es un sonido de alta frecuencia.

Los seres humanos podemos percibir frecuencias entre 20 y 20.000 hertzios, siendo infrasonidos los de frecuencia inferior a 20 hz y ultrasonidos los de frecuencia superior a 20.000 hz.

Para analizar las frecuencias de un sonido complejo se divide la gama de frecuencias audibles en secciones o bandas.

Cuando se hacen estudios sobre riesgos de lesiones auditivas y sobre las medidas correctoras que deben tomarse, hay que conocer el nivel de presión acústica y el rango de frecuencias del ruido que se estudia.



Niveles sonoros de actividades cotidianas.

Para ello los equipos que miden los niveles de presión acústica llevan unos filtros que dejan pasar sólo los sonidos dentro de una banda de frecuencias determinada.

Denominamos ancho de banda de frecuencia de una octava a aquella en la que la frecuencia más alta es dos veces la frecuencia más baja. Cada octava se identifica por su frecuencia central, dividiéndose el espectro de frecuencias audibles en las siguientes frecuencias: 31.5, 63, 125, 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000, 8.000 y 16.000.

En la tabla adjunta se recogen las frecuencias centrales junto al rango de frecuencia de cada banda de octava.

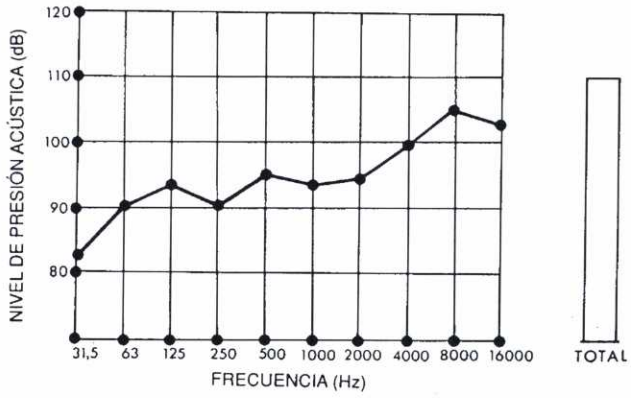
Frecuencia central	Rango de frecuencias
31,5	22 - 44
63	44 - 88
125	88 - 177
250	177 - 354
500	354 - 707
1.000	707 - 1414
2.000	1.414 – 2.828
4.000	2.828 – 5.656
8.000	5.656 – 11.312
16.000	11.312 – 22.624

La percepción del sonido por el oído humano depende tanto del nivel de presión acústica como de la frecuencia del sonido.

Cuando medimos el nivel de presión acústica se utiliza un filtro de octava de una frecuencia central dada. Los filtros electrónicos sólo dejan pasar más que los sonidos cuyas frecuencias están dentro de las bandas seleccionadas previamente, rechazando todas las demás.

El análisis de bandas de octava permite valorar, en dB, los niveles de presión acústica de cada banda de octava. Los resultados se pueden representar gráficamente, como en la siguiente figura donde se representan los niveles de presión acústica, para las frecuencias centrales de la banda de octava durante la perforación de una roca.

Para conocer el nivel de presión acústica total sumaremos los niveles sonoros de cada banda. Observamos que la banda principal es la de 8.000 hz con un nivel de presión acústica de 105 dB (A), siendo el nivel de presión acústica total de 110 dB (A).

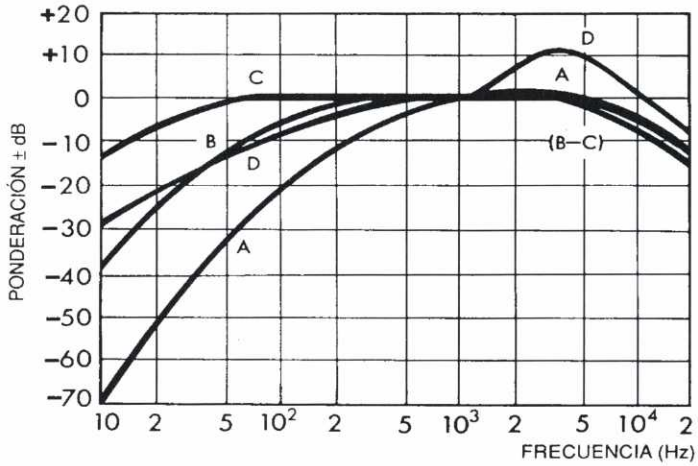


Para un mismo nivel sonoro total, puede haber distinta distribución de frecuencias. Para el hombre resulta más molesto el ruido, en el que predominan los niveles sonoros altos a mayores frecuencias.

Para poder determinar los riesgos de lesión auditiva, es preciso que los equipos medidores de sonido midan el mismo de una forma similar a cómo lo percibe el oído humano, con una ponderación del nivel de presión acústica en función de la frecuencia.

Según las frecuencia del mayor nivel sonoro, el ruido se apreciará grave o agudo.

Al aparato medidor se le acoplan varios filtros que producen diferentes ponderaciones del nivel sonoro tal como se refleja en las curvas A, B, C y D de la gráfica siguiente.



Frecuencia (Hz)	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Ponderación A (±dB)	−39	−26	−16	−9	−3	0	+1	+1	−1	−6

El filtro A actúa de una forma similar al oído humano, percibiendo más débilmente los sonidos de baja frecuencia que los de alta, para un mismo nivel de presión acústica. También aumenta la percepción para la gama de frecuencias de 2.000 a 4.000 hz.

Llamaremos nivel de presión acústica ponderado A (LpA), al que se registra con un aparato medidor de nivel sonoro equipado con un filtro A. Se expresará la unidad de medida en decibelios A (dB (A)).

Nivel continuo equivalente, LA_{eqT}, es el nivel de presión acústica eficaz ponderado A, en dB (A), promedio durante un tiempo de medida. Se puede considerar como un nivel continuo con una misma energía acústica.

La escala en decibelios no permite sumar ni restar aritméticamente los niveles de presión acústica del ruido, ya que es logarítmica.

Midiendo por separado los niveles sonoros de diversas fuentes de ruido, se puede conocer el nivel resultante cuando actúen simultáneamente, sumando al mayor de los niveles sonoros la corrección de la tabla adjunta:

Longitud de onda, λ, es la distancia que separa dos estados iguales de una onda sonora. Si conocemos la velocidad de propagación y la frecuencia de una onda sonora, la longitud de onda se calcula con:

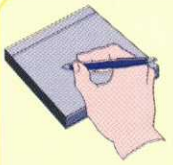
longitud de onda λ = velocidad del sonido / frecuencia

En la tabla adjunta se recogen las longitudes de onda de las frecuencias centrales de las bandas de octava del espectro audibles por el hombre.

Como puede apreciarse, a una frecuencia de 63 hz le corresponde una λ de 5,44 metros, mientras que a 4.000 hz le corresponde una λ de 0,08 metros. Por esto, los sonidos de baja frecuencia, con longitudes de onda largas bordean mejor los obstáculos siendo más difíciles de apantallar.

Diferencia entre mediciones	Incremento en dB (A)
0	3
1	2,6
2	2,2
3	1,8
4	1,5
5	1,2
6	1
7	0,8
8	0,6
9	0,5
10	0,4

Frecuencia (Hz)	Longitud de onda (m)
31,5	10,9
63	5,44
125	2,72
250	1,36
500	0,68
1.000	0,34
2.000	0,17
4.000	0,08
8.000	0,04



ACTIVIDADES

4. *Calcular los niveles de presión acústica correspondiente a la variación de presión acústica audible por el hombre.*

5. *Determinar el nivel de presión acústica de dos compresores iguales, que producen 90 dB (A) de nivel de ruido cada uno.*

6. *En un laboratorio tenemos un compresor de vacío cuyo nivel sonoro es de 78 dB (A), junto a un compresor de aire cuyo nivel sonoro es 82 dB (A). ¿Cuál será el nivel de presión acústica si los colocamos juntos?*

8.2. Efectos del ruido sobre el organismo

La exposición prolongada a niveles sonoros altos produce, con frecuencia, lesiones auditivas progresivas e irreversibles en las partes internas del órgano auditivo, que se ponen de manifiesto al cabo del tiempo y que pueden llegar a producir la sordera.

El ruido lesiona las células pilosas, por lo que se produce el deterioro progresivo de la capacidad auditiva, ya que cuanto mayor número de células estén dañadas, peor información recibe el cerebro.

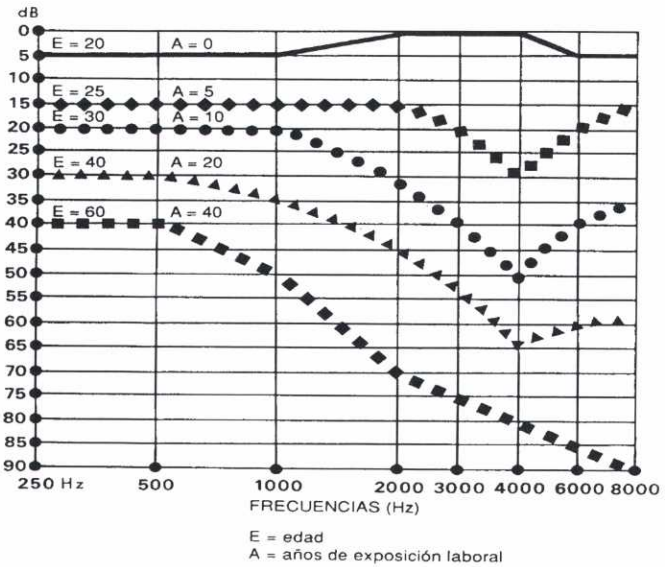
La pérdida auditiva es normalmente irreparable, siendo más acusada en las frecuencias altas a las que el oído es más sensible.

Los ruidos de impacto o de impulso pueden causar lesiones auditivas graves como la rotura del tímpano.

La sordera se desarrolla sin dolor, apreciándose primeramente en las frecuencias altas (sobre los 4.000 hz), con lo que se pierde nitidez en la captación de sonidos silbantes; si la exposición al ruido continua, la gravedad de las lesiones auditivas aumenta.

El riesgo de la lesión auditiva, debido al ruido, no depende exclusivamente de la exposición laboral, sino también de la exposición no laboral y de la edad del trabajador. En la siguiente gráfica se representa la pérdida típica de un trabajador expuesto a más de 90 dB (A) de nivel diario equivalente, durante 40 horas semanales a lo largo de diferentes años de exposición.

La pérdida auditiva depende de la edad y de los años de exposición a niveles sonoros altos.



¿Cómo se puede detectar la degeneración auditiva del trabajador para tomar medidas correctoras?

Para controlar la pérdida de la capacidad auditiva del trabajador se realizan exámenes audiométricos del oído.

La audiometría es un examen de la agudeza auditiva, que se realiza con un aparato llamado audiómetro. Con él se envían a unos auriculares que lleva colocados el trabajador, diferentes sonidos puros de frecuencia e intensidades crecientes. El trabajador indica a partir de qué momento detecta los sonidos, de esta forma se conoce el umbral de audición para cada frecuencia y se pueden detectar las sorderas incipientes del trabajador.

8.3. Criterios de valoración para el ruido

El R. D. sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo, recomienda tener presente los ruidos continuos de un nivel de presión acústica superior a 80 dB (A), como causantes de enfermedad profesional y los ruidos de impacto con un nivel de pico superior a 140 dB, como causa de accidentes inmediatos.

En el R. D. se clasifica a los trabajadores en grupos de riesgo, en función del nivel equivalente diario de exposición, y para cada uno de ellos establece la frecuencia de las evaluaciones de exposición y los controles médicos auditivos, como se refleja en esta tabla:

GRUPO	EXPOSICIÓN	EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN AL RUIDO	CONTROL MÉDICO AUDITIVO	PROTECCIÓN PERSONAL	VARIOS
1	$L_{A\ eq,d}$ < 80 dB (A) Pico < 140 dB	—	—	—	Plan General
2	$L_{A\ eq,d}$ entre 80 y 85 dB (A)	Trienal	Quinquenal	Dar si se solicita	Informar y formar
3	$L_{A\ eq,d}$ entre 85 y 90 dB (A)	Anual	Trienal	Dar a todos	Informar y formar
4	$L_{A\ eq,d}$ >90 dB (A) Pico > 140 dB	Anual	Anual	Uso obligatorio y señalizar	Informar, formar y programa de mejora

8.4. Equipos de medición de ruido

La medición más simple de un ruido es la determinación de nivel de presión acústica. Un ruido lo llamaremos estacionario, cuando el nivel de presión acústica sea constante a lo largo del tiempo. El ruido será no estacionario, cuando su nivel de presión acústica varíe con el tiempo.

El ***sonómetro*** es un aparato que mide directamente el nivel de presión acústica en decibelios. Es el aparato adecuado para medir un ruido estacionario, respondiendo al sonido de forma parecida al oído humano. Consta de los siguientes elementos:

- Un micrófono, que recibe las variaciones de presión y las convierte en señales eléctricas equivalentes.

- Filtros correctores de frecuencias, A, C, y L.
- Indicador de medida, con la lectura en la escala correspondiente: A, C y L.

Para medir hay que colocarlo a la altura del oído del trabajador, con la precaución de no interponerse entre el sonómetro y la fuente de ruido.

El dosímetro mide la exposición laboral del trabajador.

El ***dosímetro*** es un instrumento que suma todo el ruido recibido durante el tiempo de medida, dando el valor de la dosis recibida en tanto por ciento, con ello conoceremos el nivel de presión acústica equivalente del puesto de trabajo. Este aparato es adecuado para medir la exposición de un trabajador durante su jornada laboral y el ruido no estacionario. Con la ayuda de tablas se puede conocer el nivel de ruido en dB(A), en un puesto de trabajo donde se haya hecho la lectura con un dosímetro.

8.5. Sistemas de protección colectiva

Los factores necesarios para que un ruido pueda afectar a un trabajador son que existan una fuente generadora, un camino de propagación y un receptor.

La protección colectiva evita que el ruido llegue al receptor, eliminándolo en su origen o eliminando o reduciendo su transmisión por el aire.

La reducción del ruido en la fuente pasa por la eliminación de vibraciones (elementos antivibratorios) y reducción de las fuerzas que generan ruido (colocación de silenciadores, engrase de partes móviles, sustituir piezas, etc.).

El control de la propagación aérea del ruido consiste en atenuar el nivel sonoro que llega al receptor, mediante:

- Encapsulamiento total o parcial de la fuente emisora.
- Encerramiento del receptor.
- Colocación de barreras acústicas.
- Dotación al recinto de materiales con revestimientos absorbentes.

8.6. Vibraciones

Vibración es el movimiento oscilatorio de las partículas de los cuerpos sólidos respecto a una posición de referencia.

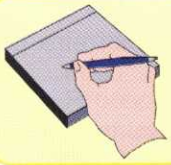
El hombre percibe las vibraciones en una gama de frecuencias, que va desde una fracción de hertzio a 1.000 Hz. La exposición prolongada a elevados niveles de vibración provoca desórdenes psicológicos, que pueden dar origen a enfermedades profesionales. Los trabajadores más expuestos son los que utilizan martillos neumáticos, pulidoras, maquinaria pesada, etc. Los efectos se manifiestan en forma de problemas en las articulaciones, en brazos y piernas y retardo en tiempos de reacción.

La medición se hace con un vibrómetro, que es un aparato parecido al sonómetro, pero con acelerómetro en lugar del micrófono, se adhiere a la superficie vibrante y mide el nivel de velocidad de esa superficie.

Las vibraciones se controlan por medio del:

- Aislamiento, con unos elementos elásticos que evitan la propagación de la vibración como muelles o ballestas.
- Amortiguación, utilizando materiales como soportes de caucho, que frenan la transmisión del movimiento.

Las vibraciones se corrigen con amortiguadores y aislamiento.



ACTIVIDADES

7. ¿Qué diferencia existe entre un sonómetro y un dosímetro?



RECUERDA

- **El parámetro básico del ruido es el nivel de presión acústica, que se mide en dB (A).**
- **Los seres humanos percibimos niveles sonoros de 0 a 120 dB (A), los niveles superiores corresponden al umbral del dolor.**
- **La percepción del sonido depende tanto del nivel de presión acústica como de la frecuencia del sonido.**
- **La sordera es el efecto de la exposición a niveles sonoros altos.**
- **El valor de presión acústica de referencia es de 80 dB.**
- **Sonómetros y dosímetros son los equipos que miden niveles sonoros.**

9. Contaminantes físicos. Calor

La exposición al calor intenso tiene dos características que le hace muy diferente al resto de los contaminantes, la primera es que es el único contaminante que es generado parcialmente por el hombre, la segunda es la gran resistencia que posee el organismo para enfrentarse al mismo adaptándose al calor externo, manteniendo al mismo tiempo, constante la temperatura interna.

El organismo pone en marcha un incremento de la circulación de la sangre en las proximidades de la piel, para transportar el calor interno. Por otro lado hay un efecto refrigerante de la evaporación del sudor.

La respuesta fisiológica del hombre al calor es la aclimatación, en ella se produce una disminución del ritmo cardíaco, un incremento de la sudoración y una reducción de la concentración salina del sudor.

9.1. Criterios de valoración y forma de medición del calor

La situación de **confort térmico** en que el individuo siente bienestar en un ambiente, es subjetiva para cada individuo. Para la valoración del estrés térmico, se utiliza el índice WBGT, donde se tiene en cuenta las condiciones ambientales del puesto de trabajo (intercambio térmico) y actividad laboral en estas condiciones (consumo energético y metabólico).

Los mecanismos de intercambio de calor del hombre con el entorno, pueden ser:

- **Convección**, intercambio de calor entre la piel y el aire que le rodea.
- **Radiación**, intercambio de calor en forma de rayos infrarrojos entre la piel y los objetos que rodean al cuerpo.
- **Evaporación**, intercambio de calor entre la piel y el aire por evaporación del sudor.

Tipo de actividad	Consumo energético
Consumo metabólico	0,070 KJ/s
Trabajo manual ligero	0,029 KJ/s
Trabajo manual pesado	0,063 KJ/s
Trabajo corporal ligero	0,244 KJ/s
Trabajo corporal pesado	0,488 KJ/s

El consumo energético debido al trabajo es difícil de cuantificar. En la tabla adjunta se recogen algunos de ellos en función del tipo de actividad.

Los valores admisibles de temperatura en función del tipo de trabajo se recogen en la tabla siguiente:

Valores admisibles de temperaturas WBGT

Régimen de trabajo-descanso	Carga de Trabajo		
	Ligero	Moderado	Pesado
Trabajo continuo	30	26,7	25
75% trabajo 25% descanso (cada hora)	30,6	28	25,9
50% trabajo 50% descanso (cada hora)	31,4	29,4	27,9
25% trabajo 75% descanso (cada hora)	32,2	31,1	30

El valor de la temperatura WBGT lo mide el monitor de estrés térmico, que mide la temperatura seca, húmeda y la temperatura radiante del puesto de trabajo. Los cálculos dependen de si la temperatura es exterior o interior.

Si es exterior con radiación solar:

WBGT = 0,7 x temp. húmeda + 0,2 x temp. de globo + 0,1 x temp. seca

Si es interior o exterior sin exposición solar:

WBGT = 0,7 x temp. húmeda + 0,3 x temp. de globo

Se llama temperatura húmeda natural a la temperatura medida en ºC, por un termómetro de Hg cuyo bulbo está recubierto de muselina empapada en agua, sin que esté apantallado de las fuentes de radiación.

Se llama temperatura seca a la temperatura medida en ºC, por un termómetro de Hg cuyo bulbo se ha apantallado de la radiación, sin que se restrinja la circulación natural de aire a su alrededor.

Se llama temperatura de globo a la temperatura medida en ºC, que indica un termómetro de Hg alojado en el centro de una esfera de Cu hueca, de 15 cm de diámetro, pintada exteriormente de negro mate.

Para aplicar los criterios de valoración hay que analizar el nivel de intercambio que depende de un lado de la temperatura, la velocidad y la humedad del aire, y de otro lado del nivel de actividad del individuo.

9.2. Efectos patológicos y medidas preventivas

Los efectos de la exposición al calor no se producen de forma lenta y progresiva, sino de forma brusca. El más grave de los efectos es el **golpe de calor**, en el cual se produce un cese brusco de la sudoración, aumentando la temperatura interna del cuerpo rápidamente y, si no se efectúa un tratamiento adecuado, puede sobrevenir la muerte.

Otros trastornos son la deshidratación provocada por la abundante transpiración y el síncope térmico, que es el desmayo por altas temperaturas en el trabajador no aclimatado.

Los medios de protección pueden ser:

- Protección contra la radiación solar mediante pintura reflectante, riego superficial o toldos.
- Protección contra fuentes interiores de radiación (como apantallamiento o aislamiento) o de convección (ventilación o extracción localizada).
- Protección contra el medio de propagación con aire acondicionado o ventilación general.
- Protección del trabajador automatizando el proceso, alejamiento del foco de calor, disminución de la exposición y prendas de protección.

Medios de protección del calor:
- En el foco:
  Resistencia del tabique.
- En el medio:
  Aire acondicionado.
- En el trabajador:
  Reducir la exposición.



RECUERDA

- **El intercambio de calor entre el hombre y su entorno se hace por: convección, radiación y evaporación.**
- **Los valores de temperatura admisible dependen del nivel de temperatura y del tipo de trabajo.**

10. Contaminantes físicos. Radiación electromagnética

Las radiaciones electromagnéticas son una forma de presentación y de transmisión de la energía en la naturaleza.

Las radiaciones aumentan su nocividad con su nivel de energía y su capacidad de penetración.

Estas radiaciones pueden desplazarse por el espacio sin utilizar ningún tipo de soporte material, por ello el organismo no las detecta, pero pueden producir daños a la salud. Las ondas de radio, la luz visible, los rayos X, son formas de radiación electromagnética que se diferencian entre sí por su origen y su energía.

Las radiaciones se clasifican en:

- **Radiaciones ionizantes**, son la fracción más energética de las radiaciones electromagnéticas. Son radiaciones ionizantes los rayos X, los rayos gamma y las partículas alfa y beta.
- **Radiaciones no ionizantes**, son las radiaciones que transportan menos energía como las de microondas y las de radar.

10.1. Radiaciones ionizantes

Una radiación se dice que es ionizante cuando su nivel de energía es suficiente para arrancar electrones de la corteza de los átomos, produciendo su ionización.

Los distintos tipos de radiaciones ionizantes se caracterizan por:

- El poder de ionización, que es proporcional al nivel de energía.
- La capacidad de penetración, que es inversamente proporcional al tamaño de las partículas.

Se puede hacer una clasificación de las radiaciones ionizantes, según el origen y la naturaleza de las radiaciones:

- ***Radiaciones α***, que son núcleos de helio cargados positivamente. Son de origen nuclear, con un poder de ionización alto y una capacidad de penetración baja.

- ***Radiaciones β***, que son electrones cargados negativamente, originados en la corteza del átomo, con un poder de ionización inferior que las radiaciones α y un mayor poder de penetración.

- ***Radiaciones γ y rayos X***, son radiaciones electromagnéticas sin masa, con un poder de ionización relativamente bajo y gran poder de penetración.

Efectos y nivel de exposición de las radiaciones en el organismo

Las radiaciones pueden ser nocivas tanto por su naturaleza como por su intensidad. Las radiaciones ionizantes se caracterizan por su corta longitud de onda, su peligrosidad radica en que no se percibe su radiación, notándose sus efectos cuando no puede hacerse nada por evitarlos.

Los efectos nocivos de las radiaciones pueden manifestarse al cabo del tiempo.

Las radiaciones ionizantes en contacto con el organismo, producen diversas alteraciones, por la ionización de los elementos que forman las células y los tejidos. En el cuerpo humano hay dos tipos de riesgo, la irradiación y la contaminación radiactiva.

La ***irradiación*** se produce cuando la persona está expuesta a una fuente sin estar en contacto con la misma. Esta irradiación es total si está expuesto todo el cuerpo y parcial si sólo lo está una parte del mismo.

El riesgo de radiación es mayor para las radiaciones muy penetrantes como es el caso de los rayos X y de las radiaciones γ.

La ***contaminación radiactiva*** se produce cuando hay contacto con la fuente radiactiva. La contaminación puede ser interna o externa según penetre o no dentro del cuerpo.

Estas radiaciones producen unos efectos biológicos adversos porque actúan sobre la molécula del ADN, fragmentándola produciendo aberraciones cromosómicas, que tienen efectos genéticos en la descendencia. También pueden modificar la estructura química originando mutaciones en el mensaje genético, este riesgo puede producir cáncer.

Las radiaciones producen efectos estocásticos, ya que cuanto mayor sea la dosis recibida, es más probable que se produzca el daño. Es así cuando se reciben dosis no muy altas pero durante largos períodos de tiempo. Los riesgos son de cáncer, leucemia y trastornos genéticos.

Llamamos dosis a la cantidad de energía absorbida en un punto del individuo o del medio por unidad de masa. La unidad de medida del SI es el Gray (Gy), que equivale a 100 rads del sistema cegesimal.

La dosis equivalente es la dosis absorbida por el individuo, considerando el daño o efecto biológico producido. La unidad de medida del SI es el Sievert (Sv), que equivale a 100 rems del sistema cegesimal.

Las radiaciones también tienen efectos no estocásticos, porque hay una relación entre la dosis recibida y la gravedad del efecto. Es así cuando el trabajador recibe una dosis alta durante un tiempo corto. La dosis umbral corresponde a 0,25 Sv.

Los límites de dosis se aplican a la suma de las dosis recibidas por exposición externa, durante un período de tiempo determinado. Los límites de exposición se recogen en la siguiente tabla:

Exposición total y homogénea	
Personas profesionalmente expuestas	
– todo el organismo	50 mSv/año
– estudiantes	15 mSv/año
Personas profesionalmente no expuestas	
– todo el organismo	5 mSv/año
Exposición total no homogénea Exposición parcial del organismo	
Personas profesionalmente expuestas	
– cristalino	150 mSv/año
– piel	500 mSv/año
– extremidades	500 mSv/año
– otros órganos o tejidos	500 mSv/año
Personas profesionalmente no expuestas	
– cristalino	15 mSv/año
– piel	50 mSv/año
– extremidades	50 mSv/año
– otros órganos o tejidos	50 mSv/año
Casos especiales	
Mujeres en condición de procrear (abdomen)	13 mSv/trimestre
Mujeres gestantes (feto)	10 mSv/embarazo

Hay dos tipos de detectores de radiación: los monitores de radiación, que dan una lectura continuada de los niveles de radiación existentes en el lugar de medida, y los dosímetros, que indican la cantidad de radiación acumulada, que recibe un trabajador en un período de tiempo.

Medidas de protección contra las radiaciones ionizantes

Hay tres sistemas básicos de protección en los casos de irradiación interna, cuando no hay contacto con la fuente:

- Disminuir al máximo el tiempo de permanencia en las proximidades de las fuentes de radiación.
- Procurar que la distancia a la fuente sea la máxima posible, ya que la intensidad de la radiación decrece con el cuadrado de la distancia.
- Colocar barreras entre las fuentes y el personal expuesto, el espesor y el material de la barrera depende del tipo de radiación. Del mismo material serán las prendas de protección personal que se utilicen. Así para los rayos X hay sistemas de protección específicos, de mirillas con vidrios plomados, y se utilizan delantales y manoplas de plomo.

En los laboratorios que haya riesgos de exposiciones a radiaciones por manejo de radioisótopos, las medidas preventivas deben estar en instalaciones adecuadas, con planes de trabajo determinados, utilización de protecciones personales, y con la información y formación necesarias del personal.

10.2. Radiaciones no ionizantes

Llamamos radiaciones no ionizantes a aquellas del espectro electromagnético, que no tienen energía suficiente para producir la ionización de la materia sobre la que inciden.

Radiaciones no ionizantes son las radiaciones de radiofrecuencias, microondas, infrarrojo, visible y ultravioleta.

Radiofrecuencias y microondas

Estas radiaciones tienen su mayor utilidad en la telecomunicación y en calefacción por alta frecuencia para fines médicos e industriales.

Cuando entran en contacto con medios biológicos, estos absorben parte de la energía de la radiación y la transforman en calor. Si la capacidad de disipación del calor es inferior al calor proveniente de la radiación tenemos un "golpe de calor".

Estas radiaciones a altas frecuencias tienen un gran poder de penetración en los tejidos biológicos, afectando a órganos como el sistema nervioso central y el circulatorio, y alteraciones en el sistema digestivo.

Región del espectro	Longitud de onda, Å	Penetración* (mm)
Ultravioleta lejana	1800-2900	0,01-0,1
Ultravioleta cercana	2900-3900	0,1-1,0
Espectro visible	3900-7600	1,0-10
Infrarrojo cercano	7600-15000	10-1,0
Infrarrojo lejano	15000-150000	1,0-0,05

*Poder de penetración en la piel humana

Los riesgos para la salud por estos efectos térmicos se producen tanto para el organismo como para los ojos. En la tabla siguiente se indican los niveles máximos por debajo de los cuales no hay riesgos:

Densidad de potencia	Densidad de energía y nivel de exposición
< 10 mw/cm^2	1 mw/cm^2 (8 hor/día)
10-25 mw/cm^2	1 mw/cm^2 (6 min)
> 25 mw/cm^2	no permitida

Radiación infrarroja

Las fuentes de emisión pueden ser de origen natural, como la radiación solar, y de origen industrial, como la de las lámparas incandescentes, los hornos de fusión de metales, soldadura al arco, etc.

Los efectos dañinos que producen en el organismo se manifiestan en la piel y en los ojos. La energía térmica, que llega a la piel, se elimina por radiación y convención, si no se puede eliminar toda la energía que llega, se produce un golpe de calor.

Las lesiones oculares más frecuentes con radiación infrarroja son las cataratas.

Los límites de tolerancia del cuerpo humano a la radiación infrarroja se recogen en la tabla siguiente:

Parte del cuerpo	Energía térmica
Piel	0,04 cal / cm^2 sg.
Córnea (800 a 1.100 nm)	7,6 julios / cm^2
(1.200 a 1.700 nm)	2,8 julio / cm^2
Iris	10,8 julio / cm^2
Retina	1 julio / cm^2

Radiación ultravioleta

La radiación ultravioleta puede ser de origen natural, como es la de origen solar, y de origen artificial, como las lámparas de vapor de mercurio, las lámparas de luz solar, plasma, etc.

Los equipos de medida del laboratorio tienen fuentes de radiación no ionizante.

Los efectos de la radiación ultravioleta sobre los tejidos biológicos se manifiestan como:

- Pigmentación de la piel expuesta.
- Enrojecimiento de la piel y quemaduras.

Sobre los ojos actúa inflamando el tejido conjuntivo y la córnea.

Hay unos límites de exposición para la radiación ultravioleta:

Grado de exposición	Irradiación efectiva
320-400 nm, t > 1.000 seg.	1 mW / cm^2
t < 1.000 seg.	1 julio / cm^2
200-315 nm, t = 8 horas	0,1 W / cm^2
t = 2 horas	0,4 W / cm^2
t = 1 horas	0,8 W / cm^2
t = 30 minutos	1,7 W / cm^2
t = 5 minutos	5,0 W / cm^2

Protección contra las radiaciones no ionizantes

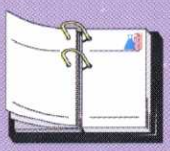
En todas las zonas, donde esté previsto un peligro potencial de radiación, se colocarán avisos de precaución, que recuerden la situación de riesgo.

Para prevenir las exposiciones de este tipo de radiaciones, se utilizan pantallas, blindajes y equipos de protección individual. Se ha de tener en cuenta que cada zona de radiación es diferente, en cuanto a sus características de absorción y reflexión.

Para la radiación de radiofrecuencia, la medida básica de protección son cascos y gafas de tela metálica.

Para las radiaciones infrarrojas y ultravioletas, lo más eficaz es apantallar el foco de emisión, si hay radiación en el área de trabajo se deben utilizar ropas apropiadas, cremas para la piel y guantes.

Para la cara y ojos se utilizan pantallas que van provistas de filtros, acordes con la intensidad de las radiaciones de las que tienen que proteger. La misión de los filtros es modificar la radiación que los atraviesa, para ello tienen un factor de transmisión característico de cada tipo de cristal.



RECUERDA:

- **Las radiaciones electromagnéticas pueden ser ionizantes y no ionizantes.**
- **Las radiaciones ionizantes como los rayos α:**
  - **Ionizan los átomos con los que entran en contacto.**
  - **La exposición se produce por irradiación y contaminación radioactiva.**
  - **Tienen efectos biológicos adversos al actuar sobre el ADN.**
- **Las radiaciones no ionizantes como la radiación infrarroja, producen efectos dañinos en la piel y en los ojos.**

11. Contaminantes biológicos

Son seres vivos microscópicos que pueden estar presentes en puestos de trabajo, siendo capaces de producir efectos adversos para la salud de los trabajadores, como procesos infecciosos, tóxicos o alérgicos.

Las principales actividades profesionales no son actividades, sino lugares que conllevan riesgo de contaminación biológica. Son aquellas que se realizan en laboratorios, hospitales, con la cría de animales, la recogida de basuras, el procesamiento de alimentos y los curtidos.

El trabajo con muestras biológicas implica riesgos higiénicos.

En los laboratorios, el trabajo con muestras biológicas implica riesgos, por la posible presencia de agentes infecciosos en los especímenes a estudiar. Además conviene tener en cuenta el efecto sinérgico de algunos agentes químicos y físicos.

Los organismos que pueden causar enfermedades tienen naturalezas muy distintas. Según sus características, los organismos se clasifican en los siguientes grupos: bacterias, virus, ricketsias, hongos y parásitos.

- Las ***bacterias*** son organismos unicelulares, simples, muy pequeños (0,005 mm), capaces de resistir condiciones muy adversas en el medio en que viven, pueden llegar a soportar hasta 100 ºC en forma de esporas. Al penetrar en el organismo, se convierten de nuevo en bacterias que se multiplican por escisión binaria, generando la enfermedad.

  Las infecciones que producen se originan en heridas o por ingestión de alimentos infectados. Son bacterias la salmonella, la escherichia coli y las que producen tétanos, tuberculosis y brucelosis.

- Los ***virus*** son unos agentes, parásitos patógenos no celulares. Son formas de vida muy sencillas de un tamaño de millonésima de milímetro; son parásitos obligados por necesitar estar asociados a una célula para manifestarse, no pudiendo crecer o multiplicarse fuera de ella. Pueden producir la hepatitis vírica, el SIDA, la rabia y otras enfermedades.

- Las ***rickectsias*** son microorganismos de forma de coco o bacilo, de menor tamaño que las bacterias; son parásitos obligados, asociados a artrópodos; y son responsables del tifus exantemático.

- Los ***hongos*** son formas de vida microscópicas de especies vegetales, que se desarrollan formando filamentos y atacan a la

piel, aunque también pueden atacar a los órganos internos. Su hábitat natural es el suelo, pero pueden ser parásitos de animales y plantas. Por ejemplo, son hongos las cándidas que atacan a la piel.

- Los ***parásitos*** son organismos animales de tamaño apreciable, varios milímetros, que pueden permanecer en el interior del organismo, como protozoos, helmintos y artrópodos. Los más conocidos son las lombrices y los ácaros.

Los agentes biológicos pueden transmitirse en el laboratorio por las vías:

- Digestiva (ingestión), por inadecuado lavado de manos o por consumir bebidas, comidas o fumar dentro del laboratorio.
- Respiratoria, inhalación de aerosoles formados en procesos de centrifugación, mezclado, etc.
- Dérmica, a través de la piel o las mucosas, por utilización de ropas sucias, salpicaduras. Esta vía se potencia si el estado de integridad de la piel es deficiente, vía parenteral.

Criterios de valoración biológicos

Los contaminantes ambientales de origen biológico pueden ser compuestos orgánicos volátiles, liberados de los organismos vivos o bioaerosoles, que son partículas suspendidas en el aire de compuestos o productos de organismos vivos.

Las vías de entrada de los microorganismos al trabajador son idénticas a las de los contaminantes químicos.

Todas las personas estamos expuestas de forma continua, en todas partes, a una amplia gama de contaminantes biológicos.

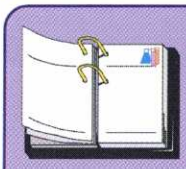
No hay valores TLV para las concentraciones de organismos totales o específicos, ni para agentes infecciosos o contaminantes de procedencia biológica. Las causas son las siguientes:

- Las respuestas de las personas a una contaminación dada, varía desde los efectos inocuos hasta la enfermedad grave, dependiendo del agente biológico y de la susceptibilidad de la persona.
- Los bioaerosoles son mezclas complejas de diferentes clases de microorganismos.
- Las concentraciones medibles en los bioaerosoles dependen del método de toma de muestras y análisis, no pudiéndose recoger y analizar todos los componentes biológicos con un único método de muestreo.
- La información existente sobre contaminantes individuales, que producen efectos adversos para la salud, contiene sólo datos cualitativos de las exposiciones de los trabajadores, no conociendo valores de la exposición sobre los agentes contaminantes.
- Los componentes y concentraciones de los bioaerosoles varían ampliamente, por ello las muestras puntuales en períodos cortos no representan la exposición del trabajador.
- Los contaminantes biológicos no son evaluables, ya que no existen valores límite establecidos. De hecho la simple detección de algunos organismos patógenos obligaría a tomar medidas de control.

Medidas preventivas con agentes biológicos

La Directiva 90/679/CEE recoge las obligaciones del empresario, en cuanto a medidas preventivas generales para la exposición a agentes biológicos.

Los principales sistemas preventivos de la contaminación biológica son la higiene personal, la utilización de prendas de protección personal, los procedimientos adecuados de trabajo, la formación e información de los trabajadores, el orden y la limpieza en el puesto de trabajo, un sistema de ventilación adecuado, las vacunaciones, los tratamientos farmacológicos y el tratamiento de las heridas con antisépticos.



RECUERDA:

- **Los contaminantes biológicos son seres vivos microscópicos como bacterias y virus, que pueden producir efectos infecciosos y tóxicos.**
- **No hay criterios de valoración para los contaminantes biológicos.**
- **Las medidas preventivas básicas consisten en seguir las normas de higiene personal y los procedimientos de trabajo.**

12. Prácticas higiénicas a realizar en el laboratorio

La higiene en el laboratorio debe empezar por cada individuo, vigilando su aseo y siguiendo las normas higiénicas de forma particular. Dentro de estas normas están:

- No debe permitirse comer, beber, ni fumar en el área de trabajo.
- Los alimentos, bebidas, tabaco y cualquier otro producto destinado a ser ingerido (chicles, golosinas) deben ser guardados y consumidos en áreas independientes a las de trabajo y en los períodos de tiempo destinados a ello.
- Las manos deben lavarse después de cada actividad que haya supuesto contacto con sustancias tóxicas, cáusticas, infecciosas, irritantes, nocivas o corrosivas.
- Las manos también deben lavarse antes de comer, después de ir al lavabo y al inicio y al final de la jornada de trabajo. Los sistemas de secado de las manos preferibles son aquellos en que se utiliza material no reutilizable, como papel o aire.
- La piel por estar en contacto con el exterior, recibe los ataques de los contaminantes y está en contacto con ellos. Por ello, el personal expuesto debe ducharse al finalizar el trabajo.
- La ropa y los efectos personales deben dejarse en taquillas individuales, dentro de vestuarios, separados del área de trabajo.
- La ropa de trabajo no debe guardarse en contacto con alimento o ropas de calle.
- El personal con pelo largo debe llevarlo recogido por detrás y, según el nivel de riesgo, debe de estar cubierto con gorros, pañuelos, etc.
- No es aconsejable llevar barba, en todo caso conviene que sea corta y aseada.
- No es aconsejable llevar joyas u objetos personales, ya que en ellos pueden condensarse productos contaminantes.

Una buena formación práctica en el laboratorio se aprecia en el seguimiento de las normas higiénicas.

En los laboratorios con alto riesgo de toxicidad, habrá vestuarios para la ropa de trabajo y la ropa de calle, separados por la zona de aseo.

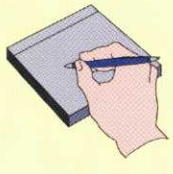
La utilización de las prendas de seguridad, debe hacerse según los riesgos específicos de cada laboratorio, de forma general:

- Las gafas de seguridad deben utilizarse siempre que se manejen productos corrosivos, líquidos a ebullición o exista algún riesgo de proyecciones.
- Las gafas de seguridad deben llevan protectores laterales, no es aconsejable la utilización de lentes de contacto, en lugar de ello deben llevarse gafas de seguridad graduadas.
- Las batas, calzado de seguridad u otros tipos de ropa deben llevarse correctamente puestos, limpios y, únicamente, dentro de la zona de trabajo.
- Todos los equipos de protección personal tendrán un lugar donde ser guardados, su mantenimiento debe estar organizado y ha de ser posible su sustitución.

La manipulación y almacenamiento de los productos químicos en un laboratorio constituye un riesgo específico bajo el punto de vista higiénico, por ello:

- Cada recipiente debe estar identificado con el tipo de riesgo, de sustancia peligrosa que contiene (inflamables, explosivas, tóxicas, oxidantes, corrosivas, nocivas y radiactivas), y tener la etiqueta con las frases de riesgo y seguridad, que informarán de los riesgos y los sistema de prevención.
- Deben estar disponibles las fichas técnicas de los productos manejados en el laboratorio, donde estarán descritos los riesgos higiénicos de forma especifica.
- Deben incluirse en cada metódica analítica las precauciones especiales, por las distintas manipulaciones de los productos manejados, haciendo especial mención a la forma en que deben realizarse las actividades para disminuir los riesgos higiénicos, tal como la utilización de la campana extractora.
- Debe hacerse el trasvase de productos tóxicos siempre en campana extractora o en lugares bien ventilados.
- Sólo se trasvasarán en las mesas de trabajo pequeñas cantidades de líquido para el propio proceso de trabajo.
- No se debe pipetear ningún tipo de solución con la boca. Esta operación debe hacerse con el sistema de aspiración apropiado o con sistemas dosificadores.
- Siempre debe cerrarse el recipiente una vez extraída la cantidad de producto necesaria, devolviendo el envase a su lugar de almacenamiento.

Los riesgos higiénicos pueden provenir de una deficiente manipulación de los productos químicos.



ACTIVIDADES

8. *Bajo el punto de vista higiénico y trabajando en un ambiente contaminado, ¿cuál de las siguientes actitudes no es eficaz?*
a) Lavarse las manos antes de comer.
b) Dejar los cigarrillos en la sala de descanso.
c) Exigir la manipulación de productos tóxicos en la campana.

9. *En un laboratorio con un ambiente tóxico, ¿qué precauciones son recomendables para el cabello?*
a) Lavarlo cada vez que se abandone un ambiente tóxico.
b) Llevarlo recogido y cubierto.
c) Llevarlo corto y lavarlo con frecuencia.
d) Utilizar siempre casco de seguridad.

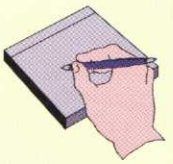


RECUERDA:

Las prácticas higiénicas pueden resumirse en:

- **Evitar el traslado de contaminantes del laboratorio a otra actividad de nuestro entorno diario.**
- **Evitar la contaminación por vía dérmica y digestiva.**
- **Utilizar de forma correcta los equipos de protección individual cuando sea necesario.**
- **Impulsar los hábitos de trabajo correctos.**

Actividades de heteroevaluación



h8.1. *¿Cuál de los siguientes contaminantes tiene una mayor toxicidad? Justifícalo.*
a) TLV = 3 mg/m³.
b) TLV = 15 mg/ m³.
c) TLV-C = 3 ppm.
d) TLV-C = 3 mg/m³.

h8.2. *La determinación analítica de un contaminante en el ambiente de trabajo es de 36 mg/m³, siendo su TLV de 250 mg/m³ Esto indica que:*
a) Debemos actuar urgentemente.
b) No es aconsejable tomar medidas correctoras.
c) Debemos seguir midiendo periódicamente.
d) Podemos olvidarnos del problema.

h8.3. *Precisa qué tipo de mediciones harías y en qué momentos dentro del laboratorio, para determinar los riesgos higiénicos debidos a una destilación fraccionada con un determinado compuesto orgánico.*

h8.4. *Tenemos dos ruidos con el mismo nivel y diferente frecuencia. ¿Cuál de ellos es más perjudicial?, ¿por qué?*

h8.5. *¿Cuál es el objeto que tienen las audiometrías?*
a) Asegurar el buen funcionamiento de equipos de protección individual.
b) Comprobar el nivel de ruido en un puesto de trabajo.
c) Determinar el umbral mínimo de audición del trabajador.
d) Detectar los primeros síntomas de lesión auditiva.

CIDEAD
CENTRO PARA LA INNOVACIÓN
Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN
A DISTANCIA

FONDO
SOCIAL
EUROPEO



Formación Profesional a Distancia

UNIDAD 9

Equipos de protección individual (EPI)

Seguridad y ambiente químico en el laboratorio

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN PERMANENTE

CENTRO PARA LA INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

54:37
BUE

Coordinación:
Carlos Ferrer Muñoz

Autor:
Víctor Bueno Bernal

Comisión de Seguimiento Técnico del CIDEAD:
Aurelio Gómez Feced (Director)
Luis Salcedo Sigüenza (Coordinador)
Félix García Zarcero
Ángel Millanes Moreno

Diseño y maquetación:
Julio Morales Villasevil



© MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y PROMOCIÓN EDUCATIVA

Edita: SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA: Centro de Publicaciones

NIPO: 176-99-150-6
ISBN: 84-369-3316-8
Depósito Legal: M-6912-2000
Imprime: Grupo Industrial de Artes Gráficas
Ibersaf Industrial, S. L.

Unidad 9
Equipos de protección individual (EPI)

Autor:

Víctor Bueno Bernal

Índice

Presentación de la unidad 6

1. Características generales de los equipos de protección individual 7

2. Implantación del uso de los EPI 8

3. Homologación de los EPI 10

4. Clasificación de los EPI 11

5. Protección de los ojos y de la cara 13

5.1. Protección frente a las radiaciones no ionizantes 14

6. Protección de las manos 15

7. Ropa de trabajo y de protección 17

8. Protección respiratoria 18

8.1. El adaptador facial 19

8.2. Equipos suministradores de aire 19

8.3. Filtración del aire contaminado 20

8.4. Equipos que suministran aire de forma independiente 21

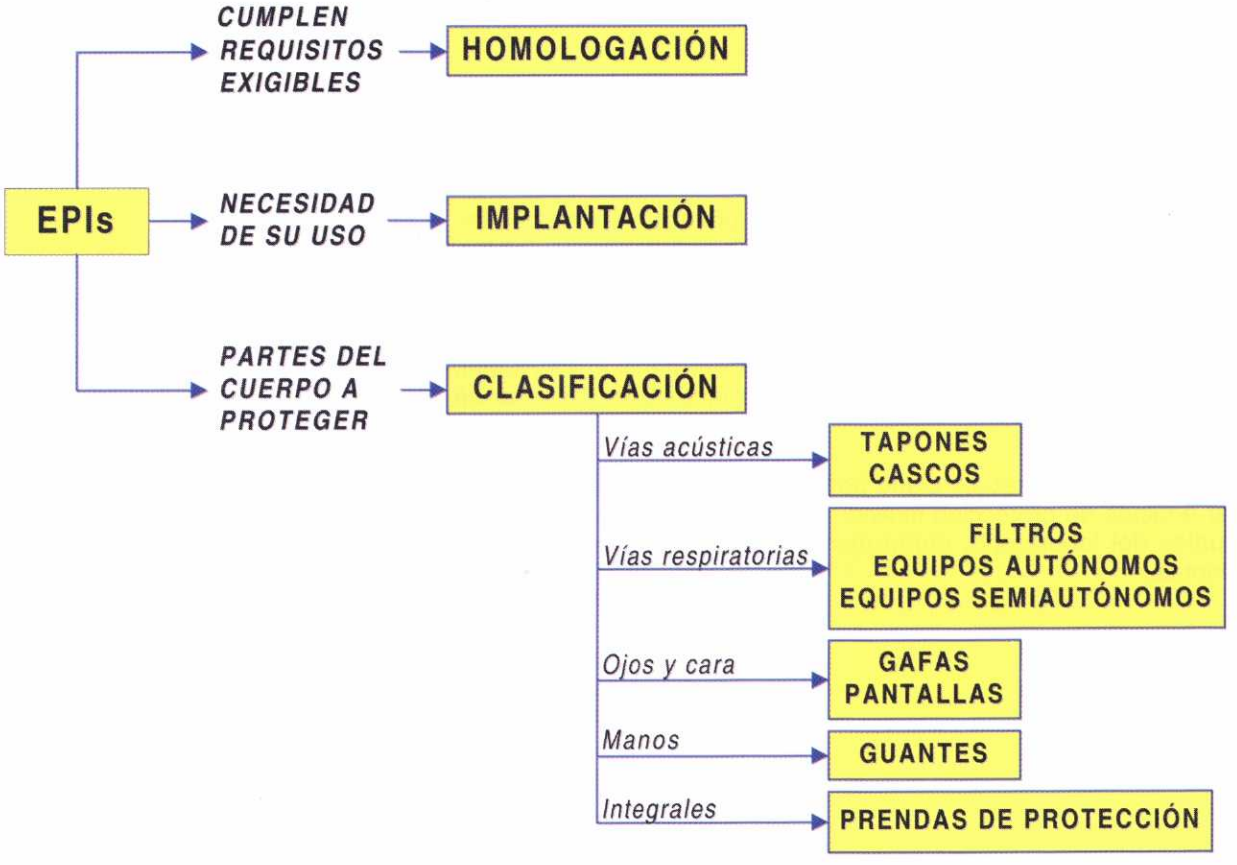
8.5. Elección de EPI de las vías respiratorias 22

8.6. Mantenimiento de EPI de las vías respiratorias 22

9. Protección del aparato auditivo 24

9.1 Elección de los EPI del aparato auditivo 24

Actividades de heteroevaluación 25


EPIs
CUMPLEN REQUISITOS EXIGIBLES
HOMOLOGACIÓN
NECESIDAD DE SU USO
IMPLANTACIÓN
PARTES DEL CUERPO A PROTEGER
CLASIFICACIÓN
Vías acústicas
TAPONES
CASCOS
Vías respiratorias
FILTROS
EQUIPOS AUTÓNOMOS
EQUIPOS SEMIAUTÓNOMOS
Ojos y cara
GAFAS
PANTALLAS
Manos
GUANTES
Integrales
PRENDAS DE PROTECCIÓN

En el trabajo que se realiza en los laboratorios, muchas de las actividades son de corta duración pero con sustancias de alto riesgo, por lo que el uso de los equipos de protección individual, EPI, suele ser recomendable. Hay cuatro tipos de EPI muy frecuentes en el laboratorio:

- Los guantes, para evitar los riesgos de contacto.
- Las gafas de seguridad, para detener proyecciones y salpicaduras.
- La ropa de trabajo, que será anti-ácido o adecuada al tipo de productos que se manipulen.
- Los equipos protectores de las vías respiratorias, para ser utilizados en caso de emergencia o de accidentes como fugas y rotura de recipientes con gases tóxicos.

En esta unidad, se tratan aspectos como la homologación y certificación de los EPI y los pasos necesarios para su aceptación generalizada por los trabajadores.

Se estudian los principales medios de protección personal, los objetivos de su utilización y las características que les son exigibles. Por supuesto, con especial interés en los medios de protección personal utilizados más frecuentemente en los laboratorios.

Se utilizan las expresiones equipos de protección individual, medios de protección personal y prendas de protección personal de forma sinónima.

A través de tu trabajo diario podrás comprobar la necesidad de utilizar equipos de protección individual, en determinadas actividades habituales del laboratorio, como último medio en la prevención de accidentes.

Al finalizar el estudio de esta unidad serás capaz de:

Conocer las características de los principales EPI utilizables en un laboratorio.

Especificar el modo de utilización y conservación.

Reconocer la sistemática de la implantación de los EPI, en un ambiente de trabajo.

Identificar el EPI que garantice el nivel de protección adecuado.

1. Características generales de los los equipos de protección individual

¿Qué es un equipo de protección individual?, ¿qué condiciones debe cumplir?, ¿cómo se determina su legalidad?

Llamaremos equipos de protección individual, EPI, a cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que se 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.

La protección personal es el último recurso a utilizar en la prevención. Los EPI son un factor de molestia para cualquier usuario, por ello debe evitarse su uso generalizado, porque indica que no se resuelve adecuadamente el riesgo origen del problema.

Los equipos de protección individual no eliminan los riesgos, sólo sirven para minimizar las consecuencias.

Estos equipos también se denominan medidas de protección, porque actúan frente al accidente/enfermedad, evitando las consecuencias que ocasiona el contacto.

Hay unos requisitos generales que deben cumplir todos los EPI, que se consideran esenciales, bajo el punto de vista de la seguridad y salud de los usuarios.

1. Los EPI deben garantizar una protección adecuada contra los riesgos de los que pretenden proteger.

2. Los EPI deben diseñarse y fabricarse de forma que en las condiciones normales de uso no impidan la realización normal de la actividad.

3. El grado de protección del EPI será tan alto como sea posible, teniendo como límite que un grado de protección superior haga que el uso del EPI no sea posible, durante el tiempo de exposición al riesgo.

4. Cuando haya diversos niveles de riesgo, se utilizará un equipo con el grado de protección adecuada.

5. Los EPI no ocasionarán riesgos ni molestias en condiciones normales de uso.

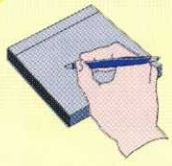
6. Los materiales constitutivos de los EPI, así como los posibles productos de degradación, no causarán efectos nocivos para la salud o la higiene del usuario. Dichos materiales serán lo más ligeros posibles, sin que perjudiquen a la solidez que sea necesaria en su uso.

7. El usuario del EPI podrá ponérselo de la forma más fácil posible, llevándolo puesto el tiempo que sea necesario.

El usuario debe recibir una información completa del EPI que utilice.

8. Los EPI se adaptarán lo más posible a la morfología del usuario y para ello, tendrán los sistemas de ajuste y fijación apropiados, debiéndose disponer de las tallas necesarias.
9. El fabricante suministrará los EPI con un folleto informativo, donde se encontrará toda la información útil de los mismos en lengua castellana. Al menos, contendrá:

   - Instrucciones de almacenamiento y uso.
   - Instrucciones de limpieza, mantenimiento y revisión, aconsejando los productos adecuados para ello, que no serán nocivos para la resistencia del EPI ni para el usuario.
   - Clase de protección que suministra a cada nivel de riesgo y limitaciones de uso.
   - Rendimiento conseguido en los ensayos sobre el grado o clase de protección que alcanza el EPI.
   - Fecha o plazo de caducidad de los EPI o de sus componentes.



ACTIVIDADES

1. *Determinar cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas o incorrectas y de acuerdo a cuál/es de los requisitos mencionados.*

a) Utilizar un equipo autónomo para prevenir la evaporación de un gas tóxico en el laboratorio.

b) Mantener limpios los cristales de las gafas de seguridad.

c) Utilizar los zapatos de seguridad más grandes, para ponérselos más rápidamente en caso necesario.

d) Utilizar guantes de cuero para sacar un crisol de la mufla.

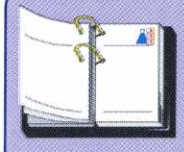
2. *¿Qué requisitos han de cumplir los equipos de protección individual?*

a) No ocasionar molestias en condiciones normales de uso.

b) Estar hechos de materiales biodegradables.

c) Eliminar los riesgos de los que protegen.

d) Tener una fecha de caducidad.



RECUERDA:

- **Los equipos de protección individual, EPI, son los equipos destinados a ser llevados o sujetados por el trabajador, para protegerse de los riesgos que amenazan su seguridad o su salud.**
- **Los EPI deben garantizar la protección adecuada, sin molestar en la actividad normal, ni ocasionar riesgos o molestias, debiendo adaptarse al usuario.**
- **Cuando los reciba el usuario llevarán un folleto informativo con las instrucciones de uso y mantenimiento.**

2. Implantación del uso de los EPI

Para implantar el uso de los equipos de protección individual, como medida de protección contra un determinado riesgo laboral, es necesario dar una serie de pasos para que la medida sea acertada, eficaz y aceptada por los usuarios.

Los pasos deben ser dados por los técnicos del Servicio de Prevención o por los mandos directos del usuario.

Primer paso: Uso necesario

La utilización de los EPI sólo debe impulsarse si no es posible eliminar la situación de riesgo, ni el empleo de equipos de protección colectiva.

Hay condicionantes técnicos y económicos, que hacen necesario su uso, como en los casos siguientes:

- Cuando no es posible instalar equipos de protección colectiva.
- Cuando hay un riesgo residual, después de utilizar la protección colectiva.
- Elevado costo de una protección colectiva, ante situaciones de riesgo poco frecuentes o de escaso nivel de riesgo, siempre que el EPI sea eficaz.
- Cuando la protección colectiva no sea compatible con el ritmo de producción.

Segundo paso: Selección del EPI adecuado

Para elegir el medio de protección más adecuado hay que tener en cuenta una serie de requisitos:

- Grado necesario de protección que se precisa para la situación de riesgo.
- Grado de protección que ofrece el equipo frente a dicha situación.
- Analizar la posible existencia simultánea de otros riesgos.
- El EPI no ha de provocar interferencias con el proceso productivo.

Si el EPI está sujeto a normas de homologación, una condición necesaria será que la protección personal esté oficialmente homologada.

Las dudas para elegir entre varios EPI deben resolverse permitiendo que el usuario participe en la selección final.

GUÍA PARA LA SELECCIÓN DEL EPI

1. Identificar el peligro a proteger.
2. Requisitos particulares del trabajo.
3. Decidir el grado de protección deseado.
4. Equipos homologados de la clase deseada.
5. Comodidad del equipo.
6. Línea estética o aspecto agradable.

Tercer paso: Convencimiento de la utilización del EPI

Para convencer al usuario de la necesidad del uso del EPI, hay que formar/informar al usuario de los riesgos a los que está expuesto en su actividad laboral. El trabajador debe comprender la necesidad del uso de la prenda de protección para evitar o disminuir las consecuencias en caso de accidente o incidente.

Cuarto paso: Normalización interna del uso

Hay que elaborar unas instrucciones de uso interno, en las que se especifiquen los objetivos y las condiciones de utilización del EPI, en los puestos de trabajo que estén sometidos a los riesgos sobre los que se quiere actuar.

Las instrucciones deben indicar las formas correctas de mantenimiento y uso de los EPI, así como las posibilidades y limitaciones de los mismos. También, debe quedar recogido en qué momento deben ser sustituidos por caducidad o por pérdida de alguna de sus propiedades.

Cada usuario debe recibir las instrucciones sobre los EPI que utiliza.

GUÍA PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS EPI

1. Comprender la necesidad de la utilización.
2. Conocer el uso correcto.
3. Recibir un EPI cada usuario.
4. Responsabilizar al usuario.
5. Introducir el uso en la norma de trabajo.
6. Disciplinar el uso.
7. Disponibilidad en el momento necesario.

Quinto paso: Distribución

Los EPI deben ser de uso individual, esta exigencia se deriva de la normativa, existiendo también razones técnicas e higiénicas entre ellas:

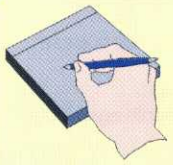
La no utilización por parte de un trabajador de un EPI necesario es responsabilidad del mismo y de su supervisor.

- Los EPI son eficaces si se ajustan a las características anatómicas del usuario.
- Cada usuario debe responsabilizarse del mantenimiento y conservación del equipo que se le entrega, por ello se establece un seguimiento y control de los EPI entregados.
- Cada usuario debe recibir instrucciones sobre las características, utilización y mantenimiento de los EPI que reciba.

Sexto paso: Supervisión

La responsabilidad de los que impulsan la utilización de las prendas de protección, termina con una supervisión, en la que se vigile que se cumplan los objetivos perseguidos de protección del usuario, para ello se debe:

- Controlar que se utilizan de forma correcta y se mantienen, según las instrucciones internas.
- Comprobar que se utilizan en todas las ocasiones que se precise sin excepciones.
- Vigilar que las características del equipo responden a las especificaciones y que no ocasiona molestias no previstas al usuario.



ACTIVIDADES

3. *Para la implantación de los equipos de protección individual, se requiere:*
a) Informar al usuario sobre su uso.
b) Asegurar la existencia de un stock suficiente.
c) Responsabilizar al usuario sobre su mantenimiento.
d) Homologar el EPI que se desea implantar.



RECUERDA:

- **El uso de los EPI debe implantarse cuando no es posible eliminar la situación de riesgo, pero previamente debe seleccionarse el EPI adecuado al riesgo.**
- **Debe convencerse al usuario de la necesidad de su utilización, elaborando unas instrucciones internas donde se recojan todos los datos que se consideren necesarios, para el uso correcto.**
- **Se distribuirán al personal que deba usarlo, vigilando que se usan adecuadamente.**

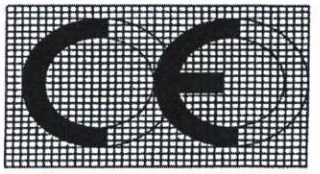
3. Homologación de los EPI

¿Qué quiere decir que un EPI está homologado?, ¿qué utilidad tiene?, ¿cómo sabemos si está homologado?

La protección de los trabajadores hace que sea necesario establecer las condiciones mínimas que deben cumplir los EPI, desde su diseño y fabricación hasta su comercialización, estableciendo las disposiciones de seguridad para su utilización por los trabajadores en el puesto de trabajo.

Cuando los fabricantes quieren homologar sus EPI, deben enviar a la Administración competente la siguiente documentación:

- Planos de conjunto y de detalle del EPI, con los resultados de ensayos de los prototipos.
- Relación de especificaciones técnicas y requisitos esenciales para la seguridad y salud del usuario, que se han tenido en cuenta en su desarrollo.
- Descripción de los medios de control y ensayo existentes en el proceso de fabricación.
- Folleto informativo que acompañará al EPI, cuando se entregue al usuario.

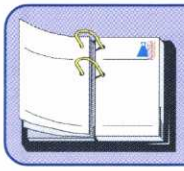


Diseño del logotipo del marcado "CE" (altura mínima 5 mm).

El fabricante tendrá un sistema de garantía de calidad del producto final obtenido o del proceso productor de los EPI.

Cada equipo de protección personal, cuyo prototipo haya sido homologado, deberá llevar en un lugar visible un sello inalterable y que no afecte a la resistencia del EPI con una marca CE, con una inscripción complementaria con las dos últimas cifras del año en que se realizó el marcado del EPI. El tamaño vertical de estos símbolos no podrá ser inferior a 5 mm.

Utilizar un EPI no homologado, cuando en el mercado haya homologados, equivale legalmente a no utilizar EPI. Un EPI no homologado ofrece dudas *a priori* en cuanto a su eficacia protectora.



RECUERDA:

- **Los EPI estarán homologados para asegurar su calidad, por lo que irán marcados con un sello inalterable.**

4. Clasificación de los EPI

Los EPI se pueden clasificar según diversos criterios como el tipo de riesgos del que protege a la persona, la parte del cuerpo que protege o según las características intrínsecas de cada equipo.

Los medios de protección personal pueden clasificarse según el tipo de protección que den al usuario en:

– Medios parciales de protección, que son aquellos que protegen frente a riesgos que actúan preferentemente sobre partes o zonas concretas del cuerpo como el cráneo, los ojos, el aparato auditivo, las extremidades inferiores o el aparato respiratorio.

– Medios integrales de protección, que son aquellos que protegen al individuo frente a riesgos que no actúan sobre partes o zonas determinadas del cuerpo. Así, en el caso de salpicaduras o caídas desde altura, se protegen con EPI como la ropa de trabajo o el cinturón de seguridad.

A continuación se relacionan las prendas o EPI adecuadas para determinados peligros en distintas zonas anatómicas.

Zona anatómica protegida	Peligro que puede originar el contacto o accidente	Prenda o equipo de protección utilizable
Cabeza	golpes, caída de objetos	casco de resistencia mecánica
	derrame de productos químicos	capuz para sustancias químicas
	atrapamiento de cabellos	gorras, cofias, redecillas
	descargas eléctricas	casco de resistencia eléctrica
	frío	gorro, casquete isotérmico
	agua, humedad	capucha impermeable
Ojos y cara	salpicadura productos químicos	gafas ajustadas, protector facial, capuz antiquímico
	gases y vapores tóxicos	máscara facial, capuz protector
	chispas, proyección partículas	gafas con cristal filtro securizado y protección lateral, pantalla facial
	radiación infrarroja	gafas y pantalla filtro infrarrojo, cremas
	radiación ultravioleta	gafas y pantalla filtro ultravioleta, cremas
	radiación ionizante	gafas y pantalla cristal emplomado
	radiación visible	gafas con cristal filtro, pantalla
	rayos láser	gafas anti-laser
	calor radiante	protector facial de plástico termorresistente
	polvo, viento	gafas ajustadas, máscara facial
Extremidades superiores	productos químicos	guantes y mangas impermeables y resistentes a la acción química
	infecciones agentes biológicos	guantes desechables
	contaminación	guantes desechables
	calor	guantes anticalóricos de cuero, lona, fibra
	golpes y abrasiones	guantes y manopla de cuero, lona, palmas reforzadas (almohadilla, malla metálica)
	cortes, rozaduras, pinchazos	manoplas, guantes, mangas y dediles (lona, cuero tratado, cota de malla)
	chispas, radiaciones, partículas	guantes de cuero o material sintético
	descargas eléctricas	guantes y mangas aislantes eléctricos
	agua, humedad	guantes impermeables
	frío	guantes isotérmicos
Extremidades inferiores	productos químicos	bota de caña, impermeable y resistente a la acción química
	contaminación	forro de plástico desechable
	infecciones agentes biológicos	zapatillas desechables, sandalias
	caídas, aplastamiento de objetos	calzado con puntera metálica, empeines
	descargas eléctricas	calzado aislante
	suelos húmedos y resbaladizos	bota impermeable, suela antideslizante
	frío	bota de material isotérmico
Cuerpo	productos químicos	trajes, batas, mandiles de material resistente a la acción química
	contaminación	vestidos desechables
	gases, sustancias agresivas	trajes impermeables resistentes, equipo con suministro de aire
	caídas de altura	cinturón de seguridad, equipos amortiguadores de caída
	descargas eléctricas	equipo aislante (vestimenta, banquetas)
	radiaciones no ionizantes	vestimenta de cuero
	radiaciones ionizantes	equipo plomado
	humedad, agua	trajes y mandiles impermeables
	calor	trajes anticalóricos, equipos enfriados (por aire, agua)
	fuego, llamas	equipo aluminizado, trajes ignifugados
	frío	traje isotérmico
Vías respiratorias	deficiencia de oxigeno	equipo independiente autónomo, equipo semiautónomo
	contaminante tóxico gaseoso	autónomo a presión positiva, equipo semiautónomo, adaptador facial con cartucho de retención del gas tóxico, equipo de autosalvamento
	contaminación por partículas	equipo semiautónomo, adaptador facial con cartucho de retención de partículas.
Sistema auditivo	elevada presión sonora	tapón auditivo, orejeras, casco antirruido



RECUERDA:

- **Los EPI se clasifican, según el tipo de protección que den al usuario, en medios parciales de protección y medios integrales de protección.**
- **Los medios parciales de protección protegen zonas concretas del cuerpo, frente a determinados riesgos. Cada zona anatómica debe poder ser protegida de distintos peligros, con prendas adecuadas al nivel de riesgo.**

5. Protección de los ojos y de la cara

Los ojos son la parte del cuerpo más sensible a las lesiones, ¿es aconsejable el uso de prendas para su protección en los laboratorios?

Las principales causas de accidentes o de enfermedades profesionales que afectan a los ojos y la cara son:

- Impacto de partículas sólidas volantes.
- Salpicaduras de líquidos.
- Atmósferas contaminadas.
- Radiaciones nocivas.

En la actividad rutinaria de un laboratorio siempre hay riesgo de proyecciones y de salpicaduras. Los ojos son unos de los órganos más afectados, por ser donde las secuelas son más importantes. Hay dos grupos de EPI para protección de los ojos y la cara; estos son:

- Pantallas.
- Gafas.

Las ***pantallas*** cubren toda la cara del usuario; disponen de medios de protección concretos de acuerdo al tipo de riesgo contra el que preservan. Para el laboratorio se emplean pantallas acoplables a la cabeza por medio de un atalaje. Se utilizan principalmente para riesgos de proyecciones.

Las ***gafas*** se utilizan para los mismos riesgos que las pantallas, pero solamente protegen los ojos. Se diferencian por el grado de cerramiento que tienen.

Las gafas más utilizadas son las de tipo universal, similares a las normales, pero provistas de protecciones laterales que cubren las aberturas entre la cara del usuario y las gafas. Además, permiten que los anteojos vayan graduados. En otro modelo, denominado gafas de tipo integral, la montura y los protectores laterales forman una sola pieza, sujetándose con una goma a la cabeza. Tienen la ventaja, además de un mayor cerramiento, de disponer de espacio libre para que el usuario utilice sus gafas correctoras.

Es imprescindible la utilización de gafas protectoras cuando se realiza una operación en la que pudiera haber proyecciones, incluso para las personas próximas aunque no intervengan en la misma.

En el laboratorio es conveniente el uso continuado de gafas de seguridad.

Dado que la frecuencia de las operaciones con riesgo de proyecciones en los laboratorios es muy alta, es conveniente la utilización continuada de las gafas de seguridad.

Las personas que utilizan gafas habitualmente, deben tener también unas gafas de seguridad complementarias con protección lateral.

El uso de lentillas no se aconseja en el laboratorio, aunque se utilicen gafas de seguridad de forma obligada, ya que los vapores irritantes y corrosivos se disuelven en el líquido lacrimal, pudiendo producir daños importantes entre la lentilla y el ojo.

En caso de salpicaduras las lentillas agravan el riesgo, ya que se producen retenciones y aumenta el tiempo de contacto del producto agresivo con el ojo. Estos daños pueden ser importantes, ya que el trabajador no detecta de forma inmediata las lesiones por no existir terminaciones nerviosas en dichos lugares.

Las gafas de seguridad, como EPI a utilizar en un laboratorio, requieren un especial cuidado en su selección, ya que deberían llevarse de forma continua y por ello, junto a que brinden el nivel de protección adecuado, debe tenerse en cuenta el confort e incluso la estética. Por lo que es conveniente que el usuario participe en la selección definitiva.

Las gafas de seguridad en un laboratorio no sólo deben ser obligatorias para el trabajador o el alumno, sino también para las visitas.

Si la operación a efectuar presenta un riesgo importante de proyección, como es el caso de trasvase de productos corrosivos, evaporaciones a sequedad, etc., debe aumentarse la protección realizándose en vitrina, empleando barreras de protección de policarbonato o pantallas faciales del mismo material.

Las gafas de seguridad no son eficientes si no se usan correctamente, colocándolas de manera que queden fijas en la cara sin flojedad ni opresión.

La pieza fundamental de las gafas y las pantallas son los elementos transparentes que deben permitir al usuario ver a su través, pudiendo ser de material orgánico o inorgánico. Los vidrios inorgánicos pueden ser templados con el objeto de endurecerlos y se les llama vidrios securizados.

La falta de visibilidad a través de los oculares es un motivo de riesgo.

El envejecimiento producido en los elementos transparentes por impactos y rozaduras, producen fatiga en los órganos visuales, predisponiéndolos al accidente por errores de percepción visual. Por ello los cristales de los EPI deben mantenerse en perfecto estado de conservación y limpieza, reemplazándolos cuando estén rayados o picados.

5.1. Protección frente a las radiaciones no ionizantes

Si la protección de los ojos se hace frente a radiaciones, debe seleccionarse el filtro adecuado, teniendo en cuenta tanto la naturaleza de la radiación como la intensidad de la misma.

Los EPI, que protejan contra radiaciones no ionizantes, deben absorber o reflejar la mayor parte de la energía radiada en longitudes de onda nocivas, sin modificar demasiado la transmisión de la parte no nociva del espectro visible, deberán permitir la percepción de los contrastes e incluso los colores, si lo exigen las condiciones normales de uso.

El empleo de las gafas de seguridad debe ser obligatorio para todos los trabajos donde haya riesgo de proyecciones o de salpicaduras.

Los oculares deberán permitir que la transmisión de las ondas nocivas, a través de los mismos, produzca una densidad de iluminación energética inferior al valor límite de la exposición permitida.



RECUERDA:

- **Los ojos y la cara deben ser protegidos de los riesgos de impacto, proyecciones, radiaciones y contaminación nocivos.**
- **Hay dos tipos de EPI, las gafas para los ojos y las pantallas que también protegen la cara.**
- **En muchos laboratorios es obligatorio el uso continuado de gafas de seguridad, por la existencia de frecuentes riesgos de proyecciones.**
- **Para su elección hay que tener en cuenta el ajuste a la cara y la comodidad, para su mantenimiento se debe evitar dañar los oculares.**

6. Protección de las manos

Las extremidades superiores de los trabajadores están sometidas en el desarrollo de su actividad a riesgos mecánicos, químicos, eléctricos y térmicos.

Para protegerlas se cubre la parte de la extremidad expuesta con el empleo de guantes, manoplas, manguitos, etc.

Los materiales que se utilizan dependen del riesgo del que se quieran proteger, así se puede usar tejido, cuero, plástico, goma y malla metálica.

En los laboratorios se manipulan sustancias corrosivas, irritantes o tóxicas, que a veces tienen un elevado poder de penetración a través de la piel, por ello se necesitan guantes para la protección frente a los productos químicos agresivos.

Es necesaria una selección cuidadosa de los guantes, según los productos químicos que se vayan a manipular, para evitar que se impregnen con sustancias que los disuelvan o que sean permeables al producto.

El uso de guantes no es aconsejable en determinados trabajos en los que la precisión y el tacto es esencial. También requiere cierta flexibilidad en usuarios con fuerte sudoración, con lesiones cutáneas o que tengan alergias frente a los materiales que componen los guantes.

Para productos tóxicos poco corrosivos o en los procesos biológicos, es recomendable utilizar guantes de un solo uso, con lo que el problema de guantes impregnados desaparece. Además como son más finos, permiten una mejor manipulación cuando se realizan actividades delicadas.

En la manipulación de vidrio, en operaciones con peligro de rotura, se recomienda la utilización de guantes especiales o en su defecto cubrirse las manos con trapos de suficiente espesor, para evitar cortes que además pudieran ser una vía de entrada para otros contaminantes.

Vamos a enumerar las características, ventajas e inconvenientes de distintos tipos de guantes.

— ***Guantes de plástico:*** Son los más adecuados para su uso en el laboratorio, ya que existen de diversas composiciones siendo útiles para

proteger contra una gran variedad de sustancias químicas. Salvo en contadas excepciones, no producen reacciones de irritación.

Hay guantes de cloruro de polivinilo (PVC), alcohol polivinílico (PVA) y nitrilo (acronitrilo y butadieno). Cada uno de ellos tiene un comportamiento diferente, tanto en resistencia física como química, como se aprecia en las tablas que ofrecemos al final de esta relación.

— ***Guantes de goma:*** Son adecuados para proteger las manos de un medio húmedo o graso, pero son permeables a sustancias como fenolformaldehído, sulfato de níquel, etc., produciendo irritaciones o sensibilizaciones en los puntos de contacto. También los disolventes orgánicos los disuelven o estiran.

Al evitar la transpiración, provocan aumento de sudoración que irrita la piel. Algunas veces, los aditivos utilizados en la fabricación de las gomas pueden causar sensibilización cutánea.

— ***Guantes de cuero:*** Se utilizan cuando las manos se exponen a agresiones mecánicas en medio seco.

No son adecuados en medios húmedos porque pueden ser atravesados por los productos químicos, aparte de endurecerse y perder flexibilidad.

— ***Guantes de tela***: Suelen ser de algodón o hilo. Se utilizan poco, siendo únicamente válidos con productos pulverulentos. Se utilizan a veces como guante interior junto con guantes de goma.

La norma técnica que clasifica a los guantes en función de su comportamiento frente a productos químicos agresivos los divide en:

Los guantes deben:
- Permitir la manipulación.
- Tener resistencia física.
- Tener resistencia química.

- **Clase A**, guantes impermeables y resistentes a la acción de agresivos ácidos (guantes tipo 1) y básicos (guantes tipo 2).
- **Clase B**, guantes impermeables y resistentes a detergentes, jabones y amoníaco.
- **Clase C**, guantes impermeables y resistentes a disolventes orgánicos. Dentro de esta clase hay diferentes tipos según resistan a hidrocarburos, alcoholes, éteres, acetonas, ácidos grasos, hidrocarburos clorados o ésteres.

Los guantes deben renovarse cuando pierdan su función protectora.

Resistencia física de los materiales de los guantes

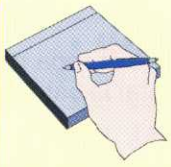
	Látex	Neopreno	Nitrilo	PVC	PVA
Envejecimiento	B	B	B	B	R
Impermeabilidad	R	R	B	B	R
Resistencia a la abrasión	E	B	E	E	R
Resistencia al corte	E	E	E	E	R
Resistencia a la punción	E	B	E	E	R
Flexibilidad	E	R	R	E	R

E = Excelente, B = Bueno, R = Regular, M = Malo

Resistencia química de los materiales de los guantes

	Látex	Neopreno	Nitrilo	PVC	PVA
Acetaldehído	B	E	B	B	R
Acetona	E	B	I	I	R
Ácido clorhídrico 38%	B	E	B	E	M
Ácido sulfúrico 96%	E	E	R	R	M
Ácido sulfúrico 10%	B	E	E	B	M
Ácido acético	E	E	B	B	M
Alcohol etílico	E	E	B	B	R
Anilina	R	R	B	B	R
Clorobenceno	M	R	R	M	E
Cloroformo	M	B	B	M	E
Cloruro de metilo	R	B	B	M	E
Freón 11, 12, 21, 22	M	B	I	R	E
Glicerina	E	B	B	E	R
Hidróxido de sodio 50%	E	E	B	B	M
Keroseno	M	B	E	R	E
Percloroetileno	M	M	B	M	E
Tetracloruro de carbono	M	R	B	R	E
Tolueno	M	M	E	B	E

E = Excelente, B = Bueno, R = Regular, I = Inferior, M = Malo



ACTIVIDADES

4. *En un laboratorio donde se manipulen con frecuencia ácidos, como el clorhídrico y el sulfúrico, y compuestos orgánicos halogenados, como cloroformo y percloroetileno, ¿qué tipo de guante es más adecuado entre los siguientes?*

a) Guantes de cloruro de polivinilo (PVC).
b) Guantes de cuero.
c) Guantes de nitrilo.
d) Guantes de neopreno.



RECUERDA:

- **Los guantes son el EPI adecuado para proteger las manos.**
- **Se diferencian por el tipo de material del que están hechos: pueden ser de plástico (PVC, nitrilo), goma, cuero, tela, etc.**
- **El guante adecuado se selecciona en función de los productos químicos que se van a manejar y de las características físicas del trabajo a realizar (mecánicas, térmicas).**

7. Ropa de trabajo y de protección

La ropa de trabajo tiene por objetivo defender al usuario frente a unos riesgos determinados de origen mecánico (proyecciones), químico (productos caústicos), térmico (calor, frío), biológico o radioactivo.

Hay diferentes prendas que pueden utilizarse como protección, diferenciándose por la parte del cuerpo que cubren (chaquetas, batas, trajes, monos, mandiles) y por el material que debe ser adecuado al riesgo a proteger.

Vamos a exponer las características y prestaciones de la ropa de trabajo que debe utilizarse en el laboratorio.

Características de la ropa de protección:
- Poco porosa.
- Poco absorbente.
- No atacable por sustancias en contacto.

Las prendas deben cumplir los siguientes requisitos:

- Ajustadas al cuerpo del trabajador.
- Fácil limpieza y desinfección.
- Con los menores elementos adicionales posibles, como bolsillos, bocamangas, cordones y botones.
- Mangas ajustadas por medio de terminaciones de tipo elástico cuando resulten largas.

Hay prendas complementarias que, también deben considerarse ropa de trabajo, pueden ser cofias y gorras cuando haya posibilidad de acumulación de sustancias tóxicas, sucias o peligrosas en los cabellos, y botas impermeables que deben utilizarse cuando haya riesgo con contaminantes, que puedan entrar por vía dérmica.

El objetivo de la vestimenta de protección química es prevenir el contacto de la piel con los productos químicos. Dado que el material utilizado en la fabricación de las prendas de protección puede ser atravesado por los productos químicos, por reacción y/o difusión, deberá ser un mal absorbente de los productos químicos manipulados, con una velocidad de penetración lo más baja posible.

Algunos productos químicos, una vez absorbidos sobre la ropa de trabajo, pueden continuar el ataque sobre el tejido hasta superar la barrera que supone la prenda protectora.



RECUERDA:

- **La ropa de trabajo protege el cuerpo del usuario de riesgos mecánicos, térmicos, químicos y biológicos. Está fabricada con diferentes materiales y protege distintas partes del cuerpo.**
- **Debe ser de fácil limpieza y desinfección, ajustándose al cuerpo y prescindiendo en lo posible de elementos adicionales. Para prevenir el riesgo químico, debe ser poco porosa, poco absorbente y no atacable por los productos químicos.**

8. Protección respiratoria

¿Cuándo consideramos que es precisa la protección de las vías respiratorias? ¿Qué tipos de EPI existen? ¿Cuáles son utilizables en el laboratorio?

La protección personal de las vías respiratorias entra dentro del campo de la higiene y tiene como misión conseguir que el trabajador se pueda desenvolver en ambientes:

- Con deficiencia de oxígeno.
- Contaminados por partículas sólidas.
- Con presencia de contaminantes gaseosos.
- Con cualquier combinación de las anteriores.

Los equipos de protección respiratoria no deben ser considerados como prendas de trabajo, sino equipos que sólo deben ser utilizados en circunstancias excepcionales, como protección para actividades de las que pueda derivarse un riesgo de fuga de gases o vapores.

Los equipos de protección de las vías respiratorias están formados por dos partes: el adaptador facial y el equipo que suministra el aire no contaminado.



Máscara.

8.1. El adaptador facial

Tiene como misión que el usuario reciba únicamente el aire respirable suministrado por el equipo de protección respiratorio, sin que haya aportaciones directas del ambiente contaminado que le rodea.

Los adaptadores pueden ser de neopreno, silicona o cauchos especiales. La flexibilidad de estos materiales hace que se adapten fácilmente a la cara, siendo, no obstante, resistentes a los contaminantes químicos. Hay tres tipos: máscaras, mascarillas y boquillas.

• ***Máscaras***: Cubren la nariz, la boca y los ojos. Deben emplearse de forma general para concentraciones que superen entre 10 y 100 veces el TLV o CMP del contaminante al que se está expuesto. También se utilizarán siempre que el contaminante irrite la mucosa de los ojos.

• ***Mascarillas***: Cubren sólo la nariz y la boca, son adecuadas para ambientes en los que no se supere 10 veces el valor TLV o CMP del contaminante al que se esté expuesto. Tienen la ventaja de su ligereza y su mayor campo de visión.

• ***Boquillas***: Tienen una pieza para adaptar a la boca y una pinza para cerrar la nariz. Se emplean en equipos de autosalvamento, usados únicamente para salir de forma rápida de una zona contaminada accidentalmente, por fugas o derrames de compuestos tóxicos.



Mascarilla.

Los adaptadores se mantienen en envases herméticos para permitir un largo almacenamiento si no se desprecintan. Pueden llevarse encima o colocarse en lugar bien visible.

Los rácores de conexión de los adaptadores faciales a los equipos suministradores de aire son universales.

8.2. Equipos suministradores de aire

Hay dos posibilidades en el suministro de aire no contaminado: que sea aportado el mismo aire contaminado, después de ser filtrado y depurado, o que se suministre otro tipo de aire, desde recipientes a presión o desde un lugar en el que el aire no esté contaminado.

8.3. Filtración del aire contaminado

Los equipos de este tipo son los más utilizados. Consisten en cartuchos de filtración a través de los que se hace circular el aire contaminado, que se somete a una filtración mecánica o físico-química a través de carbón activo.

Su utilización requiere la seguridad de que:

- El aire contaminado tiene un nivel de oxígeno mínimo del 18%.
- El contaminante no supera una determinada concentración que depende de su TLV y del poder de retención del filtro empleado.



Filtro.

Hay dos tipos de filtros: los mecánicos y los químicos.

Los filtros mecánicos retienen las partículas existentes en el aire, como polvos, humos y nieblas. Hay tres clases según el poder de retención de las partículas:

- Filtros de clase A, con poder de retención mayor del 98%.
- Filtros de clase B, con poder de retención entre el 95 y el 98%.
- Filtros de clase C, con poder de retención entre el 90 y el 95%.

Estos filtros deben desecharse cuando la pérdida de carga del filtro sea tal, que dificulte la respiración del usuario.

Los filtros químicos retienen los gases y vapores; son filtros específicos que retienen el contaminante por adsorción en carbón activo.

Estos filtros no deben utilizarse cuando el usuario no puede percibir el contaminante por medio de los sentidos, ya que el filtro puede agotarse y no ser detectado por el usuario, motivo por el que ha sido retirado el filtro de monóxido de carbono. Se denominan por una letra que va asociada a un color identificativo.

Clase de filtro	Color	Productos retenidos
A	Marrón	Vapores orgánicos
B	Gris	Gases ácidos
E	Amarillo	Cloro
K	Verde	Anhídrido sulfuroso
NO	Azul	Amoníaco
Hg	Rojo	Óxido de nitrógeno Mercurio

En función de la capacidad de retención del contaminante, los filtros físico-químicos, pueden ser de:

- **Clase I**: son cartuchos de gran capacidad que se unen al adaptador facial por medio de un tubo traqueal flexible, se aplican en ambientes donde no se supere en 100 veces el TLV, siempre que la concentración total del contaminante en el aire no supere el 2% en volumen.

- **Clase II**: son cartuchos de tamaño intermedio, que se roscan directamente al adaptador facial, se aplican en ambientes que no superen en 100 veces el TLV, siempre que la concentración del contaminante en el aire no supere el 0,5% en volumen.

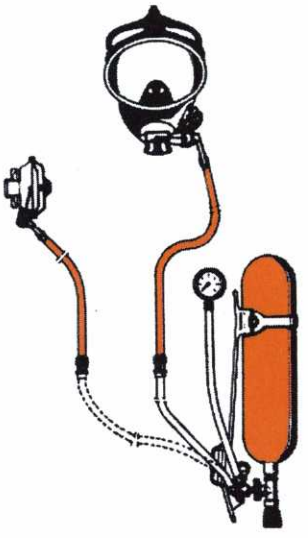
- **Clase III**: son filtros pequeños para adaptar a mascarillas. Se aplican en ambientes en los que el contaminante no supere en 10 veces el TLV, ni el 0,1 % en el volumen de aire.

Los filtros tienen una duración entre 1 y 8 horas en las que se agota su capacidad de retención, dependiendo de la concentración del contaminante en el ambiente de trabajo.

Hay filtros mixtos que combinan la filtración mecánica con la filtración química, tienen un poder de retención de partículas superior al 90%.

8.4. Equipos que suministran aire de forma independiente

Estos equipos llevan aire respirable al adaptador facial, procedente de un ambiente diferente al contaminado. Se utilizan cuando la concentración aproximada del contaminante se desconoce o el contenido de oxígeno es inferior al 18%.



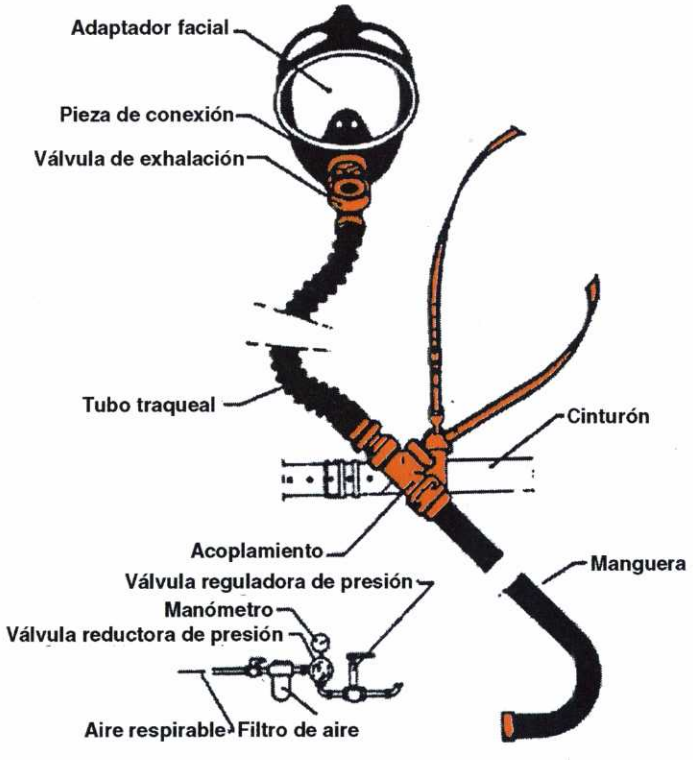
Equipo autónomo.

Pueden ser de dos tipos:

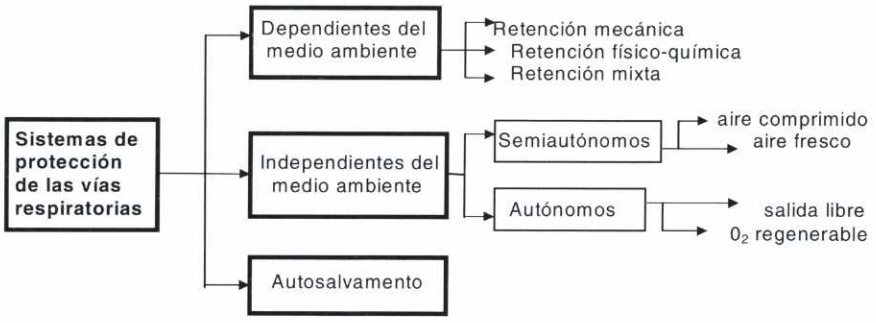
- ***Autónomos***: En estos equipos la fuente de suministro de aire la transporta el usuario en botellas de acero a presión, permitiéndole, durante un determinado período de tiempo, una autonomía completa. Hay dos tipos de equipos: unos que suministran el aire por medio de un caudal constante y otros que lo suministran a demanda, según la cantidad de aire que necesita el usuario. Ambos se utiliza en casos de emergencia.

- ***Semiautónomos***: El aire respirable se hace llegar al adaptador facial del usuario, mediante una línea fija de aire comprimido y filtrado por una manguera de aire impulsado, desde un ambiente con aire no contaminado.

Los equipos semiautónomos se utilizan para la realización de trabajos en situaciones controladas, como reparaciones en tanques.



EQUIPO SEMIAUTÓNOMO DE AIRE COMPRIMIDO A FLUJO CONSTANTE



8.5. Elección de EPI de las vías respiratorias

Para la elección adecuada de un equipo de protección de las vías respiratorias, hay que conocer la situación ambiental de la zona de trabajo.

En los lugares donde hay deficiencia de oxígeno, siempre tendrá que usarse un equipo independiente del medio ambiente. Igualmente se emplearán equipos independientes del ambiente, si además de la deficiencia de oxígeno hay algún tipo de contaminante gaseoso o partículas.

En el caso de fuga de productos tóxicos o vertidos, antes de disponerse a controlar la fuga o recoger los vertidos hay que protegerse con los equipos adecuados.

Si el porcentaje de oxígeno es superior al 18%, pero se manipulan compuestos volátiles de carácter tóxico, es indispensable el empleo de máscaras de protección respiratoria con cartuchos homologados, para el tipo de gas del que se trate. Si el contaminante gaseoso puede producir intoxicación inmediata o hay duda sobre la concentración real o su concentración es superior a la admisible para el filtro físico-químico, debe utilizarse un equipo independiente del medio ambiente.

Si el porcentaje de oxígeno es superior al 18% y hay partículas contaminantes, que no producen riesgo de intoxicación inmediata o su concentración es inferior a la admisible por el filtro mecánico, puede utilizarse un adaptador facial con filtro mecánico. Si no fuera así, habría que utilizar un equipo independiente del medio ambiente

Puede existir un ambiente de trabajo en el que haya una combinación de partículas y de contaminantes gaseosos, en tal caso si las concentraciones no son excesivas pueden emplearse filtros mixtos.

8.6 Mantenimiento de EPI de las vías respiratorias

Para conseguir un buen mantenimiento de estos EPI hay que atender tres puntos críticos: almacenamiento, limpieza y revisión de prestaciones.

El almacenamiento debe hacerse protegiéndolos de los factores externos que puedan disminuir sus prestaciones, por ello deben mantenerse embalados, impidiendo el contacto con cualquier tipo de suciedad o grasas, en lugares no húmedos y sin incidencia de los rayos solares. Los cartuchos filtrantes deben guardarse cerrados por afectarles mucho la humedad ambiental, que desactiva el carbón filtrante.

Debe programarse la revisión periódica de los equipos de protección respiratoria.

Algunos de los componentes de los EPI permanecen en contacto con la cara del usuario durante su empleo. La acción del sudor, junto con la

de algunos contaminantes presentes en el ambiente, puede afectarles, por ello, estos equipos después de ser usados deben limpiarse y desinfectarse para preservar al usuario de riesgos de dermopatías profesionales.

Para hacer la limpieza y desinfección adecuada se desconectará el filtro o la manguera, si se trata de un equipo independiente del ambiente. A continuación, el adaptador facial, y el tubo de respiración si lo hubiera, se lava en solución jabonosa con agua tibia, enjuagándolo y desinfectándolo de acuerdo con las instrucciones recibidas del fabricante del equipo.

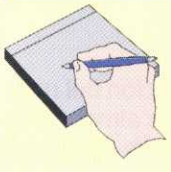
Después del lavado y desinfección debe secarse el equipo, siendo recomendable utilizar, si es posible, aire fresco.

La revisión periódica de las prestaciones del equipo hay que hacerla siguiendo las instrucciones del fabricante. En general, se hacen una serie de operaciones para comprobar que el respirador reúne las condiciones adecuadas para su uso. Antes de usarlo, se debe comprobar que los elementos integrantes no tienen ningún deterioro. Si alguno lo tiene, se procederá a su sustituición y, si ello no fuera posible, se desechará el EPI completo.

Los filtros mecánicos se desecharán cuando la pérdida de carga sobrepase los límites adecuados y los filtros químicos cuando se sobrepase la vida especificada o se advierta la pérdida de retención con el uso.

Las botellas de aire comprimido de equipos independientes del medio ambiente deben ser reemplazadas después de cada uso.

En los equipos semiautónomos deben inspeccionarse los filtros intercalados entre las mangueras, sustituyéndolos cuando se cumpla la vida media mínima.



ACTIVIDADES

5. *En un laboratorio se manipulan compuestos tóxicos muy volátiles, ¿cuál es el EPI adecuado?*

a) Equipo autónomo.
b) Mascarilla de escape.
c) Adaptador facial con cartucho adecuado para ese compuesto.
d) Equipo semiautónomo.



RECUERDA:

- **El trabajador necesita proteger sus vías respiratorias de los ambientes deficientes en oxígeno o de los contaminantes producidos en la actividad laboral.**
- **Los EPI para las vías respiratorias constan de un adaptador facial y un equipo que suministra el aire adecuado.**
- **El adaptador facial tiene por misión evitar que captemos aire directamente del laboratorio. Puede ser de tipo máscara (protege nariz, boca y ojos), tipo mascarilla (protege nariz y boca) o tipo boquilla (adaptador bucal).**
- **El aire contaminado se puede filtrar a través de cartuchos con carbón activo, tratados específicamente para distintos tipos de contaminantes, los cuales no deben ocupar más del 2% de volumen de aire.**
- **Para ambientes deficientes en oxígeno o fuertemente contaminados se utilizan equipos que suministran aire independiente del ambiente, como equipos autónomos o semiautónomos.**
- **Los EPI son equipos críticos y necesitan mantenimiento, revisión de sus prestaciones y sustitución periódica de los equipos que suministran el aire.**

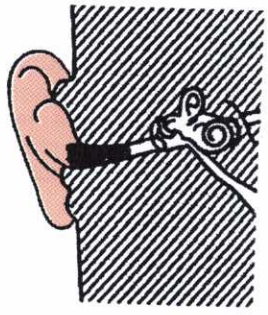
9. Protección del aparato auditivo

Los criterios higiénicos del ruido fijan los niveles de ruido a los que no deberán estar expuestos los trabajadores para evitar riesgos para su salud. Cuando las medidas técnicas de control del nivel sonoro no sean suficientes, debe recurrirse a la protección individual. La misión de la protección es atenuar el nivel sonoro que llega al exterior del oído del trabajador expuesto.

Para seleccionar los protectores auditivos, hay que determinar qué tipo de protector se desea y qué nivel de atenuación acústica se precisa.

Los equipos de protección acústica se clasifican en los siguientes tipos:

— ***Tapones auditivos***: Son elementos que se introducen en el conducto auditivo externo cerrándolo de una forma hermética.



Tapón auditivo.

Se fabrican con una gran variedad de formas y materiales. Los más corrientes son tapones de plástico esponjoso y guatas antirruido, con las que el usuario forma un tapón troncocónico que introduce en el oído.

Estos tapones son desechables, por lo que su uso es muy higiénico, debiendo el usuario preocuparse únicamente de tener las manos limpias en el momento de manipularlos e introducirlos en el canal auditivo.

— ***Orejeras***: Están formadas por dos casquetes que envuelven el pabellón auditivo unidos por un arnés flexible de plástico o de metal que, además de sujetar los casquetes, ejerce una presión suficiente para ajustar la orejera a la cabeza.



Casquete antirruido.

El borde de los casquetes es almohadillado y en su interior hay material poroso absorbente del ruido.

Así, los casquetes tienen un doble efecto en la eliminación del ruido: por un lado, aislan de las ondas sonoras con la carcasa y las almohadillas de cierre y por otro, absorben el ruido con el material poroso de su interior.

— ***Cascos antirruido***: Son equipos que, además de cubrir los pabellones auditivos, envuelven gran parte de la cabeza, reduciendo la sensación que se transmite al tímpano a través de los huesos de la cabeza.

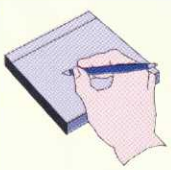
9.1. Elección de los EPI del aparato auditivo

Para una elección acertada del EPI hay que efectuar un estudio de los niveles de ruido en la zona de trabajo, determinando los niveles sonoros a diferentes frecuencias y los cambios de estas variables a lo largo de la jornada laboral.

Conociendo tanto los niveles sonoros como las frecuencias dominantes, se pueden definir los protectores auditivos más adecuados, estudiando sus curvas de atenuación en comparación con las características del ruido del que se debe proteger.

En las pruebas de homologación, se determina la atenuación acústica de cada protector para las frecuencias: 125, 250, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 y 8.000 hertzios y en función de su grado de atenuación, se le clasifica asignándole una letra, desde la A (para los equipos con máxima atenuación acústica) a la E (equipo con la atenuación acústica mínima exigible para ser homologado). En la tabla siguiente resumimos esta clasificación.

Clase y frecuencia (Hz)	A	B	C	D	E
125:250	10	5:10	7	5:7	5
500:4.000	35	35	25	25	20
6.000:8.000	30	17:30	25	17:25	17



ACTIVIDADES

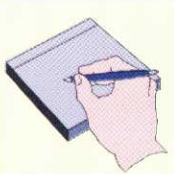
6. *Al efectuar la selección de un protector acústico adecuado, debemos tener en cuenta:*
a) El tiempo de exposición del trabajador.
b) El espectro de frecuencia del ruido.
c) El nivel sonoro total en dB (A).
d) Las gráficas de atenuación de los protectores acústicos.



RECUERDA:

- **Los protectores auditivos reducen el nivel sonoro que llega al aparato auditivo del trabajador.**
- **Pueden ser tapones auditivos (cierran el conducto auditivo), orejeras (envuelven el pabellón auditivo) y casco antirruido (envuelve gran parte de la cabeza).**
- **Para elegir el EPI adecuado hay que conocer los niveles sonoros para las distintas frecuencias y el grado de reducción que se pretende alcanzar.**

Actividades de heteroevaluación



h9.1. *Determina tres diferencias básicas entre un equipo autónomo y un equipo semiautónomo.*

h9.2. *Elabora un guión con cinco puntos, para una charla que tuviera como objetivo implantar el uso de las gafas de seguridad en el laboratorio.*

h9.3. *Prepara el índice de un procedimiento normalizado de trabajo sobre la utilización de máscaras con filtro en el laboratorio.*

h9.4. *Comenta positiva o negativamente las siguientes afirmaciones sobre las ropas de trabajo:*
a) Una prenda de trabajo debe ser holgada para facilitar los movimientos.
b) Las batas en el laboratorio conviene que cierren por detrás.
c) La ropa de trabajo no debería mezclarse en el vestuario con la ropa de calle.
d) La ropa de trabajo debe ser lavada en casa de forma separada a la ropa normal.

CIDEAD
CENTRO PARA LA INNOVACIÓN
Y DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN
A DISTANCIA

FONDO
SOCIAL
EUROPEO

