

RIESGO QUÍMICO

GUÍA BÁSICA DE INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN



CON LA FINANCIACIÓN DE LA FUNDACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES AD-0001/2011



FUNDACIÓN
PARA LA
PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES



GABINETE TÉCNICO
CONFEDERAL DE SAÚDE LABORAL



Confederación Intersindical Galega

RIESGO QUÍMICO

GUÍA BÁSICA DE INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN



Confederación Intersindical Galega



Edita:

CIG GABINETE TÉCNICO CONFEDERAL DE SAÚDE LABORAL.

Esta Guía fue elaborada por las Técnicas Superiores en Prevención de Riesgos Laborales adscritas a la Acción Directa ADO001/2011 de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales:

María Candelaria González Grueiro
Silvia M^a Detrell Fernández

Este equipo de trabajo fue dirigido y coordinado por Fernando Xerardo Sabio Maroño con la colaboración técnica del Gabinete Técnico de Salud Laboral de la CIG.

Dep. legal:

C 3030-2011

RIESGO QUÍMICO
GUÍA BÁSICA DE INFORMACIÓN
Y SENSIBILIZACIÓN

ÍNDICE

I PRESENTACIÓN	9
1 I HIGIENE INDUSTRIAL, CONTAMINANTES QUÍMICOS Y TOXICOLOGÍA LABORAL	17
1.1 Higiene industrial.	19
1.1.1 <i>Metodología de actuación en la higiene Industrial.</i>	20
1.2 Contaminantes químicos	22
1.3 Toxicología laboral.	24
1.3.1 <i>Factores que inciden sobre los efectos tóxicos</i>	25
1.3.2 <i>Intoxicaciones.</i>	26
1.3.3 <i>Dosis</i>	26
1.3.4 <i>Fases por las que pasa el tóxico en el organismo</i>	28
1.3.5 <i>Acción de los tóxicos en el organismo</i>	32
2 I CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE REACH Y CLP	43
2.1 Definiciones comunes en el REACH y CLP	46
2.2 REACH: registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y mezclas químicas. . .	48
2.2.1 <i>Procedimientos del REACH</i>	49
2.2.2 <i>Sustancias exentas</i>	52
2.2.3 <i>Agentes implicados.</i>	53
2.3 CLP: clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas	54
2.3.1 <i>Información y cambios derivados del CLP</i>	54
2.3.2 <i>Nueva clasificación de los peligros</i>	55
2.3.3 <i>Etiquetado</i>	65
2.3.4 <i>Envasado</i>	67
2.4 Herramientas de información en materia de salud laboral.	68
2.4.1 <i>Informe de seguridad química</i>	68
2.4.2 <i>Fichas de datos de seguridad (FDS)</i>	69
2.4.3 <i>Escenario de exposición (EE)</i>	79
2.5 Plazos de aplicación	81
2.6 Ejemplo práctico de aplicación: caso de una fábrica de lejía.	82
2.7 Controversia sobre el REACH	85

2.7.1 Acceso a la información	86
2.7.2 Principio de sustitución	86
2.7.3 “Control adecuado” y “umbrales de exposición”	88

3 | SUSTANCIAS DE ESPECIAL PREOCUPACIÓN: PELIGROS PARA SALUD Y MEDIO AMBIENTE . . . 91

3.1 Toxinas y genética	94
3.1.1 Mutagénicos	94
3.1.2 Cancerígenos	97
3.2 Disruptores endocrinos (DE)	101
3.2.1 Funcionamiento del sistema hormonal	102
3.2.2 Exposición	105
3.3 Elementos tóxicos para la reproducción	107
3.3.1 Sustancias prohibidas para embarazadas y lactantes	108
3.4 Agentes químicos sensibilizantes	111
3.5 Neurotóxicos	112
3.5.1 Ototóxicos	114
3.6 La persistencia como factor de riesgo, TPBs (sustancias tóxicas, persistentes y biocumulativas)	115
3.6.1 COP’s	119
3.6.2 Fitosanitarios o plaguicidas y biocidas	119
3.7 Daño a la atmósfera y toxicidad acuática	125
3.7.1 Atmósfera	126
3.7.2 Toxicidad acuática	134
3.7.3 Búsqueda de alternativas	135

4 | PREVENCIÓN DEL RIESGO QUÍMICO 137

4.1 Almacenamiento, manipulación y transporte de los productos químicos	139
4.1.1 Almacenamiento de productos químicos	139
4.1.2 Manipulación de productos químicos	148
4.1.3 Transporte de mercancías peligrosas por carretera	150
4.1.4 Calendario de inspecciones periódicas reglamentarias de seguridad industrial	159
4.2 Riesgo de incendio y explosión. Plan de emergencia	161
4.2.1 Incendio	161
4.2.2 Explosión	167
4.2.3 Plan de emergencia	173
4.3 Medición y análisis de los contaminantes	182
4.3.1 Estrategia de muestreo	182
4.3.2 Tipo de mediciones	185

4.3.3	Procedimientos de medida	186
4.3.4	Como calcular la concentración en los diferentes tipos de captadores	190
4.3.5	Técnicas de análisis	192
4.4	Evaluación de la exposición	192
4.4.1	Criterios de valoración	195
4.4.2	Control ambiental, evaluación de la exposición a agentes químicos por inhalación, la norma UNE-EN 689	196
4.4.3	Control ambiental, evaluación de la exposición a agentes químicos por inhalación del Instituto Nacional de Seguridad y Higiene en el trabajo (INSHT)	198
4.4.4	Exposición por vía dérmica y digestiva	201
4.4.5	Control biológico	202

5 | ACCIONES DE CONTROL FRENTE A LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES QUÍMICOS 205

5.1	Acciones de control generales	207
5.1.1	Acciones de control de tipo técnico	208
5.1.2	Acciones de tipo organizativo	210
5.2	Ventilación	210
5.2.1	Tipos de ventilación	210
5.2.2	Principios de diseño de los sistemas de ventilación general	211
5.3	Extracción localizada	213
5.3.1	Elementos que conforman un sistema de extracción localizada	213
5.3.2	Ventilación VS extracción localizada	215
5.4	Equipos de protección individual (EPIs)	215
5.4.1	Protectores de la cabeza	219
5.4.2	Protectores de la cara y de los ojos	219
5.4.3	Protectores de las vías respiratorias	221
5.4.4	Protectores de la piel	224
5.4.5	Protectores de las manos y de los brazos	225
5.4.6	Protectores de los pies y de las piernas	227
5.4.7	Protectores del cuerpo entero	229
5.4.8	Cuidados a tener con los diferentes EPIs	231
5.5	Vigilancia de la salud	232

6 | EL TRABAJO CON PRODUCTOS QUÍMICOS: CONTAMINANTES QUÍMICOS EN PROCESOS INDUSTRIALES 237

6.1	Acabado superficial de metales	240
6.1.1	Preparación mecánica	240
6.1.2	Preparación química	243

6.1.3	Electropulido	246
6.1.4	Recubrimiento de superficies	247
6.1.5	Medidas preventivas	252
6.2	Colas y resinas	256
6.2.1	Tipos de adhesivos	257
6.2.2	Riesgos higiénicos.	258
6.2.3	Medidas preventivas generales para colas y adhesivos	267
6.3	Flúidos de corte	269
6.3.1	Efectos de los flúidos de corte	269
6.3.2	Control de los flúidos de corte	270
6.3.3	Control sanitario de las persoas implicadas.	274
6.4	Fundición	276
6.4.1	Preparación de las arenas y las tierras de moldeo	276
6.4.2	Moldeo	277
6.4.3	Pintado de machos y moldes	278
6.4.4	Fusión	279
6.4.5	Colado	279
6.4.6	Desmoldeo	279
6.4.7	Acabado.	280
6.4.8	Aspectos generales.	280
6.5	Sector de la madera	281
6.5.1	Composición química de la madera	281
6.5.2	Clasificación	282
6.5.3	Tableros de madera	282
6.5.4	Evaluación higiénica.	283
6.5.5	Medidas preventivas	288
6.6	Sector del plástico	291
6.6.1	Riesgos higiénicos por agentes químicos	292
6.6.2	Monómeros	295
6.6.3	Productos de degradación térmica.	296
6.6.4	Medidas preventivas generales.	297
6.7	Pasta de papel	297
6.7.1	Riesgos profesionales y su control	299
6.8	Procesos de soldadura	305
6.8.1	Contaminantes procedentes de distintos tipos de soldadura.	306
6.8.2	Efectos.	307
6.8.3	Medidas preventivas	309
6.9	Trabajos agrario y forestal: contacto con fitosanitarios y plaguicidas.	312

6.9.1 Riesgos de origen químico	314
6.9.2 Riesgos de exposición a agentes químicos en trabajos forestales	317
6.10 Trabajo en laboratorios	322
6.10.1 Riesgos derivados de los productos químicos que se manipulan	322
6.10.2 Reactividad de los productos químicos	323
6.10.3 Riesgos derivados de las operaciones básicas en el laboratorio	323
6.10.4 Riesgos asociados al material y a los equipos empleados	324
6.10.5 Medidas preventivas básicas de carácter general en el laboratorio	326
6.11 Trabajos de extracción y procesado de la piedra natural	328
6.11.1 Descripción del proceso de extracción	328
6.11.2 Descripción de las operaciones de procesado	331

BIBLIOGRAFÍA	337
-------------------------------	-----

PRESENTACIÓN



PRESENTACIÓN

Según la encuesta nacional de condiciones de trabajo en el período 2004-2005¹, realizada por el Instituto Nacional de Seguridad y Higiene en el Trabajo (INSHT), más de un 20% de los trabajadores/as españoles manifestaba que en su puesto de trabajo manipulaba productos tóxicos o nocivos. Además, de los trabajadores/as expuestos tanto por contacto como por inhalación (>31%), el 12% manifestaba que no conocía los efectos perjudiciales de estos productos, y en relación al etiquetado, más del 11% de los encuestados, decían que sólo algunos de los productos estaban etiquetados.

Muchos de estos trabajadores/as, en muchas ocasiones, como vemos, desconocen los efectos que pueden causar las sustancias con las que trabajan. Pongamos por ejemplo las sustancias carcinógenas presentes en algunas actividades, y que se recogen en el estudio “Cáncer Laboral en España”², publicado por Manolis Kogevinas, donde se estima el número de exposiciones para los 15 carcinógenos más frecuentes para la población activa en el 2004, con los siguientes resultados:

Tipo de agente	Número de exposiciones*
Radiación solar	1 460 460
Sílice cristalino	1 246 787
Humo de tabaco (ambiental)*	1 223 146
Humo de motor diesel	586 890
Polvo de madera	497 332
Radón y sus productos descompuestos	456 891
Fibras minerales artificiales	176 054
Compuestos de cromo IV	150 539
Hidrocarburos policíclicos aromáticos, excluyendo el humo de tabaco	138 181
Benceno	128 589
Formaldehido	113 403
Componentes de níquel	90 964
Plomo y compuestos de plomo inorgánico	67 865
Amianto	65 548
*estimación antes de la Ley antitabaco	

La variedad y gravedad de los efectos adversos de las sustancias peligrosas y su creciente utilización en la industria y en otras muchas actividades, determinan la importancia del riesgo químico no solo para las personas, también para el medio ambiente que las rodea.

¹ “Resultados de la Encuesta de Condiciones de Trabajo”. Almodóvar, A.; Nogareda C.; Fraile, A.; Pinilla, J.; Villar, M.F. y varios. Seguridad y Salud en el Trabajo. Julio 2006. Nº 38, págs 30-45.

² “Cáncer Laboral en España. Exposición a agentes cancerígenos en el trabajo: número de cánceres y muertes por cáncer de origen laboral”. Kogevinas, Manolis. Instituto Municipal de Investigación Médica de Barcelona. Mayo 2006.

Para la protección de los trabajadores/as frente al riesgo químico, es fundamental disponer de información adecuada, en cantidad y fácilmente comprensible, de las sustancias implicadas en los diferentes procesos, para eso, juegan aquí un papel muy importante las etiquetas de los envases y las fichas de datos de seguridad (FDS) de los productos, que facilitan mucha información incluyendo aquellas medidas preventivas para su uso.

En los últimos tiempos, los técnicos/as de prevención de riesgos laborales de la Confederación Intersindical Galega (CIG) han detectado que nuestros delegados/as y en general los trabajadores/as, buscan información sobre el cambio de normativa que entra en vigor, plazos de aplicación y en qué medida afecta a la información que manejan sobre los productos químicos que manipulan.

Al mismo tiempo que se produce una búsqueda de información sobre la implantación de esta nueva normativa, surgen dudas sobre conceptos relacionados con este tema que aparecen en las fichas de seguridad, en las etiquetas de los productos, evaluaciones de riesgos y, en general, en la documentación manejada.

Así pues, consideramos desde la Confederación Intersindical Galega que se hace necesaria la agrupación de información sobre seguridad química, riesgos toxicológicos y medidas preventivas asociadas para los distintos sectores implicados, presentada de forma concisa, estructurada y de sencilla comprensión, que facilite la participación de los trabajadores/as en el proceso preventivo. Surge así la idea de esta Guía sobre **“Riesgo químico: guía básica de información y sensibilización”**.

Con esta Guía pretendemos fundamentalmente que las personas que necesiten información relativa a cualquier aspecto relacionado con la seguridad química, riesgos toxicológicos y medidas preventivas asociadas, tengan acceso a una Guía Básica que contenga la documentación necesaria, presentada de forma clara y concisa, con el fin último de facilitar y posibilitar la participación de nuestros delegados/as, así como de los trabajadores/as en general en el proceso preventivo.

Los **objetivos generales** que pretendemos en esta Guía son:

- **Facilitar el ejercicio de los derechos de información, consulta y participación de los trabajadores y trabajadoras** en materia de riesgos asociados a la manipulación, uso y exposición a productos químicos.
- **Fomentar el conocimiento y aplicación de las disposiciones legales** asociadas al riesgo químico en los sectores afectados por este tipo de peligros.
- **Difundir entre los trabajadores/as y los empresarios/as el conocimiento de los riesgos profesionales de origen químico y los principios de la acción preventiva** asociados.
- **Potenciar entre los trabajadores/as el cumplimiento de sus deberes** en materia de prevención de riesgos químicos **y la cooperación con el empresario/a** en este sentido.

Dentro de los objetivos específicos, pretendemos:

- **Dar a conocer, de forma clara y didáctica, información en materia de prevención frente al riesgo químico.**
- **Facilitar la adaptación a la noticia normativa de registro y clasificación de sustancias y preparados químicos y de envasado y etiquetado.**
- **Facilitar la información sobre las medidas preventivas y de actuación** sobre los riesgos químicos a los diferentes sectores afectados.

La metodología seguida para la realización de esta Guía, debido a la cantidad de información a manejar y del espacio temporal en el que debía realizarse, justifica que se haya realizado a través de la búsqueda de información relativa a los diferentes temas por medio de legislación sobre los diferentes aspectos a tratar, Guías Técnicas publicadas por Organismos de reconocido prestigio y, en general, toda aquella documentación editada por entidades especializadas en la materia, como el Instituto Nacional de Seguridad y Higiene en el Trabajo (INSHT), Instituto Gallego de Seguridad y Salud Laboral (ISSGA), Organización Internacional del Trabajo (OIT), etc. Una vez recogida toda la información precisa, fue analizada, sintetizada y estructurada para dar respuesta a los objetivos que nos habíamos propuesto.

Este trabajo está estructurado en seis grandes bloques:

- Por una parte, una introducción inicial a la higiene industrial y a los conceptos básicos de toxicología laboral.

- En segundo lugar, una introducción a los conceptos básicos sobre la nueva normativa de REACH y de CLP que recoge los cambios más significativos.
- Una tercera parte en la que se incluye una sección, que trata de explicar de forma sencilla los principales problemas y efectos de aquellas sustancias consideradas de especial preocupación.
- En un cuarto bloque, se tratan los principales aspectos de la acción preventiva con respecto a los productos químicos.
- El siguiente punto a tratar y formando parte de la acción preventiva, pero que consideramos incluir como punto aparte por su importancia, son las principales medidas de control frente al riesgo químico.
- Por último, se realiza una pequeña categorización de diferentes procesos industriales en los que intervienen productos químicos, identificando los más importantes y aportando algunas medidas preventivas básicas en el trabajo con ellos.

El artículo número 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales³, establece que existen una serie de **principios de acción preventiva** que deben ser tenidos en cuenta por el empresario/a:



³ Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10-11-1995

En el artículo 14 del capítulo III de esta misma Ley, se establecen también cuáles son los **deberes y derechos de empresarios/as y trabajadores/as**, que pasan a resumirse en los esquemas a continuación:



En el artículo 18 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, se obliga al empresario/a a adoptar las medidas adecuadas para que los trabajadores/as reciban todas las informaciones necesarias sobre los riesgos para la seguridad y la salud derivados de su actividad, así como de las medidas y actividades de protección aplicables. Además en el artículo 41 de esta misma Ley, se recoge el deber que tienen los fabricantes, importadores y suministradores de envasar y etiquetar adecuadamente los productos utilizados en el trabajo.

A su vez el RD 374/2001⁴, para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con los agentes químicos, especifica en el artículo 3, que una de las vías que tiene el empresario/a para obtener información sobre las propiedades peligrosas de un producto, con objeto de realizar la evaluación de los riesgos derivados de su utilización, es a través de la información suministrada por el proveedor.

Con el fin de colaborar con los principios básicos de la acción preventiva, de facilitar el cumplimiento de los deberes en materia de prevención, de facilitar la comprensión de la documentación relacionada con la prevención del riesgo químico y tratando de cumplir con los objetivos anteriormente citados, comenzamos a dar forma a los diferentes aspectos de esta guía.

⁴ Real Decreto 374/2001, de 6 de Abril sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores/as contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. BOE nº 104 01-05-2011

CAPÍTULO

1

1 | HIGIENE INDUSTRIAL, CONTAMINANTES QUÍMICOS Y TOXICOLOGÍA LABORAL

1.1 Higiene industrial

Existen numerosas definiciones de lo que es la **Higiene Industrial**, una de las definiciones clásicas más empleada es la definición propuesta por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), que la define cómo: *“la ciencia y arte dedicados al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones emanadas o provocadas por el lugar de trabajo y que pueden ocasionar enfermedades, destruir la salud o el bienestar, o crear algún malestar significativo entre los trabajadores/as o los ciudadanos de la comunidad”*.

El **objetivo** de la Higiene Industrial es por lo tanto **identificar, medir, evaluar y controlar aquellos agentes químicos, físicos y/o biológicos presentes en el ambiente laboral que pueden causar enfermedades, deteriorar la salud y/o bienestar, o crear algún malestar significativo entre los trabajadores/as**. Se trata por lo tanto de una técnica preventiva, no médica y de carácter anticipado, encaminada a evitar las enfermedades profesionales.

La **enfermedad profesional**, podemos definirla en base a dos conceptos. Por un lado el concepto técnico —*“deterioro lento de la salud del trabajador/a, producido por una exposición continuada a lo largo del tiempo a determinados contaminantes presentes en el ambiente de trabajo”* y por otro el concepto legal, establecido en el artículo 116 de la Ley General de la Seguridad Social⁵—*“se entenderá por enfermedad profesional, a la contraída como consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena, en las actividades que se especifiquen en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de esta Ley, y que esté provocada por la acción de los elementos o sustancias que se indiquen en dicho cuadro por cada enfermedad profesional”*.

Este cuadro de enfermedades profesionales está recogido en los anexos I y II del Real Decreto 1299/2006, de 10 de Noviembre⁶, en el que quedan aprobadas las

⁵ Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de Junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social. BOE nº 154 29-06-1994.

⁶ Real Decreto 1299/2006, de 10 de Noviembre, por el que se aprueba el cuadro de Enfermedades Profesionales en el Sistema de la Seguridad Social. BOE Nº 302 19/12/2006

enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen los criterios para la notificación y el registro.

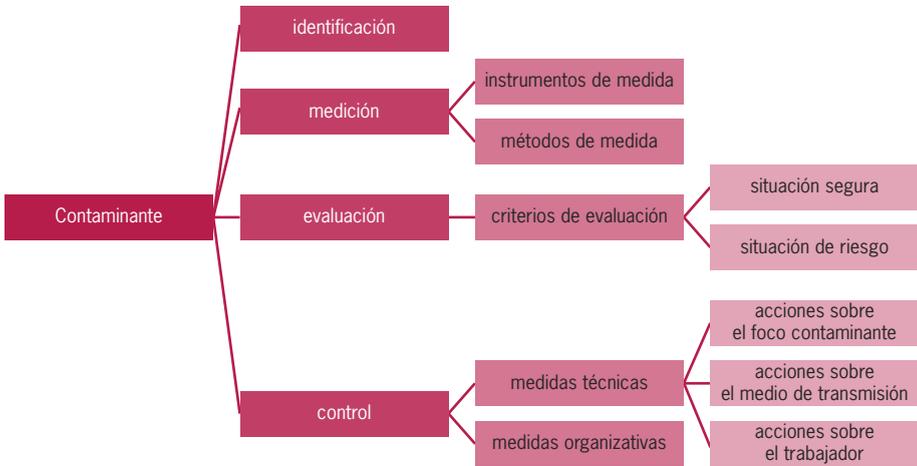
Esta misma ley, en su artículo 115, aun hace mención a otro concepto a tener en cuenta, la **enfermedad del trabajo**, que se define como *“aquella enfermedad no recogida en el artículo 116 de la Ley, que contraiga el trabajador/a con motivo de la realización de su trabajo, siempre que se pruebe que la enfermedad tuvo por causa exclusiva la ejecución del mismo”*.

A veces resulta difícil determinar el origen profesional de una enfermedad, debido a alguna de las siguientes causas:

- **Multicausalidad:** pues una enfermedad puede tener diversas causas o factores laborales o extralaborales que pueden actuar paralelamente, contribuyendo a que se desarrolle la enfermedad.
- **Clínica inespecífica:** puesto que muchas enfermedades profesionales no presentan una sintomatología específica que permita diferenciarlas de otro tipo de enfermedades o de establecer una relación con el trabajador/a.
- **Variabilidad biológica:** los trabajadores/as expuestos a un riesgo o a una condición perjudicial parecida no reaccionan igual, algunos pueden desarrollar alguna enfermedad y otros no, y en el caso de desarrollarla, esta no lo hace de igual forma en unos y en otros individuos.
- **Condiciones de exposición:** un agente perjudicial puede presentar diferentes efectos perjudiciales en función del tipo de exposición y de la vía de penetración en el organismo.

2.1.1 Metodología de actuación en la higiene Industrial

La metodología empleada en la Higiene Industrial, pasa por cuatro etapas bien definidas, que se recogen en el siguiente esquema:



La **fase de la identificación**, como su nombre indica, consiste en *conocer cuáles son los contaminantes que están presentes en el puesto de trabajo*. En algunos casos, esta identificación es sencilla, en otros es más compleja pues no solo un producto puede estar constituido por varias sustancias, sino que también en los procesos industriales y productivos pueden generarse reacciones químicas por multitud de compuestos.

La **medición** consiste básicamente en *determinar la cantidad de contaminante presente en el ambiente de trabajo detectado en la fase anterior*. En este caso, habrá que determinar cuál es el método de medida o el instrumento más eficaz para determinar cada tipo de contaminante, que garantice la fiabilidad.

En la siguiente etapa, la **evaluación**, se *determinará en función de las mediciones obtenidas, si esa situación representa un riesgo o no para el trabajador/a, para eso habrá que comparar los resultados de las mediciones con los criterios pertinentes de evaluación*. En el caso de que la situación evaluada sea segura, se verificará de forma periódica que las condiciones de trabajo se mantengan, por el contrario, se existe una situación de riesgo, se deberá proceder a implantar las medidas de control necesarias.

La última fase de este procedimiento es la **fase de control**, en aquellos casos en los que exista un riesgo, habrá que establecer las medidas correctoras necesarias para *eliminar o reducir la posibilidad de que el trabajador/a sufra algún deterioro en su salud*. Estas medidas a aplicar pueden ser de dos tipos:

- **Medidas técnicas**, encaminadas a disminuir la dosis que recibe el trabajador/a, reduciendo la concentración de contaminante. De entre todas ellas, las de primera aplicación son las colectivas, que actúan sobre el foco contaminante. En el caso de no ser suficientes para reducir o eliminar el riesgo, se actuará con medidas sobre el medio de difusión del contaminante, y por último, y solo en casos extremos, cuando con las medidas anteriormente citadas no se pueda disminuir o eliminar el riesgo, se ejecutarán medidas sobre el trabajador/a.
- **Medidas organizativas**, encaminadas a disminuir la dosis que recibe el trabajador/a, reduciendo el tiempo de exposición del trabajador/a al contaminante.

1.2 Contaminantes químicos

Las enfermedades profesionales están causadas por la exposición continuada a contaminantes, entendiendo por **contaminante**, *aquella forma de energía, producto químico o ser vivo presente en el ambiente de trabajo que puede ocasionar daños en la salud de los trabajadores/as.*

Podemos clasificar los contaminantes en base a su naturaleza en:

- Contaminantes químicos
- Contaminantes físicos
- Contaminantes biológicos

En esta Guía, nos centraremos en abordar principalmente los contaminantes químicos, de gran importancia debido al gran número de compuestos que son empleados en los procesos industriales y la diversidad de efectos que pueden generar. Los **contaminantes químicos** se definen como *sustancias orgánicas o inorgánicas, naturales o sintéticas, que durante su fabricación, manejo, uso, almacenamiento o transporte, pueden incorporarse al aire en forma de gases, vapores, nieblas, partículas, fibras, que pueden tener efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y dañar la salud de los trabajadores/as cuando están en contacto con ellas.*

Los productos químicos son usados en multitud de procesos industriales. Los trabajadores/as están expuestos a estos contaminantes cuando manejan por ejemplo disolventes, barnices, pinturas, decapantes, colas, resinas, detergentes, aceites, ácidos o insecticidas.

Se pueden clasificar los contaminantes químicos en base a la forma en la que se presentan de la siguiente manera:



■ Molecular

- **Gases:** sustancias químicas que se presentan de forma gaseosa a presión y temperatura ambiente (760 mm Hg y 25°C). Ej.: monóxido de carbono, amoníaco, cloro, ozono...
- **Vapores:** fase gaseosa de una sustancia química sólida o líquida a 25°C y 760 mm de Hg de presión, que aparecen en la atmósfera de trabajo como consecuencia de la evaporación de un contaminante líquido. Ej.: vapores de la gasolina, vapores de la acetona, vapores del alcohol isopropílico...

■ Aerosoles: dispersión de partículas sólidas o líquidas inferiores a 100 micras en un medio gaseoso.

- **Partículas:** sólidos en suspensión en el aire con origen mecánica ou térmica.
 - **Polvos:** partículas sólidas suspendas en el aire de tamaño entre 0,1 y 25 micras, producidas de forma mecánica. Ej: polvo originado en las canteras, polvo originado en el serrado de madera, polvo de la fabricación del cemento...
 - **Humos:** partículas sólidas suspendidas en el aire de tamaño inferior a 0,1 micras, producidas de forma térmica por procesos de combustión incompletos o por procesos de condensación de partículas sólidas metálicas. Ej.: humo originado por los procesos de soldadura, humo originado por los incendios, humo producido en la combustión de motores térmicos...

- **Fibras:** *variedad de partículas en las que predomina una de las dimensiones frente las otras dos, por lo general, se habla de fibras cuando su longitud es mayor a las 5 micras, y es superior tres veces a su diámetro. Tienen un alto poder de penetración en el organismo por lo que pueden llegar a los alvéolos pulmonares y producir lesiones y enfermedades. Ej.: fibra de vidrio, amianto, carbón, algodón...*
- **Nanopartículas:** *son partículas microscópicas menores a 100 nanómetros (milmillonésima parte del metro) que tienen la ventaja de tener propiedades fisicoquímicas excepcionales muy beneficiosas para la industria y la sociedad en general. En la actualidad son empleadas en el campo biomédico, óptico y electrónico, el inconveniente es que tienen propiedades y efectos muy diferentes a los de los mismos materiales en tamaños convencionales, lo que puede plantear riesgos desconocidos para la salud.*
- **Nieblas:** *formadas por la suspensión de pequeñas gotitas de contaminante líquido de tamaño variable entre 0,01 y 10 micras, y procedentes de procesos de condensación de un estado gaseoso, o por la desintegración de un líquido por atomización, ebullición, ... Ej.: nieblas de la proyección de pintura, nieblas de la fumigación de los plaguicidas...*

1.3 Toxicología laboral

Todos sabemos que las sustancias químicas pueden provocar diferentes alteraciones sobre el ser humano. Pensemos, por ejemplo en efectos beneficiosos de los fármacos que alivian y curan nuestras enfermedades, en productos naturales como puede ser el romero que, a través de la infusión de sus hojas ayuda a calmar la tos, tiene propiedades antisépticas, y sirve como tratamiento para el asma.

Por el contrario, si pensamos en aspectos negativos de las sustancias químicas, sabemos que en la industria son utilizadas gran variedad de sustancias tóxicas y que pueden ocasionar trastornos en la salud de los trabajadores/as. Por su parte, en la naturaleza también podemos encontrar ejemplos de sustancias con efectos perjudiciales para la salud, pensemos por ejemplo en nuestra tierra en las setas. Muchas de ellas son comestibles, sin embargo, otras tantas poseen efectos alucinógenos, como la *Psilocibes semilanceata*, más conocida en Galicia como "monguis" o incluso pueden causar la muerte, como la *Amanita phalloides*.

La **toxicología** es una rama de la ciencia que estudia los efectos nocivos de las sustancias químicas - tóxicos o venenos - sobre los organismos vivos, así como sus interacciones con los mismos.

Según el concepto actual, un **tóxico** es una sustancia externa que puede producir algún efecto nocivo sobre un ser vivo cuando entra en contacto con ese organismo, pudiendo provocar la alteración de alguno de los equilibrios vitales e incluso pudiendo llegar a causar la muerte. Precisamente las sustancias tóxicas que penetran en el organismo, se denominan xenobióticos. Por su parte, un **veneno**, es un tóxico que penetra en el organismo de forma intencionada.

La **toxicología laboral**, es una rama de la toxicología que se encarga de estudiar las intoxicaciones producidas por los productos químicos empleados en el trabajo. Se consigue así información necesaria sobre la toxicidad de los productos y las alteraciones que producen sobre el organismo, para intentar evitar los riesgos de estos productos que penetran en el organismo del trabajador/a debido a su manipulación y uso. Para eso utilizan procedimientos entre los que se encuentran la experimentación animal, encuestas epidemiológicas, experimentación voluntaria en humanos, etc.

1.3.1 Factores que inciden sobre los efectos tóxicos

Además de la exposición a un agente químico, sobre el organismo inciden una serie de factores que tienen repercusión en la acción de los tóxicos y que determinan la peligrosidad:

- **Toxicidad** o capacidad de un contaminante para ocasionar daños mediante efectos biológicos adversos cuando alcanza un punto susceptible del cuerpo. Es uno de los factores que determinan el riesgo, junto con la intensidad y la duración de la exposición, las características fisicoquímicas y concentración del producto.
- **Dosis** de contaminante: concentración a la que el trabajador/a está sometido en un tiempo determinado.
- **Propiedades fisicoquímicas del contaminante**, como solubilidad en fluidos biológicos, reactividad química...

- **Vías de entrada en el organismo:** principalmente la respiratoria, la dérmica, o la digestiva.
- **Susceptibilidad individual:** característica de cada persona según edad, sexo, raza, estado personal (embarazo, lactancia,...), factores genéticos, hábitos alimentarios, higiene personal... No todas las personas reaccionan igual frente a una misma dosis de contaminante..
- **Estado fisiológico del trabajador/a** que está en contacto con el contaminante, pues su organismo puede estar debilitado por otras causas como enfermedad, mala nutrición, ingestión de fármacos, alcohol, embarazo, etc.

1.3.2 Intoxicaciones

Una **intoxicación** se produce por exposición, ingestión, inyección o inhalación de una sustancia tóxica –xenobiótico–. La gravedad de la intoxicación depende, entre otros factores, de la toxicidad del producto, del modo de penetración en el organismo, de la dosis, y de la edad de la víctima. Se puede distinguir entre:

Pódese distinguir entre:

- **Intoxicación aguda:** de carácter grave y que se manifiesta en un corto período de tiempo. Puede causar en el individuo desde un estado irreversible hasta la muerte. Aparece por la exposición a una alta dosis de tóxico o en una sola exposición o en múltiples exposiciones más cortas, o por la rápida absorción del tóxico en el organismo.
- **Intoxicación crónica:** se manifiesta cuando el tóxico penetra en pequeñas dosis y de forma continuada a lo largo del tiempo, en algunos casos en toda la vida laboral del trabajador/a. Aparece por la acumulación de tóxico en el organismo o por la acumulación de efectos producidos por repetidas exposiciones al tóxico.

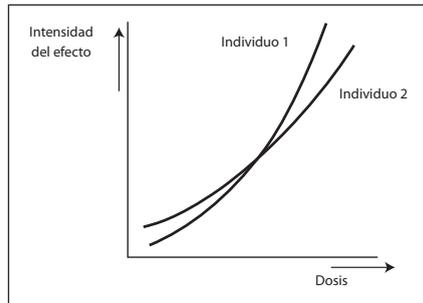
1.3.3 Dosis

Es necesario que el contaminante entre en contacto con el organismo para que pueda afectar a la salud del trabajador/a. La **dosis** es la cantidad de xenobiótico que alcanza el organismo de la persona expuesta y depende de dos factores, la concentración del contaminante en el ambiente de trabajo y el tiempo de exposición del trabajador/a a dicho contaminante. Por lo general se expresa en mg/kg de peso del individuo.

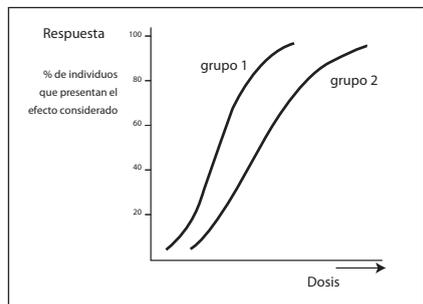
La **concentración** es la cantidad de contaminante presente en el ambiente de trabajo, y como es obvio, en igualdad de tiempo, cuanto más cantidad de contaminante mayor es la dosis.

El **tiempo de exposición** es la duración del contacto entre el contaminante y el organismo del trabajador/a, y por lo tanto en igualdad de concentración del contaminante, cuanto más tiempo, mayor es la dosis.

La **relación dosis-efecto** se establece entre la dosis recibida por un individuo y la magnitud del efecto que experimenta como consecuencia. A medida que la dosis aumenta, la intensidad del efecto asociado también aumenta y su representación gráfica será distinta dependiendo del xenobiótico y del individuo de que se trate.



La **relación dosis-respuesta** se establece entre la dosis y el porcentaje de individuos de una población expuesta, que experimentan un determinado efecto. A medida que la dosis aumenta, aumenta también el número de individuos afectados. Para un mismo agente químico pueden establecerse diferentes relaciones dosis-respuesta, en función de los efectos que se estudian.



El **órgano Diana** es el más sensible a una determinada sustancia y por lo tanto es el más afectado tras la exposición a esa sustancia.

Para analizar las relaciones antes mencionadas, se emplean los siguientes conceptos:

- **Dosis efectiva media (DE₅₀):** aquella dosis para la que aparece el efecto estudiado en la mitad de la población de animales sometidos a ensayo, cualquiera que sea la vía de entrada menos la respiratoria.
- **Dosis letal media (DL₅₀):** aquella dosis para la que aparece como efecto la muerte en el 50% de los animales de laboratorio en los que se experimenta. Para su cálculo, se le administra a un conjunto de animales de laboratorio, por la vía que se desee estudiar, dosis progresivamente crecientes del producto a estudiar, esperando 24 horas y observando sus efectos, en este caso la muerte.
- **Concentración efectiva media (CE₅₀):** concentración media de tóxico que puede predecirse causará un efecto no letal en el 50% de la población animal estudiada, cuando la vía de entrada es la respiratoria.
- **Concentración letal media (CL₅₀):** concentración de tóxico en el aire que al ser inhalada durante un período produce la muerte del 50% de los animales de experimentación, cuando la vía de entrada es la respiratoria.

En el siguiente cuadro se muestra la clasificación de sustancias químicas en base a criterios de toxicidad como muy tóxicas, tóxicas o nocivas, en función de los parámetros DL50 y CL50:

Categoría	DL50 oral Rata (mg/kg)	DL50 cutánea Rata (mg/kg)	CL50 inhalatoria Rata (mg/l/4 horas)	
			Aerosoles o partículas	Gases o vapores
Muy Tóxicos	≤ 25	≤ 50	≤ 0,25	≤ 0,5
Tóxicos	25 – 200	500 - 400	0,25 - 1	0,5 – 2
Nocivos	200 – 2000	400 - 2000	1 - 5	2 – 20

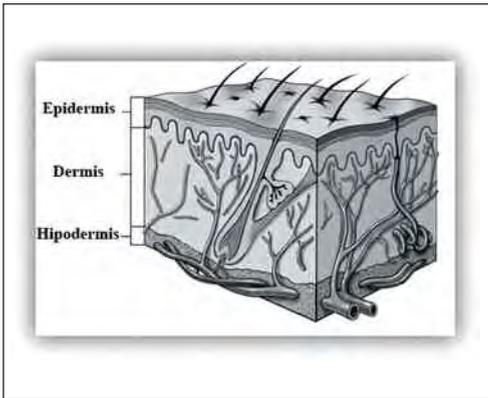
1.3.4 Fases por las que pasa el tóxico en el organismo

En la acción de los tóxicos sobre el organismo, pueden identificarse las siguientes fases, de las que se hablará con más detalle a continuación:



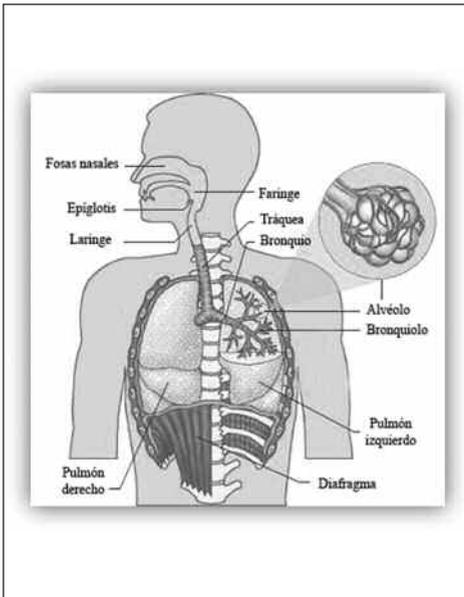
- **Penetración:** para que un agente químico penetre en el organismo debe atravesar una serie de barreras que defienden el cuerpo, entre las que destacan las barreras aislantes del cuerpo para con el entorno, como es el caso de la piel, y barreras específicas de intercambio entre las que están el epitelio pulmonar o la mucosa intestinal. Entre las principales vías de penetración tenemos:

- **Penetración por vía dérmica**



La piel tiene una función protectora además de cumplir una función metabólica, segregando sustancias inhibitorias de agentes químicos y microbianos. Las sustancias químicas, para poder ser absorbidas por la sangre, deben alcanzar las terminaciones nerviosas y, para eso, deben atravesar todas las capas de la piel, desde la más superficial a la más profunda –epidermis, dermis, hipodermis–.

- **Penetración por vía respiratoria**



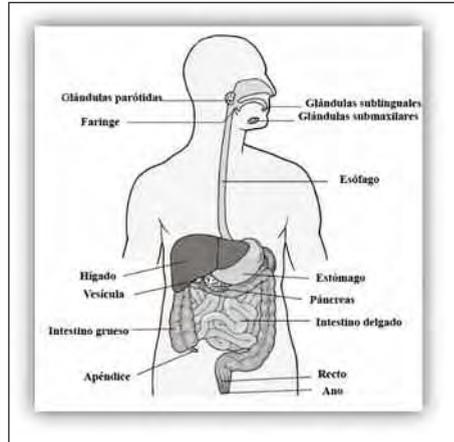
Una de las vías de entrada más importante para los contaminantes químicos en el trabajo es, sin duda, la vía respiratoria, puesto que, cualquier sustancia suspendida en el aire puede ser inhalada. Las partículas inhaladas pueden provocar grandes molestias y llegar incluso a la muerte cuando las exposiciones son excesivas o cuando las defensas del trabajador/a están disminuidas. Por ejemplo, si el contaminante es un gas o un vapor, estos alcanzarán antes los alvéolos pulmonares que si el contaminante es un polvo o humo, puesto que en este caso el acceso de estas partículas estará condicionado por su tamaño.

• **Penetración por vía parenteral**

La penetración de un contaminante por vía parenteral se produce cuando este pasa al organismo a través de una herida o una llaga preexistente, o provocada por un accidente como puede ser un corte o un pinchazo.

• **Penetración por vía digestiva**

Esta vía es de las menos importantes y, de hecho pocas veces se considera, salvo en casos de intoxicación accidental, o cuando se bebe o fuma en el local de trabajo.



■ **Absorción:** es un proceso bioquímico a través del cual una sustancia que provenga del medio externo, es incorporada al medio interno del individuo para alcanzar el torrente sanguíneo. Este proceso puede efectuarse por alguna de estas vías:

• **Absorción por vía dérmica**

Algunos tóxicos son capaces de atravesar las diferentes capas de la piel: células, glándulas sudoríparas o sebáceas, folículos pilosos..., hasta llegar a la dermis, capa de la piel donde se encuentran los capilares sanguíneos, y de esa forma se incorporan directamente. La absorción es más favorable para los compuestos liposolubles, como es el caso, por ejemplo, de los disolventes.

• **Absorción por vía respiratoria**

En este caso, el tóxico pasa directamente a la sangre eludiendo la acción del hígado sobre las sustancias tóxicas. Es la vía de entrada más importante, ya que los gases y vapores de líquidos volátiles encuentran un camino rápido puesto

que, el epitelio alveolar es muy fino, su superficie es muy grande y además está muy vascularizado. Por lo tanto cuando se trata de compuestos liposolubles la absorción es muy rápida. Por su parte, si se trata de polvos, humos o nieblas, la absorción es más lenta, y está determinada por el tamaño de las partículas, cuanto más pequeña sea más penetra en el tracto respiratorio.

• **Absorción por vía gastrointestinal**

De los tres tipos de absorción es la menos importante. Mayoritariamente, la causa de absorción de contaminantes por esta vía suelen ser hábitos higiénicos del trabajador/a como por ejemplo, no lavarse las manos después de estar en contacto con los tóxicos, ponerse a comer o a fumar.

- **Distribución y transporte:** el tóxico llega al organismo por cualquiera de las vías antes mencionadas hasta el **sistema activo** –conjunto de células con similar papel metabólico frente al tóxico– que lo distribuye por todo el organismo, o bien como es absorbido, o unido a alguna proteína que lo fija, alcanzando así el torrente sanguíneo y recorriendo todos los órganos del cuerpo, aproximadamente una vez por minuto.

La cantidad de tóxico que circulará por la sangre dependerá de la facilidad de absorción de la vía de entrada, la velocidad del flujo sanguíneo, el coeficiente de solubilidad del tóxico en la sangre y el equilibrio con los depósitos de acumulación y fijación.

- **Localización y acumulación:** el tóxico transportado por el torrente sanguíneo se une de forma selectiva a diferentes tejidos, uniéndose los grupos afines a tejidos similares. Una concentración baja de tóxico podrá generar una respuesta importante, mientras que, una alta concentración se puede ir fijando sin que aparezcan efectos tóxicos. Por ejemplo, los compuestos liposolubles, como los hidrocarburos aromáticos, tienen tendencia a acumularse en tejidos grasos y algunos metales, como el plomo, se acumulan en el tejido óseo.

- **Metabolismo:** aunque algunos tóxicos se eliminan tal y como entraron en el organismo, la mayor parte de ellos sufren transformaciones en su estructura molecular. Estas transformaciones se llevan a cabo a través de *reacciones bioquímicas catalizadas por sistemas enzimáticos, cuyos productos reciben el nombre de metabolitos.*

Las transformaciones metabólicas son un mecanismo de defensa del organismo frente a un agente extraño, convirtiendo el tóxico en un compuesto más

soluble que facilite su eliminación. Con las reacciones metabólicas la toxicidad del metabolito tiende a disminuir aunque, en algunos casos, pueden convertirse en productos más peligrosos que el tóxico de procedencia.

- **Eliminación:** el organismo que contiene un tóxico en la sangre puede actuar de dos formas, o fijando el tóxico de forma insoluble en una molécula de proteína, o bien, eliminando el tóxico por algunas de las vías de eliminación. En el primero de los casos aumenta el tiempo de permanencia del tóxico en el cuerpo, facilitando su transporte por la sangre y distribuyéndolo por todos los tejidos, el metabolismo es lento y la excreción más difícil. En el segundo caso, la eliminación puede llevarse a cabo estando el tóxico inalterado o tras su transformación en metabolitos para hacerlo más soluble en el agua y facilitar su excreción.

Las vías que permiten la eliminación del genotóxico o de sus metabolitos son la orina, el sudor, la bilis, la saliva, el aire exhalado o la leche materna.

1.3.5 Acción de los tóxicos en el organismo

Cuando los tóxicos penetran en el organismo pueden producir alteraciones o **lesiones de tipo estructural** —destrucción total o parcial de las células que, en función de la magnitud, pueden ir desde necrosis al deterioro de la membrana celular—, o **lesiones de tipo funcional** —como pueden ser alteraciones del ADN o la inhibición de la acción enzimática—.

De forma general entre los principales tipos de efectos que producen los tóxicos que afectan al ser humano, podemos distinguir, por un lado la relación entre el tóxico y la parte afectada y, por el otro, la relación entre el tóxico y el tipo de efectos:

■ **Relación tóxico parte afectada**

- **Tóxicos alérgicos o sensibilizantes:** afectan al organismo porque el tóxico, que se introduce en la estructura de las proteínas, genera una respuesta inmune del cuerpo, que produce anticuerpos e histamina con la aparición de picor, ampollas, etc. Llegando a producir una sensibilización en la cual, una cantidad mínima de tóxico, origina un efecto desmedido. Se puede citar por ejemplo, las dermatitis de contacto por formaldehído o mercurio...
- **Tóxicos anestésicos:** afectan al sistema nervioso central, sobre todo al cerebro. Como ejemplos tenemos los disolventes que actúan produciendo efec-

tos narcóticos o depresivos, y que pueden llegar a causar lesiones irreversibles y graves; mencionar también el talio, mercurio y organofosfatos.

- **Tóxicos asfixiantes:** afectan a los tejidos haciendo que no les llegue oxígeno. En el caso, por ejemplo del butano, el metano o el dióxido de carbono, esta falta de oxígeno tiene su acción fuera del organismo, pues desplazan el oxígeno de la atmósfera disminuyendo su concentración. En el caso del monóxido de carbono esta acción se produce dentro del organismo, pues este compuesto tiene más afinidad química a la hemoglobina que el oxígeno.
- **Tóxicos cancerígenos:** afectan a la estructura del ARN (ácido ribonucleico) y al ADN (ácido desoxirribonucleico). En este último caso, las alteraciones pueden producir efectos mutágenos (alteraciones hereditarias), carcinógenos (crecimiento y proliferación incontrolado de las células), o teratógenos (malformaciones en la descendencia).
- **Tóxicos corrosivos:** afectan por acción química a la destrucción de tejidos sobre los que actúan. Ejemplos de este tipo los tenemos en los ácidos y bases como el ácido sulfúrico, el ácido nítrico, o el hidróxido de sodio.
- **Tóxicos irritantes:** afectan al tejido con el que están en contacto inflamándolo. Si el tóxico penetra por inhalación es importante su solubilidad para conocer el lugar del aparato respiratorio donde va a actuar. Por ejemplo, si es muy soluble en agua como el amoníaco o el ácido clorhídrico, afectará a las vías respiratorias superiores; si es poco soluble en el agua como por ejemplo el óxido de nitrógeno, actuará sobre el pulmón, aunque siempre existen excepciones. En el caso de tareas de soldadura en la que se producen humos y gases como monóxido o dióxido de carbono, la afectación es pulmonar, y en el caso de aerosoles, cuanto más pequeño sea el tamaño mayor será la acción irritante.
- **Tóxicos pneumoconióticos:** afectan al tejido pulmonar produciendo neumatías o fibrosis por la inhalación prolongada de partículas como pueden ser polvos, humos o fibras. Según el efecto que produzcan en los pulmones pueden clasificarse como inertes o pneumoconióticos. En este último caso, tenemos **neumoconiosis benignas** –como la siderosis (polvo de óxido de hierro), aluminosis (polvo de óxido o hidróxido de aluminio) o la antracosis (polvo de carbón)–, y **neumoconiosis nocivas**, –silicosis (polvo de sílice), asbestosis (fibra de asbesto) o beriliosis (polvo o humo de berilio)–.
- **Tóxicos sistémicos:** afectan a órganos o sistemas específicos cuando el tóxico es absorbido y distribuido por el cuerpo.

- **Tóxicos que actúan sobre la piel:** además de los tóxicos irritantes, ya comentados, existen sustancias como los ácidos inorgánicos o los alcoholes que pueden aumentar o disminuir la capacidad sudorípara, o lubricantes industriales que pueden infectar los folículos pilosos.
- **Tóxicos que alteran el hígado,** como pueden ser el tetracloruro de carbono, o el tetracloroetano.
- **Tóxicos que alteran los riñones,** como pueden ser los hidrocarburos halogenados o los fosfatos insolubles.
- **Tóxicos que actúan en la sangre o en el sistema hematopoyético,** como por ejemplo, la anilina, los nitritos, el benceno o la toluidina.

■ Relación tóxico y tipo de efectos

- **Locales o generales:** en el primer caso, se manifiestan en el lugar de contacto del tóxico con el cuerpo, y en el segundo caso, aparecen en puntos más alejados del lugar de contacto.
- **Agudos o crónicos:** en este caso responden a la duración y evolución clínica. Los efectos agudos se manifiestan de forma rápida en un corto período de tiempo, en el caso de los efectos crónicos, se manifiestan a más largo plazo permaneciendo latentes desde la exposición.
- **Reversibles o irreversibles:** hacen referencia a la posibilidad de recuperación del cuerpo tras la exposición al tóxico. En el primer caso será posible una recuperación completa y en el segundo caso esto será totalmente imposible.
- **Acumulativos o no acumulativos:** en este caso, los primeros tardan más en eliminar el tóxico del organismo y van siendo acumulados, en el segundo la eliminación se hace de forma más rápida.
- **Estocásticos o no estocásticos:** en el primer caso, la posibilidad de que se produzca un efecto aumenta con la dosis recibida, por ejemplo, las sustancias carcinógenas, y en el segundo, la intensidad o gravedad depende de la dosis, por ejemplo los productos irritantes.

En el cuadro a continuación se muestran los efectos que pueden producir algunas de las sustancias más empleadas en las diferentes actividades industriales. Para conocer los efectos de sustancias que no están recogidas aquí, se pueden consultar las fichas de datos de seguridad de las mismas, o el manual de Higiene Industrial publicado por Mapfre:

Sustancia	Órgano afectado												
	Sistema respiratorio	Sistema nervioso	Sistema cardiaco	Sistema linfático	Sangre	Ojos	Piel	Pulmón	Hígado	Riñón	Gastrointestinal	Otros	
Acetaldehído	x	x				x	x	x		x	x	Posiblemente carcinógeno	
Acetileno	x												
Acetilacetona	x	x				x	x			x	x	Timo, Nariz	
Acetona	x	x			x	x	x	x	x	x	x	Médula ósea	
Acetonitrilo	x	x	x			x	x	x	x	x		Alteraciones funcionales	
Acetato de etilo	x	x				x	x						
Acetato de vinilo	x					x	x	x			x		
Ácido acético	x					x	x	x			x	Dientes	
Ácido gianhídrico	x	x	x						x	x	x	Tiroides	
Ácido clorhídrico	x					x	x	x				Dientes	
Ácido crómico	x				x	x	x	x	x	x	x	Probablemente carcinógeno, Nariz	
Ácido fluorhídrico	x		x			x	x	x	x	x	x		
Ácido fórmico	x					x	x	x	x	x	x		
Ácido fosfórico	x					x	x	x			x		
Ácido nítrico	x					x	x	x			x	Dientes	
Ácido oxálico	x					x	x	x			x	Nariz	
Ácido pterico	x				x	x	x		x	x	x		
Ácido sulfúrico	x					x	x	x			x	Dientes	

Sustancia	Órgano afectado											
	Sistema respiratorio	Sistema nervioso	Sistema cardiaco	Sistema linfático	Sangre	Ojos	Piel	Pulmón	Hígado	Riñón	Gastrointestinal	Otros
Acrilato de etilo	x					x	x	x			x	
Acrilato de metilo	x					x	x				x	
Acrilato de n-butilo	x					x	x	x				
Acritonitrilo	x	x	x				x	x	x	x	x	Probablemente carcinógeno. Lesión genética
Acroleína	x					x	x	x				
Alcohol etílico	x	x				x	x	x	x		x	
Alcohol furfúrico	x					x	x	x			x	
Alcohol isopropílico	x	x				x	x				x	
Alcohol metílico	x	x				x	x				x	Oído
Amianto o asbesto azul	x					x	x	x				Carcinógeno
Amoniaco	x	x				x	x	x				
Anilina	x	x	x			x	x	x	x	x	x	Probablemente carcinógeno. Bazo
Argón	x					x						
Arseniato de plomo	x	x		x		x	x	x	x	x	x	Carcinógeno. Tejido gingival. Puede producir alteraciones en la reproducción
Arsina	x			x		x	x		x	x		Carcinógeno
Aguarrás o trementina	x	x	x			x	x	x		x	x	Vejiga
Benceno	x	x		x		x	x	x		x		Carcinógeno. Médula ósea.
Benzol(bipireno)	x						x				x	Probablemente carcinógeno. Puede provocar lesión genética, alteración en la reproducción.

Sustancia	Órgano afectado											
	Sistema respiratorio	Sistema nervioso	Sistema cardiaco	Sistema linfático	Sangre	Ojos	Piel	Pulmón	Hígado	Riñón	Gastrointestinal	Otros
Butadieno	x	x				x			x			Probablemente carcinógeno. Médula ósea. Puede provocar lesión genética.
Butano	x	x				x	x					
Butanona	x	x				x					x	
Cadmio, humo	x				x	x		x		x	x	Probablemente carcinógeno.
Cadmio, polvo	x				x	x		x		x	x	Probablemente carcinógeno.
Carbonato de magnesio	x							x				
Cianuros	x	x	x				x		x	x	x	Tiroides
Ciclohexano	x	x				x	x	x			x	
Ciclohexanona	x	x				x	x	x		x		
Cloro	x					x	x				x	Dientes
Cloroetileno o cloruro de vinilo	x	x			x	x	x	x	x			Carcinógeno. Puede provocar lesión genética.
Cloroformo	x	x	x				x	x	x	x	x	Posiblemente carcinógeno
Cloruro de etilo	x	x	x			x	x	x	x	x	x	
Cloruro de metileno	x	x	x			x	x				x	
Cloruro de metilo	x	x				x	x	x	x	x	x	Posiblemente carcinógeno
Cloruro de cinc, humo	x					x	x				x	
Cobre, humo	x				x	x	x			x		
Cobre, polvo y nieblas	x				x	x	x	x	x	x	x	

Sustancia	Órgano afectado											
	Sistema respiratorio	Sistema nervioso	Sistema cardiaco	Sistema linfático	Sangre	Ojos	Piel	Pulmón	Higado	Riñón	Gastrointestinal	Otros
Cresol	x	x				x	x	x	x	x	x	
Cristobalita	x							x				Carcinógeno
Cromo, metal y sales insolubles	x							x			x	
Cromo, sales cromosas y crómicas solubles	x						x				x	
Diallamina	x		x			x	x	x			x	
Difenil éter	x					x	x		x	x	x	
Dióxido de carbono	x		x			x	x	x				
Dióxido de nitrógeno	x		x	x			x	x				
Epiclohidrina	x					x	x				x	
Estaño, compuestos inorgánicos	x											
Estaño, compuestos orgánicos	x	x							x			Tracto urinario
Estireno	x	x				x	x	x				Posiblemente carcinógeno.
Estricnina	x	x									x	
Eter de dimetilglícol	x					x	x				x	Puede producir alteraciones en la reproducción.
Etilbenceno	x	x				x	x	x			x	
Etileno	x											
Fenol	x	x	x			x	x	x	x	x		
Fluoracetato de sodio	x	x	x				x	x		x	x	

Sustancia	Órgano afectado												
	Sistema respiratorio	Sistema nervioso	Sistema cardiaco	Sistema linfático	Sangre	Ojos	Piel	Pulmón	Hígado	Riñón	Gastrointestinal	Otros	
Fluoruro de calcio	x										x		
Fluoruro de sodio	x	x	x			x	x				x	Dientes, esqueleto	
Fluoruro po	x	x				x	x			x		Esqueleto	
Fosfina	x	x	x		x	x	x	x					
Fosgeno	x					x	x						
Formaldehído	x					x	x	x				Posiblemente carcinógeno.	
Fosfato de tributilo	x	x			x	x	x				x		
Gases licuados del petróleo	x	x			x	x	x				x		
Grafito natural	x		x					x					
Helio	x					x	x						
Heptano	x	x				x	x	x			x		
Hexano	x	x				x	x	x			x	Puede originar lesión genética.	
Hidróxido de potasio	x					x	x	x			x		
Hidróxido de sodio	x					x	x	x			x		
Isocianato de bisfenilmetileno	x	x	x			x	x	x			x		
Isocianato de metilo	x					x	x	x			x	Produce graves alteraciones en la reproducción.	
Lindano	x	x	x		x	x	x				x		
Melamina	x										x		

Sustancia	Órgano afectado											
	Sistema respiratorio	Sistema nervioso	Sistema cardiaco	Sistema linfático	Sangre	Ojos	Piel	Pulmón	Hígado	Riñón	Gastrointestinal	Otros
Mercurio	x	x				x	x			x	x	
Metano	x						x					
Metilamina	x				x	x	x			x		
Molibdeno, compuestos solubles	x							x				
Monóxido de carbono	x	x	x		x			x				
Nafta	x	x				x	x	x	x		x	
Naftaleno	x	x			x	x	x		x	x	x	
Nicotina	x	x	x			x	x	x			x	
Octano	x					x	x	x			x	
Ortofosfato de trisodio	x					x	x	x			x	
Óxido de aluminio	x					x						
Óxido de berilio	x					x	x	x			x	Carcinógeno
Óxido de calcio	x					x	x	x			x	Nariz
Óxido de cinc, humo	x						x	x			x	
Óxido de etileno	x	x			x	x	x	x		x		Carcinógeno. Puede originar lesión genética.
Óxido de hierro, humo	x							x				
Óxido de magnesio	x					x					x	Nariz
Óxido de manganeso	x	x				x	x	x			x	

Sustancia	Órgano afectado												
	Sistema respiratorio	Sistema nervioso	Sistema cardiaco	Sistema linfático	Sangre	Ojos	Piel	Pulmón	Hígado	Riñón	Gastrointestinal	Otros	
Óxido nítrico	x	x					x	x				Médula ósea. Puede producir alteraciones en la reproducción.	
Ozono	x	x				x	x	x					
Pentadorofenol	x	x	x			x	x	x	x	x	x	Posiblemente carcinógeno.	
Peróxido de benzolito	x					x	x						
Pireno	x					x	x				x		
Piridina	x	x				x	x		x	x	x		
Propano	x	x				x	x						
Propileno	x	x				x	x						
Queroseno	x					x	x	x			x		
Quinona	x					x	x				x		
Silicato de etilo	x				x	x	x		x	x	x		
Silicato de metilo	x					x	x	x	x	x	x		
Silicato de sodio	x					x	x				x		
Silice amorfa	x					x	x	x					
Silice cristalina	x					x	x	x				Probablemente carcinógeno.	
Sulfato de níquel	x					x	x	x			x	Carcinógeno.	
Sulfuro de hidrógeno	x	x				x	x						
Tétracoroetano	x	x				x	x	x	x	x	x		

Sustancia	Órgano afectado											
	Sistema respiratorio	Sistema nervioso	Sistema cardiaco	Sistema linfático	Sangre	Ojos	Piel	Pulmón	Higado	Riñón	Gastrointestinal	Otros
1,1,1-Tricloroetano	x	x	x			x	x		x	x	x	
1,1,2-Tricloroetano	x	x				x	x		x	x	x	Nariz
Tricloroetileno	x	x	x		x	x	x	x	x	x		
Tridimita	x							x				Probablemente carcinógeno.
Trietilamina	x	x				x	x	x			x	
Trinitrotolueno	x				x	x	x		x		x	
Tolueno	x	x	x				x		x	x	x	
Xileno	x	x			x	x	x		x	x	x	

CAPÍTULO

2

2 | CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE REACH Y CLP

La nueva normativa europea sobre productos químicos (REACH⁷ y CLP⁸), es de aplicación directa en nuestro país y supone un cambio para la práctica totalidad de las empresas. Existe la idea equivocada de que esta nueva legislación afecta sólo a la industria del sector químico, pero son muchas las empresas que se ven afectadas por estos nuevos reglamentos.

Todas las actividades industriales de fabricación, manufactura o comercialización de artículos industriales y de consumo y productos en general, están afectados por el cumplimiento de esta legislación, variando sus deberes dependiendo de cada tipo de empresa. Además de fabricantes e importadores, cualquier empresa que utilice productos químicos como disolventes, productos de limpieza, colas, pinturas, pegamento, plásticos a granel... debe aplicar los requisitos establecidos por estos reglamentos.

El REACH aporta una reforma en las condiciones de comercialización y utilización de las sustancias y mezclas químicas mediante un sistema que incluye el Registro, la Evaluación, la Autorización y Restricción de los productos comerciales, y el CLP complementa este sistema estableciendo los requisitos de clasificación, envasado y etiquetado de sustancias, mezclas y artículos.

Complementando a estos reglamentos (REACH y CLP) entró en vigor el 2 de Abril de 2010, la Ley 8/2010⁹ por la que se establece el régimen sancionador previsto en caso de incumplimiento de estos reglamentos.

⁷ REACH (Reglamento nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo) Reglamento europeo relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals). Aprobado el 18 de Diciembre de 2006. (*DOUE *L 396 de 30/12/2006).

⁸ CLP (Reglamento nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo) Reglamento europeo sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. Fue aprobado el 16 de Diciembre de 2008. (DOUE L 353 de 31/12/2008).

⁹ Ley 8/2010 de 31 de Marzo, por la que se establece el régimen sancionador previsto en los Reglamentos (CE) relativos al registro, a la evaluación, a la autorización y a la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH) y sobre la clasificación, el etiquetado y el envasado de sustancias y mezclas (CLP) que lo modifica. (BOE Nº 79 de 1/04/2010). Aprobado el 31 de Marzo de 2010.

El principal objetivo de la nueva legislación es **garantizar un alto nivel de protección de la salud humana y del medio ambiente**, por lo que tiene una implicación directa en la gestión de la **Prevención de Riesgos Laborales** de la empresa, aportando nuevos deberes a las empresas pero también evidentes beneficios para trabajar con estos productos de manera más segura en la medida en que se dispondrá de una mejor información, tanto de los productos como de las medidas preventivas necesarias para emplearlos.

Para la implementación de estos reglamentos se cuenta con la intervención de las autoridades competentes de los estados miembros, así como de la constitución de la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA), que se encuentra en Helsinki. Dicha entidad está creando el Catálogo de Clasificación y Etiquetado. Deberá incluir todas las sustancias peligrosas comercializadas; la información de estas sustancias deberá ser de acceso electrónico público y se podrá consultar en la página de la ECHA.

http://echa.europa.eu/home_es.asp

A través de esta página se puede acceder al sistema **REACH-IT**, principal herramienta de que disponen las empresas para presentar datos y expedientes sobre sustancias químicas. Las empresas deben inscribirse para iniciar sus expedientes de registro.

También da acceso a los **SIEF**: Foros de Intercambio de Información sobre Sustancias. Se crean para facilitar la puesta en común de información entre registrantes, evitar la duplicación de nuevos estudios y llegar a acuerdos en la clasificación y el etiquetado en caso necesario. Todos los solicitantes de registro están obligados por ley a participar en un Foro de Intercambio de Información sobre Sustancias. Los miembros del SIEF deben nombrar a un Solicitante de registro principal para presentar el expediente de registro conjunto.

2.1 Definiciones comunes en el REACH y CLP

Sustancia: elemento químico y sus compuestos naturales y los obtenidos por algún proceso industrial, incluidos sus aditivos necesarios para conservar su estabilidad y las impurezas que inevitablemente produzca el proceso, con exclusión

de todos los disolventes que se puedan separar sin afectar a la estabilidad de la sustancia ni afectar a su composición.

Preparado o mezcla: mezcla o solución compuesta por dos o más sustancias.

Artículo: objeto que, durante su fabricación, recibe una forma, superficie o diseño especiales que determinen su función en mayor medida que su composición química.

"Artículo" es el término empleado para definir los ítems en los que la función está definida por la forma o diseño, más que por su composición. Un ejemplo sencillo es una taza de poliestireno, aunque es de poliestireno puro, su forma de taza la convierte en un artículo y no en una sustancia.

Algunos ejemplos comunes de la industria son los embalajes, componentes electrónicos, cables, PBC y equipos finalizados. Habrá casos en los que no esté claro si un ítem es un artículo (es decir la sustancia es una parte integral) o una sustancia en un contenedor. La guía de la ECHA ofrece los criterios detallados para juzgar los casos. Los cartuchos de impresoras y los termómetros líquidos son casos clásicos. Los primeros se consideran una sustancia en un contenedor (tinta o tóner), los últimos se ven como un artículo que contiene una sustancia (el líquido que indica la temperatura) como parte integral. La diferenciación es importante puesto que las obligaciones son diferentes para cada caso.

Sustancia intermedia: sustancia que se fabrica y consume o usa en procesos químicos de transformación en otra sustancia (síntesis).

Sustancia intermedia no aislada: sustancia intermedia que, durante la síntesis, **no se extrae intencionalmente** (salvo para tomar muestras) **del equipo** donde tiene lugar la síntesis. Tal equipo incluye el recipiente en el que tiene lugar a reacción, su equipo auxiliar y cualquier otro equipo por el que pasen las sustancias o sustancia en flujo continuo, o en proceso discontinuo, así como los conductos de transferencia de un recipiente a otro con el fin de **pasar a la etapa siguiente de la reacción**, pero quedan excluidos los depósitos u otros recipientes en los que se almacene a sustancia tras su fabricación.

Uso: toda transformación, formulación, consumo, almacenamiento, conservación, tratamiento, envasado, transvasado, mezcla, producción de un artículo o cualquier otra utilización.

2.2 REACH: registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y mezclas químicas

El reglamento REACH abarca la producción, importación y uso de sustancias y mezclas químicas así como de los artículos que las contienen.

Los objetivos de este reglamento se pueden resumir en:

- **Garantizar un alto nivel de protección a la salud humana y al medio ambiente.**
- **Garantizar un uso seguro de las sustancias químicas** para lo cual se deberá generar una buena cantidad de información que será accesible a los usuarios.
- **Unificar la legislación en materia de sustancias químicas dentro de la Unión Europea** con el fin de favorecer el mercado interior, mantener la competitividad y fomentar la innovación.
- **Incrementar la transparencia y la comunicación** ofreciendo un mejor acceso a la información química, sanitaria y medioambiental.

Este nuevo reglamento se caracteriza por establecer el deber de efectuar un registro de todas las sustancias químicas que se comercialicen dentro del territorio de la Unión Europea, tanto fabricadas dentro como importadas. Desde su entrada en vigor, no se puede comercializar ninguna sustancia que no se encuentre registrada o pre-registrada. El registro de sustancias y mezclas lleva asociada la generación de información sobre los riesgos de las mismas y como hacer un uso seguro de ellas. Previamente a esta normativa los ciudadanos utilizaban un 85% de sustancias sin tener acceso a información sobre su toxicidad y los riesgos asociados a ellas, para la salud y el medio ambiente.

Por otra parte, REACH **atribuye a la propia industria la responsabilidad de gestionar los riesgos asociados a las sustancias y mezclas químicas** basándose en el principio de que corresponde a los propios fabricantes, importadores y usuarios intermedios garantizar que solo fabrican, importan o utilizan sustancias que no resulten perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente. Serán ellos mismos los responsables de evaluar los riesgos de su utilización y adoptar las medidas necesarias para afrontarlos así como de facilitar la información necesaria.

2.2.1 Procedimientos del REACH



- **Pre-Registro:** para **sustancias que ya estaban en el mercado comunitario, sustancias en fase transitoria y que ya figuran en el catálogo europeo de sustancias químicas comercializadas (EINECS)**, existe esta opción del Pre-Registro. Este procedimiento permite a las empresas continuar con sus actividades temporalmente al tiempo que preparan el registro.

Uno de los objetivos del REACH es el flujo de información, por eso, desde la fase de pre-registro se crean los *Foros de Intercambio de Información de Sustancias* donde se comparte información entre todos los pre-registrantes de una misma sustancia. Esta puesta en común de datos evita la duplicidad de ensayos y permite llegar a acuerdos de clasificación y etiquetado. Además, proporciona una plataforma a los participantes para poder cumplir con la *obligación de envío conjunto de datos*.

- **Registro:** en general es **obligatorio registrar las sustancias que se fabriquen o importen en cantidades a partir de una tonelada. Si no se registra la sustancia no podrá ser fabricada ni importada.** Las disposiciones relativas al registro obligan a los fabricantes e importadores a obtener y facilitar información sobre dichas sustancias, con el fin de garantizar que los riesgos asociados a su uso se puedan gestionar adecuadamente, basándose en información fiable. Deben registrarse:
 - Todas las sustancias fabricadas o importadas como tal o en mezclas en cantidad \neq 1 t/año, así como sus usos. (art. 6 de REACH).
 - Sustancias presentes en polímeros (monómeros u otras) que estén en un porcentaje \neq 2% en peso y \neq 1t/año. (art. 6.2 y 6.3 de REACH).
 - Sustancias contenidas en artículos (requerimientos especiales, art. 7.1 de REACH).
 - Sustancias intermedias aisladas in situ o transportadas. (requerimientos especiales art. 17 y 18 de REACH).

Todo fabricante, productor o importador está en el deber de presentar individualmente una **solicitud de registro** que va acompañada del pagado de tasas. Sobre cada sustancia concreta existirá un expediente de registro con toda la información sobre ella presentada por el solicitante. Los expedientes de registro, la información a presentar y los ensayos a realizar varían según las toneladas de materiales que se manejan:

- Para sustancias con un volumen igual o mayor de 1 tonelada al año, será obligatorio el expediente de registro.
- En el caso de sustancias que excedan las 10 toneladas al año, será preciso elaborar los llamados *Escenarios de Exposición* y realizar un **Informe de Seguridad Química**, donde se recogerán los datos de la Evaluación de la Seguridad Química, que tiene por objeto documentar las propiedades de las sustancias y estimar los riesgos de las sustancias peligrosas preocupantes, incluyendo los riesgos asociados a su uso en mezclas y artículos.

Para sustancias empleadas por más de una empresa se deberá presentar la información conjuntamente **“presentación conjunta de datos”** y, en caso de querer presentar dicha información por separado, la empresa tendrá que justificarlo ante la Agencia.

- **Evaluación:** ofrece un mecanismo para que una autoridad obligue a la industria a obtener y presentar más información en caso de que se sospeche que existe riesgo para la salud humana o el medio ambiente. La ECHA evaluará el cumplimiento de los requisitos de los expedientes de registro presentados, valorará las propuestas de ensayo y coordinará las necesidades de evaluación que serán **realizadas por los estados miembros**.

Dicha evaluación puede dar lugar a que las autoridades concluyan que es necesario emprender acciones restrictivas, de gestión de los riesgos, o requerimiento de autorizaciones según REACH.

- **Autorización:** es un sistema de control del uso de sustancias altamente preocupantes. Los solicitantes de autorización deberán mostrar que los riesgos asociados al uso de tales sustancias están adecuadamente controlados. La autorización es específica para los usos concretos para los que se concede y la sustancia no puede ser empleada para otros fines.

El objetivo es que estas sustancias, a lo largo del tiempo, sean sustituidas por otras alternativas adecuadas menos peligrosas, por lo que las autorizaciones serán revisadas cada ciertos períodos de tiempo, indicándose en cada caso

los plazos, para que las partes interesadas puedan presentar información sobre sustancias y tecnologías alternativas.

El proceso consiste en ir creando un **listado de sustancias altamente preocupantes**, (*lista de candidatas al proceso de Autorización*) y que poco a poco van pasando a la lista de sustancias a prohibir (*lista de Autorización*), hasta ser sustituidas completamente.

En la lista previa de candidatas, se incluyen las sustancias que tienen efectos adversos como son las: cancerígenas, mutagénicas, tóxicas para la reproducción, tóxicas, persistentes y bioacumulativas, muy persistentes y muy bioacumulativas, alteradores del sistema endocrino, entre otras.

La autorización se extiende a lo largo de la **cadena de suministro**, desde los titulares de la autorización a los **usuarios intermedios**, que deberán indicar el número de autorización en la etiqueta antes de comercializar, y también para los productores e importadores de artículos, que tienen deber de notificación de la sustancia en caso de que sea candidata a la autorización..

- **Restricción:** en el caso de riesgos inaceptables para la salud y el medio ambiente, la Comisión y los Estados Miembros pueden proponer restricciones, que pueden aplicarse a todos los usos o solo a usos concretos de las sustancias. La prohibición total de una sustancia, supone que no puede autorizarse ninguno de sus usos. En el Anexo XVII del REACH se recoge el listado de sustancias restringidas y sus restricciones.

Ejemplo de sustancia con uso restringido que figura en el anexo: Benceno.

Denominación de la sustancia, del grupo de sustancias o de las mezclas	Restricciones
<p style="text-align: center;">Benceno Nº CAS 71-43-2 Nº EINECS 200-753-785</p>	<p>1. No se admitirá en juguetes o partes de juguetes comercializados, cuando la concentración de benceno libre sea superior a 5 mg/kg del peso del juguete o de una parte del juguete.</p>
	<p>2. No se admitirá en concentración igual o superior al 0,1 % en masa en sustancias o preparados comercializados.</p>
	<p>3. No obstante, el punto 2 no se aplicará:</p>
	<p>a) a los carburantes objeto da Directiva 98/70/CE</p>
	<p>b) a las sustancias y mezclas destinadas a ser utilizadas en procedimientos industriales que no permitan la emisión de benceno en cantidades superiores a las prescritas por la legislación vigente.</p>
<p>c) a los residuos objeto de la Directiva 91/689/CEE del Consejo, de 12 de Diciembre de 1991, relativa a los residuos peligrosos¹ y de la Directiva 2006/12/CE.</p>	

2.2.2 Sustancias exentas

Dentro de las sustancias exentas, se considerarán, por un lado, aquellas exentas de REACH y por otro, aquellas exentas de registro:

■ Sustancias exentas de REACH

- Sustancias radiactivas.
- Residuos.
- Sustancias bajo control aduanero.
- Sustancias necesarias para los intereses de defensa.
- Sustancias y mezclas destinadas a la investigación y/o desarrollo científico siempre que se usen en condiciones controladas conforme a la legislación de lugares de trabajo y medio ambiente.

Dentro de un proceso cerrado de producción:

- Los intermedios no aislados que nunca se separan de la mezcla, están completamente exentos del REACH.
- Los intermedios aislados que son separados durante el proceso de producción deberán ser registrados, pero con requisitos de información simplificados, como corresponde a su menor riesgo.

■ Sustancias exentas de Registro:

- Aquellas **sustancias que se dan en la naturaleza**, como minerales, minerales metalíferos y concentrados metalíferos, clínker, gas natural, gas licuado de petróleo, gas natural condensado, gases de proceso y componentes de los mismos, petróleo crudo, carbón y coque. Estas sustancias no necesitan estar registradas siempre que no se modifiquen químicamente.
- También están exentas ciertas sustancias básicas con riesgos y peligros bien conocidos; por ejemplo, hidrógeno, oxígeno, varios gases nobles (argón, helio, neón, xenón) y nitrógeno.
- Otras sustancias ya reguladas por una legislación específica como:
 - Las sustancias empleadas en alimentos y piensos.
 - Medicamentos.
 - Medicamentos veterinarios.

- Productos cosméticos.
- Productos sanitarios.
- Productos fitosanitarios y biocidas, se consideran incluidos al cumplir los requisitos de la legislación específica, por lo que están exentas de gran parte de REACH.
- Por el momento, los polímeros también están exentos de registro y evaluación. Sin embargo, los monómeros, deben registrarse.
- Los nanomateriales están incluidos en el espectro de REACH y deben estar registrados, autorizados, etc.

Enlaces que pueden resultar de interés:

Lista de sustancias registradas

<http://apps.echa.europa.eu/registered/registered-sub.aspx>

Lista de Sustancias altamente preocupantes candidatas al proceso de autorización

http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp

Información sobre las propiedades químicas de las sustancias a través de ChemPortal

http://www.echemportal.org/echemportal/propertysearch/treeselect_input.action?queryID=PROQ7t7

2.2.3 Agentes implicados

El papel de las empresas según el REACH viene determinado por las actividades que desarrollan respecto a cada sustancia, de forma que se pueden encontrar diferentes agentes:

- **Fabricante:** toda persona física o jurídica establecida dentro de la UE que fabrica una sustancia en un Estado miembro o en varios. Fabricación significa producción u obtención de sustancias en estado natural.

- **Importador** (de sustancias y artículos): toda persona física o jurídica establecida dentro de la Comunidad responsable de la importación. Importación significa la introducción física en el territorio aduanero de la Unión Europea.
- **Usuario intermedio**: toda persona física o jurídica establecida en la Comunidad, distinta del fabricante/importador, que use una sustancia, como tal o en forma de mezcla, en el transcurso de sus actividades industriales o profesionales. Tanto los formuladores de preparados (por ejemplo, productores de pinturas), como usuarios de químicos (aceites o lubricantes) en otros procesos industriales, como productores de artículos manufacturados como componentes electrónicos. Los distribuidores o los consumidores no son usuarios intermedios.
- **Distribuidor**: agente que almacena y comercializa sustancias, preparados y artículos dentro de la UE y los ponen a disposición de terceros sin procesarlos.
- **Productor de artículos**: toda persona física o jurídica establecida en la UE que fabrica o ensambla un artículo en un Estado miembro o en varios.
- **Proveedor de una sustancia o mezcla**: todo fabricante, importador, usuario intermedio o distribuidor que comercializa una sustancia, como tal o en forma de mezcla, o una mezcla de sustancias.
- **Proveedor de artículos**: todo productor o importador de un artículo, distribuidor u otro agente de la cadena de suministro que comercializa un artículo.
- **Destinatario de una sustancia o una mezcla**: un usuario intermedio o un distribuidor al que se suministra una sustancia o una mezcla.
- **Destinatario de un artículo**: un usuario industrial o profesional, o un distribuidor, a lo que se suministra un artículo. En él incluye a los consumidores.

2.3 CLP: clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas

2.3.1 Información y cambios derivados del CLP

Este reglamento fue aprobado a 16 de Diciembre de 2008, y entró en vigor en todos los países miembros de la Unión Europea el 20 de Enero de 2009 con el fin de solucionar las diferencias en la comunicación de los riesgos químicos de los diferentes países.

En los últimos años los distintos países desarrollaron diferentes sistemas de clasificación y etiquetado de las sustancias, de forma que una misma sustancia producida en países diferentes, podía tener una clasificación distinta. Por ejemplo, el molibdato de sodio, utilizado como pesticida, está clasificado como no peligroso en China y como Tóxico en Japón.

Desde Naciones Unidas se acuerda, para una comunicación equivalente de los peligros de las sustancias químicas a todos los trabajadores y trabajadoras del mundo, la adopción de un sistema de clasificación y etiquetado basado en un Sistema Global Armonizado (GHS). El CLP se desarrolla de acuerdo con este sistema armonizado global.

En este proceso de adaptación, se mantienen los principios generales de la normativa previa sobre sustancias y preparados (ahora mezclas) peligrosos, pero obliga a reconsiderar la clasificación de acuerdo a los nuevos criterios, y se producen algunos cambios significativos como son:

- Nuevos pictogramas de peligro (antes símbolos de peligro)
- Nuevas palabras de advertencia
- Indicaciones de peligro, frases H (antes frases R)
- Consejos de prudencia o frases P (antes frases S)

La responsabilidad de identificación de los peligros de las sustancias y mezclas, y de decidir su clasificación, recae principalmente en los fabricantes, importadores y usuarios intermedios. Para que los clientes reciban información sobre los peligros el Reglamento CLP **obliga a cooperar a todos los proveedores de una cadena de suministro** para que cumplan con los requerimientos de clasificación, etiquetado y envasado.

2.3.2 Nueva clasificación de los peligros

Clasificación de los peligros

La **clasificación de los peligros** se lleva a cabo en tres grandes grupos y dentro de ellos diferentes clases y categorías:

- **Físicos:** 16 clases y 45 categorías
- **Peligros para la salud:** 10 clases y 28 categorías
- **Peligros para el medio ambiente:** 2 clases y 6 categorías.

Peligros físicos	
Explosivos	Sustancia sólida o líquida (o mezcla de sustancias) que de forma espontánea, por reacción química puede desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que pueden ocasionar daños a su ámbito. En esta definición quedan comprendidas las sustancias pirotécnicas, aún cuando no desprendan gases.
Gases inflamables	Gas inflamable es un gas que se inflama con el aire a 20 °C y a una presión de referencia de 101,3 kPa.
Aerosoles inflamables	Los Aerosoles, es decir, los generadores de aerosoles, son recipientes no recargables fabricados en metal, vidrio o plástico y que contienen un gas comprimido, licuado o disuelto a presión, con o sin líquido, pasta o polvo. Están dotados de un dispositivo de descarga que permite expulsar el contenido en forma de partículas sólidas o líquidas en suspensión en un gas, en forma de espuma, pasta o polvo, o en estado líquido o gaseoso. Se clasifican como inflamables siempre que tengan algún componente clasificado como tal según la indicación del reglamento CLP.
Gases comburentes	Gas que, generalmente liberando oxígeno, puede provocar o facilitar la combustión de otras sustancias en mayor medida que el aire.
Gases a presión	Gases que se encuentran en un recipiente a una presión de 200 kPa (indicador) o superior, o que están licuados o licuados y refrigerados. Se incluyen los gases comprimidos, licuados, disueltos y licuados refrigerados.
Líquidos inflamables	Líquido inflamable es un líquido con un punto de inflamación no superior a 60 °C.
Sólidos inflamables	Sustancia sólida que se inflama con facilidad o que puede provocar fuego o contribuir a provocar fuego por fricción.
Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente (auto-reactivas)	Son sustancias térmicamente inestables, líquidas o sólidas, que pueden experimentar una descomposición exotérmica intensa aún en ausencia de oxígeno (aire). Esta definición excluye a las sustancias y mezclas clasificadas como explosivas, comburentes o como peróxidos orgánicos.
Líquidos pirofóricos	Líquido pirofórico es un líquido que, aunque en pequeñas cantidades, puede inflamarse al cabo de cinco minutos de entrar en contacto con el aire.
Sólidos pirofóricos	Sólido pirofórico es un sólido que, aunque en pequeñas cantidades, puede inflamarse al cabo de cinco minutos de entrar en contacto con el aire.
Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo	Sustancia o mezcla sólida o líquida, distinta de un líquido o sólido pirofórico, que puede calentarse espontáneamente en contacto con el aire sin aporte de energía; la sustancia o mezcla difiere de un líquido o sólido pirofórico en que solo se inflama cuando está presente en grandes cantidades (kg) y después de un largo período de tiempo (horas o días).
Sustancias y mezclas que, en contacto con el agua desprenden gases inflamables	Sustancias o mezclas sólidas o líquidas que, por interacción con el agua, tienden a volverse espontáneamente inflamables o a desprender gases inflamables en cantidades peligrosas.
Líquidos comburentes	Líquido que, sin ser necesariamente combustible en sí, puede, por lo general al desprender oxígeno, provocar o favorecer la combustión de otros materiales.
Sólidos comburentes	Sustancia o mezcla sólida que, sin ser necesariamente combustible en sí, puede por lo general al desprender oxígeno, provocar o favorecer la combustión de otras sustancias.
Peróxidos orgánicos	Sustancia o mezcla orgánica, líquida o sólida, que contiene la estructura bivalente -O-O-. Térmicamente son inestables, pueden sufrir una descomposición exotérmica autoacelerada. Además, pueden tener una o varias de las propiedades siguientes: (i) ser susceptibles de experimentar una descomposición explosiva (ii) arder rápidamente (iii) ser sensibles a los choques o a la fricción (iv) reaccionar peligrosamente con otras sustancias
Sustancias y mezclas corrosivas para los metales	Sustancias o mezclas que, por su acción química, puede dañar los metales o mismo destruirlos.

Peligros para la salud	
Toxicidad aguda	Se refiere a los efectos adversos que se manifiestan tras la administración por vía oral o cutánea de una sola dosis de una sustancia o mezcla, de dosis múltiples administradas a lo largo de 24 horas, o como consecuencia de una exposición por inhalación durante 4 horas.
Corrosión/irritación cutánea	- Se entiende por corrosión cutánea la aparición de una lesión irreversible en la piel, una necrosis visible a través de la epidermis que alcanza la dermis, como consecuencia de la aplicación de una sustancia de ensayo durante un período de hasta 4 horas. - Irritación cutánea es la aparición de una lesión reversible de la piel como consecuencia de la aplicación de una sustancia de ensayo durante un período de hasta 4 horas.
Lesiones oculares graves/irritación ocular	- Lesión ocular grave es un daño en los tejidos del ojo o una deterioración física importante de la visión, motivada por la aplicación de una sustancia de ensayo en la superficie anterior del ojo, no completamente reversible en los 21 días siguientes a la aplicación. - Irritación ocular es la producción de alteraciones oculares como consecuencia de la aplicación de una sustancia de ensayo en la superficie anterior del ojo, totalmente reversible en los 21 días siguientes a la aplicación.
Sensibilización respiratorio/cutánea	Sensibilizante respiratorio es una sustancia cuya inhalación induce hipersensibilidad de las vías respiratorias. Sensibilizante cutáneo es una sustancia que induce una respuesta alérgica por contacto con la piel.
Mutagenicidad en células germinales	Una mutación es un cambio permanente en la cantidad o en la estructura del material genético de una célula. Los términos «mutagénico» y «mutágeno» se utilizarán para designar aquellos agentes que aumentan la frecuencia de mutación en las poblaciones celulares, en los organismos o en ambos casos.
Carcinogenicidad	Carcinógeno es una sustancia o mezcla de sustancias que induce cáncer o aumenta su incidencia.
Toxicidad para la reproducción /lactación	Incluye los efectos adversos sobre la función sexual y la fertilidad de hombres y mujeres adultos, y los efectos adversos sobre el desarrollo de los descendientes.
Toxicidad sistémica específica en órganos diana (exposición única)	Toxicidad no letal que se produce en determinados órganos tras una única exposición a una sustancia o mezcla. Se incluyen todos los efectos significativos para la salud que pueden provocar alteraciones funcionales, tanto reversibles como irreversibles, inmediatas y/o retardadas que no fuesen tratadas específicamente en otras secciones.
Toxicidad sistémica específica en órganos diana (exposiciones repetidas)	Toxicidad específica que se produce en determinados órganos tras una exposición repetida a una sustancia o mezcla. Se incluyen los efectos significativos para la salud que pueden provocar alteraciones funcionales, tanto reversibles como irreversibles, inmediatas y/o retardadas. No se incluyen aquí otros efectos tóxicos tratados específicamente en otras secciones.
Peligro por aspiración	Por «aspiración» se entiende la entrada de una sustancia o de una mezcla, líquida o sólida, directamente por la boca o la nariz, o indirectamente por regurgitación, en la tráquea o en las vías respiratorias inferiores. La toxicidad por aspiración puede entrañar graves efectos agudos tales como neumonía química, lesiones pulmonares más o menos importantes y mismo la muerte por aspiración.

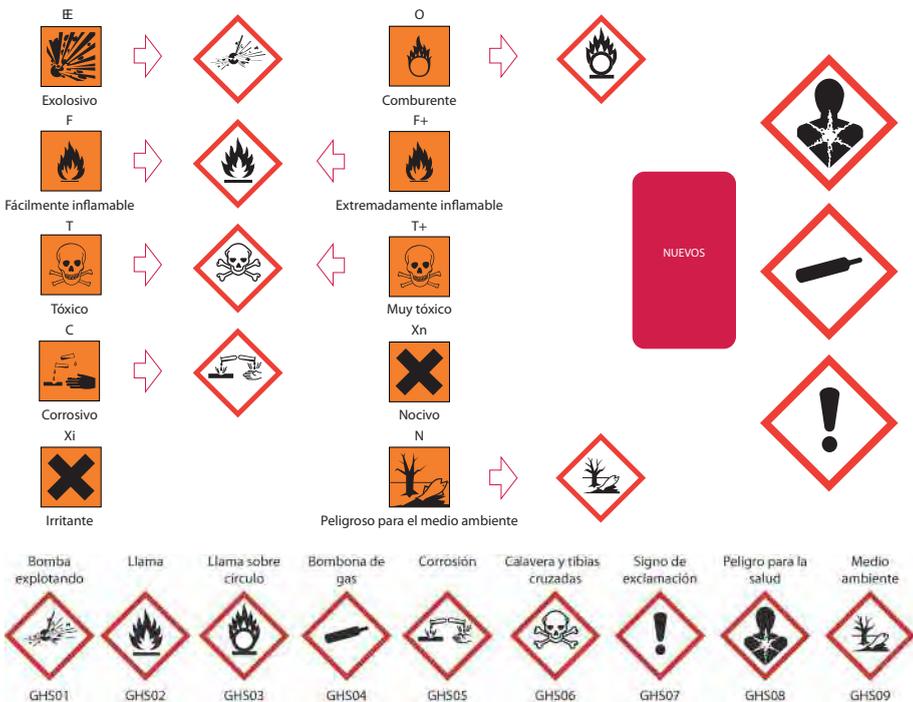
Peligrosos para el medio ambiente	
Peligroso para el medio acuático	- Toxicidad acuática aguda es la propiedad intrínseca de una sustancia de provocar efectos nocivos en los organismos acuáticos tras una exposición de corta duración. - Toxicidad acuática crónica es la propiedad intrínseca que tiene una sustancia de provocar efectos nocivos en los organismos acuáticos durante exposiciones determinadas en relación con el ciclo de vida del organismo.
Peligroso para la capa de ozono	Aquellas sustancias que, según las pruebas disponibles sobre sus propiedades y su destino y comportamiento en el medio (predichos u observados), pueden suponer un peligro para la estructura o el funcionamiento de la capa de ozono estratosférico.

DIVISIONES EN CATEGORÍAS DE PELIGRO PARA CANCERÍGENOS, MUTAGÉNICOS, TÓXICOS PARA LA REPRODUCCIÓN (CMR) Y SENSIBILIZANTES		
Categorías de peligro para los carcinógenos		
Categoría 1 Carcinógenos o supuestos carcinógenos para el hombre.	1A	Se sabe que es un carcinógeno para el hombre, sobre la base de la existencia de pruebas en humanos.
	1B	Se supone que es un carcinógeno para el hombre, en base a la existencia de pruebas en animales.
Categoría 2 Sospechoso de ser carcinógeno para el hombre.		Pruebas procedentes de estudios en humanos o con animales, no lo suficientemente convincentes como para clasificarla en las categorías 1 A o 1B.
Categorías de peligro para los mutagénicos		
Categoría 1: Sustancias de las que se sabe o se considera que inducen mutaciones hereditarias en las células germinales humanas.	1A	Pruebas positivas en humanos obtenidas a partir de estudios epidemiológicos (se sabe que inducen mutaciones hereditarias)
	1B	- Resultados positivos de ensayos de mutagenicidad hereditaria en células germinales de mamífero in vivo; o - Resultados positivos de ensayos de mutagenicidad en células somáticas de mamífero in vivo, junto con alguna prueba que haga suponer que la sustancia puede causar mutaciones en células germinales, o - Resultados positivos de ensayos que muestran efectos mutagénicos en células germinales de personas, sin que esté demostrada la transmisión a los descendientes.
Categoría 2 Sustancias que son motivo de preocupación porque pueden inducir mutaciones hereditarias en las células germinales humanas.		Pruebas positivas basadas en experimentos llevados a cabo con mamíferos o, en algunos casos, in vitro, obtenidas a partir de: <ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de mutagenicidad en células somáticas de mamífero in vivo; o • Otros ensayos in vivo para efectos genotóxicos en células somáticas de mamífero siempre que estén corroborados por resultados positivos de ensayos de mutagenicidad in vitro.
Categorías de peligro para los tóxicos para la reproducción		
Categoría 1 Se sabe o se supone que son tóxicos para la reproducción humana.	1A	Se sabe que son tóxicos para la reproducción humana. Se basan en la existencia de pruebas en humanos.
	1B	Supone que son tóxicos para la reproducción humana. Baséase en datos que proceden de estudios en animales.
Categoría 2 Se sospecha que son tóxicos para la reproducción humana.		Pruebas en animales o en humanos que no son suficientemente concluyentes como para clasificar la sustancia en la categoría 1.
Categoría adicional para efectos sobre la lactación o a través de ella		Las sustancias que son absorbidas por las mujeres y cuya interferencia en la lactación fue mostrada o aquellas que pueden estar presentes (incluidos sus metabolitos) en la leche materna, en cantidades suficientes para amenazar la salud de los lactantes, deberán clasificarse y etiquetarse para indicar el peligro que representa para los bebés alimentados con leche materna.
Categorías de peligro para los sensibilizantes respiratorios		
Categoría 1		(i) hay pruebas de que la sustancia puede inducir hipersensibilidad respiratoria específica en personas, o (ii) hay resultados positivos en ensayos adecuados con animales.
Categorías de peligro para los sensibilizantes cutáneos		
Categoría 1		(i) hay pruebas de que la sustancia puede inducir una sensibilización por contacto cutáneo en un número elevado de personas, o (ii) se dispone de resultados positivos en un ensayo adecuado con animales.

Pictogramas de peligro

La **clasificación de una sustancia o mezcla determina los pictogramas de peligro** que deben figurar en su etiqueta. Los nuevos pictogramas de peligro llevan un símbolo negro sobre fondo blanco con un marco rojo. El símbolo se inscribe en un cuadrado apoyado en un vértice. *No todas las clases de peligro requieren de un pictograma.*

Los **cambios más representativos en los pictogramas** se recogen a continuación:



Palabras de advertencia

Son una nueva incorporación que no existía previamente. Alertan sobre la gravedad de los peligros en general. Se emplean dos términos:

- **“Peligro”**: palabra y advertencia que se emplea para las categorías de peligro más graves.
- **“Atención”**: palabra de advertencia que se emplea para indicar las categorías de peligro menos graves.

Indicaciones de peligro o frases H

Sustituyen las antiguas Frases R, e indican los riesgos específicos atribuidos a las sustancias y mezclas en función de su clasificación. Se codifican mediante la letra H de “hazard: peligro en el inglés” y tres cifras a continuación. El primer dígito hace referencia al tipo de peligro:

- 200 para riesgo físico
- 300 para riesgo para la salud
- 400 para riesgos para el medio ambiente

Los dos últimos dígitos corresponden a una numeración secuencial.

Consejos de prudencia o frases P

Sustituyen a las antiguas frases S y asesoran sobre las medidas para prevenir o reducir al mínimo los efectos adversos derivados de los peligros inherentes a las sustancias y mezclas. Se codifican mediante la letra P y tres cifras a continuación. El primer dígito indica el aspecto al que se refiere:

- 100 General
- 200 Prevención
- 300 Respuesta en caso de accidente
- 400 Almacenamiento
- 500 Eliminación

Los dos últimos dígitos corresponden a una numeración secuencial.

Información suplementaria frases EUH

Hay elementos que forman parte de la DSD¹⁰ o la DPD¹¹ pero que aún no están incluidos en el SGA, como por ejemplo la clase de peligro europea adicional «Peli-

¹⁰ Real Decreto 363/1995 de 10 de Marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. (BOE nº 133 de 05/06/1995).

¹¹ Real Decreto 255/2003 de 28 de Febrero, por el que se aprueba el reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. (BOE nº 54 de 04/03/2003).

grosso para la capa de ozono» (DSD: R 59) o «R1 Explosivo en estado seco». Estos elementos se mantienen como información adicional suplementaria pero para que quede claro que no vienen de la clasificación de las Naciones Unidas reciben un código diferente. Por ejemplo, para indicar la categoría R1 de la DSD se emplea el código EUH001 y no el H001.

INDICACIONES DE PELIGRO FRASES H	
Peligros físicos	
<p>Explosivos H200 Explosivo inestable. H201 Explosivo; peligro de explosión en masa. H202 Explosivo; Grave peligro de proyección. H203 Explosivo; Peligro de incendio, de onda expansiva o de proyección. H204 Peligro de incendio o de proyección. H205 Peligro de explosión en masa en caso de incendio.</p> <p>Gases inflamables H220 Gas extremadamente inflamable. H221 Gas inflamable.</p> <p>Aerosoles inflamables H222 Aerosol extremadamente inflamable. H223 Aerosol inflamable.</p> <p>Líquidos inflamables H224 Líquido y vapores extremadamente inflamables. H225 Líquido y vapores muy inflamables. H226 Líquidos y vapores inflamables.</p> <p>Sólidos inflamables H228 Sólido inflamable.</p> <p>Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente/ peróxidos orgánicos H240 Peligro de explosión en caso de calentamiento. H241 Peligro de incendio o explosión en caso de calentamiento H242 Peligro de incendio en caso de calentamiento H250 Se inflama espontáneamente en contacto con aire.</p>	<p>Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo H251 Se calienta espontáneamente, puede inflamarse. H252 Se calienta espontáneamente en grandes cantidades, puede inflamarse.</p> <p>Sustancias y mezclas que, en contacto con agua, desprenden gases inflamables H260 En contacto con agua desprende gases inflamables que pueden inflamarse espontáneamente. H261 En contacto con agua desprende gases inflamables.</p> <p>Gases comburentes H270 Puede provocar o agravar un incendio; comburente.</p> <p>Líquidos comburentes H271 Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente. H272 Puede agravar un incendio; comburente.</p> <p>Gases a presión H280 Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento. H281 Contiene un gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas.</p> <p>Corrosivos para los metales H290 Puede ser corrosivo para los metales.</p>
Peligros para la salud humana	
<p>Toxicidad aguda oral H300 Mortal en caso de ingestión. H301 Tóxico en caso de ingestión. H302 Nocivo en caso de ingestión.</p> <p>Peligro por aspiración H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias</p> <p>Toxicidad aguda cutánea H310 Mortal en contacto con la piel. H311 Tóxico en contacto con la piel. H312 Nocivo en contacto con la piel.</p>	<p>Irritación o corrosión cutáneas H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves. H315 Provoca irritación cutánea.</p> <p>Sensibilización cutánea H317 Puede provocar una reacción alérgica en la piel.</p> <p>Lesiones oculares graves o irritación ocular H318 Provoca lesiones oculares graves. H319 Provoca irritación ocular grave.</p> <p>Toxicidad aguda (por inhalación) H330 Mortal en caso de inhalación. H331 Tóxico en caso de inhalación.</p>

INDICACIONES DE PELIGRO FRASES H (cont.)	
Peligros para la salud humana	
<p>H332 Nocivo en caso de inhalación.</p> <p>Sensibilización respiratoria H334 Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación.</p> <p>Toxicidad específica en determinados órganos (exposición única) H335 Puede irritar las vías respiratorias. H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.</p> <p>Mutagenicidad en células germinales H340 Puede provocar defectos genéticos. H341 Se sospecha que provoca defectos genéticos.</p> <p>Carcinogenicidad H350 Puede provocar cáncer. H351 Se sospecha que provoca cáncer.</p>	<p>Toxicidad para la reproducción H360 Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto (debe indicarse el efecto específico si se conoce y la vía de exposición si se demostró que no se produce el peligro por otra vía). H361 Se sospecha que perjudica la fertilidad o daña el feto (debe indicarse el efecto específico si se conoce y la vía de exposición si se demuestra que no se produce el peligro por otra vía) H362 Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.</p> <p>Toxicidad específica en determinados órganos (exposición única) H370 Provoca daños en los órganos (indíquense los órganos afectados si se conocen) (indíquese la vía de exposición si se demostró de forma concluyente que el peligro no se produce por ninguna otra vía) H371 Puede provocar daños en los órganos (indíquense los órganos afectados si se conocen) (indíquese la vía de exposición si se demostró de forma concluyente que el peligro no se produce por ninguna otra vía).</p>
Peligros para el medio ambiente	
<p>H400 Muy tóxico para los organismos acuáticos H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos. H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos</p>	<p>H412 Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos. H413 Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.</p>
Información suplementaria. Frases EUH	
<p>Propiedades físicas EUH 001 Explosivo en estado seco. EUH 006 Explosivo en contacto o sin contacto con aire. EUH 014 Reacciona violentamente con agua. EUH 018 Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas o inflamables. EUH 019 Puede formar peróxidos explosivos. EUH 044 Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.</p> <p>Propiedades relacionadas con efectos sobre la salud EUH 029 En contacto con agua libera gases tóxicos. EUH 031 En contacto con ácidos libera gases tóxicos. EUH 032 En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos. EUH 066 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. EUH 070 Tóxico en contacto con los ojos. EUH 071 Corrosivo para las vías respiratorias.</p> <p>Propiedades relacionadas con efectos sobre el medio ambiente EUH 059 Peligroso para la capa de ozono.</p>	<p>Elementos suplementarios/información para determinadas sustancias y mezclas EUH 201 Contiene plomo. No utilizar en objetos que los niños puedan masticar o chupar. EUH 201A ¡Atención! contiene plomo. EUH 202 Cianoacrilato. Peligro. Se adhiere a la piel y a los ojos en pocos segundos. Mantener fuera del alcance de los niños. EUH 203 Contiene cromo (VI). Puede provocar una reacción alérgica. EUH 204 Contiene isocianatos. Puede provocar una reacción alérgica. EUH 205 Contiene componentes epoxídicos. Puede provocar una reacción alérgica. EUH 206 ¡Atención! No utilizar junto con otros productos. Puede desprender gases peligrosos (cloro). EUH 207 ¡Atención! Contiene cadmio. Durante su utilización se desprenden vapores peligrosos. Ver la información facilitada por el fabricante. Seguir las instrucciones de seguridad. EUH 208 Contiene <nombre de la sustancia sensibilizante>. Puede provocar una reacción alérgica. EUH 209 Puede inflamarse fácilmente al usarlo. EUH 209A Puede inflamarse al usarlo. EUH 210 Puede solicitarse ficha de datos de seguridad. EUH 401 Con el fin de evitar riesgos para las personas y el medio ambiente, siga las instrucciones de uso.</p>

CONSEJOS DE PRUDENCIA FRASES P	
Generales	
P101 Si se necesita consejo médico, tener a mano el envase o la etiqueta. P102 Mantener fuera del alcance de los niños.	P103 Leer la etiqueta antes del uso.
Consejos de prudencia: prevención	
<p>P201 Pedir instrucciones especiales antes del uso. P202 No manipular la sustancia antes de leer y comprender todas las instrucciones de seguridad. P210 Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. -No fumar. P211 No pulverizar sobre una llama abierta u otra fuente de ignición. P220 Mantener o almacenar alejado y la ropa/.../ materiales combustibles. P221 Tomar todas las precauciones necesarias para no mezclar con materias combustibles... P222 No dejar que entre en contacto con aire. P223 Mantener alejado de cualquier posible contacto con el agua, pues reacciona violentamente y puede provocar una llamarada. P230 Mantener humedecido con... P231 Manipular en gas inerte. P232 Proteger de la humedad. P233 Mantener el recipiente herméticamente cerrado. P234 Conservar únicamente en el recipiente original. P235 Mantener en lugar fresco. P240 Conectar a tierra/enlace equipotencial del recipiente y del equipo de recepción. P241 Utilizar un material eléctrico, de ventilación o de iluminación/.../ antideflagrante. P242 Utilizar únicamente herramientas que no produzcan chispas. P243 Tomar medidas de precaución contra descargas electrostáticas. P244 Mantener las válvulas de reducción limpias de grasa y aceite.</p>	<p>P250 Evitar la abrasión/el choque/.../ la fricción. P251 Recipiente a presión: no perforar, ni quemar, aún después del uso. P260 No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol. P261 Evitar respirar el polvo/el humo /el gas/la niebla/los vapores/el aerosol. P262 Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa. P263 Evitar el contacto durante el embarazo/la lactación. P264 Lavarse...concienzudamente tras la manipulación. P270 No comer, beber ni fumar durante su utilización. P271 Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado. P272 Las piezas de ropa de trabajo contaminadas no podrán sacarse del lugar de trabajo. P273 Evitar su liberación al medio. P280 Llevar guantes/piezas de ropa/gafas/máscara de protección. P281 Utilizar el equipo de protección individual obligatorio. P282 Llevar guantes/gafas/máscara que aislen del frío. P283 Llevar piezas ignífugas/resistentes al fuego /resistentes a las llamas. P284 Llevar equipo de protección respiratoria. P285 En caso de ventilación insuficiente, llevar equipo de protección respiratoria. P231+P232 Manipular en gas inerte. Proteger de la humedad. P235+P410 Conservar en un lugar fresco. Proteger de la luz del sol.</p>
Consejos de prudencia: respuesta	
<p>P301 En caso de ingestión: P302 En caso de contacto con la piel: P303 En caso de contacto con la piel (o el pelo): P304 En caso de inhalación: P305 En caso de contacto con los ojos: P306 En caso de contacto con la ropa: P307 En caso de exposición: P308 En caso de exposición manifiesta o presunta: P309 En caso de exposición o malestar: P310 Llamar inmediatamente a un Centro de Información Toxicológica o a un médico. P311 Llamar a un Centro de Información Toxicológica o a un médico. P312 Llamar a un Centro de Información Toxicológica o a un médico en caso de malestar. P313 Consultar un médico. P314 Consultar un médico en caso de malestar. P315 Consultar un médico inmediatamente. P320 Se necesita urgentemente un tratamiento específico (ver...en esta etiqueta). P321 Se necesita un tratamiento específico (ver...en esta etiqueta).</p>	<p>P322 Se necesitan medidas específicas (ver...en esta etiqueta). P330 Enjuagarse la boca. P331 No provocar el vómito. P332 En caso de irritación cutánea: P333 En caso de irritación o erupción cutánea: P334 Sumergir en agua fresca/aplicar compresas húmedas. P335 Sacudir las partículas que se depositasen en la piel. P336 Descongelar las partes heladas con agua tibia. No fregar la zona afectada. P337 Si persiste la irritación ocular: P338 Quitar las lentes de contacto, si las lleva y resulta fácil. Seguir aclarando. P340 Transportar la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar. P341 Si respira con dificultad, transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo o en una posición confortable para respirar. P342 En caso de síntomas respiratorios: P350 Lavar suavemente con agua y jabón abundantes.</p>

CONSEJOS DE PRUDENCIA FRASES P (cont.)	
Consejos de prudencia: respuesta (cont.)	
<p>P351 Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos.</p> <p>P352 Lavar con agua y jabón abundantes.</p> <p>P353 Aclararse la piel con agua/ ducharse.</p> <p>P360 Aclarar inmediatamente con agua abundante las piezas de ropa y la piel contaminadas antes de quitar la ropa.</p> <p>P361 Quitar inmediatamente las piezas de ropa contaminadas.</p> <p>P362 Quitar las piezas de ropa contaminadas y lavarlas antes de volver a usarlas.</p> <p>P363 Lavar las piezas de ropa contaminadas antes de volver a usarlas.</p> <p>P370 En caso de incendio:</p> <p>P371 En caso de incendio importante y en grandes cantidades:</p> <p>P372 Riesgo de explosión en caso de incendio.</p> <p>P373 No luchar contra el incendio cuando el fuego llega a los explosivos.</p> <p>P374 Luchar contra el incendio desde una distancia razonable, tomando las precauciones habituales.</p> <p>P375 Luchar contra el incendio a distancia, dado el riesgo de explosión.</p> <p>P376 Detener la fuga, si no hay peligro en hacerlo.</p> <p>P377 Fuga de gas en llamas: no apagar salvo si la fuga puede detenerse sin peligro.</p> <p>P378 Utilizar... para apagarlo.</p> <p>P380 Evacuar la zona.</p> <p>P381 Eliminar todas las fuentes de ignición si no hay peligro en hacerlo.</p> <p>P390 Absorber la vertedura para que no se dañe otros materiales.</p> <p>P391 Recoger la vertedura.</p> <p>P301+P310 En caso de ingestión: llamar inmediatamente a un Centro de información toxicológica o a un médico.</p> <p>P301+P312 En caso de ingestión: llamar inmediatamente a un Centro de información toxicológica o a un médico si se encuentra mal.</p> <p>P301+P330+P331 En caso de ingestión: Enjugarse la boca. No provocar el vómito.</p> <p>P302+P334 En caso de contacto con la piel: sumergir en agua fresca/ aplicar compresas húmedas.</p> <p>P302+P350 En caso de contacto con la piel: Lavar suavemente con agua y jabón abundantes.</p> <p>P302+P352 En caso de contacto con la piel lavar con agua y jabón abundantes.</p>	<p>P303+P361+P353 En caso de contacto con la piel (o pelo): Quitar inmediatamente las piezas de ropa contaminadas. Aclararse la piel con agua o ducharse.</p> <p>P304+P340 En caso de inhalación: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.</p> <p>P304+P341 En caso de inhalación: si respira con dificultad, transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.</p> <p>P305+P351+P338 En caso de contacto con los ojos: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si las lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.</p> <p>P306+P360 En caso de contacto con la ropa: Aclarar inmediatamente con agua abundante las piezas de ropa y la piel contaminadas antes de quitar la ropa.</p> <p>P307+P311 En caso de exposición: llamar a un Centro de información toxicológica o a un médico.</p> <p>P308+P313 En caso de exposición manifiesta o presunta: Consultar un médico.</p> <p>P309+P311 En caso de exposición o si se encuentra mal: Llamar a un Centro de información toxicológica o a un médico.</p> <p>P332+P313 En caso de irritación cutánea: Consultar un médico.</p> <p>P333+P313 En caso de irritación o erupción cutánea: Consultar un médico.</p> <p>P335+P334 Sacudir las partículas que se depositasen en la piel. Sumergir en agua fresca/aplicar compresas húmedas.</p> <p>P337+P313 Si persiste la irritación ocular: Consultar un médico.</p> <p>P342+P311 En caso de síntomas respiratorios: LLamar a un Centro de información toxicológica o a un médico.</p> <p>P370+P376 En caso de incendio: Detener la fuga, si no hay peligro en hacerlo.</p> <p>P370+P378 En caso de incendio: Utilizar... para apagarlo..</p> <p>P370+P380 En caso de incendio: Evacuar la zona.</p> <p>P370+P380+P375 En caso de incendio: Evacuar la zona. Luchar contra el incendio a distancia, dado el riesgo de explosión.</p> <p>P371+P380+P375 En caso de incendio importante y en grandes cantidades: Evacuar la zona. Luchar contra el incendio a distancia, dado el riesgo de explosión.</p>

CONSEJOS DE PRUDENCIA FRASES P (cont.)	
Consejos de prudencia: almacenamiento	
P401 Almacenar... P402 Almacenar en un lugar seco. P403 Almacenar en un lugar bien ventilado. P404 Almacenar en un recipiente cerrado. P405 Guardar bajo llave. P406 Almacenar en un recipiente resistente a la corrosión/... con revestimiento interior resistente. P407 Dejar una separación entre los bloques/los palés de carga. P410 Proteger de la luz del sol. P411 Almacenar a temperaturas no superiores a... °C/... °F. P412 No exponer a temperaturas superiores a 50°C/122°F. P413 Almacenar las cantidades a granel superiores a kg a temperaturas no superiores a... °C.	P420 Almacenar apartado de otros materiales. P422 Almacenar el contenido en... P402+P404 Almacenar en un lugar seco. Almacenar en un recipiente cerrado. P403+P233 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente. P403+P235 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener en lugar fresco. P410+P403 Proteger de la luz del sol. Almacenar en un lugar bien ventilado. P410+P412 Proteger de la luz del sol. No exponer a temperaturas superiores a 50 °C/122°F. P411+P235 Almacenar a temperaturas no superiores a... °C/...°F. Mantener en lugar fresco.
Consejos de prudencia: eliminación	
P501 Eliminar el contenido/o recipiente en...	

2.3.3 Etiquetado

El Reglamento CLP define el contenido de la etiqueta y como deben organizarse los elementos del etiquetado. Toda etiqueta debe contener los siguientes apartados:

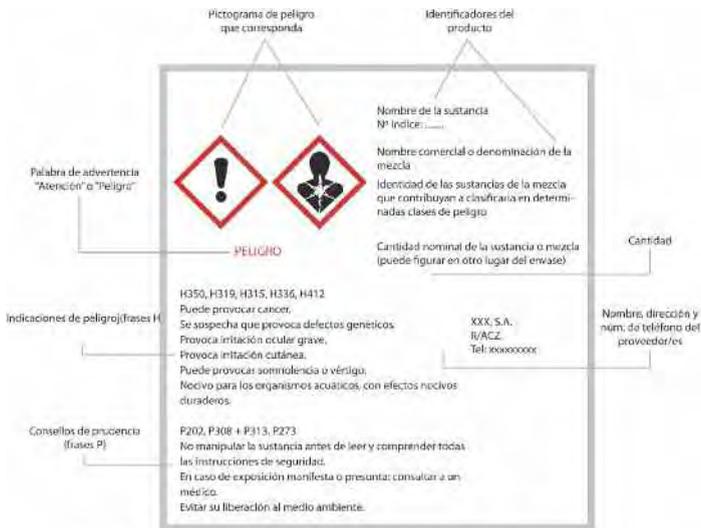
- a) Nombre, dirección y teléfono del proveedor o proveedores.
- b) Cantidad nominal de sustancia o mezcla contenida en el envase salvo que ya esté indicada en otro lugar del envase.
- c) Los identificadores del producto* (ver tabla).
- d) Los pictogramas de peligro, si procede.
- e) Las palabras de advertencia, si procede.
- f) Las indicaciones de peligro, si procede.
- g) Los consejos de prudencia asociados, si procede.
- h) Información suplementaria, si procede.

Estará escrita en la lengua o lenguas oficiales del Estado o Estados miembros en que se comercializa la sustancia o mezcla. En lo tocante al territorio español estará como mínimo en castellano.

IDENTIFICADORES DEL PRODUCTO	
Para sustancias	Para mezclas
<ol style="list-style-type: none"> Nombre o número que tiene asignado en el anexo VI del reglamento CLP si figura en él. Nombre y número que tiene asignado en el catálogo de clasificación y etiquetaje si figura en él nº CAS* y denominación según la IUPAC o nº CAS y otras denominaciones químicas internacionales Si no se dispone del nº CAS la denominación de la nomenclatura IUPAC o otras denominaciones químicas internacionales. 	<ol style="list-style-type: none"> Nombre comercial o denominación de la mezcla. Identidad de todas las sustancias de la mezcla que contribuyen a su clasificación en determinadas clases de peligro. En general como máximo se identifican cuatro sustancias.
<p>*nº CAS (Chemical Abstracts Service): La Sociedad Americana de Química tiene una división (CAS) que asigna identificadores numéricos a cada compuesto químico y mantiene una base de datos conocida como registro CAS. La intención es tener una base de datos unificada, ya que hay distintos nombres para el mismo compuesto.</p>	

Información suplementaria puede ser:

- Las frases H, P, y palabras de advertencia de las sustancias o mezclas clasificadas como peligrosas para la capa de ozono.
- Elementos de etiquetado adicionales para productos biocidas autorizados (RD 1054/2002).
- Elementos de etiquetado adicionales para productos fitosanitarios autorizados (RD 2163/1994).
- Contenido de COV (compuestos orgánicos volátiles) de las pinturas (RD 227/2006).
- Cualquier otro requisito de etiquetado contemplado en el anexo XVII del Reglamento REACH.



En determinados casos puede figurar una selección de información suplementaria con frases EUH.

2.3.4 Envasado

Como se establece en el artículo 35 del capítulo IV del Reglamento (CE) Nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo del 16 de Diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas:

Todo envase que contenga sustancias o mezclas peligrosas deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Estar diseñado y fabricado de modo que se evite la pérdida del contenido, excepto cuando estén prescritos otros dispositivos de seguridad más específicos.
- Los materiales con los que estén fabricados los envases y los cierres, no deberán ser atacados o dañados por el contenido, ni formar con este último, combinaciones peligrosas.
- Los envases y los cierres tendrán que ser fuertes y sólidos en todas sus partes, con la finalidad de impedir holguras y responder de manera segura a las exigencias normales de manipulación.
- Los envases con un sistema de cierre reutilizable, deberán estar diseñados de forma que puedan cerrarse repetidamente sin pérdida de su contenido.

Además los envases que contengan una sustancia o mezcla peligrosa suministrada al público en general, no deberán tener una forma ni diseño que atraiga o suscite la curiosidad de los niños, ni que induzca a engaño a los consumidores, como tampoco una presentación o diseño similares a los utilizados para alimentos, piensos, medicamentos o productos cosméticos, que puedan inducir a engaño a los consumidores.

Cuando el envase contenga una sustancia o mezcla que cumpla lo dispuesto en la sección 3.1.1 del anexo II del reglamento, referente a la toxicidad aguda, irá provisto de un cierre de seguridad para niños, y cuando el envase contenga una sustancia o mezcla que cumpla lo dispuesto en la sección 3.2.1 del anexo II que hace referencia a corrosión y/o irritación cutánea irá provisto de una advertencia de peligro táctil.

2.4 Herramientas de información en materia de salud laboral

Un aspecto clave para el cumplimiento de los nuevos reglamentos y para proteger a trabajadores, trabajadoras y usuarios de los productos va a ser la transferencia de información a lo largo de la cadena de suministro. Este proceso de información supone:

- Responsabilidad de fabricantes, importadores, distribuidores y usuarios intermedios.
- Necesidades de información de cada uno de estos agentes y de los usuarios finales.
- Deberes de comunicar nuevos peligros y riesgos identificados.

Parte de la responsabilidad de los fabricantes e importadores, consiste en transmitir la información sobre las sustancias a otros profesionales. Cuando exista obligación, se facilitará la Ficha de Datos de Seguridad y, en cualquiera caso, la información mínima que permita hacer un uso seguro de la sustancia.

Por su parte, los usuarios intermedios, deberán facilitar a fabricantes e importadores la información que van a necesitar para efectuar el registro como es una breve descripción del uso que hacen de las sustancias, para que estos los incluyan como usos identificados y así elaborar los escenarios de exposición si fuese necesario.

2.4.1 Informe de seguridad química

Para las sustancias registradas que se manejen en cantidades iguales o superiores a 10 toneladas al año por solicitante, se deberá llevar a cabo una **Evaluación de la Seguridad Química**. El resultado de dicha valoración deberá documentarse en el **Informe de Seguridad Química**.

El proceso de evaluación deberá incluir los siguientes aspectos:

- Valoración de los peligros para la salud humana.
- Valoración de los peligros fisicoquímicos.
- Valoración de los peligros para el medio ambiente.
- Valoración de las propiedades persistentes, bioacumulativas y tóxicas (PBT) o muy persistentes y muy bioacumulativas (mPmB).

Si la conclusión de la evaluación es que la sustancia es peligrosa para la salud humana, o resulta ser PBT o mPmB deberán evaluarse también los siguientes aspectos:

- Evaluación de la exposición → elaboración de los escenarios de la exposición
- Caracterización del riesgo

Deberán estudiarse todos los usos identificados para la sustancia.

Los solicitantes del registro deberán:

- Determinar y aplicar las medidas de control del riesgo idóneas y hacer las correspondientes recomendaciones en las FDS.
- La valoración de Seguridad Química debe permanecer disponible y actualizada.

2.4.2 Fichas de datos de seguridad (FDS)

Supone la herramienta principal de información a lo largo de la cadena de suministro y **obligatoria** para:

- Sustancias peligrosas
- Sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables
- Otras sustancias altamente preocupantes

La FDS se proporcionará de forma gratuita en papel o por vía electrónica, y en el idioma oficial del Estado Miembro en el que se comercialice.

El destinatario podrá pedir una FDS a su proveedor cuando una mezcla no reúne los criterios para clasificarse como peligrosa, pero contiene sustancias peligrosas \pm 1% en peso o 0,2% en volumen, sustancias altamente preocupantes \pm 0,1% en peso, **sustancias con límite comunitario de exposición para el trabajo.**

Contenidos de la FDS:

1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa.
2. Identificación de los peligros.
3. Composición/Información de los componentes.
4. Primeros Auxilios.

5. Medidas de lucha contra incendios.
6. Medidas en caso de liberación accidental.
7. Manipulación y almacenamiento.
8. Controles de exposición / protección personal.
9. Propiedades físicas y químicas.
10. Estabilidad y reactividad.
11. Información toxicológica.
12. Información ecológica.
13. Consideraciones relativas a la eliminación.
14. Información relativa al transporte.
15. Información reglamentaria.
16. Otra información.

Nueva información:

- Número de registro en la sección 1.1
- Correo electrónico del proveedor
- Medidas de control del riesgo
- Escenarios de Exposición cuando se trate de sustancias peligrosas fabricadas/importadas por encima de las 10 Tm.

La FDS **deberá actualizarse** cuando:

- Se disponga de nueva información que pueda afectar a las medidas de gestión de riesgos o de nueva información sobre peligros.
- Cuando se conceda o deniegue una autorización.
- Cuando se imponga una restricción.

Si la FDS no es obligatoria, por lo menos se debe transmitir información sobre:

- Nº de registro de la sustancia/sustancias.

- Datos de autorización si es el caso.
- Datos de restricción si es el caso.
- Información que permita aplicar las medidas oportunas de gestión de riesgos.

Información gratuita en papel o vía electrónica a partir del primer suministro.

Ficha de datos de seguridad (FDS) Acetona para síntesis, BP, USP	
1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa	
1.1. Identificador del producto	
Nombre comercial	Acetona para síntesis, BP, USP
Código del producto	ACET-00T-5K0
Identificación del producto	Acetona Nº CAS :000067-64-1 Nº EC :200-662-2 Nº índice :606-001-00-8
Fórmula química	C3H6O
Masa molecular	58.08
1.2. Usos pertinentes conocidos de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados	
Uso	Uso exclusivo de laboratorio. Reservado para uso profesional.
1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad	
Identificación de la compañía	
1.4. Teléfono de emergencia	Tel. +34 937 552 084 [Horario de oficina]
2. Identificación de los peligros	
2.1. Clasificación de la sustancia o la mezcla	
Clasificación 67/548 CE o 1999/45 CE	
Clasificación	F; R11 R66 R67 Xi; R36
Códigos de clase y categoría de peligro, Reglamento (CE) Nº 1272/2008 (CLP)	
Peligros para la salud	Irritación ocular - Categoría 2A - Atención (CLP : Eye Irrit. 2) H319 Toxicidad específica en determinados órganos – Exposición única – Efectos narcóticos - Categoría 3 - Atención (CLP : STOT SE 3) H336
Peligros físicos	Líquidos inflamables - Categoría 2 - Perigo (CLP : Flam. Liq. 2) H22

Ficha de datos de seguridad (FDS) Acetona para síntesis, BP, USP (cont.)	
2.2. Elementos de la etiqueta	
Etiquetado 67/548 CE o 1999/45 CE	
Símbolo(s)	 
Símbolo(s)	F: Facilmente inflamable Xi: Irritante
Frase(s) R	R11 : Facilmente inflamable. R36 : Irrita los ojos. R66 : La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. R67 : La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.
Frase(s) S	S2 : Manténgase fuera del alcance de los niños. S9 : Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado. S16 : Conservar lejos de toda llama o fuente de chispas - No fumar. S26 : En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. S46 : En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstrela la etiqueta o el envase.
Contiene	Acetona
Etiquetado Reglamento CE 1272/2008 (CLP)	
Pictogramas de peligro	 
Palabra de advertencia	Peligro
Indicación de peligro	H225 : Líquido y vapores muy inflamables. H319 : Provoca irritación ocular grave. H336 : Puede provocar somnolencia o vértigo.
Consejos de prudencia	
• Prevención	P240: Conectar a tierra / enlace equipotencial del recipiente y del equipo de recepción. P241: Emplear material eléctrico, de ventilación o de iluminación , ..., antideflagrante. P210: Manténgase lejos de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. – No fumar. P280: Llevar guantes, prendas, gafas y máscara de protección.
• Respuesta	P337+P313: Si persiste la irritación ocular: Consulte a un médico.
• Consideraciones relativas a la eliminación	P501: Elimínense esta sustancia o su recipiente en un punto de recogida de residuos especiales o peligrosos, conforme la reglamentación local, regional, nacional y/o internacional.
Contiene	Acetona
2.3. Otros peligros	
Otros peligros	En condiciones normales ninguno.

Ficha de datos de seguridad (FDS) Acetona para síntesis, BP, USP (cont.)					
3. Composición/información sobre los componentes					
Descripción química	Nº CAS: 000067-64-1 Nº EC: 200-662-2 Nº índice: 606-001-00-8 Sustancia.				
Nombre del componente Acetona	Contenido > 99	Nº CAS 67-64-1	Nº EC 200-662-2	Nº índice 606-001-00-8	Clasificación F; R11 R66 R67 Xi; R36 Flam. Liq. 2 Eye irrit 2 STOT SE 3 STOT RE EUH066
No contiene otros componentes o impurezas que puedan influir en la clasificación del producto.					
4. Primeros auxilios					
4.1. Descripción de los primeros auxilios					
Inhalación	Transportar a la persona al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar. Llame a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico si se encuentra mal.				
Contacto con la piel	Quítese inmediatamente las prendas contaminadas. Lavar con agua y jabón abundantes.				
Contacto con los ojos	Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando. Si persiste la irritación ocular consulte a un médico.				
Ingestión	No provoque el vómito. Enjuáguese la boca. Consiga atención médica de emergencia.				
4.2. Principales síntomas y efectos, agudos y retardados					
Síntomas relacionados con la utilización	Provoca irritación ocular grave. Puede provocar somnolencia o vértigo. La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.				
4.3. Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente					
Información general	No administrar nada por vía oral a una persona en estado inconsciente. En caso de malestar, acúdase al médico (si es posible, muestrele la etiqueta).				
5. Medidas de lucha contra incendios					
5.1. Medios para extinguir incendios					
Medios de extinción adecuados	Espuma. Polvo seco. Dióxido de carbono. Agua nebulizada. Arena.				
Medios de extinción inadecuados	No utilizar chorro directo de agua.				
Fuegos vecinos	Utilice agua atomizada o nebulizada para enfriar los envases expuestos al fuego.				
5.2. Peligros específicos derivados de la sustancia o de la mezcla					
Tipo de inflamabilidad	Líquido y vapores muy inflamables.				
Productos peligrosos de la combustión	En caso de incendio, pueden producirse humos perjudiciales para la salud				

Ficha de datos de seguridad (FDS) Acetona para síntesis, BP, USP (cont.)	
5.3. Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios	
Protección en caso de incendio	Non entre en la zona del incendio sin el equipo protector adecuado, incluyendo protección respiratoria.
Procedimientos especiales	Tomar las precauciones habituales en caso de incendio químico. Evite que el agua (sobrante) de extinción del fuego afecte al entorno.
6. Medidas en caso de vertido accidental	
6.1. Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia	
Para el personal de emergencia	Evítese respirar el polvo, humo, el gas, la niebla, los vapores o el aerosol. Equipe al personal de limpieza con los medios de protección adecuados. Ventilar la zona.
Medidas técnicas	Tome precauciones especiales para evitar la carga de electricidad estática.
Precauciones especiales	Eliminar posibles fuentes de ignición. No exponer a llama desnuda. No fumar.
Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia	Evacuar al personal no necesario.
6.2. Precauciones para la protección del medio ambiente	
Precauciones para el medio ambiente	Evite que penetre en la red de sumideros y las conducciones de agua. Si el producto alcanza los drenajes o las conducciones públicas de agua, notifíquelo a las autoridades.
Métodos y material de contención y de limpieza	
Métodos de limpieza	Almacenar lejos de otras materias. Recoger la sustancia derramada. Absorba los vertidos con sólidos inertes, tales como arcilla o tierra de diatomeas tan pronto como sea posible.
6.4. Referencia a otras secciones	
Ver sección 8. Controles de exposición/protección individual	
7. Manipulación y almacenamiento	
7.1. Precauciones para una manipulación segura	
Manipulación	Lavarse concienzudamente tras la manipulación. Emplear únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado. Manipule los envases vacíos con cuidado porque los residuos de vapor son inflamables.
Medidas de protección técnicas	Emplear material eléctrico, de ventilación o de iluminación , ..., antideflagrante. Emplear únicamente herramientas que no produzcan chispas. Procure una buena ventilación de la zona de procesamiento para evitar la formación de vapor. Deben seguirse los procedimientos adecuados de toma de tierra para evitar la electricidad estática.
Precauciones especiales	Evítese respirar el polvo, el humo, el gas, la niebla, los vapores o el aerosol. No exponer a llama desnuda. No fumar.
7.2. Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades	
Almacenamiento	Mantener el envase cerrado herméticamente. Conectar a tierra / enlace equipotencial del recipiente y del equipo de recepción. Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado. Consérvese al abrigo del fuego.
Almacenamiento - lejos de	Bases fuertes. Ácidos fuertes. Fuentes de ignición. Luz directa del sol. Fuentes de calor.
7.3. Usos específicos finales	
Usos específicos finales	Ninguno/a

Ficha de datos de seguridad (FDS) Acetona para síntesis, BP, USP (cont.)	
8. Controles de exposición/protección individual	
8.1. Control de exposición	
Protección personal	
Protección personal	Evítese la exposición innecesaria.
• Protección de las vías respiratorias	Si durante la manipulación puede producirse exposición por inhalación, se recomienda el uso de un equipo de protección respiratoria.
• Protección de las manos	Llevar guantes.
• Protección para los ojos	Gafas químicas o gafas de seguridad.
• Otras	No comer, no beber, no fumar durante su utilización.
8.2. Parámetros de control	
Límite de exposición laboral	Sin datos disponibles.
VLA-ED [ppm]	500
VLA-ED [mg/m ³]	1210
ILV (EU) - 8 H - [ppm]	500
ILV (EU) - 8 H - [mg/m ³]	1210
OEL (UK)-LTEL [ppm]	500
OEL (UK)-STEL [ppm]	1500
9. Propiedades físicas y químicas	
9.1. Información sobre propiedades físicas y químicas básicas	
Estado físico a 20°C	Líquido
Color	Incoloro
Olor	Característico
Umbral olfativo	Sin datos disponibles
Valor pH	Sin datos disponibles
Punto de fusión [°C]	-95
Punto de descomposición [°C]	Sin datos disponibles
Temperatura crítica [°C]	Sin datos disponibles
Temperatura de auto-inflamación [°C]	540
Inflamabilidad	Líquido y vapores muy inflamables
Punto de inflamación [°C]	-20
Punto de ebullición [°C]	56
Punto ebullición inicial [°C]	Sin datos disponibles
Punto ebullición final [°C]	Sin datos disponibles
Tasa de evaporación	Sin datos disponibles
Presión de vapor [20°C]	hPa 233
Presión de vapor mm/Hg	177 (20°C)
Densidad de vapor	Sin datos disponibles
Densidad [g/cm ³]	0.8
Densidad relativa del gas (aire=1)	2
Densidad relativa del líquido (agua=1)	Sin datos disponibles

Ficha de datos de seguridad (FDS) Acetona para síntesis, BP, USP (cont.)	
Solubilidad en agua [% en peso]	Completamente soluble
Solubilidad en agua	Sin datos disponibles
Log Pow octano/agua a 20°C	Sin datos disponibles
Viscosidad a 20°C [mPa.s]	32
Viscosidad a 40°C [mm ² /s]	Sin datos disponibles
Log P octano/agua a 20°C	58.1
9.2. Información adicional	
Propiedades explosivas	Sin datos disponibles
Limites de explosión - Superior [%]	13
Limites de explosión - Inferior [%]	2.3
Propiedades comburentes	Sin datos disponibles
10. Estabilidad y reactividad	
10.1. Reactividad	
Reactividad	No se ha establecido
10.2. Estabilidad	
Estabilidad química	Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.
10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas	
Reacciones peligrosas	No se ha establecido
10.4. Condiciones a evitar	
Condiciones a evitar	Luz directa del sol. Temperaturas extremadamente altas o extremadamente bajas. Fuego no controlado.
10.5. Materiales a evitar	
Materiales a evitar	Ácidos fuertes. Bases fuertes.
10.6. Productos de descomposición peligrosos	
Productos de descomposición peligrosos	Humos. Monóxido de carbono. Dióxido de carbono. Puede desprender gases inflamables.
11. Información toxicológica	
11.1. Información sobre los efectos toxicológicos	
Toxicidad aguda	
• Inhalación	A la vista de los datos disponibles, no se cumplen criterios de clasificación.
• Dérmica	A la vista de los datos disponibles, no se cumplen criterios de clasificación.
LD50 DL50 Dérmica en conejo [mg/kg]	20000
• Ingestión	A la vista de los datos disponibles, no se cumplen criterios de clasificación.
DL50 oral en rata [mg/kg]	5800
Corrosividad	A la vista de los datos disponibles, no se cumplen criterios de clasificación.
Irritación	Provoca irritación ocular grave. A exposición repetida puede provocar sequedad o formar gretas na pel.
Sensibilización	A la vista de los datos disponibles, no se cumplen criterios de clasificación.
Mutagenicidad	A la vista de los datos disponibles, no se cumplen criterios de clasificación.
Carcinogénesis	A la vista de los datos disponibles, no se cumplen criterios de clasificación.
Tóxico para la reproducción	A la vista de los datos disponibles, no se cumplen criterios de clasificación.
Toxicidad específica en determinados órganos-exposición única	Puede provocar somnolencia o vértigo.

Ficha de datos de seguridad (FDS) Acetona para síntesis, BP, USP (cont.)	
Toxicidad específica en determinados órganos-exposición repetida	A la vista de los datos disponibles, no se cumplen criterios de clasificación.
Peligro de aspiración	A la vista de los datos disponibles, no se cumplen criterios de clasificación.
12. Información ecológica	
12.1. Toxicidad	
Información sobre Toxicidad	No se ha establecido
12.2. Persistencia - degradabilidad	
Persistencia - degradabilidad	No se ha establecido
12.3. Potencial de bioacumulación	
Potencial de bioacumulación	No se ha establecido
12.4. Movilidad en el suelo	
Movilidad en el suelo	No se ha establecido
12.5. Resultados de la valoración PBT y MPMB	
Resultados de valoración PBT y mPmB	La sustancia no cumple los criterios para ser identificada como PBT o mPmB de conformidad con el anexo XIII del Reglamento REACH.
12.6. Otros efectos adversos	
Precauciones para la protección del medio ambiente	Evítese su liberación al medio ambiente.
13. Consideraciones relativas a la eliminación	
13.1. Métodos para el tratamiento de residuos	
General	Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida de residuos especiales o peligroso, conforme a la reglamentación local, regional, nacional e/o internacional. Evítese su liberación al medio ambiente. Eliminación del vertido de acuerdo a la legislación local/nacional.
Precauciones especiales	Manipule los envases vacíos con cuidado porque los residuos de vapor son inflamables.
14. Información relativa al transporte	
14.1. Transporte terrestre (ADR-RID)	
Nombre propio para el transporte	Acetona
Nº ONU	1090
Nº Identificación de peligro	33
ADR – Clase	3
Etiquetado – Transporte	3 
ADR - Código de clasificación	F1
ADR - Grupo de embalaje	II
ADR - Instrucciones Embalaje	P001 R001
ADR - Cantidad limitada	LQ2
ADR - Código túneles	 <p>D/E : Paso prohibido por túneles de categoría D cuando las mercancías son transportadas a granel o en cisternas. Paso prohibido por túneles de categoría E.</p>

Ficha de datos de seguridad (FDS) Acetona para síntesis, BP, USP (cont.)	
14.2. Transporte marítimo (IMDG) [English only]	
Nombre propio para el transporte	Acetone
Nº ONU	1090
IMO-IMDG - Class or division	3
IMO-IMDG - Packing group	II
MO- IMDG - Packing instructions	P001
IMO-IMDG - Limited quantities	1 L
IMO-IMDG - Marine pollution	NO
EMS-Nº	F- E S - D
14.3. Transporte aéreo (ICAO-IATA) [English only]	
Nombre propio para el transporte	Acetone
Nº ONU	1090
IATA - Class or division	3
IATA - Packing group	II
IATA - Passenger and Cargo Aircraft	Allowed
- Passenger and Cargo - Packing instruction	353
- Passenger and Cargo - Maximum Quantity/Packing	5L
IATA - Cargo only	Allowed
- Cargo only - Packing instruction	364
- Cargo only - Maximum Quantity/Packing	60L
IATA - Limited Quantities	1L
ERG-Nº	3H
15. Información reglamentaria	
15.1. Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla.	
Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente	Asegúrese que se cumplen las normativas nacionales y locales.
15.2. Evaluación de la seguridad química	
Evaluación de la seguridad química	No se llevaron a cabo.
16. Otras informaciones	
Revisión	Revisión - Ver: *
Abreviaturas y acrónimos	PBT: persistente, bioacumulable y tóxica. mPmB: muy persistente y muy bioacumulable
Fuente de los datos utilizados	REGLAMENTO (CE) No 1272/2008 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y revocan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006
Lista de frases R referenciadas (sección 3)	R11 : Fácilmente inflamable. R36 : Irrita los ojos. R66 : La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. R67 : La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

Ficha de datos de seguridad (FDS) Acetona para síntesis, BP, USP (cont.)	
Lista de frases H referenciadas (sección 3)	H225 : Líquido y vapores muy inflamables. H319 : Provoca irritación ocular grave. H336 : Puede provocar somnolencia o vértigo.. EUH066: La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.
Información adicional	Ninguno/a.
<p>El contenido y el formato de la Ficha de Seguridad es conforme al reglamento REACH (CE) Nº 1907/2006 y Reglamento CLP (CE) 1272/2008, fue extraído de la página web www.labkem.com y queda aquí reproducida.</p> <p>RENUNCIA DE RESPONSABILIDAD. La información de esta Ficha de Seguridad fue obtenida de fuentes que creemos son fidedignas. Sin embargo, la información se proporciona sin ninguna garantía, expresa o implícita en cuanto a su exactitud. Las condiciones o métodos de manejo, almacenamiento, uso o eliminación del producto están más allá de nuestro control y posiblemente también más allá de nuestro conocimiento. Por esta y otras razones, no asumimos ninguna responsabilidad y descartamos cualquier responsabilidad por pérdida, daño o gastos ocasionados por o de cualquiera manera relacionados con el manejo, almacenamiento, uso o eliminación del producto. Esta Ficha de Seguridad fue preparada y debe ser usada solo para este producto. Si el producto es usado como un componente de otro producto, es posible que esta información de Seguridad no sea aplicable.</p>	

2.4.3 Escenario de exposición (EE)

Los escenarios de exposición describen el modo en que una sustancia se fabrica y se utiliza a lo largo de su ciclo de vida, así como las medidas de la gestión de riesgos relacionados con ella, el modo en que el fabricante e importador controla los riesgos, y como recomienda a los usuarios intermedios que controlen la exposición de la población y de el medio ambiente a dicha sustancia.

Los EE pueden referirse a un proceso o uso concreto o a varios, según proceda. Cuando se comercializa la sustancia deben aparecer en un anexo de la FDS los escenarios de exposición correspondientes, y las medidas de gestión de riesgos de acuerdo con las condiciones de operación.

Será necesario preparar escenarios de exposición cuando una sustancia se fabrique o se importe en cantidades iguales o superiores a 10 toneladas anuales y esté clasificada como peligrosa o como PBT/mPmB. Un escenario de exposición puede comprender una gran variedad de procesos y usos. Los escenarios de exposición se elaboran para **todos los usos de la sustancia en su ciclo de vida**, incluyendo:

- Fabricación
- Uso propio por el fabricante e importador
- Usuarios intermedios y finales

Contenidos del escenario de exposición :

■ Condiciones Operativas:

- Descripción del proceso de fabricación y uso.
- Condiciones de uso, tareas, duración, frecuencia, tanto para trabajadores como para consumidores.
- Emisiones de la sustancia en los diferentes compartimentos ambientales y sistemas de depuración de aguas residuales.

■ Medidas de Gestión del Riesgo

- Destinadas a disminuir o evitar la exposición directa e indirecta de las personas (trabajadores/as y consumidores/as) y de los diferentes compartimentos ambientales de la sustancia.
- De los residuos destinados a disminuir o evitar la exposición de las personas y del medio ambiente a la sustancia durante la eliminación y el reciclado de los residuos.

Todo **agente de la cadena de suministro** que tenga que elaborar un Informe sobre Seguridad Química, adjuntará en un anexo de la FDS los escenarios de exposición referentes a los usos identificados.

Todo **usuario intermedio** que tenga que elaborar su propia FDS para los usos identificados incluirá los EE relevantes y utilizará la información de la FDS.

Todo **distribuidor** transmitirá los EE relevantes y empleará la información adecuada de la FDS.

2.5 Plazos de aplicación

3 de Enero de 2011:
 Fecha límite para que fabricantes e importadores le notifiquen a la ECHA la clasificación de las sustancias peligrosas que comercializan para ser incluidas en el inventario sin excepción de tonelaje de fabricación/importación.

Entrada en vigor del REACH: 1 Junio 2007

PRE-REGISTRO

Del 1 de junio al 1 de diciembre de 2008

Todas las sustancias y mezclas

REGISTRO

I fecha límite Fase transitoria: (Diciembre 2010)

Sustancias y mezclas ≥ 1.000 t/año o de alta preocupación

II fecha límite Fase transitoria: 1 Junio 2013

Sustancias y mezclas ≥ 100 t/año

III fecha límite Fase transitoria: 1 Junio 2018

Sustancias y mezclas ≥ 1 t/año

Implantado

Entrada en vigor de CLP: 20 de Enero de 2009

Obligación de aplicar CLP a sustancias: 1 de Diciembre de 2010
 Obligación de aplicar CLP a mezclas: 1 de Junio de 2015

Sustancias

Clasificadas, etiquetadas y envasadas bajo DSD. Si se aplica CLP no se aplica DSD.

Clasificadas bajo DSD y CLP, etiquetadas y envasadas bajo CLP.

Clasificadas, envasadas y etiquetadas bajo CLP.

Mezclas

Clasificadas, etiquetadas y envasadas bajo DPD. Si se aplica CLP completamente, no se etiqueta ni envasa bajo DPD.

Las sustancias clasificadas, envasadas y etiquetadas según DSD y comercializadas antes del 1 de Diciembre de 2010 no se tienen que volver a etiquetar y envasar hasta 2012. Lo mismo para las mezclas comercializadas antes del 1 de Junio de 2015 que no tendrán que volver a etiquetarse hasta el 1 de Junio de 2017.

2.6 Ejemplo práctico de aplicación: caso de una fábrica de lejía

Dado que los reglamentos REACH y CLP están estrechamente relacionados, es recomendable planificar conjuntamente los procesos. Para dar cumplimiento a los deberes que se derivan de ellos se puede actuar de forma sistemática. Lo primero será saber qué tipo de agente o agentes son, y posteriormente, ver cuáles son los deberes como tal.

Fábrica de lejía situada en un polígono industrial

Adquiere la solución de hipoclorito y fabrica diferentes tipos de lejías de uso doméstico e industrial.

Se abastece de diferentes sustancias químicas, siendo uno de sus proveedores externo a la Unión Europea.

Agentes que intervienen:

- **Usuario intermedio** de las sustancias que adquiere dentro de la UE.
- **Importador** de la sustancia que compra fuera de la UE.
- **Formulador** (se comprueba que todas las lejías que fabrica son mezclas de sustancias que no reaccionan entre ellas dando lugar a una nueva sustancia), o **Fabricante** en caso de que se produzca reacción entre las sustancias que componen alguna de las lejías.
- **Usuario intermedio** de las sustancias que contienen las lejías que fabrican.
- **Proveedor de mezclas.**

Transferencia de información que se debe producir:

Solicitar a los proveedores la siguiente información:

- Sustancias que adquiere dentro de la UE.
 - Si están pre-registradas o registradas en REACH.
 - Si están clasificadas como peligrosas, son PBT o mPmB.
 - Si están en la lista de sustancias identificadas como altamente preocupantes.
 - FDS o información suficiente en caso de que la FDS no sea obligatoria.

- Sustancia que adquiere fuera de la UE
 - Si el fabricante no comunitario tiene pre-registrada o registrada la sustancia a través de un Representante Exclusivo.
 - FDS o información suficiente en caso de que la sustancia no la requiera.
- Para los artículos (en este caso envases)
 - Si contienen sustancias incluidas en la lista de candidatas identificadas como altamente preocupantes en concentración >0.1% en peso.
 - Si contienen sustancias destinadas a ser liberadas en condiciones normales de uso y si están registradas.
 - Información suficiente que garantice el uso de esos artículos, incluida la fase de eliminación.

En todos los casos habrá que solicitar información sobre si alguna de las sustancias sufre algún tipo de restricción.

Como resultado de las consultas hemos recibido la siguiente información

- Varias de las sustancias están clasificadas como peligrosas.
- Se dispone de las FDS.
- Todas ellas excepto una, incluyen la formulación de lejías como uno de sus usos.
- La sustancia que se adquiere fuera de la UE, no dispone de Representante Exclusivo para REACH en la UE.
- Los envases no contienen sustancias altamente preocupantes en concentración superior al 0.1% en peso.

Obligaciones que se derivarían para esta empresa:

Como usuario intermedio de sustancias:

- Aplicar las medidas indicadas en las FDS o la información transmitida para controlar adecuadamente los riesgos identificados.
- En la medida que los proveedores registren las sustancias, comprobar la con-

formidad de los escenarios de exposición y decidir qué medidas es necesario tomar en caso de que alguna sustancia supere lo indicado en el EE transmitido por el proveedor.

- Como usuario intermedio de una sustancia peligrosa con un uso no incluido en los EE transmitidos por el proveedor, deberá elaborar un Informe de Seguridad Química salvo si puede acogerse a alguna excepción, y transmitir dicha información a la Agencia.

Como importador de una sustancia de fuera de la UE debe:

- Identificarla conforme a REACH y calcular la cantidad total que importa.
 - Es < 1 tonelada/año: no tiene deber de registro pero sí debe recoger información sobre propiedades fisicoquímicas, toxicológicas y ecotoxicológicas de la sustancia y clasificarla, así como identificar sus propiedades como PBT el mPmB y establecer los límites de concentración para clasificar las mezclas que contengan dicha sustancia.
 - Si en el futuro fuera > 1 tonelada/año: Deber de registrar la sustancia.

Como proveedor de mezclas:

- Aplicar los criterios de CLP.
- Las sustancias que resulten clasificadas como peligrosas habrá que:
 - Etiquetarlas.
 - Aplicarles las condiciones de envasado correspondientes.
 - Notificar a la agencia la clasificación de las sustancias que forman parte de la mezcla que así lo requieran.
- Elaborar las FDS.
- Para las clasificadas como no peligrosas elaborar FDS a petición de los clientes si así lo indica el reglamento o facilitar información sobre ellas.
- Para las lejías destinadas a la población en general no es necesario facilitar FDS pero sí proporcionar información suficiente para que el consumidor pueda tomar las medidas de protección necesarias.
- Aplicar las medidas de gestión del riesgo transmitidas en relación al uso de los

diferentes productos y artículos que emplea en el proceso y transmitir a los proveedores cualquier información que pueda poner en duda las medidas de gestión del riesgo.

2.7 Controversia sobre el REACH

La Comisión Europea ha propuesto lo que podría ser el sistema más exhaustivo de regulación química del mundo. Sus más de 849 páginas tardaron siete años en ser elaboradas, siendo descrita como la legislación más compleja de la historia de la Unión Europea y la más importante nos últimos 20 años.

Es la legislación reguladora de sustancias químicas más estricta y afectará a las industrias de todo el mundo, por lo que no es de extrañar que aparezca cierta controversia con respecto a algunos aspectos concretos de este nuevo sistema. De hecho, fue criticada por una serie de países alegando que podría dificultar el comercio mundial.

Sin embargo, la enorme cantidad de productos químicos que se manejan diariamente a nivel doméstico y laboral, hace necesario un esfuerzo en el control de estas sustancias para evitar riesgos y ser fieles al principio de precaución.

Parece imposible que en pleno siglo XXI se sigan manejando sustancias de las que no se conocen sus efectos para las personas y el medio ambiente, o que una sustancia que en un país se considera altamente tóxica, en otro se considere inocua.

No hay que esperar a que la población se vea afectada, para valorar los efectos negativos de una sustancia. Como es lógico, habrá que hacerlo antes de introducirla en el mercado y emplearla, y corresponde a aquellos que se benefician de su comercialización llevar a cabo esa valoración.

Pues bien, se hace necesario la regulación de las sustancias y mezclas químicas y el sistema REACH es un grande avance. Con todo, puede haber algunos aspectos mejorables que son generadores de cierta controversia y que comentaremos a continuación aunque sin ahondar demasiado en ellos.

2.7.1 Acceso a la información

Por una parte están el miedo a los costes potenciales para la industria, y por otra parte se presenta el problema del intercambio de información, sobre todo en el caso de la experimentación en animales vertebrados. Se permite únicamente un ensayo por sustancia, y cuando no existan alternativas adecuadas.

El REACH obliga al intercambio de información y al registro común. Si una empresa paga por estos ensayos, debe vender la información obtenida “a un precio razonable”. El problema es que ese precio razonable no queda definido. Existe por tanto una preocupación en torno al acceso a la información necesaria que puede resultar costosa para los potenciales registrantes, siendo necesaria su compra.

*“(50) En interés de la población, debe garantizarse que los resultados de ensayos sobre la salud humana o sobre los peligros medioambientales de determinadas sustancias circulen lo más rápidamente posible entre las personas físicas o jurídicas que las usan, con el fin de limitar todo riesgo asociado a su uso. Por lo tanto, **debe procederse a la puesta en común de información con todo solicitante de registro que lo solicite, en particular en el caso de información relacionada con ensayos en vertebrados, en condiciones que garanticen una compensación justa para la empresa que haya realizado los ensayos.**”*

*“(52) Con el fin de respetar los legítimos derechos de propiedad de aquellos que obtengan datos de ensayos, el propietario **de este tipo de datos debe poder reclamar, durante un período de 12 años, una compensación a aquellos solicitantes de registro que se sirvan de sus datos.**”*

Ya se habla de diversas formas de fraude. Algunos pre-registrantes podrían ser consultorías esperando trabajos (“buscadores de oro”) mientras que otros pueden estar buscando cobrar sumas importantes por los datos que tienen que ofrecer (“chacales”).

2.7.2 Principio de sustitución

Otra de las cuestiones que genera cierta controversia, es la que hace referencia al principio de sustitución de las sustancias altamente preocupantes. Desde algu-

nos sectores como la Confederación de la Industria Británica, la Asociación de Industrias Químicas Británica o Greenpeace, se demandó una mayor presión legislativa que fuerce a la sustitución de este tipo de sustancias. Actualmente se encuentra más afianzado para sustancias persistentes y bioacumulables.

La ley, en su forma actual, emplea el “control adecuado” como paradigma normativo. Ciertos sectores consideran que **falta un mandato imperativo en el marco REACH, en el que el principio de relevo se vea incluido en el proceso de autorización, de forma que la disponibilidad de una alternativa más segura sea suficiente razón para denegar una autorización** para todas las sustancias consideradas peligrosas. Es decir, consideran que la disponibilidad de alternativas no debería ser una simple consideración en el proceso de autorización, sino el factor concluyente para decidir el futuro de una sustancia preocupante.

Consideran que se debería exigir a los productores y usuarios de sustancias altamente preocupantes que evalúen alternativas a dichas sustancias y que las desarrollen si no existen. Esta presión ayudaría a **encauzar los esfuerzos en investigación en una misma dirección**, y eliminaría la desventaja de las empresas que, voluntariamente, hacen este esfuerzo por la sustitución.

El sistema REACH tiene capacidad para convertirse en un mecanismo que provoque una fuerte innovación, pero es necesario el establecimiento de criterios claros sobre los que operar para caminar hacia una economía competitiva, especialmente si pensamos en las PIMES.

Un ejemplo que ilustra este fenómeno es el caso del percloroetileno (PERC) empleado en la limpieza en seco.

El PERC afecta gravemente a la salud y al medio ambiente. Es cancerígeno y muy persistente en las aguas subterráneas y en el suelo. De hecho, todo lo que entra en contacto con PERC en el proceso de limpieza debe ser considerado como residuo peligroso, salvo la ropa que nos devuelven limpia. Las operaciones de limpieza en seco con PERC están controladas por la Directiva de la UE que afecta a los COV (compuestos orgánicos volátiles) para ser sustituidos en la medida de lo posible antes del 2007.

A comienzos de los años noventa se desarrolló una alternativa a la limpieza en seco con PERC, un proceso denominado limpieza en húmedo que puede aplicarse a un 40-60 % de las prendas. De forma similar, la tecnología del CO₂ proporciona una alternativa total a la limpieza con PERC siendo un proceso más eficaz.

Pero el hecho de que la normativa exige a los usuarios del PERC cumplir con los límites de emisión en lugar de sustituir por completo este producto, hizo que pocas de las tintorerías cambiasen de método de limpieza (existe una resistencia natural al cambio). Los fabricantes de maquinaria, ofrecieron máquinas más avanzadas que permitían cumplir con las restricciones y los límites de emisión reduciéndolas considerablemente, hecho que supuso un esfuerzo económico por su parte. Tal esfuerzo en investigación habría sido mucho más eficaz encaminado a la sustitución de la sustancia tóxica y no a minimizar su emisión, puesto que siendo bastante persistente, nunca podemos estar “protegidos” frente a ella.

En este momento, cuando existen tecnologías adecuadas, no debería haber justificación posible para seguir “limpiando” con PERC, aún controlando los límites de emisión.

2.7.3 “Control adecuado” y “umbrales de exposición”

En el sistema REACH se mantienen dos posibles vías de autorización para sustancias altamente preocupantes:

- Demostración de que los riesgos están adecuadamente controlados.
- Ventajas socioeconómicas y ausencia de alternativas (si lo anterior no es posible).

En el Artículo 54 se especifica que **la vía del control adecuado no se aplicará a sustancias PBT** (persistentes, tóxicas y bioacumulables(d)) y **mPmP** (muy persistentes y muy bioacumulables (y)), así como tampoco a CMR (cancerígenos, mutagénicos y tóxicos para la reproducción [Art. 54 (a), (b), (c), y (f)]) y sustancias con *un nivel de preocupación equivalente para las que no sea posible determinar umbrales de protección.*

El “**umbral de efecto**” sería aquel *nivel de exposición por debajo del cual se supone que no se van a producir efectos adversos*.

Esto deja una **puerta abierta al uso de sustancias CMR y con efectos equivalentes, si logran determinarse unos límites por debajo de los cuales la sustancia no muestra efectos negativos**.

Aunque este mecanismo parece razonable y prudente, cabe preguntarse si la determinación de valores umbral es algo realmente efectivo. Las preguntas que pueden surgir en este sentido son:

- ¿es realmente adecuado emplear el concepto de umbral para permitir una exposición continuada y evitable a sustancias CMR y alteradores endocrinos?
- ¿no sería mejor destinar los recursos de la costosa búsqueda de umbrales de cara a la sustitución?

En respuesta a la primera de las preguntas, hay quien piensa que la incertidumbre que acompaña a la determinación de los valores umbral, es demasiado elevada y su empleo es discutible.

El gran número de variables que influyen en la acción de los tóxicos en el organismo, la posibilidad de la falta de sensibilidad de los métodos empleados, o simplemente el hecho de no estar buscando el efecto idóneo o teniendo en cuenta los efectos sinérgicos con otras sustancias, sobre todo cuando hablamos de sustancias que actúan en pequeña concentración como pueden ser los alteradores endocrinos, hacen que se pueda poner razonablemente en entredicho este sistema de control de los riesgos.

*“Es difícil llegar a exagerar la complejidad de determinar los riesgos de mezclas de productos químicos. Ya que, para cada razón válida que nos permite hacerlo, parece haber una duda igualmente razonable en cuanto a si es posible hacerlo de manera científicamente rigurosa y relevante”.*¹²

Estos son algunos aspectos a tener en cuenta sobre el REACH, siempre sin olvidar la mejora que supone y la posibilidad de que siga haciéndolo. El camino hacia una química respetuosa y sostenible es posible.

¹² Borgert, C. J. (2004): Chemical mixtures: An unsolvable riddle (Mezclas químicas: ¿una adivinanza sin solución?); publicación bimestral Human and Ecological Risk Assessment, volumen 10 (n.º 4).

CAPÍTULO

3

3 | SUSTANCIAS DE ESPECIAL PREOCUPACIÓN: PELIGROS PARA LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE

Existe un grupo de sustancias químicas de especial preocupación debido a los importantes efectos que producen bien en la salud o bien en medio ambiente. Los peligros que suponen hacen que se convierta en prioritario el control de sus usos y la búsqueda de alternativas de sustitución.

Desde tratados internacionales, normativa europea y también a nivel estatal se elaboran listados de sustancias prioritarias, y se desarrollan políticas y normas para su eliminación, sustitución y restricciones de sus usos.

Dentro de este grupo encontraremos a las sustancias cancerígenas, mutagénicas, peligrosas para la reproducción, disruptores endocrinos, sensibilizantes, neurotóxicas, sustancias persistentes y bioacumulativas, y perjudiciales para el medio ambiente.

A continuación se explicarán de forma sencilla los efectos que producen este tipo de sustancias para ser consideradas de especial preocupación. Se debe tener en cuenta que para todas las sustancias que presentan estos efectos, la primera acción a llevar a cabo es tratar de eliminar su uso y sustituirlas por otras que no supongan riesgo.

No existe dosis de exposición laboral ni ambiental segura contra un agente cancerígeno. La mejor solución es no llegar a entrar en contacto con él.

Normativa general de aplicación a la exposición laboral a agentes químicos:

- Ley 31/1995, del 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, del 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD 298/2009, del 6 de Marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, del 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que diese a luz o en período de lactancia.

- Real Decreto 374/2001, del 6 de Abril, sobre la protección da salud y seguridad de los trabajadores contra riesgos relacionados cos agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, del 18 de Julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. (BOE número 188 de 07.08.1997)

3.1 Toxinas y genética

3.1.1 Mutagénicos

Desde el nacimiento de la genética a partir de las investigaciones de Gregorio Mendel a principios del siglo XX, se lograron muchos avances en este campo, incluido el conocimiento de diversos agentes externos a los organismos que pueden inducir alteraciones genéticas en ellos.

La disciplina científica conocida como Genética Toxicológica se encarga de analizar la acción de los diferentes agentes tóxicos que pueden interaccionar con el material genético (compuestos genotóxicos).

Desde los años 60 se sabe que ciertas sustancias químicas representan un riesgo potencial para los ser humanos, y surge la preocupación de que ciertas enfermedades hereditarias que se observan en las poblaciones puedan tener un origen ambiental.

*Un **agente mutágeno** es aquel capaz de aumentar la frecuencia de mutación de las poblaciones celulares, es decir, de producir cambios en el material genético de las células.*

El ADN contiene la información genética necesaria para el crecimiento y desarrollo de los organismos vivos, la que pone en marcha toda la maquinaria celular. Este proceso se lleva a cabo mediante la copia de dicha información o de parte de ella. Estas sustancias alteran la replicación normal del ADN, es decir, hacen que se produzcan errores en la copia resultante, lo que puede dar lugar a graves problemas.

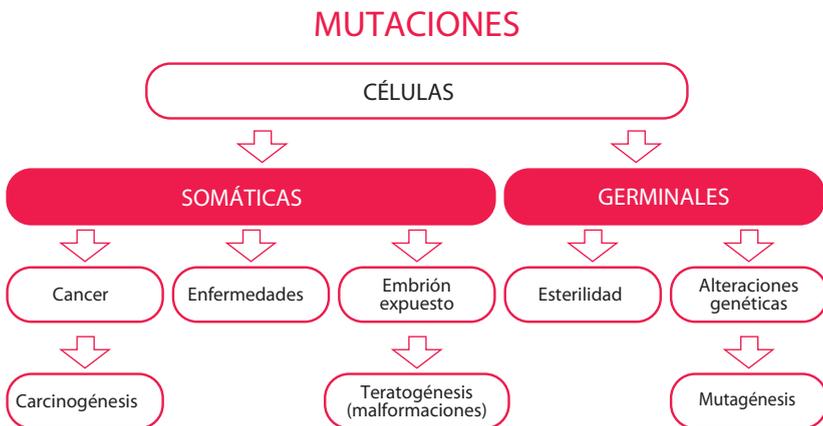
No todas las sustancias que interactúan con el ADN producen cambios en él. Los organismos cuentan con sistemas (enzimas) para mantener la integridad de su ADN, y que les permiten reparar eficientemente algunos de los daños. En el proceso de reparación va a influir, además de otros factores, el nivel de exposición. Pero esta reparación no siempre es eficiente, en general, si la exposición es baja es más probable que pueda tener lugar la reparación. En el caso de exposiciones altas, se satura el mecanismo de reparación que resulta ineficiente y se fijan errores en el ADN.

Tipos de mutaciones y sus efectos

Las mutaciones pueden producirse sobre:

- **Células germinales:** tienen el material genético que se transmite a la próxima generación. La alteración de estas células puede producir esterilidad o fijar cambios en el material genético que heredará la siguiente generación (Mutagénesis).
- **Células somáticas:** forman el crecimiento de los tejidos y órganos a partir de células madre procedentes del proceso embrionario.

Mutaciones en las células somáticas, pueden dar lugar a aparición de enfermedades o iniciar un proceso canceroso (Carcinogénesis), pero también pueden aparecer alteraciones durante el desarrollo embrionario (Teratogénesis), provocando malformaciones.



La mutagénesis es un fenómeno bien conocido y documentado en muchos organismos, detectándose los cambios en las generaciones sucesivas. Pero en el caso de los seres humanos, es muy difícil detectar sus efectos en relación con el nacimiento de niños con alteraciones genéticas. La frecuencia de alteraciones genéticas en la población humana es muy alta, alrededor de un 2% de los niños/as portan alguna mutación. Para poder hacer un estudio idóneo, se requiere el análisis de una población muy grande, y la comparación con un grupo que solo estuviese expuesto las “genotoxinas naturales”, situación que no se presenta en la realidad. Las investigaciones se realizan en su mayor parte con animales de laboratorio, y permiten establecer estimaciones.

Es muy difícil establecer una relación causa-efecto con casos aislados. El nacimiento de un niño con alteraciones genéticas, no prueba que los padres estuvieran expuestos a un agente tóxico, puesto que muchas alteraciones se producen de forma natural.

Puesto que parece improbable que la población mundial pueda llegar a estar totalmente exenta de exposiciones a sustancias que afecten a su material genético, aun mejorando las técnicas de clasificación de las sustancias, interesa, especialmente en la población laboral, la detección de aquellos trabajadores/as que presenten una notable absorción de productos genotóxicos. Por eso se estudian y desarrollan métodos que sean capaces de revelar la absorción de sustancias susceptibles de desencadenar un proceso tumoral en distintas fases del mismo, por medio del control biológico. En la mayoría de los casos, se trata de técnicas prometedoras, de gran importancia para la investigación epidemiológica básica, pero sin aplicación práctica en la estimación del riesgo genotóxico de un determinado puesto de trabajo.

En la NTP 192 sobre Genotóxicos: control biológico del INSHT se pueden consultar diversos métodos existentes para evaluar la exposición a diferentes sustancias según su significado biológico, así como su aplicabilidad.

El consumo de sustancias químicas en los países industrializados se dobla cada siete años, utilizándose diariamente unas 70.000 sustancias diferentes. Un estudio exhaustivo, incluyendo la experimentación animal, del potencial cancerígeno de cada una de ellas resulta inviable, por eso proliferan los "ensayos a corto plazo", indicadores de la mutagenicidad de las sustancias, es decir, de su capacidad para alterar el material genético.

La determinación de la mutagenicidad de una sustancia concreta permite evaluar indirectamente su carcinogenicidad, puesto que entre ambas propiedades existe, en la mayoría de los casos, una relación directa.

Debido a la gravedad de los daños que pueden producir estas sustancias y siguiendo el primer principio de acción preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, **la eliminación y sustitución de estas sustancias debe prevalecer sobre cualquiera otra medida.**

En el RD 349/2003 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, se amplía el ámbito de aplicación de esta normativa a agentes mutagénicos.

3.1.2 Cancerígenos

La inducción al cáncer provocada por la exposición a sustancias químicas, fue descrita originalmente por Percival Pott en 1975, que relacionó la aparición del cáncer de escroto en limpiadores de chimeneas con la exposición al hollín, y comprobó la sensibilidad individual (la enfermedad no aparecía en todos los trabajadores). Posteriormente se hicieron múltiples estudios, y se descubrió la capacidad de muchas sustancias de generar tumores, este fenómeno es conocido como *Carcinogénesis Química*.

Un agente cancerígeno es aquel que puede actuar sobre los tejidos vivos de forma que produce cáncer. Los cancerígenos químicos se caracterizan porque al llegar al tejido blanco (grasa blanca) reaccionan allí y dejan una huella duradera en él. Una sola dosis puede alterar a largo plazo algunas células, pero las dosis sucesivas se suman a los efectos iniciales.

El **cáncer** engloba un conjunto de enfermedades, que se caracteriza porque el organismo sufre un crecimiento y división anormal y descontrolado de las células, que pueden invadir los órganos donde se originaron, o viajar por la sangre o el tejido linfático a otras zonas provocando el crecimiento de nuevos tumores en los lugares de destino (metástasis).

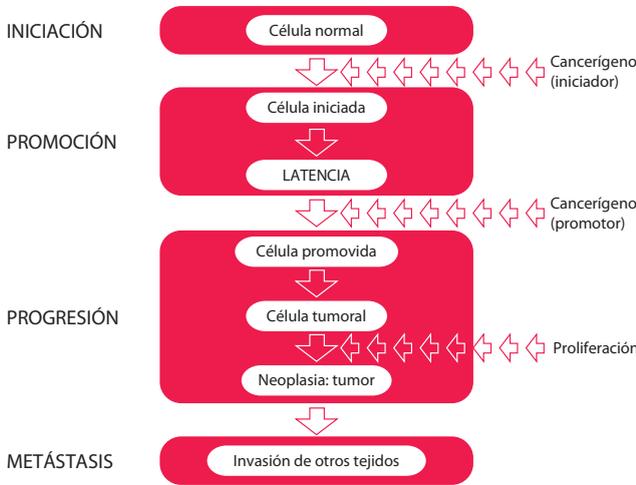
La mayor parte de los cánceres forman tumores pero alguno no, como es el caso de la leucemia, (en cuyo caso se produce un crecimiento incontrolado de leucocitos). Dependiendo del tipo de células que se vean afectadas reciben diferentes nombres:

- Células epiteliales (piel): carcinomas
- Células sanguíneas: leucemias
- Tejidos de soporte (hueso, músculo, vasos...): sarcomas

El período de latencia de la enfermedad, es decir, el tiempo que pasa desde lo contacto con el agente cancerígeno hasta la aparición de la enfermedad y la detección clínica, es variable y puede durar varios años.

De entre los agentes cancerígenos, algunos actúan mediante la interacción con los ácidos nucleicos, es decir, actúan como mutágenos (el cáncer es, en esencia, un proceso genético), y se conocen como **iniciadores**. Otros presentan mecanismos de acción no genéticos, actuando como promotores. Los promotores, no producen alteraciones genéticas y su acción solo tiene efecto cuando actuó previamente un iniciador. Lo que hacen es estimular el proceso de expresión de los genes y disminuir el período de latencia.

Resumen del proceso canceroso



Cáncer laboral

En España se diagnostican cada año unos 160.000 nuevos casos de cáncer, y mueren alrededor de 100.000 personas por esta enfermedad, siendo esta, la segunda causa de muerte después de las enfermedades cardiovasculares.

Los cancerígenos laborales ocupan un puesto especial en la identificación y prevención de todos los tipos de cancerígenos humanos. Fueron los primeros en identificarse como causantes de cáncer, y aún actualmente constituyen una proporción importante del total de cancerígenos reconocidos.

Sin embargo, existen varias dificultades para establecer un listado de cancerígenos laborales, como son:

- No queda claro el límite del ambiente laboral, puesto que la exposición también tiene lugar en otros ambientes.
- Las evidencias científicas disponibles no siempre son suficientes habiendo:
 - Casos bien conocidos: mesotelioma en trabajadores/as expuestos al amianto.
 - Casos no definidos: pintores y el cáncer de vejiga. Se detecta la predisposición de este sector a padecer la enfermedad, pero no claro está que sustancia es la última responsable de este cáncer, debido a la múltiple exposición en el lugar de trabajo.
- Falta de evidencias en humanos: para algunas sustancias están demostrados los efectos en animales, pero no comprobados en humanos.

Clasificación de los agentes cancerígenos

Para el estudio e interpretación de la información a fin de evaluar la carcinogenicidad de las sustancias químicas, se formaron distintos grupos de expertos científicos, algunos de ellos específicamente creados para la evaluación de carcinógenos. Cada uno de los dichos grupos adoptó un sistema de clasificación y definió unos criterios para realizar la clasificación. Estos criterios, pueden variar entre las distintas organizaciones; de ahí la importancia de conocer en base a qué información se clasificaron las sustancias en las distintas categorías.

Los distintos criterios para la clasificación de sustancias cancerígenas están basados en pruebas obtenidas a partir de estudios en humanos y animales de experimentación, así como en otros datos relevantes (mecanismos de actuación, proliferación celular, metabolismo, genotoxicidad, farmacocinética...). A continuación se resumen algunos de los sistemas de clasificación para agentes cancerígenos de especial relevancia:

Clasificación de la Conferencia Americana de Higienistas industriales del Gobierno (ACGIH)

- A1. Carcinógeno confirmado en los humanos.
- A2. Carcinógeno con sospecha de serlo en los humanos.
- A3. Carcinógeno confirmado en los animales con comportamiento desconocido en los humanos.
- A4. No clasificable como carcinógeno en los humanos.
- A5. No sospechoso como carcinógeno en los humanos.

Clasificación de la Unión Europea

Primera categoría. Sustancias que, se sabe, son carcinógenas para el hombre a partir de datos epidemiológicos. Se dispone de elementos suficientes para establecer una relación causa-efecto entre la exposición del individuo a tales sustancias y la aparición del cáncer.

Segunda categoría. Sustancias que pueden considerarse como carcinógenas para el hombre. Se dispone de suficientes elementos para suponer que la exposición del hombre a tales sustancias puede producir cáncer. Esta presunción se fundamenta en estudios apropiados a largo plazo en animales u otro tipo de información pertinente.

Tercera categoría. Sustancias cuyos posibles efectos carcinógenos en el hombre son preocupantes, pero de las que no se dispone de información suficiente para realizar una evaluación satisfactoria. Hay algunas pruebas procedentes de análisis con animales, pero resultan insuficientes para incluirlas en la segunda categoría.

Clasificación de la Agencia Internacional para la investigación del cáncer (IARC)

Grupo 1. El agente es carcinógeno para los humanos. La manipulación supone exposiciones que son cancerígenas para los humanos.

Grupo 2A. El agente es probablemente carcinógeno para los humanos. La manipulación supone exposiciones que son probablemente carcinógenas para los humanos.

Grupo 2B. El agente es posiblemente carcinógeno para los humanos. La manipulación supone exposiciones que son posiblemente carcinógenas para los humanos.

Grupo 3. El agente no es clasificable según su carcinogenicidad para los humanos.

Grupo 4. El agente probablemente no es carcinógeno para los humanos.

Los conocimientos científicos actuales, no permiten identificar niveles de exposición a agentes cancerígenos y mutagénicos por debajo de los cuales no produzcan efectos adversos sobre la salud. Pero, se admite una relación entre la exposición y la probabilidad de efecto, que permite deducir que cuanto menor sea la exposición menor será el riesgo. En este caso, por lo tanto, no se puede asegurar que manteniendo la exposición por debajo de un cierto valor se evite el riesgo. Lo que se hace es limitarlo, esto es, **los límites de exposición para las sustancias cancerígenas no garantizan la protección de la salud sino que aportan unas referencias máximas para la adopción de medidas de protección y control** del ambiente de los puestos de trabajo. Esto es “no existe dosis de exposición laboral ni ambiental segura a los agentes cancerígenos”.

Por lo tanto, y siguiendo el primer principio de acción preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, debe proponerse su **eliminación o sustitución como primera medida preventiva**.

La exposición laboral a agentes cancerígenos y mutagénicos está regulada por el RD 665/1997, modificado por el RD 1124/2000 y en el RD 349/2003 se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutagénicos. En el artículo 4 del RD 665/1997 se manifiesta de nuevo el **principio de sustitución como medida preventiva** frente agentes cancerígenos:

“En la medida en que sea técnicamente posible, el empresario evitará la utilización en el trabajo de agentes cancerígenos o mutágenos, en particular mediante su sustitución por una sustancia, un preparado o un procedimiento que, en condiciones normales de utilización, no sea peligroso o lo sea en menor grado para la salud o la seguridad de los trabajadores/as”

Normativa básica sobre cancerígenos y mutágenos:

- Real Decreto 349/2003, de 21 de Marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE núm. 124 de 24 de Mayo.
- RRD 1124/2000, de 16 de Junio por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 349/2003, de 21 de Marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.

3.2 Disruptores endocrinos (DE)

Desde mediados del siglo XX numerosas especies, muy diferentes entre sí y localizadas en diferentes áreas del planeta, sufren alteraciones de su sistema hormonal debido a la exposición a sustancias sintéticas.

Biólogos y naturalistas documentaron ciertos problemas como pérdida de la capacidad reproductora, mortalidades masivas, deformaciones en órganos reproductores, comportamientos sexuales anormales y disminución del sistema inmune en especies animales de distintas partes del mundo, que parecían no tener ninguna conexión.

Algunos de estos desconcertantes problemas también se empezaron a observar en ser humanos. Theo Colburn, una zoóloga contratada por WWF-US en los años 80 para estudiar el estado de salud ambiental de los Grandes Lagos, encajó las piezas de este puzle, y encontró el punto en común de la multitud de problemas sufridos por especies tan diferentes, afectadas por compuestos que en principio no tienen nada en común y localizadas en lugares tan alejados del planeta.

Todos eran problemas controlados en gran medida por las hormonas. Todas estas especies sufrían alteraciones de su sistema hormonal o endocrino, ocasionado por la exposición prenatal a sustancias químicas sintéticas, los disruptores endocrinos.

*Los disruptores endocrinos son sustancias químicas capaces de alterar el equilibrio hormonal. Modifican los procesos fisiológicos controlados por las hormonas, generando una respuesta de mayor o menor intensidad de la normal. Provocan diferentes efectos adversos en la salud de personas, animales y sus descendientes y pueden tener efectos para la salud como son el cáncer, alteraciones del comportamiento y anomalías reproductivas. **Sus efectos dependerán del sistema hormonal que se vea afectado**, por lo que van a ser diferentes según el sexo y el momento de exposición (fetal, infancia, pubertad...). Los efectos más preocupantes ocurren en hijas e hijos de madres expuestas durante el embarazo y la lactancia.*

3.2.1 Funcionamiento del sistema hormonal

La actividad de los órganos en los vertebrados está regulada por dos sistemas, el sistema nervioso que controla los procesos más rápidos, y el sistema endocrino,

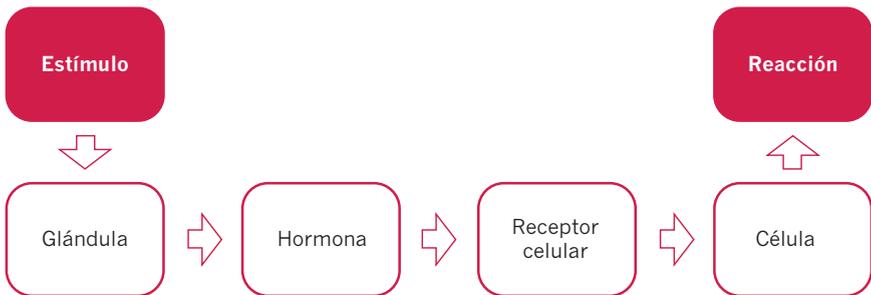
que controla procesos más lentos como ajustes metabólicos, el crecimiento o la reproducción y también algún proceso rápido como la reacción al miedo que lleva asociada la producción de adrenalina.

El sistema endocrino está compuesto fundamentalmente por tres elementos básicos:

- Glándulas
- Hormonas
- Células especializadas o células diana

Una glándula endocrina recibe un estímulo externo (un cambio de temperatura, un impulso nervioso, la necesidad de crecimiento...) y pone en marcha el sistema provocando en ella la secreción de una hormona. Esa hormona, es transportada por el torrente sanguíneo hasta la célula o tipo de células que tienen receptores específicos para ella, es decir, las células diana. Finalmente, las células diana darán de alguna manera, respuesta al estímulo inicial (fabricando proteínas, segregando otras hormonas...).

Las hormonas se comportan como un mensajero químico a través de la sangre. Un esquema básico del funcionamiento de este sistema es lo que sigue:

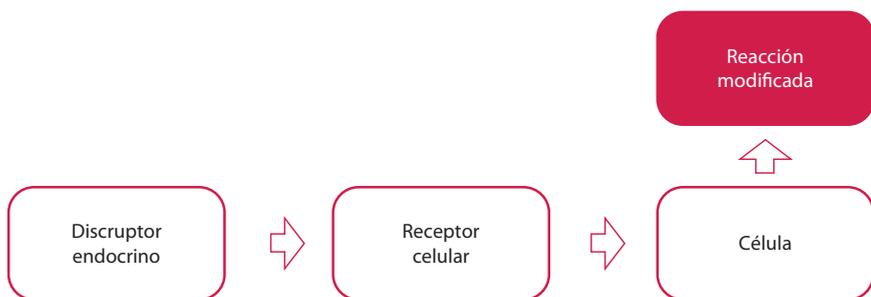


Las hormonas regulan funciones muy diferentes y de muy diverso grado de complejidad. En la tabla a continuación se cita el nombre de algunas hormonas que resultan familiares y la función a la que están destinadas:

Hormona	Función
Prolactina	Regula la producción de testosterona y progesterona. Estimula la producción de leche.
Oxitocina	Estimula las contracciones en el parto.
Insulina	Controla la concentración de azúcar en la sangre.
Adrenalina	Controla las reacciones ante situaciones de peligro, estimula los latidos del corazón, dilatación de las pupilas.
Testosterona	Desarrollo del sexo masculino, aparición de caracteres sexuales masculinos.
Progesterona	Regula el ciclo menstrual, prepara el útero para la nidación, prepara la lactación.

Como ya hemos dicho, los disruptores endocrinos son capaces de alterar el equilibrio hormonal, y la forma en que lo hacen, es decir, sus mecanismos de acción, son una prioridad en la investigación científica. De manera simple podemos entender que actúan mimetizando la una hormona, es decir, es el DE el que se une al receptor de la célula diana suplantando a la hormona que debería hacerlo. Este hecho puede tener varios efectos:

- Bloquear la reacción que debería producir la unión hormona-receptor.
- Provocar una reacción más potente de la que provocaría la hormona original.
- Provocar una reacción más débil de la que provocaría la hormona original.



Las hormonas son sustancias muy efectivas que actúan a dosis muy bajas, por lo que pequeñas modificaciones en estos mecanismos pueden producir alteraciones importantes.

A nivel reproductivo, orquestan el crecimiento de los sistemas nervioso e inmunitario del embrión, y programan órganos y tejidos como el hígado, la sangre, los riñones y los músculos, que funcionan de manera diferente en hombres y en mujeres. Para que todos estos sistemas se desarrollen con normalidad, es *preciso que el embrión reciba los mensajes hormonales adecuados*, en el lugar concreto y en el momento exacto, lo que requiere sincronización y estímulos adecuados. Si algo trastoca los estímulos en un período crítico del desarrollo, la descendencia puede sufrir graves consecuencias durante toda su vida.

A continuación se resumen los **posibles efectos de los DE sobre la salud**:

- Mujeres: cáncer de mama, muerte embrionaria y fetal, malformaciones en la descendencia, endometriosis (aparición de tumores benignos asociados al ciclo menstrual).
- Hombres: cáncer de testículo, de próstata, reducción del número de espermatozoides y de la calidad del esperma, disminución del nivel de testosterona, modificaciones de concentración de hormonas tiroideas.
- Hijas de personas expuestas: pubertad precoz, cáncer vaginal, mayor incidente de cáncer en general, deformación de los órganos reproductores, problemas en el sistema nervioso central, bajo peso de nacimiento, hiperactividad, problemas de aprendizaje, merma del coeficiente de inteligencia y de la comprensión lectora.
- Hijos de personas expuestas: (criptorquidia) falta de descenso testicular completo, hipospadias (desarrollo anormal del pene), reducción del número de espermatozoides, disminución del nivel de testosterona, problemas en el sistema nervioso central, bajo peso de nacimiento, hiperactividad, problemas de aprendizaje, merma del coeficiente de inteligencia y de la comprensión lectora.

3.2.2 Exposición

Desde los años 30, se conocen los efectos para el sistema endocrino de algunas sustancias concretas que fueron objeto de estudio por otros motivos como es el caso del DDT o el lindano. La dispersión ambiental de estas sustancias llegó a tal punto que se puede decir que no hay especie animal que no estuviera expuesta, en mayor o menor grado, al DDT y a los PCBs, encontrándose contaminantes organoclorados en los hielos polares o en fosas oceánicas. Sin embargo, muchísimas otras sustancias fueron empleadas durante años sin que se conociesen sus efectos sobre el sistema hormonal.

A principios de los años 90, comenzó la preocupación por la interacción en la actividad hormonal de otras sustancias muy diferentes estructuralmente a estos disruptores clásicos y, desde el año 1999, la Comisión de las Comunidades Europeas (COM) ha puesto en marcha una estrategia comunitaria en materia de alteradores endocrinos por la que se elabora una lista de sustancias que se conoce o sospecha que pueden ser D.E.

La lista de sustancias propuestas, incluye 553 sustancias artificiales y 9 hormonas (sintéticas y naturales) objeto de estudio. De las 118 sustancias propuestas de las que se admite la existencia de datos que confirman su capacidad efectiva o potencial para causar alteraciones endocrinas, 109 ya son objeto de prohibición o restricción, o bien se encuentran en el ámbito de aplicación de la legislación comunitaria vigente, aunque sea por razones no necesariamente relacionadas con la alteración endocrina. Sin embargo, queda mucho por hacer en la materia.

Como ya hemos dicho, las hormonas son sustancias muy efectivas que actúan a dosis muy bajas, de ahí que los **efectos** de los DE se produzcan también en dosis muy pequeñas, en general **muy por debajo de los valores límites de exposición legalmente establecidos**.

Los DE aparecen señalados con la notación ae en el documento de los valores límite de exposición profesional para agentes químicos en España, pero **los valores límite asignados no están establecidos para proteger frente a alteración endocrina, por lo que se hace imprescindible una adecuada vigilancia de la salud**.

Como referencias legales en esta materia tenemos las Comunicaciones de la Comisión de las Comunidades Europeas:

- Comunicación de la Comisión al Consejo y Parlamento Europeo COM (1999) 706, 17 de diciembre de 1999 UE
- Comunicación de la Comisión al Consejo y Parlamento Europeo COM (2001) 262 final, 14 de junio de 2001 UE
- Comunicación de la Comisión al Consejo y Parlamento Europeo COM (2001) 262 final, 14 de junio de 2001 UE
- Comunicación de la Comisión al Consejo y Parlamento Europeo SEC (2007) 1635.

3.3 Elementos tóxicos para la reproducción

Se consideran peligrosas para la reproducción aquellas sustancias o agentes que afectan a la salud reproductiva de la mujer o del hombre, o afectan a la capacidad de las parejas para tener niños sanos. En lo referido a agentes químicos el contacto podrá ser por inhalación, ingestión o penetración cutánea.

Podemos diferenciar entre elementos:

- **Tóxicos para la fertilidad:** pueden producir la disminución de la libido, dificultad eréctil o de eyaculación, alteraciones del ciclo menstrual, daño en los óvulos o en el espermatozoides disminuyendo su calidad o cantidad, o produciendo enfermedades en los órganos reproductores.
- **Tóxicos para el desarrollo de la descendencia:** pueden producir muerte fetal, problemas en el desarrollo normal del feto, anomalías congénitas o enfermedades durante la infancia y la madurez.
- **Tóxicos para la lactancia:** afectan a la capacidad de lactar, bien impidiendo o disminuyendo la producción de leche materna, bien porque contaminan la leche.

El proceso reproductivo involucra a hombres y mujeres y la exposición a determinados agentes afectará de forma diferente en función del sexo. Dentro de los posibles **efectos adversos para la reproducción femenina:**

- Efectos en el ciclo menstrual
- Infertilidad y subfertilidad
- Abortos y partos de fetos muertos
- Defectos en los bebés
- Bajo peso al nacer y partos prematuros
- Desórdenes de desarrollo
- Cáncer en la infancia

Los efectos de un tóxico para la reproducción, pueden depender del momento de la exposición en relación con el ciclo reproductor y el embarazo. Es común que en los tres primeros meses de embarazo causen defectos en el nacimiento y abortos, mientras que en los seis últimos lo que provoquen sea un retraso en el crecimiento

del feto, de su cerebro, o causen un parto prematuro. Los peligros para la reproducción pueden no afectar a cada trabajadora o a cada embarazo.

Posibles **efectos adversos para reproducción masculina** pueden resumirse en:

- Impotencia: disminución de deseo sexual, incapacidad para obtener o mantener una erección o ausencia de eyaculación. (En este sentido hay que tener en cuenta a componente psicológica, incluso cuando el origen es orgánico, siempre parece existir una componente emocional o psicológica).
- Infertilidad: siendo el acoplamiento normal, la unión resulta estéril.

Los agentes químicos mutagénicos, teratogénicos y los alteradores endocrinos se deben incluir en este tipo de sustancias.

Las sustancias tóxicas para la reproducción se identifican con las siguientes frases H según el reglamento CLP:

Toxicidad para la reproducción	
H360	Puede perjudicar a la fertilidad o dañar el feto (debe indicarse el efecto específico si se conoce y la vía de exposición si se demuestra que no se produce el peligro por otra vía).
H360F	Puede perjudicar a la fertilidad.
H360D	Puede dañar al feto.
H360Fd	Puede perjudicar a la fertilidad. Se sospecha que daña al feto.
H360Df	Puede dañar al feto. Se sospecha que perjudica a la fertilidad.
H361	Se sospecha que perjudica a la fertilidad o daña el feto (debe indicarse el efecto específico si se conoce y la vía de exposición si se demuestra que no se produce el peligro por otra vía).
H361f	Se sospecha que perjudica a la fertilidad.
H361d	Se sospecha que daña al feto.
H361fd	Se sospecha que perjudica a la fertilidad. Se sospecha que daña al feto.
H362	Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.

3.3.1 Sustancias prohibidas para embarazadas y lactantes

Con la finalidad de promover la mejora de la seguridad y salud en el trabajo de trabajadoras embarazadas y en período de lactancia, se modifica el Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero), mediante lo Real Decreto 298/2009 de 6 de Marzo por lo que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que había dado la luz, o en período de lactancia.

La modificación afecta al artículo 4 del Reglamento, en el que se establece el contenido general de la evaluación de riesgos.

“2. A partir de dicha evaluación inicial, deberán volver a evaluarse los puestos de trabajo que puedan verse afectados por:

- La elección de equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos, la introducción de nuevas tecnologías o la modificación en el acondicionamiento de los lugares de trabajo.
- Cambio en las condiciones de trabajo.
- La incorporación de un trabajador con características personales o estado biológico conocido que lo hagan especialmente sensible a las condiciones del puesto.

3. La evaluación de los riesgos se realizará mediante la intervención de personal competente, de acuerdo con lo dispuesto en el Capítulo VI de esta norma.”

Añadido por el RD 298/2009:

Se incluyen además, en los anexos VII y VIII, listados no exhaustivos de agentes y condiciones de trabajo a los que no podrá haber riesgo para esas trabajadoras.

Anexo VII. *Lista no exhaustiva de agentes, procedimientos, y condiciones de trabajo que pueden influir negativamente en la salud de las trabajadoras embarazadas o en período de lactancia natural, del feto o del niño durante el período de lactancia natural.*

“A. Agentes.

...3. Agentes químicos.

Los siguientes agentes químicos, en la medida en que se sepa que ponen en peligro la salud de las trabajadoras embarazadas o en período de lactancia, del feto o del niño durante el período de lactancia natural y siempre que no figuren en el anexo VIII:

a) Las sustancias etiquetadas R 40, R 45, R 46, R 49, R 68, R 62 y R63 por el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de Marzo, o etiquetadas como H351, H350, H340, H350i, H341, H361f, H361d y H361fd por el Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de Diciem-

bre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, en la medida en que no figuren aún en el anexo VIII.

b) Los agentes químicos que figuran nos anexos I y III del Real Decreto 665/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

c) Mercurio y derivados.

d) Medicamentos antimitóticos.

y) Monóxido de carbono.

f) Agentes químicos peligrosos de reconocida penetración cutánea.

B. Procedimientos.

Procedimientos industriales que figuran en el anexo I del Real Decreto 665/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.”

Anexo VIII. *Lista no exhaustiva de agentes y condiciones de trabajo a los cuales no podrá haber riesgo de exposición por parte de trabajadoras embarazadas o en periodo de lactancia natural.*

A. Trabajadoras embarazadas.

1. Agentes.

...c) Agentes químicos:

Las sustancias etiquetadas R60 y R61, por el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de Marzo, o etiquetadas como H360F, H360D, H360FD, H360Fd y H360Df por el Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de Diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.

Las sustancias cancerígenas y mutágenas incluidas en la tabla 2 relacionadas en el Documento sobre límites de exposición profesional para agentes químicos en España publicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo para las que no haya valor límite de exposición asignado, conforme a la tabla III del citado documento.

Plomo y derivados, en la medida en que estos agentes sean susceptibles de ser absorbidos por el organismo humano.

B. Trabajadoras en período de lactancia.

1. Agentes químicos:

Las sustancias etiquetadas R 64, por el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de Marzo, o H362 por el Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de Diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.

Las sustancias cancerígenas y mutágenas incluidas en la tabla 2 relacionadas en el Documento sobre límites de exposición profesional para agentes químicos en España publicado por el Instituto Nacional de Seguridad y Higiene en el Trabajo para las que no haya valor límite de exposición asignado, conforme a la tabla *III del citado documento.

Plomo y derivados, en la medida en que estos agentes sean susceptibles de ser absorbidos por el organismo humano.

3.4 Agentes químicos sensibilizantes

Son sustancias o mezclas que pueden ocasionar una reacción de hipersensibilidad, de forma que una exposición posterior da lugar a efectos negativos.

El proceso de sensibilización comprende dos fases:

- Desarrollo del proceso de sensibilización.
- Desencadenamiento y aparición de la respuesta alérgica.

Inicialmente, la respuesta de las personas a los agentes sensibilizantes puede ser muy pequeña o no existir, pero una vez sensibilizada la persona, la respuesta puede ser muy intensa incluso con exposición a muy bajas concentraciones. La sensibilización es un mecanismo que afecta al sistema inmunológico y las reacciones alérgicas pueden llegar a ser muy graves. La **reacción alérgica** consiste en una *reacción anormal y exagerada del sistema inmune ante ciertas sustancias que en realidad son inocuas. El sistema inmunitario responde produciendo una gran cantidad de anticuerpos (inmunoglobulina).*

Dependiendo de la vía de exposición, generalmente inhalación o penetración cutánea, las manifestaciones serán diferentes:

- **Sensibilizantes respiratorios:** la inhalación es la que produce la hipersensibilidad y puede ocasionar rinitis, asma, alveolitis o bronquitis.

- **Sensibilizantes cutáneos:** el contacto con la piel es lo que ocasiona la sensibilización y pueden aparecer eczemas de contacto, urticaria de contacto, y blefarconjuntivitis (inflamación de los párpados y de la membrana conjuntiva).

En personas afectadas puede aparecer sensibilidad cruzada con otros compuestos de estructura química similar que originalmente no producen reacciones alérgicas. En general, la reducción de la exposición disminuye el incidente de las reacciones alérgicas, pero en ciertos casos es preciso suspender por completo la exposición.

Estos compuestos aparecen recogidos en la publicación de los Límites de exposición Profesional para Agentes Químicos en España con la notación “Sen” pero la sensibilización que producen no tiene por qué ser el efecto en el que está basado el límite de exposición, pues el agente puede tener otros efectos.

Otra cuestión a tener en cuenta es que **los VLA establecidos para sustancias sensibilizantes pretenden proteger a los trabajadores y trabajadoras frente a la sensibilización pero no a trabajadores/as que ya están sensibilizados.**

3.5 Neurotóxicos

El aumento en el conocimiento de las propiedades toxicológicas de las sustancias químicas, constata que un elevado número de agentes de uso industrial presenta la capacidad de actuar y producir efectos sobre el sistema nervioso (SN). Son las sustancias neurotóxicas que, como resultado de la interacción directa con el SN, son capaces de provocar desajustes tanto en el sistema central como periférico, que pueden ser transitorias o permanentes.

Si una sustancia no actúa directamente sobre el SN, aunque provoque alteraciones en él por interacción con otros órganos (hígado, riñones...), no se considera neurotóxica. Por ejemplo, algunas sustancias cancerígenas producen cambios en el comportamiento, lo que implica un efecto neurotóxico, pero este es un proceso secundario derivado del propio efecto canceroso.

Los efectos adversos provocados por este tipo de sustancias dependen de diferentes factores como son:

- propiedades fisicoquímicas de la sustancia
- dosis y el tipo de exposición aguda o crónica

- vía de exposición
- características del individuo: edad, sexo, dieta, estado de salud...

La acción neurotóxica puede producir:

- Alteraciones sensoriales, en cualquiera de los cinco sentidos (ototóxicos).
- Alteraciones motoras con parálisis de mayor o menor grado.
- Alteraciones en la capacidad de aprendizaje, de la memoria, o cambios emocionales (irritabilidad, aprensión).

Existen diferentes mecanismos de actuación dependiendo de donde se produce el daño. Así pueden producirse:

- *Neuropatías*: actuación del tóxico en las neuronas provocando su degeneración y muerte.
- *Axonopatías*: actuación del tóxico en las fibras nerviosas (axones) lo que dificulta la transmisión del impulso nervioso.
- *Mielinopatías*: actuación del tóxico sobre la cubierta de las neuronas (formada por una lipoproteína llamada mielina) alterando la transmisión del impulso nervioso y en casos graves el bloqueo de éste.
- *Toxicidad de neurotransmisión*: el efecto del tóxico altera la comunicación entre las neuronas y las otras células nerviosas produciéndose también la interrupción total o parcial del impulso nervioso.

La sintomatología puede variar mucho siendo la exposición crónica a más difícil de detectar porque acostumbra a producir polineuropatías, es decir, alteraciones neuronales de todo tipo.

Estas sustancias pueden provocar ciertos efectos de carácter reversible como:

- Narcosis (pérdida de sensibilidad o consciencia)
- Náuseas, mareos y vértigo
- Irritabilidad, euforia
- Descoordinación de movimientos, alteraciones de la memoria y del comportamiento
- Alteración de los nervios periféricos (contracciones musculares de carácter convulsivo)

La exposición a este tipo de sustancias se relaciona también con efectos de carácter irreversible como parálisis, y está relacionada con enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer o el Parkinson.

No existe normativa específica para estos compuestos.

3.5.1 Ototóxicos

Un tipo de agente neurotóxico son los compuestos ototóxicos, que afectan al oído interno. Pueden provocar efectos adversos de carácter temporal o permanente, y actuar de forma sinérgica potenciando los efectos del ruido sobre el oído.

Actúan afectando a la cóclea, en el oído interno, debilitándola. En el interior de la cóclea es donde se encuentra el órgano de Corti con las células ciliadas que actúan como receptores auditivos, donde se generan los impulsos nerviosos que permiten la audición.

La exposición a estas sustancias puede dar lugar a la disminución de la capacidad auditiva o (hipoacusia neurosensorial), a acúferos (zumbido en los oídos), náuseas y vértigo. La exposición puede ser laboral o extralaboral a través de ciertos fármacos que tienen esta propiedad.

Algunos ototóxicos no farmacológicos son: plomo, yodo, plata, oro, mercurio, benceno, monóxido de carbono, cloroformo, ácido cianhídrico, bromato potásico, el tabaco o las drogas adictivas.

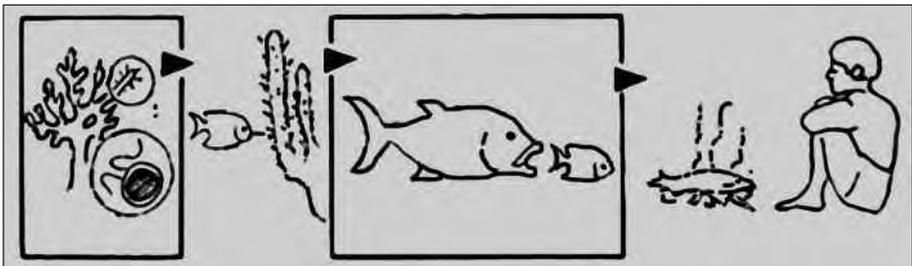
La prioridad de actuación frente a estas sustancias debe ser su eliminación y sustitución por otras que no supongan riesgo. En caso de que no sea posible su sustitución habrá que tomar medidas para reducir la exposición. Para adoptar las medidas preventivas idóneas hay que tener en cuenta los posibles efectos sinérgicos entre estas sustancias y el ruido ambiental.

3.6 La persistencia como factor de riesgo, TPBs (sustancias tóxicas, persistentes y biocumulativas)

Un parámetro importante para evaluar el peligro que representa un producto es su **persistencia**, es decir, *la capacidad que presenta para permanecer inalterado en medio*.

La peligrosidad de los productos químicos para el medio ambiente se determina, por una parte, con ensayos que determinan su toxicidad para individuos de distintas especies especialmente sensibles y, por otra, evaluando la facilidad con la que el producto puede ser biodegradado.

Un producto **persistente** indica que su vida media es muy larga y sus efectos negativos, aunque sean pequeños, van a estar ahí por mucho tiempo. Si además el producto en cuestión puede entrar en la cadena trófica, puede ir aumentando su concentración relativa convirtiéndose en un tóxico manifiesto al final de esta. En este caso será **bioacumulativo**.



Imaginemos un pequeño lago, o un río contaminado con una sustancia de este tipo. El pez pequeño ingiere a través del plancton pequeñas cantidades de una sustancia persistente que va acumulando en su organismo a lo largo de su vida. Cada uno de los peces pequeños está contaminado, mucho más que el plancton inicial. El pez grande come a los peces pequeños que están contaminados, come muchos peces a lo largo de su vida por lo que el nivel de contaminación del pez grande ya es mayor. Finalmente nosotros comemos los peces grandes.

El mismo ejemplo lo podríamos poner a partir de un suelo o de una planta contaminada. En general, el “depredador” consume el tóxico acumulado durante la vida de la “presa”, por lo que la contaminación aumenta al ascender en la cadena alimentaria. Este fenómeno del aumento de contaminación al ascender en la cadena trófica se denomina **biomagnificación**.

Los parámetros que indican el peligro que supone un producto químico para el medio ambiente viene indicado por dos aspectos:

- Toxicidad para los organismos vivos
- Biodegradabilidad.

Un problema a nivel global: potencial de transporte a largas distancias

Otra característica de este tipo de productos que persisten en el medio, es la capacidad de ser transportados a largas distancias. Como no desaparecen ni se degradan, pueden pasar de un medio a otro y llegar a producir sus efectos en puntos muy alejados del lugar de origen, pudiendo llegar a ser detectados en regiones donde nunca fueron utilizados. Los contaminantes pueden ser transportados por las aguas superficiales, subterráneas, pueden desplazarse a través de la atmósfera, o incluso ser desplazados por los ser vivos, o aves migratorias, por ejemplo. Es preciso prestar especial interés a este tipo de sustancias se tenemos en cuenta que:

Muchos de los mecanismos que se fijan para el control ambiental de contaminantes están o estuvieron basados en diluir los contaminantes y dispersarlos en pequeñas cantidades en el medio ambiente. Sobra decir, que con este tipo de sustancias este tipo de medidas son poco o nada eficaces.

Como vemos, el potencial de transporte, convierte el problema que representan estos contaminantes en un problema global, no local, que se extiende por todo el planeta.

La eliminación de este tipo de sustancias debe ser prioritaria, como se pone de manifiesto en diversas normativas tanto de carácter internacional como europeo. (*Convenio de Estocolmo. Convenio OSPAR. Reglamento REACH*).

Los TPB fueron motivo de estudio del **Convenio de Oslo y París** (Convenio OSPAR), para la Protección de en medio Ambiente Marino del Atlántico Nordeste, suscrito en París en 1992 y que entró en vigor en España en 1998. Están también incluidas en el **reglamento REACH** entre las sustancias de especial preocupación, y sobre las que debe priorizarse la sustitución y eliminación.

“La experiencia a nivel internacional demuestra que sustancias con características que las hacen persistentes, bioacumulables y tóxicas o muy persistentes y muy bioacumulables representan un grave motivo de preocupación; por otra parte, se desarrollaron criterios que permiten identificar este tipo de sustancias.” (Art. 76 REACH).

En el Anexo XIII del reglamento REACH, se definen los criterios para identificar sustancias organometálicas (no se aplica a sustancias inorgánicas) PBT y mPmB:

Sustancias TPB

Una sustancia que cumple los criterios de las siguientes secciones, es una sustancia TPB.

1. Persistencia

Una sustancia cumple el criterio de persistencia si:

- su vida media en el medio ambiente marino supera los 60 días, o
- su vida media en agua dulce o estuarina supera los 40 días, o
- su vida media en sedimentos marinos supera los 180 días, o
- su vida media en sedimentos de agua dulce o estuarina supera los 120 días, o
- su vida media en el suelo supera los 120 días.

2. Bioacumulación

Una sustancia cumple el criterio de bioacumulación si:

- su factor de bioconcentración es superior a 2.000.

3. Toxicidad

Una sustancia cumple el criterio de toxicidad si:

- la concentración sin efecto observado (Noec) a largo plazo de los organismos de agua dulce o aguas marinas es inferior a 0,01 mg/l, o
- la sustancia está clasificada como cancerígena (categorías 1 o 2), mutagénica (categorías 1 o 2) o tóxica para la reproducción (categorías 1, 2 o 3), o
- existen otras pruebas de toxicidad crónica identificadas por las clasificaciones T, R48, o Xn, R48, de acuerdo con la Directiva 67/548/CENE.

Sustancias mPmB

Una sustancia que cumple los criterios de las siguientes secciones es una sustancia mPmB (m=muy):

1. Persistencia

Una sustancia se considera muy persistente si:

- su vida media en agua marina, dulce o estuarina supera los 60 días, o
- su vida media en sedimentos de agua marina, dulce o estuarina supera los 180 días, o
- su vida media en el suelo supera los 180 días.

2. Bioacumulación

Una sustancia se considera muy bioacumulable si:

- su factor de bioconcentración es superior a 5.000.

Sustancias que presentan problemas de persistencia son los COP (Compuestos Orgánicos Persistentes: pesticidas, insecticidas organoclorados, herbicidas, PCB), algunos COV (Compuestos Orgánicos Volátiles), entre otros.

3.6.1 COP's

Los **Contaminantes Orgánicos Persistentes** (COP's) son un conjunto de compuestos orgánicos fabricados artificialmente por el hombre, muy tóxicos, y que tienen un tiempo de persistencia en el ambiente muy largo. Al ser compuestos artificiales, las bacterias y demás organismos no pueden degradarlos fácilmente. Muchos tienen efectos acumulativos, ya que se almacenan en los tejidos grasos fijándose en la cadena alimenticia, y pueden tener también efectos hormonales. Contaminantes de este tipo son los pesticidas, insecticidas organoclorados, herbicidas o PCB.

El problema que representan este tipo de compuestos fue objeto de estudio en la **Conferencia de Estocolmo** en el año 2001, en el que se clasifican en cinco ane-xos en función de las medidas a adoptar para su control: eliminación paulatina, restricciones de uso, reducción de emisiones, etc.

El carbono forma muchos compuestos con cloro, algunos de los cuales se encuentran en la naturaleza, aunque normalmente en muy pequeñas cantidades. En

vista de su toxicidad para algunas plantas e insectos, muchos de estos compuestos organoclorados, que se producen sintéticamente por la acción del cloro elemental sobre los hidrocarburos derivados del petróleo, encontraron un amplio uso como pesticidas. Otros compuestos organoclorados se aplicaron en plásticos y en la industria electrónica.

El enlace carbono-cloro es difícil de romper, de forma que la presencia de cloro disminuye la reactividad de las moléculas. Esta baja reactividad puede ser ventajosa para muchas aplicaciones. Sin embargo, esta misma propiedad dificulta su degradación, lo que significa que una vez los compuestos organoclorados entraron en medio ambiente, se degradan lentamente y, por tanto, tienden a acumularse.

3.6.2 Fitosanitarios o plaguicidas y biocidas

Los **productos fitosanitarios** son sustancias y mezclas que contienen sustancias activas destinadas a:

- Proteger los vegetales contra organismos nocivos o evitar su acción.
- Influir en el proceso vital de los vegetales (no como nutriente), como por ejemplo los reguladores de crecimiento.
- Mejorar la conservación de los productos vegetales (no incluidos en los conservantes).
- Destruir los vegetales indeseables.
- Destruir partes de vegetales, o controlar o evitar un crecimiento inadecuado de los mismos.

Los **biocidas** son sustancias activas y mezclas que contienen sustancias destinados a destruir, impedir la acción o controlar por medios químicos o biológicos organismos vivos nocivos. Aunque técnicamente son lo mismo, podemos considerar los biocidas como plaguicidas de uso no agrícola.

El uso de pesticidas remonta al siglo XVIII. Marco Polo llevó de la China el piretreno, y en Europa era empleada la nicotina para el control de insectos. A partir del siglo XIX, se comenzaron a emplear sales metálicas diversas con los mismos fines. Pero fue a partir de la Segunda Guerra Mundial cuando se generalizó su uso a nivel mundial, siendo la utilización de pesticidas y fertilizantes a responsable de lo que

se conoció como la Revolución Verde y que permitió la erradicación de plagas y el control de epidemias provocadas por insectos, como la malaria.

El uso de estos productos contribuyó en buena medida a salvar muchas vidas, pero su uso indiscriminado y la ausencia de conocimientos sobre sus peligros, fue responsable también de graves desórdenes ecológicos y de efectos perjudiciales para el ambiente y la salud pública, haciéndose necesario el control legislativo de su producción, distribución y uso.

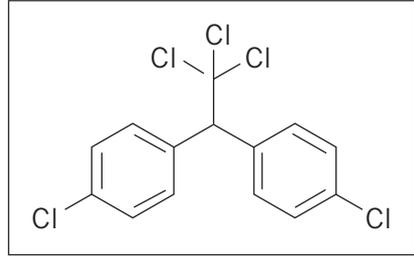
Composición

- **Ingrediente activo:** producto que tiene la actividad plaguicida propiamente dicha.
- **Ingredientes inertes:** sustancias o materiales que, unidos a los ingredientes activos para la preparación de formulaciones, permiten modificar las características de dosificación o de aplicación.
- **Coadyuvantes:** sustancias tales como tensioactivos, fluidificantes, estabilizantes y demás, que sean útiles en la elaboración de plaguicidas por su capacidad de modificar adecuadamente las propiedades físicas y químicas de los ingredientes activos.
- **Aditivos:** sustancias tales como colorantes, repulsivos... que sin tener influencia en la eficacia de los plaguicidas, sean utilizados en la elaboración de los mismos con el objeto de cumplir prescripciones reglamentarias u otras finalidades.
- **Formulación o preparado:** plaguicida compuesto de una o varias sustancias o ingredientes activos y en su caso, ingredientes inertes, coadyuvantes y aditivos en proporción fija.

Efectos perjudiciales

Los pesticidas acostumbran a ser selectivos para los organismos que combaten, pero también son nocivos para otras especies. En el ser humano pueden provocar envenenamiento accidental agudo, o efectos derivados de la exposición crónica en trabajadores/as expuestos ocupacionalmente, pero también por restos presentes en los alimentos.

Uno de los insecticidas más empleados y conocido es el **DDT (DICLOROFENILTRICLOROETANO)**, empleado desde 1945 para el control de los mosquitos portadores de la malaria. Afecta al sistema nervioso central de los insectos. Forma parte de los conocidos **como organoclorados** (una molécula orgánica que contiene átomos de cloro).



Estudios en ratones de laboratorio ponen de manifiesto que esta sustancia:

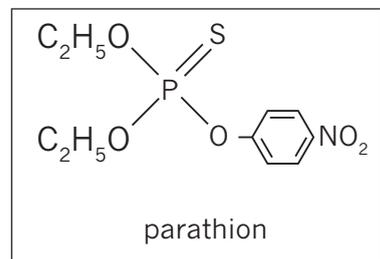
- Es soluble en las grasas (queda acumulado en ellas)
- Se acumula en las plantas (entra en la cadena alimentaria)

Tiene efectos nocivos en los mamíferos:

- La exposición crónica produce cambios en el hígado (siendo cancerígeno).
- Produce la estimulación del Sistema Nervioso Central al interferir con dos transmisores (acetilcolina y norepinefrina).

Una vez conocidos sus efectos adversos y su persistencia en el medio ambiente su uso se fue reduciendo en todo el mundo, apareciendo así en los años 50, **los compuestos organofosforados** (molécula orgánica que contiene, entre otros, átomos de fósforo. Por ejemplo paratión, malatión,...) se consolidaron como insecticidas principalmente agrícolas, y su uso se incrementó enormemente con la prohibición del uso de los organoclorados como el DDT.

Los plaguicidas organofosforados constituyen un amplísimo grupo de compuestos de síntesis, en general altamente tóxicos, con precedente en los gases de guerra, a menudo conocidos bajo el apelativo de gases nerviosos (sarin, tabun, soman), que se desarrollaron de manera especial a partir de la Segunda Guerra Mundial.



Estas sustancias se caracterizan por ser liposolubles (solubles en grasas). La piel, donde se encuentra una importante capa de tejido con elevado contenido en lípi-

dos, puede constituir una importante vía de entrada. También son bastante volátiles (posible inhalación), pero son más fácilmente degradables que los organoclorados (no tan persistentes en medio).

Pero estos aún son más tóxicos que los anteriores. Producen también alteraciones en el sistema nervioso, inhiben el efecto de una enzima, la colinesterasa, provocando que se acumule en las células acetilcolina, lo que da lugar a una **estimulación excesiva de los nervios** (neurotoxicidad), su efecto puede ser letal. Los síntomas más críticos son los de tipo respiratorio (paro repentino), y en segundo lugar los de tipo cardiovascular.

Dentro de este grupo de sustancias también estarían los **Herbicidas**, que no presentan problemas tan graves (la excepción de los elaborados a base de Arsénico que son muy persistentes). Aun así existe riesgo potencial para los trabajadores/as expuestos ocupacionalmente.

Algunos **raticidas** pueden resultar cardiotóxicos y vomitivos, son altamente persistentes y muy tóxicos para los mamíferos. En el caso de los **fungicidas**, son de especial preocupación los elaborados en base a Mercurio.

Estos son algunos ejemplos de algunas familias de sustancias pero existen muchas más. Sus efectos para la salud de las personas, de los animales y de en medio ambiente pasan, entre otros por:

Salud	Medio ambiente
Cancerígenos	Contaminación de aguas
Disruptores Endócrinos	Disminución de la biodiversidad
Tóxicos para la reproducción	Contaminación del suelo

Se diseñan cada vez productos más potentes y resistentes que cumplen mejor su función pero, en general, también aumentan sus efectos adversos. Un **biocida químico** está diseñado para *matar seres vivos* por lo que su uso inadecuado o descontrolado puede ser muy peligroso.

Es de vital importancia el conocimiento de los riesgos y peligros que suponen estas sustancias antes de ser empleadas para no cometer los mismos errores que en el pasado.



La manipulación de productos fitosanitarios supone un *riesgo de exposición de los trabajadores y trabajadoras* a las sustancias que contienen dichos productos, principalmente a sus ingredientes activos, aunque también a disolventes, coadyuvantes... Dicha exposición se produce tanto por vía dérmica, como inhalatoria y digestiva, aunque la que más importante en la mayoría de los casos es la vía dérmica.

En cuanto a la exposición ocupacional a estos productos podemos diferenciar tres tipos de agentes:

- Trabajadores/as de la producción industrial: exposición continua y prolongada. El riesgo de enfermedad profesional por exposición crónica puede ser elevado, puesto que se manipulan ingredientes activos con un elevado grado de pureza, concentrados.
- Los trabajadores/as que utilizan estos productos (manipuladores, aplicadores).
- Personal no usuario de los plaguicidas pero que puede estar sometido a exposiciones agudas repetidas (tratamientos en hospitales...).

La peligrosidad de estas sustancias hace necesario un adecuado control en su producción, comercialización y uso a nivel comunitario.

Los productos Fitosanitarios solo pueden ser comercializados en el territorio español con autorización previa, una vez inscritos en el **Registro Oficial de Productos y Material Fitosanitario**. En cuanto a los biocidas, existe también un **Registro Oficial de Biocidas o Plaguicidas no Agrícolas** en el que se encuentran todas las sustancias de este tipo autorizadas en España. En ambos casos, deberán ser etiquetadas y envasadas conforme al Reglamento CLP, y deberán indicar en su etiqueta el número de registro de la autorización, e indicar los usos para los que fueron autorizadas.

La autorización de los productos se hace, en general, para períodos no superiores a diez años, primando siempre el principio de sustitución por sustancias o procesos alternativos más seguros. La forma más eficaz de garantizar la seguridad de los trabajadores/as sería eliminar el riesgo mediante la utilización de alternativas a los productos fitosanitarios (por ejemplo, la lucha biológica), o la sustitución por productos de baja toxicidad.

A continuación, se resume la legislación específica para fitosanitarios y plaguicidas:

- Reglamento (CE) nº 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de Octubre de 2009 (L309, 24.11.2009) relativo a la Comercialización de Productos Fitosanitarios y por el que se derogan las Directivas 79/117/CENE y 91/414/ CENE del Consejo.
- Directiva 2009/127/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de Octubre de 2009 por la que se modifica la Directiva 2006/42/CE con respecto a las Máquinas para la Aplicación de Plaguicidas.
- Directiva 2009/128/ CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de Octubre de 2009 por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un Uso Sostenible de los Plaguicidas.
- Reglamento 396/2005 del Parlamento Europeo y de Consejo, de 23 de Febrero de 2005 relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 2163/1994 de 4 de Noviembre, por lo que se implanta el sistema armonizado comunitario de autorización para comercializar y utilizar productos fitosanitarios.

- RD 1215/1997 de 18 de Julio (BOE número 188 de 07.08.1997), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1054/2002 de 11 de Octubre por lo que se regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas.
- Real Decreto 1416/2001, de 14 de Diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios.
- Ley 43/2002 de 20 de Noviembre de sanidad vegetal.

3.7 Daño a la atmósfera y toxicidad acuática

La contaminación ambiental va ligada al desarrollo y a la tecnología del mundo moderno, y tiene influencia en la calidad de vida y en la salud de las personas.

La atmósfera y las aguas, son las principales zonas de dispersión de contaminantes. La naturaleza dispone de mecanismos de autodepuración, pero su capacidad es limitada, por lo que ciertas consecuencias de las actividades humanas comienzan a resultar perjudiciales para la calidad de vida de las personas y de numerosos ecosistemas.

Una vez que se superan ciertos límites los ecosistemas quedan expuestos y se producen desequilibrios. Todos los seres vivos, compartimos espacio y competimos por los recursos, así que más temprano o más tarde, el desequilibrio que provocamos llega de nuevo a nosotros.

El desarrollo debe ir ligado a la implementación de medidas preventivas y al control de la contaminación, hecho que permaneció olvidado durante mucho tiempo y que desde hace años está dando sus frutos.

3.7.1 Atmósfera

Frecuentemente se escuchan, nos medios de comunicación, noticias sobre el calentamiento global, el efecto invernadero, la capa de ozono o la lluvia ácida. Todos estos problemas se deben a alteraciones en la atmósfera a causa de la contaminación.

Las actividades de las personas, producen una gran cantidad de sustancias contaminantes que se acumulan en la atmósfera ,por ejemplo, los gases y los humos de los coches, las emisiones de humo de las industrias, etc.

Estos contaminantes liberados a la atmósfera pueden suponer problemas de tipo local en el lugar de la emisión, pero la atmósfera se caracteriza por ser un medio dispersor de contaminantes, que se desplazan en ella, pero no desaparecen, llegando a convertirse en un problema de características globales. Y a pesar de que no todos contribuyen igual a su deterioro, todos pagan sus consecuencias.

Por eso, se hace necesario que a nivel mundial se tomen medidas para evitar que la situación de la atmósfera se agrave, medidas para controlar aspectos como son el deterioro de la capa de ozono, el efecto invernadero o la contaminación del aire exterior.

El deterioro de la capa de ozono

Permite una mayor penetración de radiación solar ultravioleta en la superficie terrestre lo que supone riesgos para la salud humana (ojos, piel, sistema inmune) y, en general para todos los ecosistemas, tanto marinos como terrestres.

El **Protocolo de Montreal** relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, se concertó el 16 de septiembre de **1987** y entró en vigor el 1° de Enero de 1989. Desde esta fecha y en posteriores reuniones de las partes, se sientan las bases de los ajustes y reducciones de producción y consumo de sustancias susceptibles de perjudicar la capa de ozono. Sustancias contempladas en este protocolo son:

- CFC´s
- Halones
- Otros CFC´s completamente halogenados
- Tetracloruro de carbono
- 1,1,1-Tricloroetano (Metilcloroformo)
- Hidroclorofluorocarbonos
- Hidrobromofluorocarbonos
- Metilbromuro
- Bromoclorometano

En el ámbito de la UE, algunas de las sustancias que deterioran la capa de ozono tienen asignada la frase EUH059: peligroso para la capa de ozono.

- Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono en su forma ajustada y/o emendada en Londres, 1990; Copenhague, 1992; Viena, 1995; Montreal, 1997; Beijing, 1999; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Secretaría del Ozono.
- Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Secretaría del Ozono.
- Reglamento (CE) 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de Septiembre de 2009, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono (DOCE nº L 286, de 31.10.09).
- NTP 706: Protección de la capa de ozono: aspectos legales.
- Real Decreto 1796/2003, de 26 de Diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente.

Efecto invernadero

Consiste en el aumento de la temperatura media del planeta debido a la acumulación de gases que retienen el calor en las capas altas de la atmósfera, lo que provoca: cambios en la climatología, tanto a nivel local como planetario (inundaciones en unas regiones y sequías en otras, retroceso de la extensión de nieve en los glaciares, subida del nivel del mar, reducción de la actividad agrícola en ciertas regiones que provoca hambrunas...).

Las consecuencias de este efecto invernadero pueden ser de enorme gravedad, y también afectan a todos los ecosistemas del planeta. Gases con efecto invernadero son:

- Vapor de agua (H₂O)
- Dióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxidos de nitrógeno (N₂O)
- Ozono (O₃)
- Clorofluorocarbonos (CFC)

El 11 de Diciembre de 1997 se firmó el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco, sobre Cambio Climático, de las Naciones Unidas, para el control de las emisiones de los gases con efecto invernadero, con la finalidad de conseguir un desarrollo sostenible.

En este protocolo se establecen los criterios de regulación de la emisión de gases mediante la comercialización de los derechos de emisión para los países firmantes, que se comprometen a una reducción progresiva de sus emisiones de gases invernadero.

Legislación relacionada:

- Ley 13/2010, de 5 de Julio, por la que se modifica la Ley 1/2005, de 9 de Marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, para perfeccionar y ampliar el régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo.
- Ley 1/2005, de 9 de Marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero y su última revisión a través de la Ley 13/2010.
- Real Decreto 341/2010, de 19 de Marzo, por lo que se desarrollan determinadas obligaciones de información para actividades que se incorporan al régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Real Decreto 1370/2006, de 24 de Noviembre, por lo que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, 2008-2012 y posteriores modificaciones.
- Real Decreto Ley 5/2004 de 27 de Agosto, por lo que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

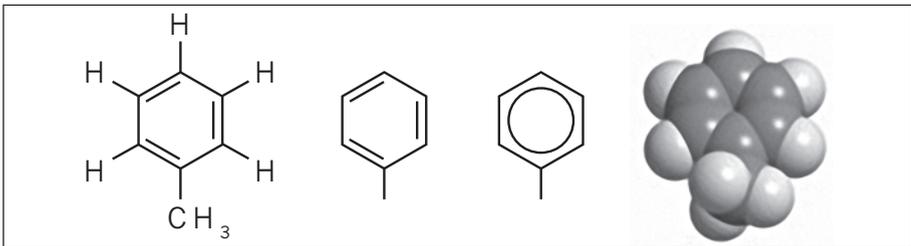
Contaminación del aire exterior

La contaminación atmosférica, en sus capas más altas genera, como vimos una serie de problemas de relevancia pero, otro aspecto a tener en cuenta es la contaminación de las capas de la atmósfera a nivel del aire que respiramos, que provoca graves daños en la salud de la población, sobre todo la infantil. Un 10% de los niños y niñas europeos sufren algún tipo de alergia o enfermedad respiratoria relacionada con la contaminación del aire.

Algunos contaminantes característicos del aire que respiramos con los COV (Compuestos Orgánicos Volátiles), las partículas en suspensión, los metales pesados (cadmio, mercurio, níquel, plomo) los óxidos de azufre, de nitrógeno, monóxido de carbono, o los HAP (Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos). Muchos de ellos presentan una peligrosidad relevante, por lo que se hace necesario su control en las diferentes actividades que los generan.

COV's

Los **compuestos orgánicos volátiles** son sustancias químicas que contienen carbono (en número inferior a 12 átomos), y que se caracterizan por convertirse fácilmente en vapores o gases a temperatura ambiente. Además del carbono, contienen otros elementos como pueden ser Oxígeno, Flúor, Cloro, Bromo, Azufre o Nitrógeno.



En el RD 117/2003 que regula la limitación de sus emisiones vienen definidos como: **Compuesto orgánico volátil (COV)**: todo compuesto orgánico que tenga a 293,15 K una presión de vapor de 0,01 kPa o más, o que tenga una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso. Se incluye en esta definición la fracción de creosota que supere este valor de presión de vapor a la temperatura indicada y 293,15 K.

Su origen es tanto natural como antropogénico, liberados al quemar combustibles, como gasolina, (el transporte es una de las principales fuentes de emisión), madera, carbón o gas natural. También son liberados por disolventes, pinturas, plásticos, pegamentos, aromatizantes y otros productos de uso doméstico e industrial.

Son importantes tanto desde un punto de vista de la prevención de riesgos laborales, como desde un punto de vista medioambiental, y tienen una actuación aparentemente contradictoria. Por un lado como destructores del ozono estratosférico, y por otro, como precursores de ozono troposférico. En ambos casos, tienen lugar

reacciones químicas complejas que dan como resultado, en un caso, la destrucción del ozono y en el otro, su formación.

- **Efectos a nivel estratosférico:** destrucción de la capa de ozono y contribución al efecto invernadero como es el caso del 1,1,1-tricloroetano y el tetracloruro de carbono.
- **Efectos a nivel troposférico:** la otra forma de actuación de estos compuestos es la formación de ozono en un fenómeno conocido como **Smog Fotoquímico**, que se describe a continuación:

Los COV pueden reaccionar con los óxidos de nitrógeno presentes en el aire procedentes de los humos de los coches... y en presencia de luz solar dan lugar a la formación de ozono a nivel del suelo.

El ozono es un elemento muy oxidante por lo que su presencia a nivel del aire que respiramos es peligrosa produciendo irritación en los ojos y en las vías respiratorias, fatiga, dolores de cabeza o alergias. También puede producir una reducción de la función pulmonar y lesiones en el hígado, en los riñones, pulmones y en el sistema nervioso central. El ozono también puede alterar la función fotosintética de las plantas.

En ciudades grandes con mucho tráfico, este fenómeno representa un problema de gran importancia. Se produce con más frecuencia en ciudades con costa, o próximas, o en ciudades ubicadas en valles amplios, con zonas arbóreas abundantes. Su mayor incidencia se produce en las horas centrales del día, cuando la radiación solar es mayor. Se ve favorecido por situaciones anticiclónicas, fuerte insolación y vientos flojos que dificultan la dispersión de los contaminantes.

- **Efectos dependientes de cada compuesto:** los efectos para la salud pueden variar mucho dependiendo del COV. Algunos presentan un alto grado de toxicidad (benceno, estireno, percloroetileno, tricloroetileno, formaldehído) siendo cancerígenos, y algunos de ellos disruptores endocrinos, mientras que otros se consideran prácticamente inocuos.

La exposición a largo plazo puede causar lesiones en el hígado, en los riñones y en el sistema nervioso central mientras que a corto plazo pueden ocasionar irritación de los ojos y de las vías respiratorias, dolor de cabeza, mareos, trastornos visuales, fatiga, pérdida de coordinación, reacciones alérgicas en la piel, náuseas y trastornos de memoria.

A nivel de **exposición laboral** habrá dos tipos de emisión diferentes que se pueden presentar:

- *Emisiones localizadas*: el contaminante sale a la atmósfera a través de una chimenea, torre o similar. Este tipo de emisiones se pueden controlar, y medir con relativa facilidad.
- *Emisiones difusas*: son vapores o emanaciones de gases que se producen durante la manipulación o trasvase de las sustancias, por fugas, etc. Este tipo de emisiones son difíciles de controlar, y antes de dispersarse en la atmósfera se propagan por el interior de las instalaciones, lo que puede suponer un riesgo importante para los trabajadores y trabajadoras.

Metales pesados

Otro tipo de sustancias a tener en cuenta a nivel del aire que respiramos son los metales, sobre todo los metales pesados.

No todos los metales de densidad alta son especialmente tóxicos en concentraciones normales (algunos de ellos son necesarios para el ser humano). Sin embargo, hay una serie de metales pesados conocidos por su tendencia a representar serios problemas ambientales como son el mercurio (Hg), el plomo (Pb), el cadmio (Cd) y el talio (Tl), así como el cobre (Cu), zinc (Zn) y cromo (Cr).

En ocasiones se incluye, al hablar de contaminación por metales pesados a otros elementos tóxicos ligeros como el berilio (Be) o el aluminio (Al), o algún semimetal como el arsénico (As).

El peligro de los metales pesados reside en que son persistentes, es decir, no pueden ser degradados (ni química, ni biológicamente) y además, tienden a bioacumularse y a biomagnificarse (se acumulan en los organismos vivos aumentando su concentración a medida que ascendemos en la cadena trófica), provocando efectos tóxicos de muy diverso carácter.

En el ser humano se detectaron infinidad de efectos físicos (dolores crónicos, problemas sanguíneos,...etc.) y efectos psíquicos (ansiedad, pasividad,..).

En cuanto a normativa cabe destacar el **Protocolo de Aarhus** (Dinamarca) sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia en materia de metales pesados,

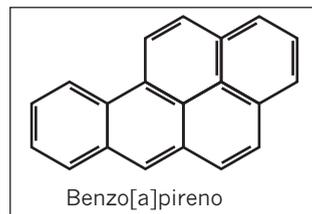
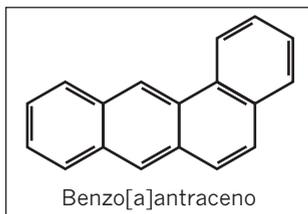
que deriva del Convenio de Ginebra sobre contaminación transfronteriza la larga distancia, de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE).

Las principales fuentes emisoras de metales pesados son:

- Grandes Instalaciones de Combustión
- Transporte
- Cementeras
- Instalaciones de incineración y coincineración de residuos

HPA

Los **Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos** son un grupo de sustancias químicas que se forman durante la incineración incompleta del carbón, el petróleo, el gas, la madera, la basura y otras sustancias orgánicas, como el tabaco o la carne asada al carbón. Como indica su nombre, son anillos aromáticos, como el benceno, que se encuentran entrelazados.



Los HPAs se encuentran generalmente como mezclas complejas, y raramente como compuestos simples. Pueden encontrarse en el aire adheridos a partículas de polvo, y pueden desplazarse largas distancias de este modo, para luego depositarse en el suelo, al caer con la lluvia, y permanecer como sólidos en el suelo o en los sedimentos.

Las fuentes principales de exposición a los HPAs para la mayoría de la población son la inhalación de compuestos del humo del tabaco y de la madera, el aire ambiente y el consumo de HPAs en los alimentos.

En algunas personas, la principal fuente de exposición a los HAPs ocurre en el lugar de trabajo como en las plantas de producción de alquitrán, de coque, de betún y asfalto, en los lugares donde se realiza la gasificación del carbón, en ahumadores, en plantas de producción de aluminio, en instalaciones para la aplicación de alquitrán y en incineradores de basuras municipales. Estas sustancias repre-

sentan un riesgo para la salud resultando, algunos de ellos, cancerígenos en estudios llevados a cabo en animales. En la Unión Europea:

benzo[a]antraceno benzo[a]pireno benzo[b]fluoranteno benzo[j]fluoranteno benzo[k]fluoranteno	Están clasificados como cancerígenos de categoría 2 (C2): "Sustancias que pueden considerarse como carcinogénicas para el hombre".
--	---

De acuerdo con el establecido en el Real Decreto 812/2007 sobre la evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente, entre las mediciones que se realizan para el control de la contaminación atmosférica transfronteriza se encuentran las medidas de HPAs. El resultado de estas estadísticas pueden consultarse en la página del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Legislación relacionada:

- Real Decreto 117/2003, de 31 de Enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades. (BOE de 7 de Febrero de 2003).
- Real Decreto 1796/2003, de 26 de Diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente.
- Ley 16/2002, de 1 de Julio, de prevención y control integrados de la contaminación. (BOE de 2 de Julio de 2002).
- Directiva 2008/50/CENE del Parlamento Europeo y del consejo, de 21 de Mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.
- Real Decreto 1073/2002, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.
- Real Decreto 812/2007, de 22 de Junio, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos.

3.7.2 Toxicidad acuática

Al igual que la atmósfera, el agua es el medio receptor de muchos contaminantes, de forma directa debido a vertidos, o indirecta, por deposición de contaminantes en la lluvia, etc.

Los mares y los océanos cubren el 70 % de la superficie del planeta, y generan casi las tres cuartas partes del oxígeno que respiramos. Con todo, el hombre sólo puede utilizar directamente un 1 % del agua, y numerosas actividades humanas ejercen una gran presión sobre este recurso. El agua contaminada, independientemente de la fuente de su contaminación, vuelve de un modo u otro a la naturaleza, especialmente al mar y a las capas freáticas, y puede dañar la salud humana y el medio ambiente.

Las sustancias susceptibles de provocar toxicidad acuática, son las que pueden dañar:

- los organismos acuáticos
- las personas a través de vías acuáticas de exposición

La conservación de la calidad de las aguas es una necesidad que no se puede obviar puesto que es el sustento de muchísimas especies y ecosistemas, y fundamental para la vida y el desarrollo.

Una de las normas más importantes en este ámbito dentro de la UE es la Directiva marco del agua. Se establece un listado de sustancias (PBT) prioritarias en el ámbito de la política de aguas por sus características de peligrosidad. Entre ellas encontramos COV, COP, HPA,...etc. todos ellos además TPBs.

Las frases de peligro relacionadas con la toxicidad acuática y que deben acompañar a este tipo de sustancias son:

Toxicidad acuática	
H400	Muy tóxico para los organismos acuáticos
H410	Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos
H411	Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos

Debe evitarse el vertido de este tipo de sustancias la cualquier vía de agua de agua, y considerar la eliminación y sustitución como primera medida a adoptar, estableciéndose en la normativa su supresión gradual en un plazo de 20 años.

Normativa relacionada::

- Directiva 2000/60/CE de 23 de Octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito da política de aguas.
- Decisión nº 2455/2001 de 20 de Noviembre de 2001 por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias no ámbito da política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE.
- Directiva 2008/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, que modifica a Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, por el que se refiere a las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión.

3.7.3 Búsqueda de alternativas

Como vimos en apartados previos, la eliminación y sustitución de este tipo de sustancias debe ser una prioridad. Para eso es fundamental canalizar los esfuerzos en investigación y desarrollo por este camino.

El control adecuado de la exposición, la definición de valores límite, y valores umbral para estas sustancias (en el caso de ser posible), no siempre garantiza totalmente la protección por lo que es necesaria la búsqueda de alternativas.

En este sentido, y en lo que se refiere al campo de la prevención, es necesario poner a la disposición de los representantes de los trabajadores y trabajadoras en materia de prevención, fuentes de alternativas para ciertas sustancias con las que pueden entrar en contacto en sus puestos de trabajo.

La sustitución de sustancias es compleja, no siempre es posible, y la propia empresa debe ser la principal impulsora de este tipo de acciones, pero conocer algunos ejemplos concretos puede ayudar a los representantes de los trabajadores/as a avanzar en este camino que tanto desde el punto de vista de la prevención como de protección del medio ambiente es la mejor alternativa.

A continuación se facilitan algunas fuentes de información y de consulta que pueden resultar útiles sobre la sustitución de productos químicos peligrosos:

- NTP 673: La sustitución de agentes químicos peligrosos: aspectos generales.
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_673.pdf
- NTP 712: Sustitución de agentes químicos peligrosos (II): criterios y modelos prácticos.
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp_712.pdf
- Base de datos de ALTERNATIVAS a sustancias tóxicas y peligrosas del ISTAS
<http://www.istas.net/web/abreenlace.asp?idenlace=3911>
- Método de Evaluación de alternativas: “Evalúa y Compara lo que usas” del ISTAS
<http://www.istas.net/web/abreenlace.asp?idenlace=3912>
- Guía para la sustitución de sustancias peligrosas en la empresa
http://www.istas.net/risctox/gestion/estructuras/_3306.pdf

CAPÍTULO

4

4 | PREVENCIÓN DEL RIESGO QUÍMICO

4.1 Almacenamiento, manipulación y transporte de los productos químicos

4.1.1 Almacenamiento de productos químicos

Es indudable que hoy en día los productos químicos cada vez tienen mayor presencia en el trabajo, y fueron extendiéndose a numerosas ramas de actividad (plantas químicas, talleres, explotaciones agrarias, peluquerías...), sobre todo en los países desarrollados. Se estima que el número de productos químicos distintos que se manejan en los procesos industriales ya superan los 200.000¹³ y aunque, una gran parte de ellos no representa peligro para los trabajadores/as en condiciones normales de manipulación, otros muchos por el contrario, son peligrosos y pueden causar graves accidentes que no afectan solo a trabajadores/as, también lo hacen sobre personas foráneas a la empresa, sobre equipos, instalaciones y sobre el medio ambiente.

Con el término **almacenamiento** nos referimos al conjunto de recipientes, independientemente del tipo, que pueden contener o hayan contenido productos químicos sólidos, líquidos o gaseosos, localizados en el interior o exterior del edificio, incluyendo los tanques y/o depósitos, sus cubetos de retención, las vías de circulación y separación, los conductos de conexión y las zonas e instalaciones anexas a las de carga, descarga y tránsito.

Estos recipientes pueden ser fijos o móviles. Los primeros están constituidos por tanques o depósitos de gran capacidad, en superficie o enterrados y los segundos, son todos aquellos recipientes susceptibles de ser movidos con una capacidad máxima de 3.000 litros.

Por lo general, el almacenamiento de productos químicos no suele causar muchos accidentes en cuanto a número, aunque los pocos que se producen pueden llegar a ser bastante graves. *El almacenamiento prolongado, representa en sí mismo un riesgo por la formación de peróxidos inestables que pueden formar algunas sustancias, en otros casos por la polimerización de la sustancia, o otros en los que el envase puede deteriorarse por envejecimiento, ataque químico, rotura..., además de la descomposición lenta de la sustancia con acumulación de gas que puede romper el recipiente.*

¹³ "Seguridad en el Trabajo". Pizarro Garrido, Nuria e varios. Fundación Confemetal. Madrid 20077.

Los riesgos van a depender de la peligrosidad de la sustancia, de la cantidad almacenada, de la organización y distribución del almacén, del mantenimiento de las condiciones de seguridad y del comportamiento de los trabajadores/as.

El almacenamiento, carga, descarga y trasvase de productos químicos peligrosos está regulado en el Real Decreto 379/2001, por lo que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (RAPQ) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITCs)^{14,15,16}. Este reglamento y sus ITCs, son de aplicación para instalaciones de nueva construcción, así como para las ampliaciones o modificaciones de las ya existentes. Quedan excluidos del ámbito de aplicación de este reglamento, además del mencionado en las ITCs, el almacenamiento de productos químicos de capacidad inferior a la que se indica:

Producto	Capacidad en Kg
Sólidos tóxicos	
Clase T ⁺	50 Kg
Clase T	250 Kg
Clase Xn	1000 Kg
Comburentes	500 Kg
Sólidos corrosivos	
Clase A	200 Kg
Clase B	400 Kg
Clase C	1000 Kg
Irritantes	1000 Kg
Sensibilizantes	1000 Kg
Carcinógenos	1000 Kg
Mutágenos	1000 Kg
Tóxicos para la reproducción	1000 Kg
Peligrosos para el ambiente	1000 Kg

¹⁴ Real Decreto 379/2001, de 6 de Abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1 (almacenamiento de líquidos inflamables), MIE APQ-2 (almacenamiento de óxido de etileno), MIE APQ-3 (almacenamiento de cloro), MIE APQ-4 (almacenamiento de amoníaco anhidro), MIE APQ-5 (almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión), MIE APQ-6 (almacenamiento de líquidos corrosivos) y MIE APQ-7 (almacenamiento de líquidos tóxicos). BOE nº112 10-5-2001.

¹⁵ Real Decreto 2016/2004, de 11 de Octubre, por el que se aprueba la instrucción técnica reglamentaria MIE APQ-8 (almacenamiento de fertilizantes a base de nitrato amónico con alto contenido en nitrógeno). BOE nº 256 23-10-2004.

¹⁶ Real Decreto 105/2010, de 5 de Febrero, por lo que se modifican determinados aspectos de la reglamentación de los almacenamientos de productos químicos y se aprueba la instrucción técnica reglamentaria MIE APQ-9 (almacenamiento de peróxidos orgánicos). BOE nº 67 18-03-2010.

En esta Guía, no pretendemos ser exhaustivos con el tema del almacenamiento, por lo que se darán apenas unas pautas básicas y globales de almacenamiento. Para aquellos más curiosos, y que quieran conocer el tema con más profundidad y específicamente para alguna sustancia, puede ser consultado el Real Decreto antes mencionado y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

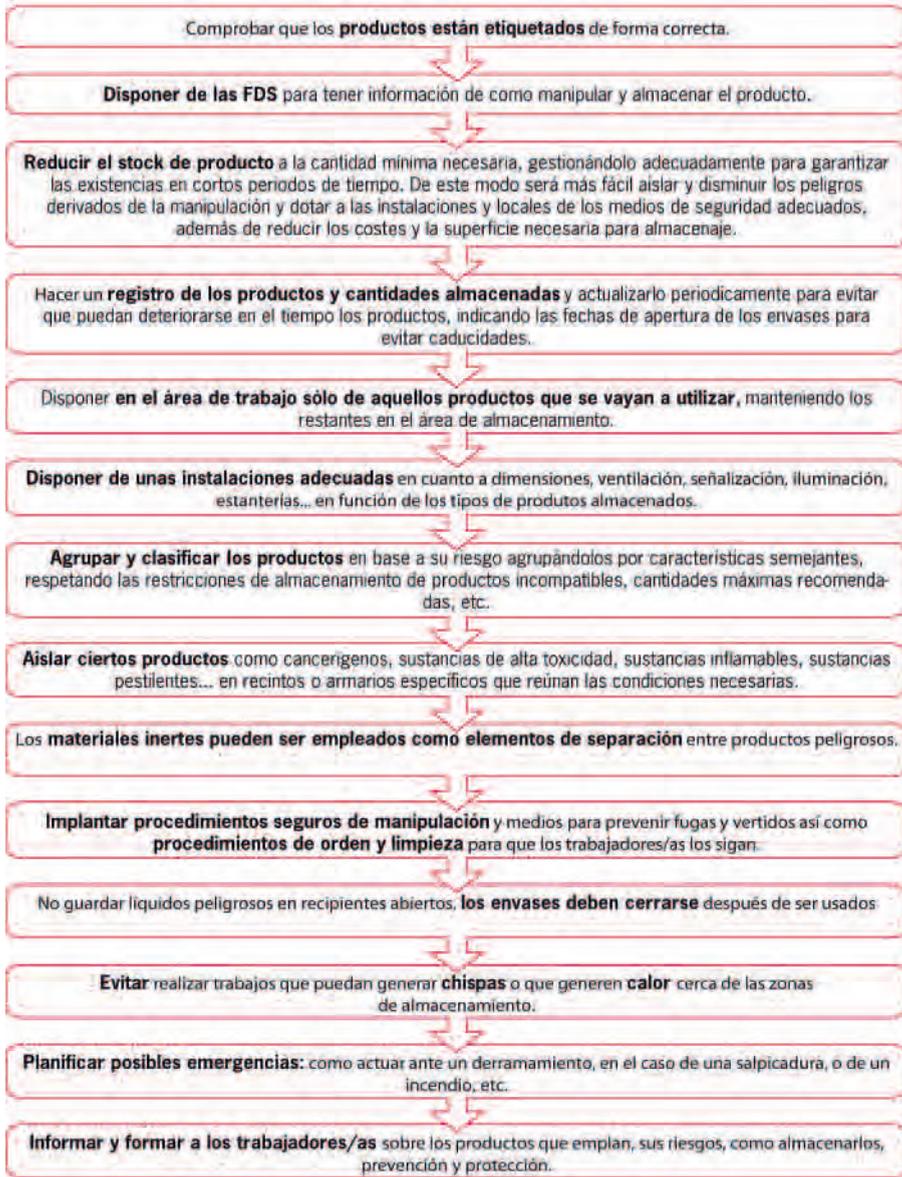
Actuaciones básicas para el almacenamiento de productos químicos

Como ya se ha comentado, la primera información a la que se puede acceder sobre la peligrosidad de una sustancia o mezcla que se está utilizando, está en la etiqueta del producto en la que constan:

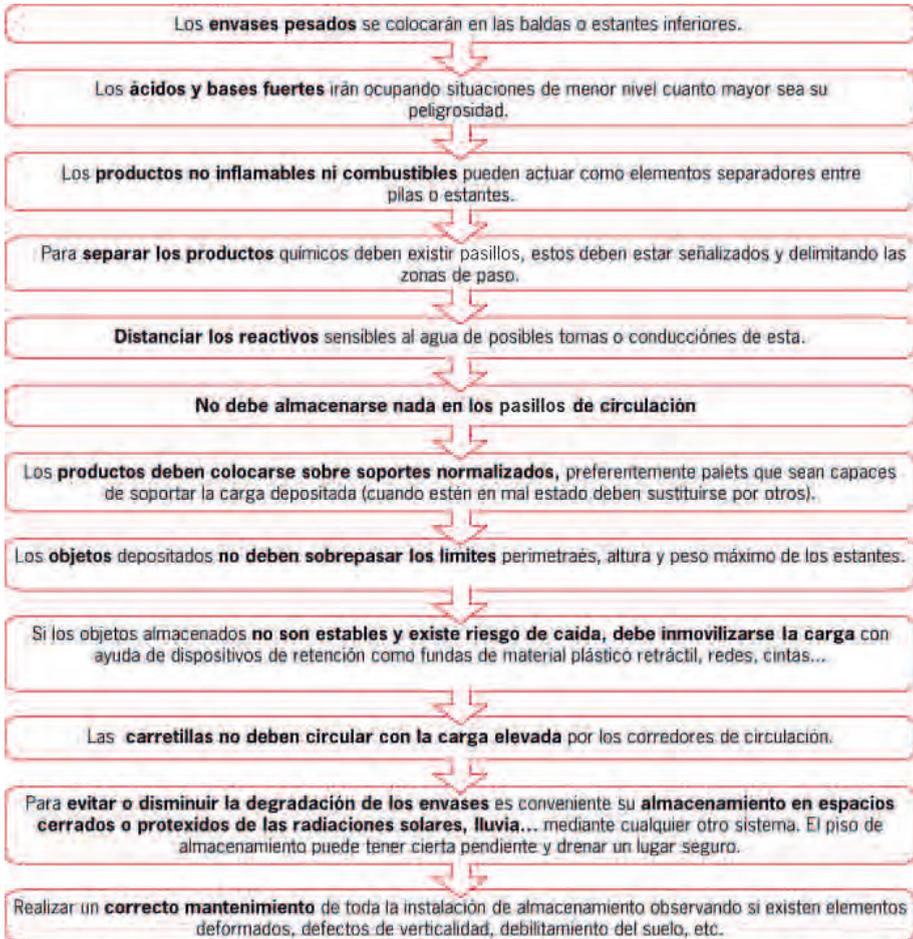
- identificación del producto/proveedor/distribuidor.
- identificación del producto químico, pictogramas.
- palabras de advertencia en las que se indica una mayor o menor gravedad del peligro de forma rápida.
- indicaciones de peligro (frases H, frases que permiten identificar y complementar determinados riesgos mediante la descripción del tipo de peligro, antiguas frases de riesgo R).
- consejos de prudencia (frases P, recomendaciones para la adopción de medidas a tomar que reducen o previenen los efectos adversos causados por la exposición a un producto peligroso, antiguas frases de seguridad S).

Además de la etiqueta, también se puede obtener información del producto en la **ficha de datos de seguridad** (FDS), que puede ofrecer multitud de información útil para, además de conocer la sustancia o mezcla, conocer los riesgos a los que se está expuesto. En su apartado 7, se hace referencia, concretamente, a la manipulación y almacenamiento del producto.

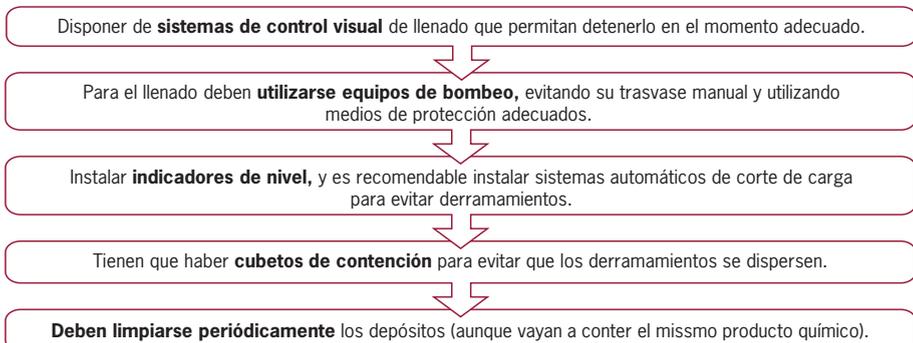
Para cualquier tipo de almacenamiento, hay que tener en cuenta algunas **actuaciones básicas** que se recogen a continuación a modo de esquema. En cualquier caso, no se debe olvidar, que para cada producto concreto existen, además, una serie de condicionantes, por lo que para más información, deberá ser consultado el Real Decreto 379/2001 (RAPQ) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias:



En el **almacenamiento en estantes y/o estructuras**, en los que, por lo general, se almacenarán recipientes de pequeño volumen y en áreas de almacenamiento específicas, además de las pautas comentadas en el punto anterior, deberá cumplirse:



En el **almacenamiento de depósitos de gran tamaño**, aún se deberá tener en cuenta:



Incompatibilidades de sustancias y mezclas y reacciones

En el siguiente cuadro se muestra la **incompatibilidad de almacenamiento** de los diferentes productos, por familias:

	Explosivos	Comburentes	Inflamables	Tóxicos	Corrosivos	Nocivos
Explosivos	Sí	-	-	-	-	-
Comburentes	-	Sí	-	-	-	(2)
Inflamables	-	-	Sí	-	(1)	Sí
Tóxicos	-	-	-	Sí	Sí	Sí
Corrosivos	-	-	(1)	Sí	Sí	Sí
Nocivos	-	(2)	Sí	Sí	Sí	Sí

(1) Se podrán almacenar conjuntamente si los productos corrosivos no están envasados en recipientes frágiles
 (2) Se podrán almacenar juntos si se adoptan ciertas medidas preventivas. Son criterios generales.

Para **evitar reacciones de las sustancias** entre sí, o con los recipientes que las contienen, debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

- Guardar los recipientes cerrados herméticamente.
- Almacenar separadamente los productos químicos que puedan reaccionar entre sí produciendo vapores, humos o explosiones.
- Las sustancias que ataquen el vidrio deben conservarse en recipientes metálicos o de vidrio parafinado interiormente.
- Las sustancias que se descomponen con la luz, deberán guardarse en recipientes de vidrio oscuro u opaco.
- Los recipientes con líquidos volátiles deben estar protegidos contra la acción directa de los rayos solares, fuentes de calor e instalaciones eléctricas.
- Los metales alcalinos deben conservarse con una capa de líquido con elevado punto de ebullición (petróleo, aceite de parafina), y el fósforo blanco bajo una capa de agua, compensando las pérdidas de líquido inmediatamente.

Tipos de envases de almacenamiento

Podemos encontrar los productos químicos en diferentes **tipos de envases**, todos ellos de seguridad, certificados, y que cumplan la normativa vigente en función del tipo de sustancia o mezcla que vayan a contener y de los riesgos de los mismos. Básicamente existen tres tipos de recipientes:

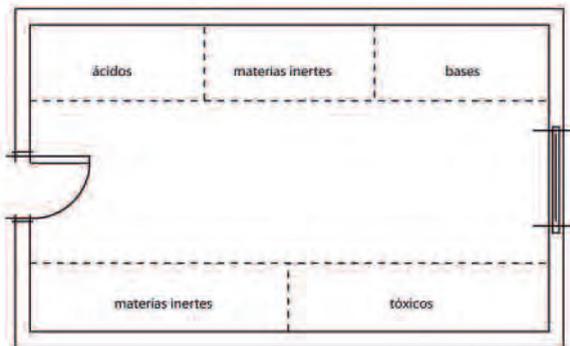
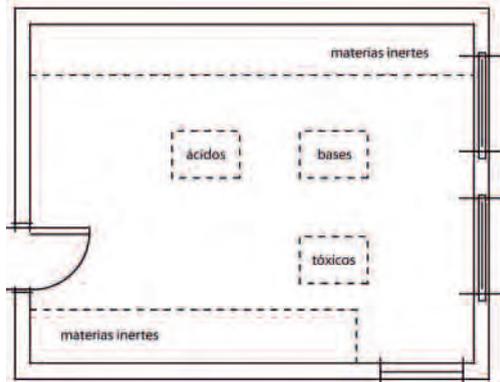
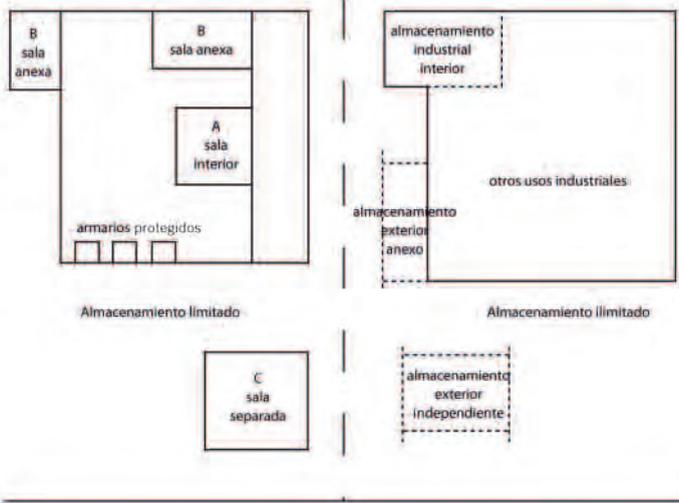
- de **vidrio**: resistentes para la mayoría de los productos. Tienen como inconveniente su fragilidad, por eso, por lo general, se utilizan para almacenar pequeñas cantidades. Aquellos que contengan sustancias muy peligrosas, no deberían superar los 2 litros de capacidad.
- de **plástico** (polietileno, cloruro de polivinilo o polipropileno): aunque son muy resistentes a diferentes sustancias y a los golpes, sufren con el tiempo un proceso de deterioro que se acelera se están expuestos al sol. Su capacidad varía de 1 - 225 litros. Es conveniente que sean de formas simples, con superficies estriadas, que facilitan la sujeción del envase y que lleven un asa de sujeción. Tienen una buena estanqueidad y no son recomendables para guardar productos inflamables.
- de **metal** (acero, inox, aluminio): son los más empleados en la industria por ser los más seguros. Su capacidad es muy variable pudiendo llegar las 45 litros y, en este caso hablamos de bidones. Deberá evitarse su transporte rodando o a mano, evitando apilar unos sobre otros, debiendo comprobar su estado periódicamente. Es conveniente que la temperatura se mantenga entre los 10°C y los 60°C, que estén en lugares ventilados y protegidos de agentes atmosféricos. Para guardar líquidos inflamables, deberán utilizarse recipientes metálicos de seguridad con cierre hermético y válvula de seguridad, en algunos casos están revestidos interiormente para evitar la corrosión.

Formas de almacenamiento

El almacenamiento de productos químicos en recipientes móviles se puede hacer, a grandes rasgos, de tres formas en función de la normativa e instrucciones técnicas, que pueden ser consultadas para más detalle:

- **Armarios protegidos**; sobre todo para productos inflamables y combustibles, y que deben tener una resistencia al fuego RF-15, con capacidad máxima para 500 litros.
- **Salas de almacenamiento**; interiores (dentro del edificio), anexas (dentro del edificio y con alguna pared que de la al exterior), o separadas (no tiene paredes comunes con el edificio).
- **Almacenamientos industriales**; destinados exclusivamente al almacenamiento de productos químicos y pueden ser interiores o exteriores.

Almacenamiento de recipientes móviles



Medidas de seguridad y protección a tener en cuenta

La normativa vigente de almacenamiento de productos químicos (RD 379/2001) requiere en las instalaciones que entran en su ámbito de aplicación, unas medidas de seguridad y protección entre las que están:

- **Acceso restringido** al lugar de almacenamiento, al que sólo deberá acceder personal autorizado. Esta norma deberá quedar reflejada en una información ubicada en un lugar visible y con un tamaño fácilmente legible.
- El almacén, deberá disponer de **ventilación natural o forzada** y en su diseño, se deberán tener en cuenta las características de los vapores, las operaciones que puedan realizarse, y el nivel de exposición de los trabajadores/as.
- El local de almacenamiento deberá estar **convenientemente señalizado** de acuerdo con la normativa que establece el R.D. 485/1997¹⁷ sobre disposiciones mínimas de señalización, indicando características de peligrosidad como puede ser la presencia de productos tóxicos, inflamables,...
- El **nivel de iluminación**¹⁸ debe ser suficiente y adecuado para poder leer las etiquetas de los productos y poder manipularlos de forma segura.
- En las salas de almacenamiento es conveniente **disponer de duchas y lavajos**, libres de obstáculos y bien señalizados. Deberán ser probados semanalmente para comprobar su estado y posibles deficiencias que, en el caso de existir deberán ser reparadas.
- En función de las características de los productos almacenados es conveniente **disponer de equipos de protección individual** para proteger cara, ojos, manos y vías respiratorias, que deberán cumplir la normativa vigente.
- El **personal** deberá estar **informado y formado** sobre las propiedades de los productos que emplea y almacena, cómo utilizar de forma adecuada los EPIs y las consecuencias de una mala utilización, como actuar en caso de emergencia...

¹⁷ Real Decreto 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. BOE nº 97 23-04-1997.

¹⁸ Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE nº 97 23-04-1997.

4.1.2 Manipulación de productos químicos

El personal que realice labores de manipulación de productos químicos, deberá seguir las siguientes indicaciones:

- **Identificar los productos químicos** para conocer cuáles son los riesgos y características del mismo. Para eso podemos consultar la etiqueta del envase, ver los pictogramas, las frases de advertencia, las frases H y P (indicaciones de peligro y consejos de prudencia).
- **Utilizar los equipos de protección individual** adecuados a los riesgos del producto que se va a manejar, para eso puede consultarse la ficha de datos de seguridad del producto en el que se especifican los EPIs necesarios: protección ocular, mascarillas, guantes, calzado de seguridad...
- Para el **llenado de envases**, deberá comprobarse previamente que este no sufre corrosión ni otros daños, si no es así, se descartarán. Por lo general, los envases cuentan con una franja vertical transparente llamada “**visor de llenado**”, que facilita el llenado para no superar el máximo. No se debe superar el nivel máximo, puesto que se pueden producir derrames durante su utilización o transporte.
- El **trasvase de productos** es uno de los procesos en el que pueden ocurrir más accidentes como pueden ser cortes o pinchazos por rotura de envases, salpicaduras, proyecciones de líquidos, contactos dérmicos, quemaduras, intoxicaciones, explosiones... Muchas veces ocurren por no disponer de medios y equipos adecuados, o bien porque se desconocen los riesgos, por una formación inadecuada, por lo que deben tomarse medidas preventivas y de protección eficaces. Para evitar posibles accidentes, debemos **tener en cuenta:**
 - Si la cantidad a trasvasar es pequeña, lo más idóneo es hacerlo en una vitrina o cabina. En caso de que sean cantidades grandes, deberá haber un espacio indicado para este tipo de operación.
 - La zona en la que se esté trasvasando el producto debe contar con ventilación adecuada, preferentemente extracción localizada.
 - Cerca de la zona de trasvase debe contarse con duchas y fuentes lavajos, además de los equipos de extinción adecuados, en caso de que sean necesarios.

- No deben utilizarse envases que ya hayan contenido otro producto químico diferente al que se vaya a trasvasar, si contiene restos de otro producto, o también cuando se vea que está en mal estado.
- Minimizar el trasvase por gravedad o vertido libre, empleando mejor sistemas de bombeo. En el trasvase manual, tomar precauciones y utilizar embudos cuando la boca del recipiente receptor sea de menor o igual tamaño que la del recipiente a trasvasar.
- Prever un sistema de recogida de vertidos, como pueden ser cubetos.
- Para evitar que los envases se envejezcan, almacenarlos fuera del alcance de los rayos solares, de la humedad, de temperaturas extremas...

Como actuar en los siguientes casos

■ Fugas, derrames y salpicaduras.

- En caso de derrames accidentales deberá actuarse de forma rápida para su absorción, neutralización o eliminación. La eliminación de pequeños derrames se hará, según el caso, con agentes absorbentes o neutralizantes que una vez usados, serán depositados en recipientes para residuos. Como norma general, se descartará el uso de serrín como absorbente para líquidos inflamables y corrosivos, recomendando carbón activo, sepiolita y otros, utilizando siempre los EPIs necesarios.
- En el caso de derrame o vertido accidental sobre la ropa de trabajo, esta deberá quitarse rápidamente, lavarse, o colocarse bajo la ducha en función de la magnitud del vertido, y si hay contacto con la piel, acudir al médico con la etiqueta o ficha de datos de seguridad del producto.
- En el caso de salpicaduras en la piel y/u ojos, deberá lavarse con agua abundante, no intentando neutralizarlo y acudiendo al médico rápidamente aportándole la información del producto contenida en la etiqueta o en la ficha de datos de seguridad.

■ Trasvases

- Utilizar los EPIs adecuados a los riesgos del producto a manipular prestando especial atención a cara, manos y aparato respiratorio.

- Procedimientos seguros de manipulación, evitando trasvases a recipientes más pequeños en el interior del almacén, excepto si se dispone de una ventilación adecuada y de bandejas para recoger derrames puntuales. En los sótanos no se permite el trasvase de productos muy inflamables.
- Cerca de donde se realiza el trasvase de productos peligrosos debe disponerse de duchas o lavaojos de emergencia.
- Eliminar la electricidad estática y disponer de extracción localizada de los vapores, en ausencia o como complemento de la ventilación general, para diluir los vapores que se puedan generar.

Principales riesgos, causas y medidas preventivas en caso de manipulación

Riesgos	Causas	Medidas de prevención/protección
Contactos dérmicos	Roturas de envases en el transporte	Envase compatible con el producto a contener. Transporte de envases de vidrio en contenedores. Utilizar envases de plástico de menos de 5 años de antigüedad. No almacenar envases de plástico al aire libre. Medios de sujeción adecuados al peso del envase lleno. Utilizar equipos de protección individual certificados.
	Derrame de sustancias peligrosas	Cubetas de neutralización de recogida de derrames. Utilizar equipos de protección individual certificados. Duchas y lavaojos próximos.
	Trasvase por pipeteado con la boca	No trasvasar utilizando la boca para succionar. Emplear sistemas mecánicos de pipeteado. Utilizar equipos de protección individual certificados.
Proyecciones y salpicaduras	Trasvases por vertido libre	Descargar presión interna del envase. Evitar el vertido libre. Utilizar equipos portátiles de bombeo o instalaciones fijas. Instalar cubetos de recogida. Utilizar equipos de protección individual certificados.
	Sobrellenado de recipientes en instalación fija	Control de llenado y normas de llenado máximo. Utilizar equipos de protección individual certificados. Duchas y lavaojos próximos.

4.1.3 Transporte de mercancías peligrosas por carretera

Existen diferentes vías de transporte de las mercancías peligrosas, pero en este caso nos vamos a centrar, en concreto, en el relacionado con la vía terrestre por carretera puesto que, en general es uno de los más empleados.

Las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en el territorio español, están contempladas en el R.D. 551/2006¹⁹ del 5 de Mayo y en las normas del Acuerdo Europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR) de 2011²⁰, que pueden ser consultados para conocer con mayor pormenor este tema.

En este apartado solo pretendemos dar las pautas que consideramos básicas, para permitir la identificación de los productos peligrosos transportados por carretera y facilitar que el personal expuesto pueda recibir la información y formación precisa sobre los peligros de su actividad, tratando temas como son:

■ **Identificación de peligros y productos**

- Paneles.
- Etiquetado (placas-etiquetas).

■ **Información y formación sobre los peligros de los productos transportados, instrucciones y medidas de seguridad** a tomar en caso de accidente.

- Información y formación para lo personal expuesto.
- Información previa al transporte.
- Instrucciones de seguridad recogidas en el documento “*instrucciones escritas*” y/o “*fichas de seguridad*”.

Identificación de peligros y productos

Los vehículos de transporte de mercadorías peligrosas por estrada así como os productos transportados, deben estar perfectamente sinalizados para que sus peligros poidan ser facilmente identificados.

Segundo la ADR, las **mercancías peligrosas se clasifican** en:

¹⁹ Real Decreto 551/2006, de 5 de Mayo, que regula las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español. BOE nº 113 12-05-2006.

²⁰ Acuerdo Europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR) celebrado Ginebra el 30 de Septiembre de 1957 y sus sucesivas enmiendas, la del 2011. BOE nº 164 11-07-2011.

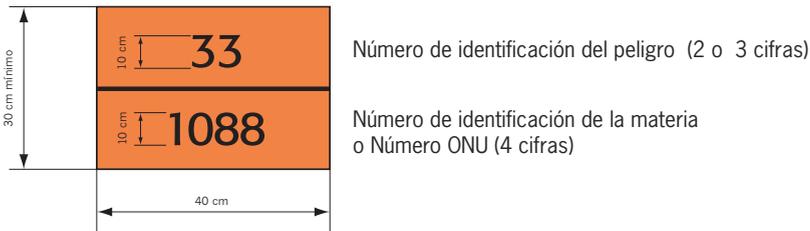
Clase	Características
Clase 1	Materias y objetos explosivos
Clase 2	Gases
Clase 3	Líquidos inflamables
Clase 4.1	Materias sólidas inflamables, materias autorreactivas y materias explosivas desensibilizadas sólidas-
Clase 4.2	Materias que pueden experimentar inflamación espontánea
Clase 4.3	Materias que en contacto con agua desprenden gases inflamables
Clase 5.1	Materias comburentes
Clase 5.2	Peróxidos orgánicos
Clase 6.1	Materias tóxicas
Clase 6.2	Materias infecciosas
Clase 7	Materias radioactivas
Clase 8	Materias corrosivas
Clase 9	Materias e objetos peligroso diversos

Cada uno de los epígrafes de las distintas clases se identifican mediante un número ONU, por ejemplo N^o ONU 1114 correspondiente al benceno. Para el resto de sustancias consultar ADR.

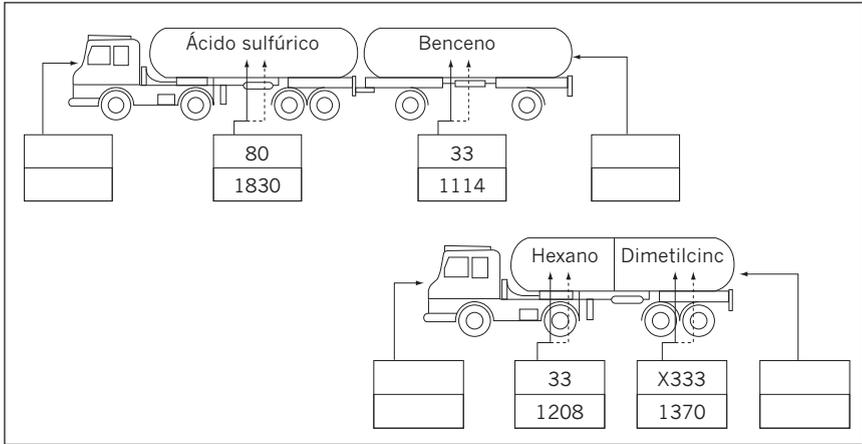
Los medios de transporte, deben llevar de forma obligatoria:

- **Panel naranja de los vehículos, recipientes, recipientes de gas con elementos múltiples, recipientes cisterna y cisternas portátiles que transporten mercancías peligrosas.**

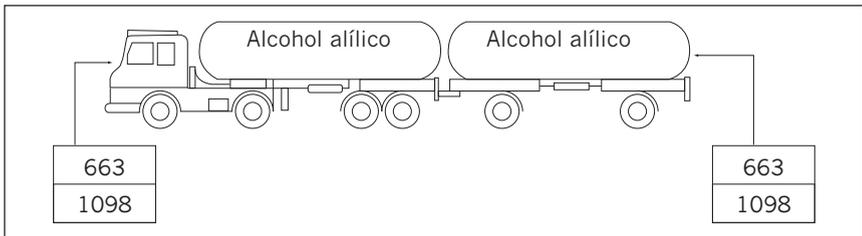
Deberán llevar dos paneles rectangulares de color naranja, uno en la parte delantera y otro en la parte trasera y deberán ser visibles y estar correctamente identificados.



En el caso de vehículos cisterna, vehículos batería o unidades de transporte que consten de una o varias cisternas que transporten mercancías peligrosas, estos paneles ya citados delantero y trasero, también serán llevados en los costados de cada cisterna o compartimento. Los paneles deberán ir provistos del número de identificación del peligro (en la parte superior) y el número ONU (en la parte inferior).



En aquel transporte que sólo lleve un producto, los paneles laterales no son necesarios si el delantero y trasero están identificados correctamente con el número de identificación de peligro y el número ONU.



El **número de identificación de peligro**, de dos o tres cifras, indica los siguientes peligros:

Número	Características
2	Emanación de gases resultantes de presión o de una reacción química
3	Inflamabilidad de materias líquidas (vapores) y gases o materia líquida de autocalentamiento
4	Inflamabilidad de materia sólida o materia sólida susceptible de autocalentamiento
5	Comburente (favorece el incendio)
6	Toxicidad o peligro de infección
7	Radioactividad
8	Corrosividad
9	Peligro de reacción violenta o espontánea

*La duplicación de una cifra indica una intensificación del peligro relacionado con ella.
 *Cuando el peligro de una materia está indicado con una sola cifra, esta se completará con ceros.
 *Cuando el nº de identificación de peligro va precedido de la letra X, ésta indica que la materia reacciona de forma peligrosa con agua.
 *Ver ADR para más información del nº de identificación de peligro, pues existen combinaciones con significado especial.

■ **Marcado y etiquetado de los bultos**

Los bultos son los productos finales de la operación de embalaje, preparados para su expedición y, como indica el ADR:

• **Marcado**

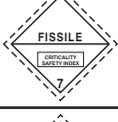
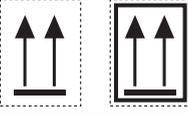
- Salvo especificación contraria, **cada bulto debe contener el número ONU correspondiente, precedido de las letras “UN”, de forma clara y duradera.** Para objetos no embalados, el marcado debe figurar sobre la armadura o dispositivo de manipulación.
- **Todas las marcas deberán ser fácilmente visibles y legibles,** debiendo además resistir a la intemperie sin degradarse.
- Los embalajes de socorro, deberán llevar la marca **“Embalaje de socorro”.**
- **Los grandes recipientes** y grandes embalajes deberán llevar las **marcas en dos lados opuestos.**

• **Etiquetado**

- Cada material u objeto deberá estar **correctamente etiquetado, según los modelos establecidos.**
- Las etiquetas **podrán ser sustituidas,** por marcas de peligro que correspondan a los modelos establecidos.
- De forma general, todas las etiquetas **deberán soportar la exposición a la intemperie e irán en la misma superficie del bulto** (siempre que las dimensiones lo permitan), evitando que queden cubiertas por otras marcas. Cuando sea necesario más de una etiqueta, se colocarán unas del lado de las otras.
- **Los grandes recipientes** y embalajes deberán llevar las **etiquetas en dos lados opuestos.**
- Todas las etiquetas deben tener **forma de cuadrado colocado sobre el vértice (rombo)** con **dimensiones mínimas de 100 mm x 100 mm.**

A continuación se establecen, en un **cuadro-resumen, los modelos de etiquetas** recogidos en el ADR:

Nº etiqueta	Forma y color	Significado	Etiqueta
Nº 1	Bomba explosionando: negro sobre fondo naranja. Cifra 1, esquina inferior	Riesgo de explosión divisiones 1.1, 1.2 y 1.3	
Nº 1.4	Cifras negras sobre fondo naranja. Cifra 1, esquina inferior	Riesgo explosión división 1.4	
Nº 1.5	Cifras negras sobre fondo naranja. Cifra 1, esquina inferior	Riesgo explosión división 1.5	
Nº 1.6	Cifras negras sobre fondo naranja. Cifra 1, esquina inferior	Riesgo explosión división 1.6	
Nº 2.1	Gases inflamables. Llama negra o blanca sobre fondo rojo. Cifra 2, esquina inferior	Gases inflamables	
Nº 2.2	Gases no inflamables. Botella en negro o blanco sobre fondo verde. Cifra 2, esquina inferior	Gases no inflamables, no tóxicos	
Nº 2.3	Gases tóxicos. Cráneo sobre dos tibias. Negro sobre fondo blanco. Cifra 2, esquina inferior	Gases tóxicos	
Nº 3	Líquidos inflamables. Llama negra o blanca sobre fondo rojo. Cifra 3, esquina inferior	Líquidos inflamables	
Nº 4.1	Materias sólidas inflamables. Llama sobre fondo blanco con siete barras verticales rojas. Cifra 4, esquina inferior	Sólidos inflamables	
Nº 4.2	Materias espontáneamente inflamables. Llama negra sobre fondo blanco (mitad superior) y rojo (mitad inferior). Cifra 4, esquina inferior	Materias susceptibles de inflamación espontánea	
Nº 4.3	Materias que en contacto con agua desprenden gases inflamables. Llama negra o blanca sobre fondo azul. Cifra 4, esquina inferior	Materias que emanan gases inflamables en contacto con agua	
Nº 5.1	Materias comburentes. Llama por encima de círculo en negro sobre fondo amarillo. Cifra 5.1, esquina inferior	Comburentes	
Nº 5.2	Peróxidos orgánicos. Llama negra o blanca sobre mitad superior roja y mitad inferior amarilla. Cifra 5.2, esquina inferior	Peróxidos orgánicos	

Nº etiqueta	Forma y color	Significado	Etiqueta
Nº 6.1	Materias tóxicas. Cráneo sobre dos tibias. Negro sobre fondo blanco. Cifra 6, esquina inferior	Materias tóxicas	
Nº 6.2	Materias infecciosas. Tres lunas crecientes sobre un círculo y menciones negras sobre fondo blanco. Puede llevar texto aclaratorio. Cifra 6, esquina inferior	Materias infecciosas	
Nº 7A	Materia radiactiva I. Trébol negro sobre fondo blanco (mitad superior). Texto obligatorio en la mitad inferior. Palabra "Radioactive" seguida de barra vertical roja. Cifra 7, esquina inferior	Materia radiactiva Categoría I	
Nº 7B	Materia radiactiva II. Trébol negro sobre fondo amarillo (mitad superior). Texto obligatorio en la mitad inferior. Palabra "Radioactive" seguida de 2 barras verticales rojas. Cifra 7, esquina inferior	Materia radiactiva Categoría II	
Nº 7C	Materia radiactiva III. Trébol negro sobre fondo amarillo (mitad superior). Texto obligatorio (mitad inferior). Palabra "Radioactive" seguida de 3 barras verticales rojas. Cifra 7, esquina inferior	Materia radiactiva Categoría III	
Nº 7D	Materia radiactiva. Trébol negro sobre fondo amarillo (mitad superior). Palabra "Radioactive" o Nº ONU de la materia (mitad inferior). Cifra 7, esquina inferior	Materia radiactiva Categoría III	
Nº 7E	Materias fisionables. Fondo blanco texto obligatorio. Cifra 7, esquina inferior	Materia fisionable	
Nº 8	Materias corrosivas. Líquidos vertidos de dos tubos de ensayo sobre una mano y sobre metal, negro sobre fondo blanco y negro con reborde blanco en la mitad inferior. Cifra 8, esquina inferior	Materias corrosivas	
Nº 9	Materias y objetos peligrosos diversos. Siete líneas verticales (mitad superior) negro sobre fondo blanco. Cifra 9, esquina inferior	Materias peligrosas diversas	
Otros	Riesgo de volcado. Dos flechas negras o rojas sobre fondo blanco	Gases licuados refrigerados y otras materias	
	Peligro para el medio ambiente. Pez y árbol negros sobre fondo blanco o fondo que ofrezca contraste adecuado	Sustancias peligrosas para el medio ambiente	

■ **Etiquetado (placas-etiquetas) de los vehículos, recipientes, recipientes de gas con elementos múltiples, recipientes cisterna y cisternas portátiles.**

- Las placas-etiquetas irán **fijadas en las paredes exteriores** de los vehículos, recipientes, recipientes de gas con elementos múltiples, recipientes cisterna y cisternas portátiles. En los recipientes, recipientes de gas con elementos múltiples, recipientes cisterna y cisternas portátiles irán fijadas en los dos laterales y en cada extremo de los recipientes; en los vehículos portadores de recipientes, recipientes de gas con elementos múltiples, recipientes cisterna y cisternas portátiles irán fijadas en los dos laterales y en la trasera del vehículo así como en los vehículos para granel, vehículos cisterna, vehículos batería y vehículos de cisterna desmontable.
- Deberán figurar **sobre un fondo de color que ofrezca buen contraste** o ir rodeadas de un borde de trazo continuo o discontinuo.
- La placa-etiqueta deberá tener unas **dimensiones mínimas de 250 mm x 250 mm** y corresponder a la etiqueta de la mercancía peligrosa transportada.
- Para cisternas de **capacidad inferior a 3 m³** y para pequeños recipientes, las placas-etiquetas **podrán ser sustituidas** por las etiquetas descritas en el punto anterior.



Información y formación sobre los peligros de los productos transportados

Las personas dedicadas al transporte de mercancías peligrosas, deberán estar formadas para responder a las exigencias de su campo de actividad, y responsabilizarse durante el transporte de las mismas, no pudiendo realizar funciones para las que no hayan sido instruidos, excepto bajo la supervisión de una persona formada.

El personal debe recibir formación en los riesgos y peligros que presentan las mercancías peligrosas que transportan, y deberá **estar adaptada a la gravedad de los riesgos de los daños o de la exposición en la que se pueda incidir en caso de incidente, durante su transporte**, incluyendo la carga y descarga. Esta

formación deberá también **sensibilizar al personal sobre los procedimientos a seguir para la manipulación en condiciones de seguridad y procedimientos de emergencia**. Será sometida a un reciclaje periódico que no tiene que estar relacionada necesariamente con los nuevos cambios de reglamentación.

Los conductores de vehículos que transporten mercancías peligrosas, deberán poseer un certificado oficial específico, expedido por la Autoridad Competente, con validez de 5 años renovables, acreditando que tienen la formación correspondiente y que por lo tanto superaron el examen específico. Para ellos, **la formación, deberá incluir:**

- **Un curso básico** en el que se traten los siguientes temas:
 - Disposiciones generales del transporte de mercancías peligrosas.
 - Principales tipos de riesgo.
 - Protección del medio ambiente en el transporte de residuos.
 - Medidas de prevención y seguridad para cada tipo de riesgo.
 - Actuación ante un accidente (utilización EPIs, primeros auxilios, seguridad de la circulación, instrucciones de seguridad...)
 - Marcado, etiquetado, inscripciones y paneles de color naranja.
 - Conducta a seguir durante el transporte.
 - Objeto y funcionamiento del equipamiento técnico de vehículos.
 - Prohibiciones de carga en común en un mismo vehículo o recipiente.
 - Precauciones a tomar durante la carga y descarga.
 - Responsabilidad civil.
 - Transporte multimodal.
 - Manipulación y estibado de bultos.
 - Instrucciones sobre el comportamiento y restricciones de tráfico en túneles.
 - Responsabilidad con la seguridad.
- **Un curso de especialización** en el que se traten los siguientes temas:
 - Comportamiento durante la marcha de los vehículos y los movimientos de la carga.
 - Disposiciones especiales relativas a los vehículos.
 - Disposiciones suplementarias específicas relativas a la utilización de los vehículos.

El resto de personal relacionado con el transporte de mercancías peligrosas por carretera, diferente de los conductores, deberá recibir información y formación adaptada a su responsabilidad sobre las disposiciones que regulan el transporte.

Comentábamos también la importancia de las **instrucciones escritas**, que deberán ser facilitadas al conductor en previsión de cualquier incidente o accidente que pueda producirse durante el transporte. Para más información de los temas abordados, puede consultarse el ADR y el Real Decreto correspondientes ya citados.

Existe también normativa sobre lo transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril, Real Decreto 412/2001²¹, el Real Decreto 1566/1999²² sobre los consejeros de seguridad para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril o vía navegable y la Orden FOM/2924/2006²³.

4.1.4 Calendario de inspecciones periódicas reglamentarias de seguridad industrial

	Reglamento	Periodicidad
Gases combustibles		
Centros de almacenamiento y distribución de envases de GLP	ITC ICG-02	Cada 2 años
Depósitos de GLP (Gases licuados de petróleo)	ITC ICG-03	Pruebas de presión cada 15 años
Plantas satélite de GNL (Gas natural licuado)	ITC ICG.04	Cada 5 años / Prueba de presión neumática cada 15 años
Estaciones de servicio para vehículos a gas	ITC ICG-05	Cada 5 años
Instalaciones de gas R. D. 919/2006		
Instalaciones de distribución de CG por canalización	ITC ICG-01	Instalaciones alimentadas por redes de distribución: ·inspección obligatoria cada 5 años por parte de la empresa distribuidora Instalaciones alimentadas por depósitos fijos individuales: ·revisión obligatoria cada 5 años por una empresa instaladora de gas autorizada ·mantenimiento anual obligatorio de la instalación y aparatos
Centros de almacenamiento y distribución de envases de GLP	ITC ICG-02	
Instalaciones de almacenamiento de GLP en depósitos fijos	ITC ICG-03	
Plantas satélite de GNL	ITC ICG-04	
Estaciones de servicio para vehículos a gas	ITC ICG-05	
Instalaciones de envases de GLP para uso propio	ITC ICG-06	
Instalaciones receptoras de CG	ITC ICG-07	
Instalaciones de GLP en caravanas	ITC ICG-08	
Aparatos de gas	ITC ICG-10	

²¹ Real Decreto 412/2001, de 20 de Abril, por el que se regulan diversos aspectos relacionados con transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril. BOE nº 110 08-05-2001.

²² Real Decreto 1566/1999, de 8 de Octubre, sobre los consejeros de seguridad para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril o por vía navegable. BOE nº 251 20-10-1999.

²³ Orden FOM/2924/2006, de 19 de Septiembre, por la que se regula el contenido mínimo del informe anual de mercancías peligrosas por carretera, por ferrocarril o por vía navegable. BOE nº 230 26-09-2006.

	Reglamento	Periodicidad
Instalaciones petrolíferas		
Parques de almacenamiento de líquidos petrolíferos	MHP-02	Cada 10 años inspección periódica por OCA
Instalaciones de almacenamiento para el consumo en la propia instalación a) Instalaciones de superficie • Que no requieran proyecto • Que requieran proyecto	MHP-03	Cada 10 años: revisiones según 38.1 de IP-03 Cada 5 años: revisiones según 38.1 de IP-03
b) Instalaciones enterradas: • Protección activa mediante corriente impresa • Tanques sin sumergir y tanques de doble pared sin detección automática de fugas • Prueba de estanqueidad de tuberías		Cada 5, 2 e 1 año, según capacidad Cada 5 años: Prueba de estanqueidad con producto o cada 10 sin producto y limpio Primera prueba a los 10 años, sucesivas, cada 5 años
c) Inspección periódica global de Instalaciones con proyecto		Cada 10 años
Instalaciones para suministración a vehículos a) Instalaciones de superficie • Que no requieran proyecto • Que requieran proyecto	MHP-04	Cada 10 años: revisiones según 39.1 de IP-04 Cada 5 años: revisiones según 39.1 de IP-04
b) Instalaciones enterradas • Protección activa mediante corriente impresa • Tanques sin sumergir y tanques de doble pared sin detección automática de fugas • Prueba de estanqueidad de tuberías		Cada 5, 2 e 1 año, según capacidad Cada año: Prueba de estanqueidad con producto o cada 5 sin producto y limpio Primera prueba a los 10 años, sucesivas, cada 5 años
c) Inspección periódica global de Instalaciones con proyecto por OCA		Cada 10 años
Equipos a presión		
Calderas y sus elementos asociados (economizadores, pre-calentadores, sobre-calentadores, re-calentadores, etc..)	ITC EP-1	Inspección de nivel A cada año Inspección de nivel B cada 3 años Inspección de nivel C cada 6 años
Calderas de recuperación de lejas negras		Inspección de nivel B cada año Inspección de nivel C cada 3 años
Centrales generadoras de energía eléctrica	ITC EP-2	Inspecciones de nivel A, B y C según tipo y categoría (según Anexo III, R.D. 2060/2008) Inspección ordinaria de válvulas de seguridad (por OC, máximo cada 6 años)
Refinerías de petróleo y plantas petroquímicas	ITC EP-3	Inspecciones de nivel A, B y C de los recipientes según clasificación (según Art. 6.2, ITC) Inspecciones de nivel B de las tuberías cada 5, 10 o 12 años Inspección ordinaria de válvulas de seguridad, para calderas sometidas a llama: cada dos años, en las paradas programadas o inspecciones de nivel B y C
Depósito criogénicos	ITC EP-4	Inspecciones de nivel A, B y C según tipo y categoría (según Anexo III, R.D. 2060/2008)
Centros de recarga y centros de inspección de botellas de equipos respiratorios autónomos	ITC EP-5	Inspección cada 5 años
Centros de recarga de gases	ITC EP-6	Inspección cada 5 años

4.2 Riesgo de incendio y explosión. Plan de emergencia

4.2.1 Incendio

El riesgo de incendio es común en todas las actividades industriales y lugares, puesto que en todos ellos puede existir, en mayor o menor medida en algún momento, el desencadenante de un incendio si se dan las condiciones adecuadas. Cada vez se toma más concienciación de su importancia no sólo por las repercusiones económicas que puede generar, sino también por las pérdidas humanas que pueden producirse.

La ley de prevención de riesgos laborales, contempla el incendio como una de las situaciones de emergencia que deben ser consideradas de manera obligatoria en las empresas. Dentro de la legislación cabe mencionar también el Real Decreto 314/2006 por lo que se aprueba el Código Técnico de Edificación²⁴, en el que se recoge el documento básico de seguridad en caso de incendio, que contempla como reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio, sufran daños derivados de un incendio de origen accidental. Otra legislación de aplicación es el R.D. 2177/1996, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI-96²⁵, sobre condiciones de protección contra incendios en los edificios, y el R.D. 2267/2004, sobre seguridad contra incendios en establecimientos industriales²⁶, que tiene por objetivo establecer y definir los requisitos que deben satisfacer, para su seguridad, en caso de incendio.

Elementos del fuego

El **fuego** es una reacción química de oxidación-reducción fuertemente exotérmica, en la que es preciso que aparezcan cuatro factores. La falta de alguno, no se origina el incendio:

- **Combustible:** *componente reductor de la reacción que es el fuego y sobre lo que se encuentra un alto potencial del daño. En este apartado cabe hacer referencia a características del combustible que interesa tener controladas como son:*

²⁴ Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación. BOE nº 74 28-03-2006

²⁵ Real Decreto 2177/1996, de 4 de Octubre, por el que se aprueba a la Norma Básica da Edificación NBE-CPI-96: Condiciones de protección contra incendios de los edificios. BOE nº 261 29-10-1996

²⁶ Real Decreto 2267/2004, de 3 de Diciembre, por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. BOE nº 303 17-12-2004.

- **Límite de inflamabilidad:** rango de concentraciones a partir de las cuales se desarrolla el fuego, ya que no todas las concentraciones permiten que el fuego pueda desarrollarse.
 - **Límite inferior de inflamabilidad:** concentración mínima de combustible que debe haber en una atmósfera normal para que pueda producirse el fuego.
 - **Límite superior de inflamabilidad:** concentración de combustible a partir de la cual resulta insuficiente el contenido de oxígeno del aire para que se inicie el fuego.
- **Temperatura de inflamación:** temperatura a la presión atmosférica a la cual un combustible puede emitir suficientes vapores para alcanzar el límite inferior de inflamabilidad, y por lo tanto, en la presencia de aire y una fuente de energía de activación, iniciar el fuego.
- **Temperatura de autoinflamación:** temperatura mínima a la cual un combustible en presencia de aire y sin energía de activación, puede producir combustión espontánea.
- **Peligrosidad:** considera aspectos perjudiciales que se manifiestan como consecuencia de la combustión.
 - **Potencia calorífica:** cantidad de calor que puede emitir un combustible por unidad de masa al sufrir un proceso completo de combustión.
 - **Reactividad:** capacidad de un combustible para producir reacciones de gran potencial energético a veces de forma instantánea (explosiones).
 - **Toxicidad:** capacidad de emisión de productos de combustión, humos o gases, que resultan tóxicos para las personas.
- **Comburente:** componente oxidante de la reacción, por lo general oxígeno presente en el aire, aunque determinadas sustancias químicas también pueden actuar como comburentes.
- **Energía de activación:** energía necesaria para que se inicie la reacción, por lo general en forma de calor, por lo que posibles focos pueden tener origen térmico, eléctrico, mecánico o químico.
- **Reacción en cadena:** factor del fuego que permite que la reacción se mantenga una vez que se inicia.



Tipos de fuego

Dentro de los **tipos de fuegos**, podemos diferenciar:

- **clase A:** *combustible sólido con producción de brasa*, de lento desarrollo y que genera vapores y humos antes de poder apreciar las llamas. Puede producirse una reignición al generar brasa, por lo que deberá de tenerse atención a este aspecto. Pertenecen a esta clase materiales como la madera, el papel, gomas, caucho, telas...
- **clase B:** *combustible líquido o sólido de bajo punto de fusión que ante el fuego se comportara como un líquido*. Puede ser gasolina, aceites, pinturas, grasas, disolventes, alcoholes...
- **clase C:** *combustible gaseoso*. Tanto los fuegos clase C como los B, tienen una rápida evolución lo que hace que, en un corto período de tiempo, puedan alcanzarse altas temperaturas. Los gases desprendidos pueden servir como energía de activación para otros puntos, distintos del lugar donde se produce el incendio. Ejemplos de este tipo de fuego lo constituyen el butano, propano, metano, acetileno, o gas ciudad entre otros.
- **clase D:** *combustible metálico* o producto químico reactivo, con comportamientos específicos. Podemos citar materiales como el magnesio, el titanio, el uranio o el sodio.

Propagación de los incendios

Los incendios, **pueden propagarse** de forma **horizontal** por medio de calor de conducción, radiación o por derrame de combustible, o **vertical**, en sentido ascendente a través del calor de convección o descendente, por derrames entre diferentes niveles o colapsos.

Control de los incendios

Para **controlar os incendios** puede centrarse a actuación, principalmente, en dos tipos de medidas: las preventivas y las de control. A continuación se esquematizan las diferentes medidas que podemos encontrar para cada uno de los tipos:



Como podemos observar en el esquema anterior, podemos **actuar de forma preventiva** para impedir que se materialice el riesgo de incendio, para eso, podemos intervenir sobre alguno de los factores que desencadenan el fuego:

- **Sobre el combustible:** podemos, por ejemplo, sustituirlo o eliminarlo si es posible, o controlar que en ningún caso alcance el límite inferior de inflamabilidad, controlando la temperatura o mediante la ventilación.
- **Sobre el comburente:** haciendo, por ejemplo, que la atmósfera tenga un bajo o nulo contenido en oxígeno, o creando atmósferas con gases inertes como el nitrógeno o el vapor de agua.
- **Sobre la energía de activación:** controlando que no existan focos de energía de activación, en este caso diseñar instalaciones antideflagrantes, utilizar prendas antiestáticas o prohibir fumar en la zona.
- **Sobre la reacción en cadena:** añadiendo aditivos al combustible para impedir su combustión y así, en caso de que el incendio se inicie, no pueda mantenerse.

La **protección pasiva** actúa sobre el diseño del edificio de forma que, el control del incendio se logra sin que se realice ninguna acción posterior, una vez iniciado el incendio. Entre las principales medidas están:

- **Distancias:** si tenemos en cuenta que los incendios se propagan a través del calor, las distancias son una forma de combatirlo pues, a mayor distancia, menos calor.
- **Sectorización:** *consiste en un recinto en el que, en caso de incendio en su interior, se impide que pase al exterior durante un tiempo determinado y viceversa. Si se produce fuera de él, existe un tiempo de acción hasta que penetre.* En la norma UNE 23 093 puede consultarse la escala de tiempos en función del comportamiento de los materiales.
- **Aislamiento:** *interponer materiales con un coeficiente de calor bajo sobre las instalaciones.* Permite ganar tiempo para actuar si se produce el incendio.
- **Selección de materiales:** es importante seleccionar materiales de acabado o decoración que no contribuyan a la propagación del incendio a otros lugares, puede consultarse el R.D. 312/2005 de 18 de Marzo²⁷.
- **Protección estructural:** *consiste en elegir adecuadamente los materiales de construcción, pues la temperatura, en muchos casos, modifica el comportamiento de los materiales y puede dar lugar, por ejemplo, a que se colapse el edificio por falta de resistencia.*

El tiempo es un factor determinante para actuar en cuanto se desencadena un incendio, por eso haremos mención a las diferentes **etapas que deben ser consideradas** previas a la actuación propiamente dicta y, que en muchos casos reducen significativamente las consecuencias:

- **Detección:** *conocimiento de la existencia del incendio que puede ser descubierto a través de personas, por lo que es más fiable pero más lento, por instalaciones automáticas de detección o por una combinación de ambos.* La detección automática puede hacerse por diversos sistemas como son detectores de gases, de humos, de temperatura...
- **Alerta:** *en esta etapa se toma conciencia de la situación tomando las decisiones pertinentes para limitar las consecuencias tanto en las personas como en el patrimonio.* Por lo general, en los medios de detección automáticos, la señal está asociada a una central de control donde se recoge y analiza para después transmitir la decisión tomada.

²⁷ Real Decreto 312/2005, de 18 de Marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. BOE nº 79 02-04-2005.

- **Alarma:** transmite a las personas con la mayor rapidez posible, la decisión adoptada en la alerta para que las personas a las que va dirigida actúen.
- **Actuación:** consiste en poner en práctica las decisiones tomadas en fases anteriores.

En la **protección activa**, lo que se va a hacer es luchar contra el incendio con los medios necesarios para tratar de extinguirlo. A continuación se muestra un cuadro que recoge el tipo de fuego y el tipo de agente más apropiado para su **extinción**:

Tipo de agente extintor	Clases de fuego			
	A	B	C	D
Agua pulverizada	***	*		
Agua a chorro	**			
Espuma	**	**		
Polvo convencional		***	**	
Polvo polivalente ABC	**	**	**	
Polvo especial				*
Anhidrido carbónico	*	**		
Hidrocarburos halogenados	*	**	*	
Específico para fuego de metales				*
*Aceptable **Adecuado ***Muy adecuado				

Para finalizar, aun podemos encontrar diferentes **medios de extinción**²⁸, es decir, elementos que sirven para manejar los distintos agentes extintores en la lucha contra el fuego, y que pueden ser:

■ **Móviles**

- **Extintores:** recipientes a presión que contienen el agente extintor. Por lo general son muy eficaces, sobre todo para los conatos de incendio. El agente extintor es proyectado al exterior por acción de una presión interna en la que el origen puede ser el propio agente o un gas, denominado gas impulsor.

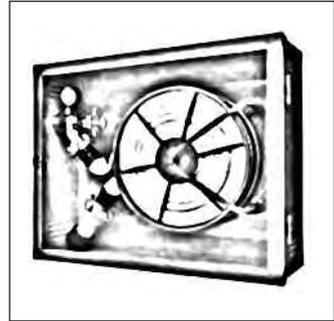


²⁸ Real Decreto 1942/1993, de 5 de Noviembre, por el que se aprueba el reglamento de Instalaciones de protección contra incendios. BOE nº 298 14-12-1993.

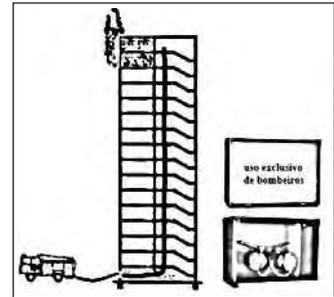
- **Vehículos:** como son por ejemplo los camiones de bomberos.

■ Fijos, manuales o automáticos

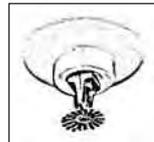
- **Bocas de incendio equipadas (BIES):** formadas por un armario a lo que llega una conducción de agua, una válvula de corte que permite el paso del agua, un manómetro que permite ver la presión del agua, una manguera para aproximar el agua a la lumbre, una devanadera para mantener recogida la manguera y una lanza, que es el dispositivo que permite controlar la salida y dirección del agua.



- **Redes de columna seca:** están formadas por redes de tubería de acero que terminan, en uno de sus extremos, en bocas con una adaptación para mangueras, y por el otro, en la fachada de los edificios, en un terminal para conexión de vehículos motobomba.



- **Hidrantes:** puntos de toma contra incendios para actuar desde el exterior, conectados a una red de agua a presión.



- **Rociadores:** sistemas automáticos que actúan en cuanto detectan un incendio, y pueden emplear agua u otro agente extintor.

4.2.2 Explosión

El riesgo de explosión puede aparecer en cualquier empresa en la que se fabriquen, procesen, manipulen, utilicen o almacenen sustancias sólidas, líquidas o gaseosas susceptibles de inflamarse, deflagarse o explotar; por eso deben tomarse las precauciones adecuadas.

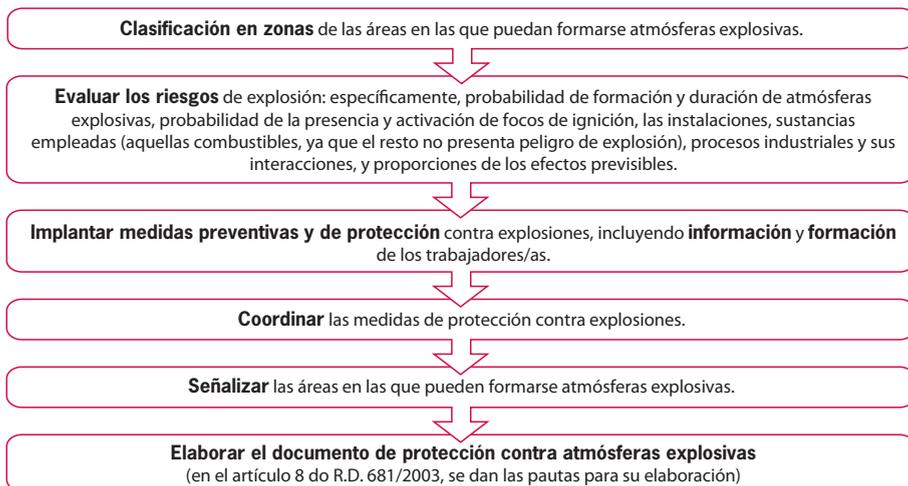
²⁹ Real Decreto 681/2003, de 12 de Junio, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores expuestos a riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. BOE nº 145 18-06-2003.

Surge así la **normativa Atex** para las atmósferas explosivas, constituida por el R.D. 681/2003 del 12 de junio²⁹, aplicable a sectores como la Industria química, escombreras e ingeniería civil, compañías eléctricas, de gas o de residuos, industria de la madera, elaboración de metales, talleres de esmaltado, agricultura, refinерías, empresas de reciclaje, industria agroalimentaria y farmacéutica... que puede ser consultado para un conocimiento más detallado del tema.

La **atmósfera explosiva** es la mezcla con el aire *-comburente- en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos -combustible- en la que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada.*

Para que se produzca una explosión son precisos tres elementos, el combustible, el comburente y la energía de activación. Esta energía debe ser superior a un límite dado, característico de cada sustancia.

En la ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995, se hace referencia a que el empresario/a deberá adoptar las medidas necesarias, en función de la actividad empresarial. Además, el R.D. 618/2003, también establece **obligaciones para el empresario/a** en materia de prevención y protección contra las explosiones, que se pueden resumir en:



Parámetros que influyen en la explosión

Es importante tener en cuenta determinados parámetros que influyen en el riesgo de explosión, entre los que cabe mencionar:

- **Límite de explosividad:** rango de concentraciones de gases, vapores o nieblas inflamables a partir de las cuales se desarrolla una atmósfera explosiva.
 - **Límite inferior de explosividad (LIE):** concentración mínima de gases, vapores o nieblas inflamables en el aire por debajo de la cual, la mezcla no es explosiva.
 - **Límite superior de explosividad (LSE):** concentración máxima de gases, vapores o nieblas inflamables en el aire por arriba del cual, la mezcla no es explosiva.
- **Temperatura de inflamación:** temperatura mínima, en condiciones normales de presión, a la cual se desprende la cantidad suficiente de vapores para que se produzca la inflamación, mediante la aportación de un foco de ignición externo.
- **Temperatura de autoignición:** temperatura mínima para que un producto entre en combustión de forma espontánea.
- **Energía mínima de inflamación:** energía mínima necesaria para conseguir la inflamación de una atmósfera para una determinada concentración.

Tipos de explosión

Dentro de los **tipos de explosión**, puede distinguirse:

- **Deflagración:** combustión súbita con llamas a baja velocidad de propagación (inferior a la velocidad del sonido), como es el caso de gases/líquidos inflamables y polvo combustible.
- **Detonación:** proceso de combustión supersónica que implica la existencia de una onda expansiva y una zona de reacción detrás de ella, propia de sustancias explosivas sólidas o líquidas.

Zonas en las que pueden formarse atmósferas explosivas, materialización del riesgo, valoración y control

	Zona	Características
En presencia de gas, vapor o niebla inflamables	Zona 0	Área de trabajo donde una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla, está presente de modo permanente, por un período de tiempo prolongado o con frecuencia.
	Zona 1	Área de trabajo en la que es probable, en condiciones normales de explotación, la formación ocasional de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.
	Zona 2	Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación ocasional de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante breves períodos de tiempo.
En presencia de polvo combustible	Zona 20	Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire, está presente de forma permanente, por un período de tiempo prolongado o con frecuencia.
	Zona 21	Área de trabajo en la que es probable la formación ocasional, en condiciones normales de explotación, de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire.
	Zona 22	Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera sólo permanece durante un breve período de tiempo.

La **probabilidad de que se materialice el riesgo** de una atmósfera explosiva, viene determinada por la probabilidad de la presencia y activación de las fuentes de ignición, y de la posibilidad de formación de una atmósfera explosiva peligrosa (parámetro relacionado con el tipo de zona que resulta de clasificar las áreas de riesgo).

Clasificación de la zona de riesgo				
Probabilidad de ignición	Nonclasificada	Zonas 2/22	Zonas 1/21	Zonas 0/20
Fuente de ignición inexistente	despreciable	despreciable	despreciable	despreciable
Posibilidad de ignición en caso de disfunción rara o fallo no previsible	despreciable	muy baja	baja	media
Posible ignición en caso de disfunción o fallo previsible	despreciable	baja	media	alta
Posible ignición en funcionamiento normal	despreciable	media	alta	muy alta

Para **valorar el riesgo** derivado de una atmósfera explosiva, se analizará conjuntamente la **probabilidad de que se materialice**, en la que se combina la pro-

babilidad de ignición y la zona de riesgo, estableciendo cinco categorías diferentes (descrito en el cuadro anterior) y por el otro, la **severidad de las consecuencias**.

Severidad de las consecuencias				
Probabilidad de materialización	Baja	Media	Alta	Muy alta
Muy baja	Riesgo leve	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo alto
Baja	Riesgo leve	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo muy alto
Media	Riesgo leve	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo muy alto
Alta	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto
Muy alta	Riesgo medio	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto

La **prioridad de intervención** viene marcada por la gravedad del riesgo, en este caso:

- **Riesgo leve:** no requiere acciones urgentes aunque deben considerarse soluciones de mejora a través de alguna medida organizativa para conseguir eliminar el riesgo. Deben hacerse comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo se mantenga en ese nivel.
- **Riesgo medio:** en un período determinado deberán ser establecidas las medidas necesarias para reducir el riesgo. Se necesitarán medidas a posteriori y acciones más precisas para minimizar los riesgos.
- **Riesgo alto:** requieren inmediatamente acciones a corto plazo para reducir los riesgos, especificando además acciones más precisas, a posteriori, para confirmar la minimización del riesgo.
- **Riesgo muy alto:** con este tipo de riesgo no debería comenzar ni continuar el trabajo mientras no se reduzca el riesgo, por lo que son necesarias medidas urgentes.

Para **controlar las explosiones** puede centrarse la actuación en:



Principales riesgos, causas y medidas preventivas en caso de incendio/explósión

De forma resumida, en el cuadro que sigue se especifican los principales riesgos en caso de incendio y/o explosión, con las causas por las que se pueden producir, junto con algunas medidas de prevención y/o protección, a las que se deberá prestar atención:

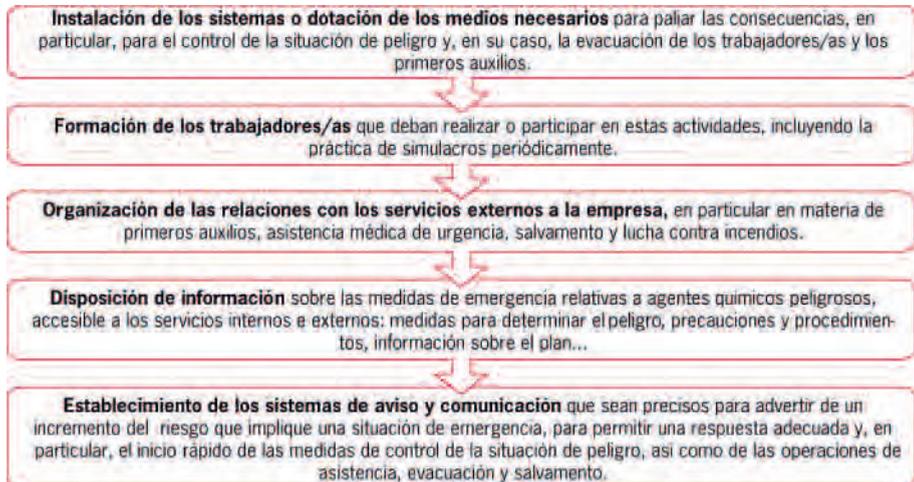
Causas	Medidas de prevención/protección
Existencia de atmósferas peligrosas	<ul style="list-style-type: none"> • Impedir la formación de atmósferas explosivas, mediante: <ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de las sustancias inflamables. - Limitación de la concentración. - Inertización. - Prevención o reducción de la formación de atmósfera explosiva en las inmediaciones de las instalaciones. - Ventilación y extracción eficientes. - Utilización de aparatos detectores avisadores de gas. • Minimizar la presencia de focos de ignición, con la finalidad de evitar la ignición de la atmósfera explosiva. • Instrucciones de trabajo por escrito. • Formación e información de los trabajadores/as. • Señalización adecuada de estas áreas.
Evaporación incontrolada de sustancias inflamables	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación o minimización de mezclas inflamables. • Utilizar vitrinas en operaciones con desprendimiento de gases o vapores inflamables para pequeñas cantidades. • Ventilación natural o forzada. • Control de derramames.
Formación de electricidad estática en la manipulación de líquidos inflamables	<ul style="list-style-type: none"> • Conexión equipotencial y puesta a tierra de recipientes y otras partes de la instalación. • Modificación de la conductividad de los líquidos. • Limitación de la velocidad de flujo. • Evitar chorros y salpicaduras. • No conectar a puesta a tierra las sondas de muestreo/medida. • Puesta a tierra del personal, en aquellos puestos de trabajo fijos. • Utilizar calzado y suelo antiestático. • Emplear indumentaria antiestática. • Emplear recipientes metálicos. • Restringir el tamaño en recipientes de plástico.
Concentración peligrosa de polvos combustibles	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar suspensiones o nubes de polvo en el aire. • Evitar la entrada de aire en la transferencia del polvo al recipiente con líquido inflamable (válvulas doble compuerta, rotatorias, de tornillo helicoidal, ...). • Inertizar. • Humidificar.
Formación de electricidad estática en la manipulación de polvos combustibles	<ul style="list-style-type: none"> • Emplear equipos y conductos metálicos. • Conexiones equipotenciales y puesta a tierra. • Evitar equipos y conductos de plástico. • Puesta a tierra del personal, en aquellos puestos de trabajo fijos. • Utilizar calzado y suelo antiestático. • Emplear indumentaria antiestática. • Aplicar aditivos o sistemas de ionización. • Emplear sacos o bolsas antiestáticos.
Instalación eléctrica deficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de materiales y equipos eléctricos adecuados. • Instalación eléctrica antiexplosiva (antideflagrante, seguridad aumentada, inmersión en aceite, encapsulada, intrínseca,..).
Existencia de otros focos de ignición	<ul style="list-style-type: none"> • Control de todo tipo de focos de ignición (focos térmicos, químicos, mecánicos o eléctricos) (ver norma UNE-EN 1127-1).

4.2.3 Plan de emergencia

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales, hace referencia, en su artículo 20, a las medidas de emergencia y cita: **“el empresario/a, habida cuenta el tamaño y actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica las medidas y comprobando periódicamente, en su caso, el correcto funcionamiento. El citado personal, deberá disponer de formación necesaria, ser suficiente en número y disponer del material adecuado, en función de las circunstancias antes mencionadas”**.

“Para la aplicación de las medidas adoptadas, el empresario/a deberá organizar las relaciones que sean necesarias con servicios externos a la empresa, en particular en materia de primeros auxilios, asistencia de urgencia, salvamento y lucha contra incendios, de forma que se garantice la rapidez y eficacia de las mismas”.

Junto con la Ley de Prevención, en el artículo 7 del R.D. 374/2001 sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores/as contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante lo trabajo, se hace mención a las **medidas que se deben tomar en caso de accidente, incidente y/o emergencia**, que resumimos en el siguiente esquema:



Emergencias y sus planes

Entendemos por **Emergencia**, toda situación en la que se produce un suceso incontrolado o que se prevé, razonablemente que se produzca de forma repentina y no deseada, del que pueden derivarse daños importantes para las personas, bienes, flora, fauna y/o medio ambiente. Se consideran por lo tanto emergencias el incendio, explosión, fugas de gases nocivos o derrames incontrolados de productos peligrosos, entre otros.

En lo que a la legislación se refiere, tenemos el R.D. 1254/1999 por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas³⁰; el R.D. 393/2007 por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección³¹ de centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia (en el anexo I contempla las sustancias peligrosas); la resolución en la que se aprueba la Directriz Básica para la elaboración y homologación de los planes especiales del sector químico³²; el R.D. 1196/2003 por el que se aprueba la Directriz Básica de protección civil³³ para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en el que intervienen sustancias peligrosas; y el R.D. 171/2010³⁴ sobre Planes de Autoprotección en la comunidad autónoma de Galicia.

En el anexo I de la Norma básica de Autoprotección junto con el anexo I del R.D. 171/2010, podemos consultar todas aquellas actividades en las que, de carácter obligatorio, deben contar con un **Plan de Autoprotección**. Las actividades incluidas en estos anexos responden a parámetros como son:

- Aforo y ocupación.
- Vulnerabilidad.
- Carga de fuego.

³⁰ Real Decreto 1254/1999, de 16 de Julio, por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. BOE nº 172 20-07-199 modificado por el R.D.119/2005 (BOE nº 36 11-02-2005) y el R.D. 948/2005 (BOE nº 181 30-07-2005).

³¹ Real Decreto 393/2007, de 23 de Marzo, por el que se aprueba la norma básica de autoprotección. BOE nº 72 24-03-2007.

³² Resolución del 30 de Enero de 1991, en la que se aprueba la directriz básica para la elaboración y homologación de los planes especiales del sector químico. BOE nº 32 6-02-1991.

³³ Real Decreto 1196/2003, de 19 de Septiembre, por el que se aprueba la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en el que intervienen sustancias peligrosas. BOE nº 242 09-10-2003.

³⁴ Real Decreto 171/2010, de 1 de Octubre, sobre Planes de Autoprotección en la comunidad autónoma de Galicia. DOGA nº 203 21-10-2010.

- Cantidad de sustancias peligrosas.
- Condiciones físicas de accesibilidad de los servicios de rescate y salvamento.
- Tiempo de respuesta de los servicios de rescate y salvamento.
- Posibilidad de efecto dominó y daños al exterior.
- Condiciones del entorno.

El Plan debe ser acorde y adecuado a las necesidades surgidas en la evaluación de riesgos, para minimizar la probabilidad de que se materialicen y, en el caso de que lo hagan, tener establecidas las líneas de actuación que permitan proceder lo más rápido posible, de forma que se consiga evacuar las zonas afectadas y se minimicen las consecuencias. El plan, persigue optimizar los recursos disponibles lo que implica que, antes de su implantación, el edificio deberá estar dotado de las infraestructuras materiales y humanas necesarias, y deberá ser conocido por todos los trabajadores/as de la misma dando respuesta las siguientes cuestiones, “*qué se debe hacer, quién debe actuar, cómo se debe actuar, y con qué medios se debe actuar*”.

Plan de emergencia interior

Como se establece en los diferentes R.D. mencionados, el empresario/a deberá elaborar un **Plan de Autoprotección** denominado **Plan de Emergencia Interior (PEI)**, en el que defina la organización y conjunto de medios y procedimientos de actuación, con la finalidad de prevenir los accidentes de cualquier tipo y limitar los efectos en el interior del establecimiento. Además de su implantación deberá también registrarlo, mantenerlo y revisarlo. En aquellos casos que además estén presentes sustancias peligrosas, proporcionará a los órganos competentes de la Comunidad Autónoma la información y apoyo necesario para que estos puedan elaborar **Planes de Emergencia Exterior (PEE)**.

Cada **Plan de Autoprotección debe ser registrado** por el titular de la actividad, dependiendo el registro de la dirección general de la Xunta de Galicia. La finalidad es establecer una base de datos sobre el contenido de los planes de autoprotección, a la que podrán acceder los servicios de emergencia de la comunidad autónoma gallega, frente a posibles intervenciones en caso de siniestro, teniendo información precisa de aspectos de gran importancia para tomar las decisiones pertinentes.

El plan de autoprotección o **PEI**, tendrá como **mínimo el contenido especificado en el anexo 2 del R.D. 393/2007 y en el R.D. 171/2010**, que es el siguiente:

- Capítulo 1. Identificación de los titulares y de la localización de la actividad.
 - 1.1 Dirección postal de la localización de la actividad. Denominación de la actividad, nombre y/o marca. Teléfono y Fax.
 - 1.2 Identificación de los titulares de la actividad. Nombre y/o Razón Social. Dirección Postal, Teléfono y Fax.
 - 1.3 Nombre del Director del Plan de Autoprotección y del director o directora del plan de actuación en emergencia, en caso de ser distintos. Dirección Postal, Teléfono y Fax.

- Capítulo 2. Descripción detallada de la actividad y del medio físico en el que se desarrolla.
 - 2.1 Descripción de cada una de las actividades desmenuadas objeto del plan.
 - 2.2 Descripción del centro o establecimiento, dependencias e instalaciones donde se desarrollan las actividades objeto del plan.
 - 2.3 Clasificación y descripción de usuarios.
 - 2.4 Descripción del entorno urbano, industrial o natural en el que figuren los edificios, instalaciones y áreas donde se desarrolla la actividad.
 - 2.5 Descripción de los accesos. Condiciones de accesibilidad para la ayuda externa.
 - Plano de situación, comprendiendo el entorno próximo urbano, industrial o natural en el que figuren los accesos, comunicaciones... y planos descriptivos de todas las plantas del edificio, instalaciones y áreas donde se realiza la actividad.

- Capítulo 3. Inventario, análisis y evaluación de riesgos
 - 3.1 Descripción y localización de los elementos, instalaciones, procesos de producción... que puedan dar origen a una situación de emergencia o incidir de forma desfavorable en el desarrollo de la misma.
 - 3.2 Identificación, análisis y evaluación de los riesgos propios de la actividad y de los riesgos externos que pudieran afectarle. (Riesgos contemplados en los planes de Protección Civil y actividades de riesgo próximas).

- 3.3 Identificación, cuantificación y tipología de las personas tanto afectadas por la actividad como ajenas a la misma que tengan acceso a los edificios, instalaciones y áreas donde se desarrolla la actividad.
 - Planos de situación por plantas de todos los elementos y/o instalaciones de riesgo, tanto los propios como los del entorno.
- Capítulo 4. Inventario y descripción de las medidas y medios de autoprotección..
- 4.1 Inventario y descripción de las medidas y medios, humanos y materiales de los que dispone la entidad para controlar los riesgos detectados, enfrentar las situaciones de emergencia y facilitar la intervención de los Servicios Externos de Emergencias.
 - 4.2 Medidas y los medios, humanos y materiales, disponibles en aplicación de disposiciones específicas en materia de seguridad.
 - Planos de situación de los medios de autoprotección (conforme a la normativa UNE), planos de recorridos de evacuación y áreas de confinamiento, reflejando el número de personas a evacuar por áreas según los criterios fijados en la normativa vigente, y planos de compartimentación de áreas o sectores de riesgo.
- Capítulo 5. Programa de mantenimiento de instalaciones.
- 5.1 Descripción del mantenimiento preventivo de las instalaciones de riesgo, que garantice el control de las mismas.
 - 5.2 Descripción del mantenimiento preventivo de las instalaciones de protección, que garantice la operatividad de las mismas.
 - 5.3 Realización de las inspecciones de seguridad de acuerdo con la normativa vigente.
- Capítulo 6. Plan de actuación ante emergencias.
- 6.1 Identificación y clasificación de las emergencias:
 - En función del tipo de riesgo.
 - En función de la gravedad:
 - **Conato de emergencia:** *aquella situación de emergencia que puede ser controlada y dominada de forma sencilla y rápida por el personal y los medios de protección disponibles en el lugar donde se pro-*

duce. De forma general no requiere evacuación del personal de la zona afectada.

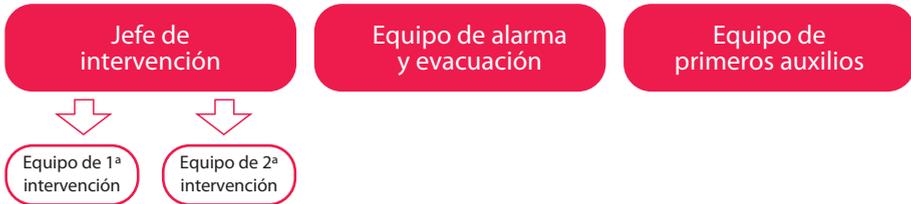
- **Emergencia parcial:** *situación de emergencia que no puede ser dominada de forma inmediata como un conato, y requiere la actuación de los equipos especiales de emergencia del sector (equipo de segunda intervención). Sus efectos se limitan al sector donde se inicia la emergencia, no afectan a sectores limítrofes ni a terceras personas y, de forma general, no precisa la evacuación de la empresa, en algunos casos, como mucho, la del sector afectado.*
- **Emergencia general:** *situación de emergencia que supera la capacidad de los medios humanos y materiales contra incendios, por lo que necesita la intervención de todos los equipos y medios de protección de la empresa, la ayuda de los medios de salvamento y socorro, y por lo tanto necesita que todas las personas del edificio sean evacuadas de forma controlada y ordenada.*
 - En función de la ocupación y medios humanos.
- 6.2 Procedimientos de actuación ante emergencias:
 - Detección y Alerta.
 - Mecanismos de Alarma: identificación de la persona que dará los avisos, identificación del Centro de Coordinación de Atención de Emergencias de Protección Civil.
 - Mecanismos de respuesta frente a la emergencia.
 - Evaluación y/o Confinamiento.
 - Prestación de las Primeras Ayudas.
 - Modos de recepción de las Ayudas externas.
- 6.3 Identificación y funciones de las personas y equipos que llevarán a cabo los procedimientos de actuación en emergencias.
- 6.4 Identificación del Responsable de la puesta en marcha del Plan de Actuación ante Emergencias.

Es **fundamental que las personas del equipo de emergencia estén entrenadas para conocer las actuaciones que deberán llevar a cabo**

para controlar la emergencia y para garantizar la operatividad del plan. De forma general, el equipo de emergencia estará compuesto por:

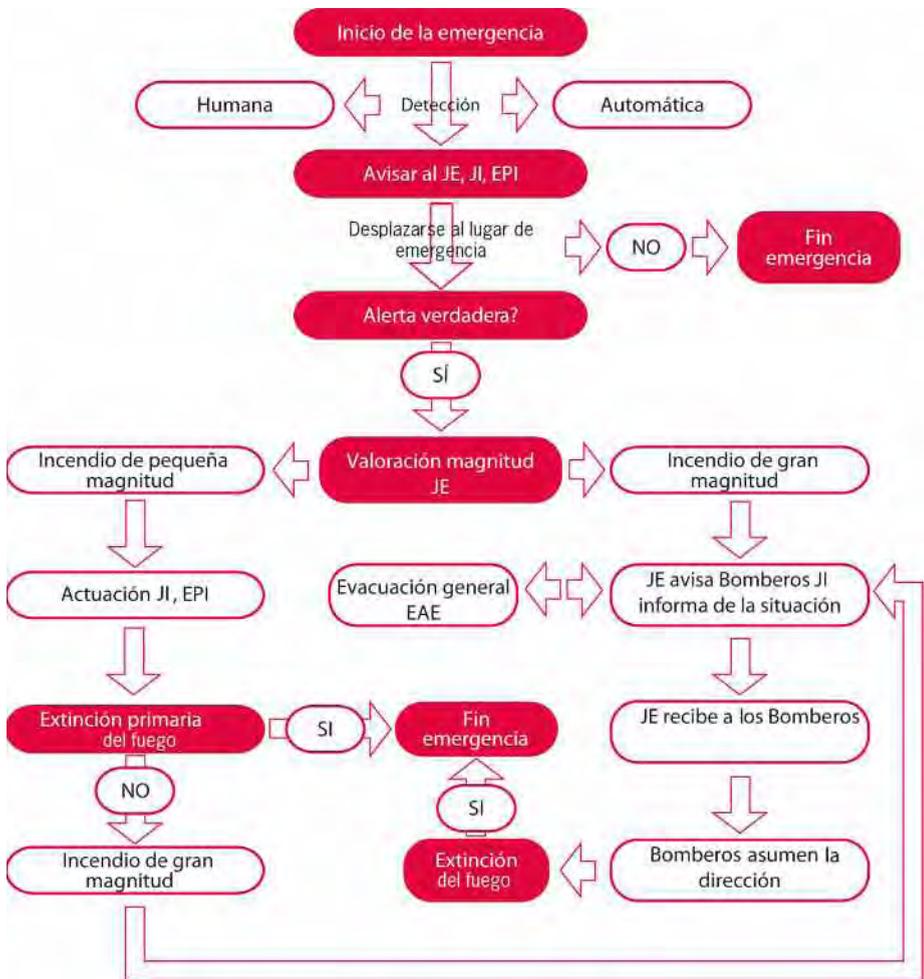
- **Jefe de Emergencia (JE):** máxima autoridad en el centro de trabajo durante la emergencia, con funciones de clasificar el tipo de emergencia y que deberá tomar las medidas oportunas en cada caso. Su presencia será obligatoria en el centro, aunque puede delegarla en otra persona. Deberá ser consultado en todas las situaciones que involucren a la seguridad, asumiendo la dirección del área donde se produce la emergencia, y será el encargado, desde el centro de control, de enviar al lugar de emergencia las ayudas internas y externas de las que se dispone.
- **Jefe de Intervención (JI):** recibirá por parte del jefe de emergencia la notificación de la misma siguiendo sus instrucciones. Se situará en el lugar de la emergencia y una vez ahí será el máximo responsable. Valorará y dirigirá las operaciones de extinción, asumiendo la dirección de los equipos de intervención e informando al Jefe de Emergencia.
- **Equipo de 1ª Intervención (EPI):** constituido por personal formado, entrenado y equipado que actuará por parejas en el inicio de la emergencia. Acudirán al lugar donde se haya producido la emergencia equipados con los medios necesarios para intentar controlarla.
- **Equipo de 2ª Intervención (ESI):** constituido por personal formado, entrenado y equipado para intervenir cuando el equipo de 1ª intervención no haya podido controlar la emergencia por su gravedad. Prestarán apoyo a los servicios externos de ayuda.
- **Equipo de Alarma y Evacuación (EAE):** sus integrantes serán los encargados de asegurar la evacuación ordenada y total de personas, garantizando que se haya dado la alarma y verificando que no queda nadie sin evacuar, controlando las ausencias en el punto exterior de reunión (punto fuera de la empresa donde deberá reunirse todo el personal de la misma tras una evacuación).
- **Equipo de Primeros Auxilios (EPA):** sus integrantes prestarán los primeros auxilios necesarios a las personas accidentadas, valorando la necesidad de solicitar ayuda sanitaria externa en función de los daños ocasionados y de los recursos disponibles.

Jefe de emergencia



- Capítulo 7. Integración del plan de autoprotección en otros de ámbito superior.
 - 7.1 Protocolos de notificación de la emergencia
 - 7.2 Coordinación entre la dirección del Plan de Autoprotección y la dirección del Plan de Protección Civil donde se integre el Plan de Autoprotección.
 - 7.3 Formas de colaboración de la Organización de Autoprotección con los planes y las actuaciones del sistema público de Protección Civil.
- Capítulo 8. Implantación del Plan de Autoprotección.
 - 8.1 Identificación del responsable de la implantación del Plan.
 - 8.2 Programa de formación y capacitación para el personal con participación activa en el Plan de Autoprotección.
 - 8.3 Programa de formación e información a todo el personal sobre el Plan de Autoprotección..
 - 8.4 Programa de información general para los usuarios.
 - 8.5 Señalización y normas para la actuación de visitantes.
 - 8.6 Programa de dotación y adecuación de medios materiales y recursos.
- Capítulo 9. Mantenimiento de la eficacia y actualización del plan de autoprotección.
 - 9.1 Programa de reciclaje de formación e información.
 - 9.2 Programa de sustitución de medios y recursos.
 - 9.3 Programa de ejercicios y simulacros.
 - 9.4 Programa de revisión y actualización de toda la documentación que forme parte del Plan de Autoprotección.
 - 9.5 Programa de auditorías y inspecciones.

- Anexo I. Directorio de comunicación.
 - Teléfonos del personal de emergencias.
 - Teléfonos de ayuda exterior.
 - Otras formas de comunicación.
- Anexo II. Formularios para al gestión de emergencias.
- Anexo III. Planos.



4.3 Medición y análisis de los contaminantes

Como ya se ha comentado al el inicio de esta guía, existen numerosos procesos industriales que emplean agentes químicos, y como consecuencia, innumerables trabajadores/as se encuentran expuestos a la presencia de estos contaminantes en su puesto de trabajo. Aunque la mayoría de ellos están expuestos puntualmente en poca medida, otros tantos están expuestos a importantes concentraciones a lo largo de su jornada, y otros sólo se exponen en determinadas actividades. A pesar de todo esto, en todos los casos la salud de estos trabajadores/as puede verse afectada.

Se debe por lo tanto valorar las diferentes situaciones y cuantificar los riesgos ocasionados, y para eso, analizaremos dos factores importantes:

- La **concentración de contaminante**: *cantidad de contaminante presente en el ambiente de trabajo*. Su valoración no es sencilla, ya que requiere procedimientos de medida complejos, pongamos el caso, por ejemplo, de un trabajador/a que maneja un preparado constituido por varias sustancias. Puede ser que para cada sustancia, sea necesario un procedimiento diferente para determinar a concentración.
- El **tiempo de exposición**: *duración del contacto entre el contaminante y el organismo del trabajador/a*. Al contrario que con la concentración, es relativamente más fácil de obtener, puesto que en muchos casos este tiempo es la totalidad de la jornada laboral, y en otros casos, estudiando los procesos que sigue el trabajador/a, el tiempo es fácil de determinar.

La metodología que se emplee debe permitir, de la forma más objetiva posible, cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y lógicamente, jerarquizar de forma racional la prioridad de actuación.

4.3.1 Estrategia de muestreo

Para poder medir la concentración de agentes químicos presentes en el lugar de trabajo, deberá disponerse y aplicar métodos analíticos, o procedimientos de medición adecuados al objetivo pretendido, que no es más que la evaluación de la exposición del trabajador/a. Por lo tanto, deberemos determinar la forma en la que se va a desarrollar el proceso, distinguiendo las siguientes fases:

- **Método de muestreo**: Su elección va a depender del tipo de contaminantes presentes en el puesto de trabajo y del método de análisis posterior.

Entre los **criterios que deben contemplarse para la elección de un método analítico** están:

- **Cuando la evaluación de riesgos incluya la realización de mediciones, análisis o ensayos y exista normativa específica de aplicación** como es el caso de fibras de amianto, plomo metálico y sus compuestos iónicos, cloruro de vinilo monómero y benceno, el procedimiento de evaluación deberá ajustarse a las condiciones establecidas en la legislación.
- **Cuando la normativa no establezca los métodos que deben emplearse**, o cuando los criterios de evaluación contemplados en esa normativa deban ser interpretados por criterios de carácter técnico, podrán escogerse en este orden los siguientes métodos:
 - **Normas UNE:** métodos analíticos para determinar contaminantes en el aire en el lugar de trabajo y para el control biológico.
 - **Métodos analíticos del INSH:** métodos de toma de muestras y análisis validados y publicados por el Instituto Nacional de Seguridad y Higiene en el Trabajo. La elección del método para un contaminante o grupo de contaminantes, en caso de que existan varias posibilidades se escogerá por prioridad:
 - **Método recomendado:** método evaluado por el INSHT según determinados criterios de valoración y que fue suficientemente probado mediante ensayos de colaboración entre diferentes laboratorios del INSHT.
 - **Método aceptado:** método utilizado por el INSHT que fue sometido a un protocolo de validación por organismos oficiales competentes en la área de la normalización de métodos analíticos, o bien fue adoptado como método recomendado por asociaciones de profesionales dedicados al estudio y evaluación de riesgos por agentes químicos; así como por aquellos métodos recomendados por la Unión Europea o basados en métodos ampliamente conocidos y evaluados por especialistas en este tipo de análisis.
 - **Método propuesto:** método puesto a punto por el INSHT y ensayado de forma satisfactoria, pero que hasta la fecha no ha sido sometido a protocolo de validación.
 - **Normas internacionales:** como son las normas ISO (International Standards Organisation).

- **Métodos normalizados publicados por organismos oficiales o entidades competentes** de otros países, de reconocido prestigio, como son el NIOSH (del National Institute for Occupational Safety and Health), o el OSHA (de la Occupational Safety and Health Administration).
- **Métodos desarrollados por el propio laboratorio y adoptados de otras fuentes bibliográficas**, como pueden ser artículos científicos, libros, publicaciones técnicas,... que contengan suficiente información para realizar análisis y que previamente fueran validados de forma apropiada.

■ **Cuando sea precisa la toma de muestras, en el método analítico escogido constará:**

- **Toma de muestras** indicando el procedimiento y materiales necesarios para su obtención y captación.
- **Transporte y almacenamiento** indicando precauciones y recomendaciones para evitar que las muestras una vez obtenidas puedan alterarse.
- **Análisis de la muestra**, donde se describirá el tratamiento de la muestra, y las técnicas necesarias para su análisis.

El método analítico elegido deberá proporcionar resultados fiables y válidos para el contaminante o grupo de contaminantes estudiados, permitiendo posteriormente la comparación de resultados con los valores límite establecidos y que así pueda tomarse una decisión sobre si la exposición representa o no un riesgo para la salud de los trabajadores/as. A modo de ejemplo:

Contaminante	Captador	Caudal (litros/minuto)	Tiempo muestreo	Técnica analítica
Fibras amianto	Filtro éster celulosa	1	entre 5 minutos e 8 horas	Microscopía óptica
Hidrocarburos alifáticos	Tubo carbón activo	0,2	10 minutos	Cromatografía de gases
Isocianatos	Dilución absorbente	1	15 minutos	Cromatografía de gases
Metal/humo metálico	Filtro éster celulosa	2	2 horas	Espectrofotometría de absorción atómica
Metanol	Tubo gel de sílice	0,2	10 minutos	Cromatografía de gases
Polvo total	Filtro pvc	2	50 minutos	Gravimetría
Tolueno	Muestreadores pasivos	2	2 horas	Espectrofotometría de absorción atómica

- **Ubicación de la medición;** por lo general en la higiene industrial la medición de la concentración ambiental debe ser de tipo personal, es decir, que el instrumento de medida y recogida de muestras será llevado por el trabajador/a, y estará situado en la zona de respiración del mismo.
- **Número de personas a muestrear;** por lo general se recurre a muestrear un grupo de personas del colectivo que realizan tareas similares en condiciones ambientales semejantes, puesto que un muestreo a todo el colectivo tendría un elevado costo. Debe garantizarse que dentro del grupo a muestrear se incluyan personas con la mayor exposición, para eso, pueden elegirse personas próximas al foco contaminante, aquellas con mayor tiempo de exposición o las que estén cerca de corrientes de aire.
- **Número de muestras y duración de las mismas;** la concentración de contaminantes varía durante la jornada, por lo que es necesario que con el muestreo se pueda cubrir toda la jornada o el tiempo de exposición completo, en caso de que sea inferior. Su número dependerá del tiempo del muestreo recomendado por el método que se aplique, puede consultarse la norma UNE-EN 689, válida cuando el período de exposición es uniforme.

4.3.2 Tipo de mediciones

Para calcular la concentración, deberemos tener en cuenta el tipo de medición que necesitamos, y que recogemos en el siguiente esquema de forma resumida:

Atendiendo a la duración de la medición

Mediciones puntuales. Determinan la concentración en un corto período de tiempo, y los resultados corresponden a la concentración instantánea en el momento de la medición.

Mediciones promedio. Determinan la concentración media en un largo período de tiempo que es lo que dura la medición.

Atendiendo a la localización de la medición

Mediciones personales. Determinan el valor de la concentración equivalente a la que está expuesto un trabajador/a, con lo que el equipo de muestreo debe llevarlo el propio trabajador/a, equipos portátiles de poco peso e que interfieren poco en su trabajo.

Mediciones ambientales. Determinan la concentración que afecta a un local concreto del trabajo durante el tiempo que dura la medición.

Atendiendo al procedimiento de medida

Procedimientos de lectura directa. Determinan la concentración ambiental mediante instrumentos que facilitan datos puntuales inmediatamente.

Procedimientos de toma de muestras. Determinan la concentración en dos fases de proceso, primero deberá tomarse la muestra y después deberá procederse a su análisis.

4.3.3 Procedimientos de medida

Los procedimientos de medida para los diferentes contaminantes químicos **estarán detallados en el método analítico que se elija** del que ya mencionamos antes seleccionarlo.

En esta guía nuestro cometido es sintetizar de forma general el procedimiento a seguir para la medición de un contaminante cualquiera, sin olvidar, que para conocer con más detalle esta cuestión, deberemos remitirnos a la consulta detallada del método escogido:



Procedimientos de lectura directa

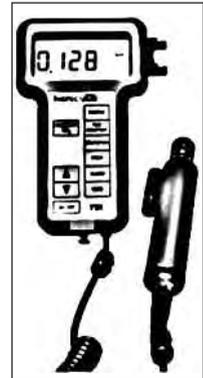
Los procedimientos de lectura directa determinan la concentración ambiental mediante instrumentos que facilitan datos puntuales de forma inmediata, por lo que, entre la sus ventajas está que ahorran mucho tiempo pero, como principal inconveniente proporcionan una menor precisión, y también la posibilidad de que existan errores por interferencia con otras sustancias.

■ **Medición de gases o vapores**

- **• Tubos colorimétricos:** consisten en un tubo de vidrio específico para cada contaminante, que cuenta en su interior con un reactivo químico que cambia de color al reaccionar con el contaminante a medir, dando una sustancia coloreada. Esta concentración se mide en la escala graduada impresa en el tubo. El aire contaminado circula a través del reactivo forzado por una bomba manual o accionada eléctricamente. Se utilizan frecuentemente porque son de fácil manejo, bajo costo, y existe gran variedad de tubos para los diferentes contaminantes. Entre sus desventajas están que el reactivo puede alterarse debido a la presencia de otros contaminantes, tiene baja fiabilidad y en algunos casos no existe un tubo adecuado.



- **• Monitores:** son equipos de gran precisión que permiten la medición inmediata de la concentración de un determinado contaminante. Por lo general constan de un sensor, que genera una señal eléctrica proporcional a la concentración del contaminante específico para el cual se diseñan, y se obtiene así la lectura correspondiente a la concentración sobre una pantalla digital. Solamente existen sensores para un número reducido de contaminantes por ejemplo para el amoníaco, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, el cloro, el ozono, el sulfuro de hidrógeno...



■ **Medición de aerosoles**

- **• Instrumentos ópticos:** se basan en la medida de la interrupción del haz luminoso como consecuencia de la interposición de las partículas del aerosol que se está midiendo. Cuantas más partículas, menos cantidad de luz llega a la célula fotoeléctrica, y en que la salida es proporcional a la concentración de las mismas.
- **• Instrumentos eléctricos:** pueden funcionar de dos formas; suministrando una carga eléctrica a las partículas que llegan al instrumento para posteriormente medir esta carga y en la cual el valor es proporcional a la con-

centración de partículas en el ambiente, o interrumpir la emisión radiactiva como consecuencia del aerosol.

Procedimiento de toma de muestras

Este procedimiento **se lleva a cabo en tres fases:**

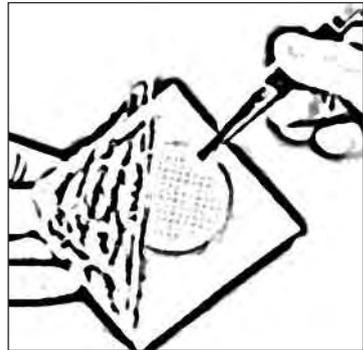
■ **Toma de muestras:** consiste en traspasar los contaminantes presentes en el ambiente de trabajo a un determinado soporte a través de un equipo de captación adecuado, para que posteriormente puedan ser analizados. En esta toma de muestras deberán quedar definidos varios aspectos:

- Sistema de aspiración o muestreo
- Soporte de captación o retención de la muestra
- Caudal de captación
- Volumen a muestrear o tiempo de muestreo

La toma de muestras de forma general puede hacerse a través de:

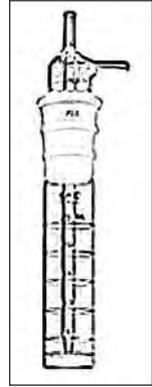
• **Captadores activos**, basados en la utilización de bombas de aspiración para hacer circular el aire contaminado a través de los soportes adecuados para retener el contaminante.

- **Filtros:** la captación mediante filtros consiste en hacer pasar un volumen determinado de aire contaminado a través de un filtro montado en un portafiltros o casete, en el que queda retenido el contaminante. Es uno de los soportes más empleados cuando se trata de contaminantes sólidos o aerosoles líquidos, y además existe una amplia gama de filtros en el mercado,



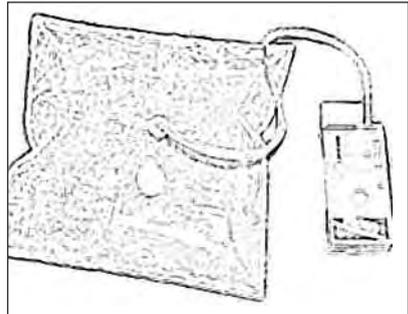
en función de su tamaño, diámetro del poro, material de fabricación.... Los más usados son lo de éster de celulosa (captación de metales como plomo, cadmio, zinc fibras de amianto), cloruro de polivinilo o pvc (captación de polvos, humos...), teflón (captación hidrocarburos aromáticos), o fibra de vidrio (captación de algunos plaguicidas).

- **Soluciones absorbentes:** específicas para cada contaminante. Se mantienen activas durante un tiempo, por lo que después de prepararlas deben ser utilizadas inmediatamente para que no pierdan su efecto. La técnica consiste en hacer pasar el aire contaminado a través de un borboteador, que es un elemento de vidrio que contiene la solución absorbente. Tiene el inconveniente de que los líquidos pueden derramarse con los movimientos del trabajador/a.



- **Tubos absorbentes:** son tubos de vidrio llenos de sustancias sólidas granuladas por los que pasa un volumen determinado de aire contaminado, y que debido su alta actividad superficial son capaces de retener por absorción superficial determinados gases y/o vapores presentes en el ambiente de trabajo. Los más utilizados son los de carbón activo, gel de sílice, albúmina o polímeros porosos.

- **Bolsas inertes:** el procedimiento consiste en introducir aire contaminado directamente en una bolsa inerte de capacidad entre 1 y 5 litros, a través de una bomba que, una vez llena, es enviada al laboratorio para su análisis. Entre sus ventajas están que no requiere procesos de absorción pero tiene el inconveniente de que las cantidades de contaminante recogidas pueden ser pequeñas.



- **Captadores pasivos:** dispositivos de fácil manejo capaces de captar muestras de contaminantes ambientales en forma de gases o vapores, por medio de su difusión a través de membranas o medios porosos, sin que sea necesario un movimiento forzado del aire a través del aparato para tomar muestra, por lo que *no requieren bomba de aspiración*.

- **Transporte y conservación de las muestras;** esta tarea debe hacerse bajo las pautas establecidas según el método concreto, de forma general se actuará de la manera siguiente:

- Cerrar las muestras inmediatamente tras su captación.
- Guardar las muestras en contenedores o recipientes adecuados para su transporte.
- Deberá incluirse una muestra por la que no se haya pasado el aire del contaminante en cada lote.
- Evitar que las muestras puedan alterarse por factores climáticos: temperatura, humedad, radiación solar...
- Llevarlas al laboratorio lo más rápido posible para que allí sean almacenadas en buenas condiciones hasta que vayan a ser analizadas.
- No abrir las muestras hasta que vayan a ser analizadas.

■ **Análisis de las muestras;** *consiste en determinar en el laboratorio, una vez que ya tenemos la muestra, la cantidad de contaminante retenido en la misma a través de algún procedimiento analítico en función del contaminante a estudiar.* Los resultados deben ser registrados con precisión, claridad y con ausencia de ambigüedad.

4.3.4 Como calcular la concentración en los diferentes tipos de captadores

Para el cálculo de la **concentración en captadores activos**, se procederá de la siguiente forma:



La **concentración del contaminante con captadores activos**, se obtiene mediante el cociente entre la cantidad de contaminante retenido (masa) y el volumen de aire muestreado, normalmente expresado en mg/m^3 .

Su expresión sería entonces:

$$\text{Concentración} = \text{masa/volumen}$$

- **Masa del contaminante:** cantidad de contaminante retenido, expresado en microgramos.
- **Volumen muestreado:** producto obtenido de multiplicar el caudal por el tiempo de muestreo, expresado en litros.
 - **Caudal:** depende del tipo de contaminante a muestrear, y se calibra directamente en la bomba a utilizar, expresado en litros/minuto.
 - **Tiempo de muestreo:** tiempo durante el cual circula el aire por la muestra.

Para calcular **una concentración a partir de la utilización de un captor pasivo** es preciso conocer el tiempo de muestreo y características del propio captador como son: la separación entre la membrana y el soporte, el coeficiente de difusión de la membrana y el área de la membrana.

La concentración se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Concentración} = (\text{masa} \times \text{separación}) / (\text{coeficiente} \times \text{área} \times \text{tiempo})$$

- **Masa del contaminante retenido:** se obtiene en el laboratorio a través de diferentes métodos.
- **Separación entre la membrana y el soporte:** parámetro especificado por el fabricante.
- **Coeficiente de difusión de la membrana:** parámetro especificado por el fabricante.
- **Área de la membrana:** parámetro especificado por el fabricante.
- **Tiempo:** período que dura el muestreo.

El fabricante da como dato el caudal, expresado como el coeficiente del coeficiente por el área entre la separación, por lo tanto la concentración queda resumida en:

$$\text{Concentración} = \text{Masa} / (\text{caudal} \times \text{tiempo})$$

4.3.5 Técnicas de análisis

Para conocer la cantidad de contaminante retenida en la muestra, debe llevarse a cabo un análisis de la misma en el laboratorio mediante alguna técnica que se adecúe a las características del contaminante recogidas en el método que se utilice. Entre las más conocidas están:

Cromatografía

Se basa en hacer que un fluido (gas o líquido) denominado fase móvil, circule a través de una fase estacionaria (líquido o sólido), produciéndose una serie de equilibrios entre las dos fases, separándose así las diferentes sustancias.

Espectroscopia

Se basa en la medición de la emisión, absorción o dispersión de radiación electromagnética que ocurre en los átomos cuando se producen cambios de estado de energía.

Microscopía

Es la técnica más simple para determinar por ejemplo fibras de amianto. Tiene un bajo coste pero es un poco limitada si las fibras son muy pequeñas o si se quiere diferenciarlas.

Gravimetría

Consiste en determinar la cantidad de contaminante en la muestra haciendo la diferencia entre el peso del filtro antes y después de tomar la muestra. Es importante que cuando se pese las condiciones de temperatura y humedad sean las mismas para no afectar al resultado.

Volumetría

Consiste en determinar el volumen de una solución, de concentración conocida, que se precisa para reaccionar con un determinado volumen de la solución a analizar, de la que se busca conocer la concentración.

4.4 Evaluación de la exposición

Como establece el artículo 3 referente a evaluación de riesgos del R.D. 374/2001 sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos, **el empresario/a deberá determinar si existen agentes químicos peligrosos en el lugar de trabajo, si fuera así, deberá evaluarlos** de conformidad con el establecido en el artículo 16 de la Ley de Prevención, y con la sección del capítulo II del Reglamento de los Servicios de Prevención, considerando y **analizando**:

- Sus propiedades peligrosas y cualquier otra información necesaria, que deba facilitar el proveedor o pueda recabarse de este o de cualquier otra fuente de información de fácil acceso, incluyendo la ficha de datos de seguridad y, cuando proceda, la evaluación de riesgos para los usuarios, contempladas en la normativa sobre comercialización de agentes químicos peligrosos.

- Los valores límite ambiental y biológicos.
- Las cantidades empleadas o almacenadas de productos químicos.
- El tipo, nivel y duración de la exposición de los trabajadores/as a los agentes o a cualquier otro factor que condicione la magnitud de los riesgos derivados de la exposición, así como exposiciones accidentales.
- Cualquier condición de trabajo que influya sobre los riesgos relacionados con la presencia en el lugar de trabajo, y específicamente con los peligros de incendio y/o explosión.
- El efecto de las medidas preventivas adoptadas o que deban adoptarse.
- Las conclusiones de los resultados de la vigilancia de la salud de los trabajadores/as que, en su caso, se hayan realizado y los accidentes o incidentes causados o potenciados por la presencia de los agentes en el lugar de trabajo.

Esta evaluación deberá incluir todas aquellas actividades, incluyendo las de mantenimiento y reparación, en las que su realización pueda suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores/as, por la posibilidad de que se produzcan exposiciones de importancia. Y las mediciones deberán incluir la concentración del agente en el aire, en la zona de respiración del trabajador/a, y su comparación posterior con el valor límite ambiental que corresponda.

La evaluación de riesgos deberá mantenerse actualizada y revisarse en los siguientes casos:

- Cuando se produzcan modificaciones en las condiciones existentes en el momento en el que se hizo la evaluación, que puedan aumentar el riesgo invalidando los resultados de dicha evaluación.
- En los casos destacados en el apartado I del artículo 6 de los Servicios de Prevención, es decir, la evaluación inicial deberá revisarse cuando así lo establezca una disposición específica. En todo caso, deberá revisarse cuando se hayan detectado daños para la salud de los trabajadores/as o se haya apreciado a través de controles periódicos, incluidos los de vigilancia de la salud, que las actividades de prevención pueden ser inadecuadas o insuficientes.
- Periódicamente, fijando la periodicidad en función de la naturaleza y gravedad del riesgo, y la posibilidad de que este se incremente por causas que pasen desapercibidas.

La evaluación de la exposición a agentes químicos consiste, por lo tanto, en estimar la magnitud del riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores/as, debido a la presencia de estos agentes en el ambiente de trabajo. Se obtiene así información necesaria sobre la magnitud y las causas que generan el riesgo, para decidir con criterio y adoptar los medios preventivos adecuados, que permitan eliminar o reducir el riesgo, en el caso de ser necesarios.

El riesgo derivado de la exposición a productos químicos, depende de múltiples factores, que pueden resumirse en:



Como ya vimos, a pesar de que los agentes químicos pueden ser absorbidos por el organismo a través de diferentes vías de entrada, la más importante es la inhalatoria, y por lo tanto la evaluación se centrará en la exposición por inhalación, pero no es la única, y muchas veces deberán estudiarse también el resto de vías debido su importancia. Dado que cada trabajador/a expuesto presenta una reacción distinta a los agentes tóxicos, se están desarrollando métodos de evaluación del estado toxicológico de cada persona, que se conocen como **evaluaciones biológicas** y de las que se hablará más adelante.

La **exposición por inhalación** es aquella situación del trabajo en la que una persona puede sufrir un daño para su salud como consecuencia de la presencia de un agente químico en su **zona de respiración** - espacio alrededor de la cara del trabajador/a de donde este coge el aire para respirar -.

4.4.1 Criterios de valoración

Una vez realizadas las mediciones, para conocer el grado de exposición del trabajador/a a los contaminantes químicos, es preciso establecer los valores de referencia -conocidos como **criterios de valoración**- que se aplican a cada uno de los diferentes contaminantes químicos presentes en el ambiente de trabajo, para así poder establecer una comparación entre estos valores, y conocer si el trabajador/a está expuesto o no a una situación de riesgo.

Los métodos más utilizados para la investigación de estos criterios se basan en estudios epidemiológicos, estudios toxicológicos experimentales sobre animales, especulaciones químico-toxicológicas en base a una analogía química, o ensayos con voluntarios en los casos de tóxicos con efectos mínimos. No obstante, para llegar a su establecimiento, existen numerosas dificultades como son la no uniformidad en la respuesta de trabajadores/as, la gran cantidad y variedad de contaminantes, la presencia simultánea de contaminantes o la aparición de nuevas sustancias.

Criterios de valoración para cancerígenos e alérgenos

- **Es difícil establecer una relación entre exposición a sustancias cancerígenas y aparición del cáncer**, debido a la complejidad del proceso, y también es difícil en el caso de sustancias alérgicas establecer límites para evitar la aparición de sus efectos.
- Los efectos de este tipo de contaminantes **no siguen la hipótesis de que el efecto es proporcional a la dosis por lo que es difícil establecer algún tipo de criterio**, se aconseja sustituir la sustancia o, si no es posible, reducir su concentración al valor más bajo posible o reducir la exposición.

Criterios de valoración ambientales

- Es el **valor de referencia expresado como la concentración de contaminante en el ambiente de trabajo** para un periodo determinado, por lo general 8 horas.
- En este caso, se considera **que el efecto que produce el contaminante sobre la salud del trabajador/a es proporcional a la dosis de contaminante** que recibe, que depende por lo tanto de la concentración de contaminante en el aire inhalado y del tiempo de exposición.
- La **comparación entre el valor medido y el de referencia**, permite determinar si existe riesgo para el trabajador/a y su magnitud.

Criterios de valoración técnicos e legales

- En el R.D. 374/2001, de 6 de Abril, sobre protección de agentes químicos durante el trabajo, **se establece el valor límite ambiental** aplicable al plomo inorgánico y sus derivados, y para los restantes agentes químicos se aplican los valores límite ambientales (VLA) que ha publicado el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y que actualiza anualmente en el documento "Límites de exposición profesional para agentes químicos en España", que junto con su guía técnica son de gran utilidad.

Criterios de valoración biológicos

- Consiste en **medir y valorar la presencia de determinados indicadores biológicos asociados con la exposición al agente químico en los fluidos biológicos** del trabajador/a - orina, sangre, aire exhalado -.
- Entre las ventajas están que **consideran todas las vías de entrada del contaminante** y no solo la respiratoria, **reflejan hábitos higiénicos** de los trabajadores/as, **consideran las diferencias individuales** en cuanto a la respuesta del organismo frente a los contaminantes, o manifiestan la existencia de exposiciones extralaborales y entre los inconvenientes están que **existen pocos valores de referencia**, y la obtención de las muestras puede ser incómoda para el trabajador/a.
- Debe **ser considerado como un complemento del control ambiental** y solo será realizado cuando ofrezca una clara ventaja del uso aislado del ambiental, usado para: comprobar muestreos ambientales, comprobar la eficacia de los epis, detectar exposición no laboral o determinar el grado de exposición por vía dérmica o gastrointestinal.

4.4.2 Control ambiental, evaluación de la exposición a agentes químicos por inhalación, la norma UNE-EN 689

El control ambiental pretende medir y valorar la presencia de agentes contaminantes en el lugar de trabajo y evalúa la exposición ambiental y el riesgo para la salud con una referencia adecuada, en este caso con los valores límite ambientales.

La norma **UNE-EN 689**, establece las directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos, y puede ser tomada como un documento de carácter orientativo, puesto que para una correcta evaluación deberá contemplarse la información sobre las sustancias manipuladas, y las condiciones de trabajo para cada empresa en particular, además de la normativa legal específica con la que cuentan algunas sustancias.

En el esquema a continuación se muestra el mecanismo de desarrollo de la evaluación mediante una serie de etapas, permitiendo en muchos casos ahorrar recursos. Debe tenerse en cuenta también que la actuación y criterio del personal que desarrolle esta evaluación debe garantizar la adecuación de las acciones correctoras con los riesgos reales.

Procedimiento de evaluación según la Norma UNE-EN 689

Identificación de los factores relacionados con los agentes químicos

En esta etapa se identificarán los productos químicos que son empleados en el proceso industrial para ver si existe algún riesgo, para eso se crea una lista de productos químicos por categorías: materias primas, productos intermedios, productos acabados, residuos generados. Una vez identificados, se reúne toda la información sobre ellos incluyendo propiedades físico-químicas, toxicológicas, etc. empleando la información contenida en la etiqueta de los productos y la ficha de seguridad facilitada por el fabricante.

Identificación de los factores relacionados con el puesto de trabajo

En este punto se analizan las condiciones de trabajo recogidas en el esquema anterior, para verificar la posibilidad de que pueda existir contacto físico entre los productos químicos empleados y el trabajador/a, por lo tanto, es muy importante conocer con detalle el proceso industrial, las funciones del trabajador/a en su puesto, las técnicas de trabajo, etc.

Evaluación de la exposición

La evaluación es una tarea costosa que exige recursos materiales y tiempo. Una vez recogida la información y analizado el contaminante, la evaluación de la exposición puede llevarse a cabo en varias etapas que pueden ir desde la simple identificación del riesgo hasta el conocimiento exacto de su magnitud en función de las necesidades que se tengan. Para eso se puede dividir la evaluación en: inicial, básica o detallada.

Evaluación inicial

Se analizan grosso modo la magnitud del riesgo que puede derivarse de los agentes químicos y los factores relacionados con el puesto de trabajo. Puede suceder que no exista riesgo para el trabajador/a -porque el producto no está presente en el ambiente de trabajo o sí lo está, pero no está en contacto físico con el trabajador- o que el riesgo sea inaceptable, y se tengan que implantar medidas correctoras. En caso de que existan dudas o productos cancerígenos o mutágenos debe realizarse una evaluación más detallada.

Evaluación básica

Este tipo de evaluación se utiliza cuando en la etapa anterior no fue posible la determinación de la magnitud del riesgo, por lo que aquí se tratará de conocerla en mayor profundidad. Para eso pueden compararse datos de los valores límite propuestos para las concentraciones ambientales de los agentes químicos. Entre las estrategias que podemos adoptar están, la medición de la concentración ambiental con sistemas simples (ej. tubos colorimétricos), mediciones en los lugares próximos al foco de generación, mediciones extremas, comparación de datos de instalaciones y/o procesos de trabajo similares, etc.

Evaluación detallada

Si en los casos anteriores, no obtenemos información suficiente, deberemos realizar la medición de la concentración de los contaminantes químicos presentes en el ambiente de trabajo y compararlos con los valores límite establecidos y aquí tenemos:

- **agentes químicos con valor límite para exposición de corta duración;** la concentración del contaminante no puede sobrepasar el valor límite en ningún momento de la jornada. Este valor límite está asociado a aquellos contaminantes con efectos negativos inmediatos y que se manifiestan a partir de una determinada concentración.
- **agentes químicos con valor límite promedio aplicable a jornada entera de trabajo;** la concentración media a lo largo de la jornada debe situarse por debajo del valor límite asignado, aunque la concentración de los contaminantes en algún instante puede sobrepasar los límites, siempre que la concentración media estimada en el puesto de trabajo no supere ese valor de referencia.

Toma de decisiones y resultados

Al comparar los valores de la exposición con los valores límite aplicables puede ocurrir que:

- **la exposición claramente sea inferior al valor límite,** el riesgo es aceptable y por lo tanto si existen garantías de que continuará así no es necesario realizar evaluaciones periódicas.
- **la exposición sea superior al valor límite,** el riesgo es inaceptable y en este caso deberán conocerse las causas de por qué el valor límite es superado, debiendo introducir acciones correctoras adecuadas, y volver a valorar con posterioridad la exposición para saber si las medidas funcionan, y en caso de que no funcionen, se establecerán unas nuevas medidas correctoras más adecuadas.
- **la exposición no se incluye en ninguna de las categorías anteriores,** el riesgo es incierto, por lo que en este caso habrá que hacer mediciones periódicas para determinar que los límites no se excedan, el intervalo de tiempo en que se harán será menor cuanto más próximas estén al valor límite.

4.4.3 Control ambiental, evaluación de la exposición a agentes químicos por inhalación del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (INSHT)

El INSHT, elaboró una Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos presentes en el lugar de trabajo, que desarrolla y comenta el contenido del R.D. 374/2001 e incluye además un conjunto de apéndices de gran interés:

- Apéndice 1. Definiciones y consideraciones sobre la valoración tomadas del documento sobre Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España.
- Apéndice 2. Información sobre la peligrosidad de los agentes químicos.
- Apéndice 3. Métodos de evaluación de riesgo de accidente.
- Apéndice 4. Método de evaluación de la exposición a agentes químicos por inhalación.
- Apéndice 5. Métodos de medición para agentes químicos.
- Apéndice 6. Calidad de las mediciones de agentes químicos.
- Apéndice 7. Técnicas de ventilación para el control de agentes químicos.
- Apéndice 8. Criterios generales para la elección y utilización de equipos de protección individual frente a agentes químicos.

Entre estos apéndices, es interesante resaltar el método de evaluación de exposición a agentes químicos por inhalación, que se expone a continuación de forma resumida. pero, hay que tener presente, que la vía inhalatoria no es la única vía de entrada de contaminantes en el organismo.

La **información a tener en cuenta para evaluar la exposición** recae en:

- **Agentes químicos.** Una vez identificados los diferentes agentes químicos, se utilizarán los procedimientos necesarios de medición, tiempo, y condiciones de muestreo para obtener los datos referentes a la exposición, obteniendo los valores que permitirán ser comparados con los Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España, elaborados por el INSHT, y tomar así las decisiones pertinentes sobre si la exposición representa o no un riesgo para la salud de los trabajadores/as.

- **Tiempo de exposición**, este parámetro puede o no coincidir con la duración de la jornada.
- **Número de trabajadores/as expostos.**

El valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED) es el valor de referencia para la exposición diaria que no debe ser sobrepasado, definido como la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador/a, calculada de forma ponderada con respecto al tiempo para la totalidad de la jornada, tomando como referencia una jornada de 8 horas diarias. Representa condiciones en las cuales se piensa basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores/as pueden estar expuestos 8 horas diarias y 40 semanales, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos en su salud.

El valor límite ambiental de exposición de corta duración (VLA-EC) es el valor de referencia para exposiciones de corta duración, definido como la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador/a calculada para cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada de trabajo, y que no debe ser sobrepasado por ninguna corta exposición a lo largo de la jornada excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un período de referencia inferior en la lista de valores límite.

La comparación de los resultados obtenidos en este caso, con los datos referentes al valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED), y con el valor límite ambiental de exposición de corta duración (VLA-EC) recogidos en la publicación del INSHT “Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España”, debe permitir obtener conclusiones sobre el nivel de exposición y **tomar decisiones sobre la actividad preventiva más apropiada a desarrollar, en alguno de los siguientes casos:**

- **Exposición aceptable;** cuando el valor de la exposición es tan pequeño que prácticamente es imposible que se superen los valores límite tanto en el período de tiempo en el que se realiza la evaluación como en el futuro, manteniéndose esta situación mientras no se produzcan cambios significativos en el grado de exposición.
- **Exposición inaceptable;** cuando el valor de la exposición supera los valores límite o aunque no los supere, el valor hace sospechar que en otras ocasiones puede ser superado, por lo tanto deberán ser tomadas las medidas necesarias para mantener los valores por debajo de los límites.

- **Indeterminación;** cuando el valor de la exposición no puede considerarse dentro de ninguno de los puntos anteriores, porque si bien no se superan los límites, no se tiene la certeza de que no puedan superarse en algún momento, por lo que será necesario obtener más información, tomar medidas preventivas y hacer controles periódicos.

Además de los valores límite de exposición ya mencionados en la publicación del INSHT “Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España”, existen los **TLV’s** (valores límite umbral) que son valores límite para sustancias químicas en medio ambiente de trabajo, propuestos por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) que gozan de gran prestigio en el mundo de la Higiene Industrial, y hasta que aparecieron los del INSHT, eran los que se utilizaban también en nuestro país.

Los valores representan las condiciones en las que cabe esperar, de acuerdo con los conocimientos disponibles, que casi la totalidad de los trabajadores pueden estar expuestos a un producto sin manifestar efectos adversos, aunque debe tenerse en cuenta que un bajo porcentaje de trabajadores puede experimentar algún efecto adverso debido a la variabilidad de la susceptibilidad individual. Dentro de la **clasificación de los TLV** tenemos:

- **TLV-TWA** (valor límite umbral - media ponderada en el tiempo); concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de trabajo de 8 horas y una semana laboral de 40 horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores/as repetidamente día tras días, sin efectos adversos.
- **TLV-STEL** (valor límite umbral - límite de exposición de corta duración); concentración a la que los trabajadores/as pueden estar expuestos durante un corto espacio de tiempo (15 minutos) sin sufrir: irritación, daños crónicos o reversibles en los tejidos, o narcosis en grado suficiente para aumentar la probabilidad de lesiones accidentales, menoscabar la autorrecuperación o reducir sustancialmente la eficacia en el trabajo, y siempre que no se sobrepase el TLV-TWA diario.
- **TLV-C** (valor límite umbral - techo); concentración que no debe sobrepasarse en ningún momento de la exposición durante el trabajo.

La relación de los TLV además de estos tres tipos de valores, incluye para determinadas sustancias la notación “**via dérmica**”, para indicar que es posible una en-

trada importante en el organismo a través de la piel, que en caso de producirse invalida el valor del TLV asignado. También en la parte del apéndice, se hace referencia a compuestos de los que se tiene alguna evidencia que producen efectos cancerígenos, tanto los que tienen asignado un TLV como los que no lo tienen.

Los valores de los TLV, al igual que otros valores de nivel ambiental para exposiciones laborales, no deben ser empleados como índices de toxicidad ni en la evaluación de la contaminación ambiental extralaboral.

4.4.4 Exposición por vía dérmica y digestiva

Como ya hemos comentado a lo largo de este capítulo, la evaluación de la exposición a un agente químico, debe analizar todas las posibles vías de penetración en el cuerpo, estimando la importancia de cada una de ellas, no solo por el riesgo asociado a cada una, sino también por su contribución conjunta a la dosis global absorbida.

El objetivo es obtener información sobre las sustancias que se manipulan y los factores de riesgo asociados que permitan tomar las decisiones y medidas oportunas, puesto que no es posible cuantificarlas. Entre los principales factores de riesgo tenemos:

■ **Vía dérmica**

- **Factores de riesgo aportados por el agente químico** en los que debemos tener en cuenta a aquellas sustancias con una dosis letal (LD₅₀) en experimentación con ratas por esa vía de valores inferiores a 1000 mg/kg (baja toxicidad), valores más bajos significan aumento de la toxicidad.
- **Factores de riesgo aportados por las condiciones del puesto de trabajo**
 - **Área de exposición de la piel** que determina la cantidad de sustancia absorbida con la siguiente relación: más superficie de contacto, mayor sustancia absorbida.
 - **Estado físico de la piel expuesta**; cuanto más deteriorada esté la epidermis más fácil es la penetración de la sustancia.
 - **Temperatura ambiente y actividad física de la persona**; factores que ayudan a una mejor difusión de la sustancia en la sangre.

- **Duración de la exposición**, puesto que el tiempo es directamente proporcional a la dosis absorbida.
- **Humedad**; ayuda a mover las sustancias por la piel, y puede suponer un aumento de la exposición.

■ **Vía digestiva**

- **Factores de riesgo aportados por el agente químico**; la información toxicológica de la sustancia por vía digestiva es el factor limitante de la exposición. Debemos tener en cuenta la aquellas sustancias con una dosis letal (LD₅₀), en experimentación con ratas por esa vía de valores inferiores a 2000 mg/kg (inocuo), valores más bajos significan aumento de la toxicidad.
- **Factores de riesgo aportados por las condiciones del puesto de trabajo**; debe tenerse en cuenta cuando se encuentra en forma de aerosol, en concreto polvo. Los factores negativos que pueden influir son:
 - Concentraciones ambientales significativas del agente
 - Polvo depositado en las superficies y en la ropa del trabajador
 - Presencia del contaminante en la cara y las manos
 - Hábito de comer o fumar cerca del puesto de trabajo

4.4.5 Control biológico

El **control biológico** es una *técnica preventiva* que, a diferencia del resto, para su realización es preciso tomar muestras de algún medio biológico del trabajador/a expuesto. *Se basa en la medida y valoración de los agentes contaminantes en el lugar de trabajo a través de sus metabolitos procedentes de tejidos, secreciones, productos de excreción, aire exhalado o cualquier combinación de ellos, para evaluar la exposición y riesgo para la salud comparándolo con una referencia adecuada.*

Dentro de los elementos que cabe destacar del control biológico están:

- **Indicador**, *definido como el propio agente químico o su derivado metabólico (producto resultante de alguna transformación química del xenobiótico), que puede ser medido o valorado.*

- **Muestra biológica** para la medición del indicador, entre las que podemos mencionar sangre, orina, algún tejido, aire exhalado o cualquier producto de excreción, siempre que sea adecuado para el indicador a determinar. Por ejemplo, si queremos determinar el indicador plomo, la muestra puede ser tomada de la sangre o de la orina del trabajador/a; si tenemos una muestra por ejemplo sangre, podemos determinar en ella diferentes indicadores.
- **Referencia adecuada**, es decir, cuando queremos evaluar la exposición o el riesgo de un indicador presente en un medio biológico, es preciso tener una serie de valores de referencia con que compararlos, genéricamente llamados “**valores límite biológicos**”.

Existen dos tipos de criterios para su elección:

- **Criterios higiénicos:** toman como elemento básico los propios valores ambientales. Entre los más conocidos tenemos por ejemplo los índices biológicos de exposición (BEI's) de la ACGIH, o los valores límite biológicos (VLB) del INSHT.
- **Criterios de salud:** en los que si un determinado límite en un medio biológico representativo concreto no se supera, se considera que no producirá alteraciones en el trabajador/a expuesto al producto en cuestión. Aquí los más conocidos son los BAT (Biologische Arbeitsplatztoleranzwerte) de la Deutsche Forschungsgemeinschaft.

CAPÍTULO

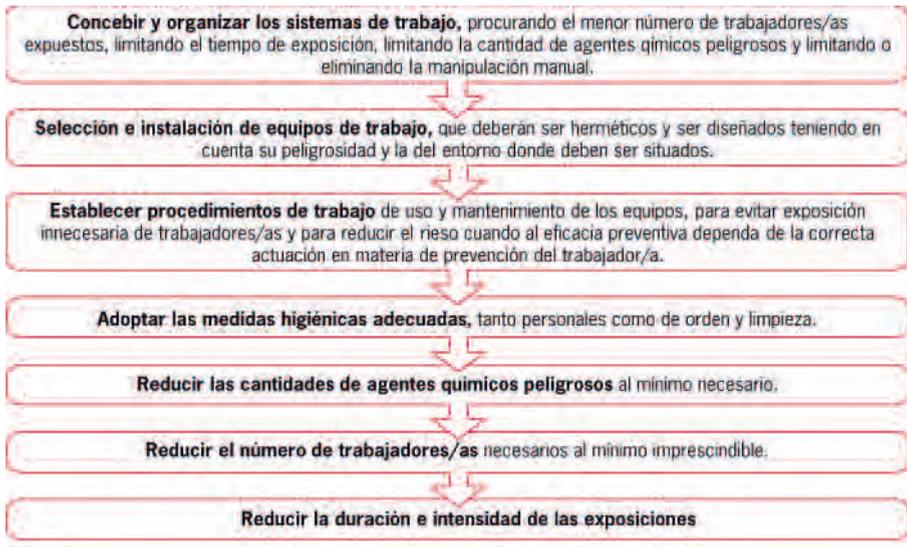
5

5 | ACCIONES DE CONTROL FRENTE A LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES QUÍMICOS

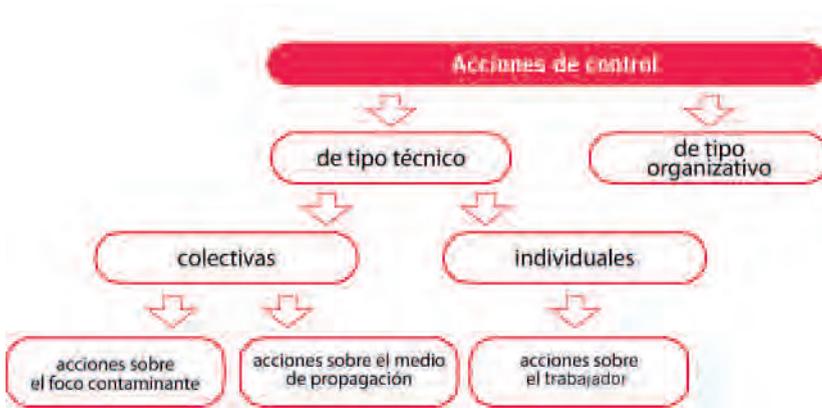
5.1 Acciones de control generales

Una vez evaluada la exposición de los trabajadores/as a los contaminantes químicos presentes en su lugar de trabajo, tenemos información suficiente para determinar si esa situación supone un riesgo o no para los trabajadores/as. En caso afirmativo, es decir, que suponga un riesgo para los trabajadores/as, es necesario eliminarlo o, si no es posible por lo menos reducirlo hasta valores que puedan ser considerados aceptables. Para eso, habrá que establecer una serie de medidas correctoras que básicamente actuarán o bien sobre la concentración de contaminante o sobre el tiempo de exposición.

Asimismo el R.D. 374/2001, hace referencia a que los riesgos derivados de agentes químicos peligrosos **deberán eliminarse o reducirse a través de las siguientes acciones:**



A modo de esquema, se resumen los **tipos de acciones de control**, para después hablar de ellas con más detalle:



Es frecuentemente la aplicación de medidas técnicas acompañadas de medidas organizativas, es decir, no será suficiente, por ejemplo, con instalar un sistema de extracción sino que además, éste deberá ser revisado y sometido a procesos de limpieza, mantenimiento... por los trabajadores/as que deberán tener una formación adecuada para realizar estas tareas y obtener mayor efectividad y rendimiento del mismo, notificar los daños, etc.

5.1.1 Acciones de control de tipo técnico

Este tipo de acciones tienen por objeto disminuir la dosis que recibe el trabajador/a, reduciendo la concentración de contaminante en la zona de respiración del trabajador/a. Según la bibliografía consultada, dentro de este tipo de medidas, podemos diferenciar entre aquellas que se centran sobre el foco contaminante, sobre el medio de propagación, o sobre el propio trabajador/a.

A continuación esquematizamos algunas de las diferentes acciones que pueden ser implementadas, así tenemos:

Acciones sobre el foco contaminante

Diseño del proceso en la fase de proyecto para prevenir posibles riesgos higiénicos que genere el proceso industrial de que se trate, escogiendo sistemas y equipos que minimicen la exposición y los riesgos.

Sustitución del producto tóxico por otro de menor toxicidad, buscando productos alternativos que tengan un comportamiento semejante en el proceso industrial, por ejemplo algunas fibras de amianto prohibidas pueden sustituirse por fibra de carbono, fibra de vidrio, etc... aunque no es siempre posible.

Automatización del proceso, que permite en aquellas fases del proceso productivo de mayor riesgo que el trabajador/a no esté expuesto, por ejemplo automatizar la limpieza química de piezas para que el trabajador/a no se exponga a los vapores del proceso.

Modificación del proceso, en el caso de ser posible, por ejemplo, la pintura por aire electrostático, tiene menor riesgo que la pintura por aire comprimido.

Aislamiento del proceso, para que los contaminantes queden confinados en un espacio y no se difundan, claro que en función del espacio no siempre será posible en el caso de tener que aislar un espacio grande. Con esta acción se reduce el número de trabajadores expuestos.

Utilización de medios húmedos, aumentando el grado de humedad en el ambiente o humedeciendo elementos abrasivos, superficies antes de tratarlas o mojando la zona de contacto de forma continua para evitar que el contaminante se expanda por el lugar de trabajo, uno de estos ejemplos lo tenemos en las tareas de mecanizado.

Acciones sobre el medio de propagación

Mantener el orden y la limpieza en los equipos e instalaciones, medidas que ayudan a controlar los contaminantes, evitar acumulación de polvo, eliminar rápidamente posibles vertidos en cualquier superficie, etc.

Extracción localizada, sistema que capta los contaminantes en su lugar de origen, evitando que se extienda como pasa en el caso de la ventilación. Es importante una buena elección, diseño y mantención de la misma para obtener más eficiencia y mejor rendimiento.

Ventilación general, permite renovar totalmente el aire del local por aire del exterior para conseguir una calidad adecuada de aire libre de contaminantes y de calor, cuando los contaminantes son de baja toxicidad o tienen una concentración muy pequeña.

Acciones sobre el trabajador

Formación e información, fundamentales para que el manejo de productos químicos por parte de los trabajadores/as se haga con seguridad, además de que conozcan perfectamente las etiquetas y fichas de seguridad de los productos que manejan.

Prácticas seguras de trabajo, como por ejemplo, desenvolver protocolos de trabajo, delimitar áreas de riesgo, restringir el acceso, etc.

Higiene personal, acciones como lavar las manos después de estar en contacto con contaminantes para comer o fumar, cambiar la ropa contaminada, son hábitos que evitan el daño.

Cabinas aisladas acondicionadas, en aquellos casos en los que el proceso pueda ser controlado en la distancia para evitar la exposición del trabajador/a.

Equipos de protección individual (EPIs), equipos destinados a ser llevados o sujetados por el trabajador/a para protegerlo de uno o de varios riesgos que puedan amenazar su seguridad e/o salud en el trabajo, o cualquier complemento o accesorio destinado para este fin.

5.1.2 Acciones de tipo organizativo

Este tipo de acciones tienen por objeto disminuir el tiempo de exposición del trabajador/a al contaminante, pueden por ejemplo establecerse pausas en la jornada laboral o estudiarse la posibilidad de hacer sistemas de rotación de trabajadores, pero se debe pensar muy bien como implantarlo para que no se pase a tener a muchos más trabajadores/as expuestos de los que ya estaban.

5.2 Ventilación

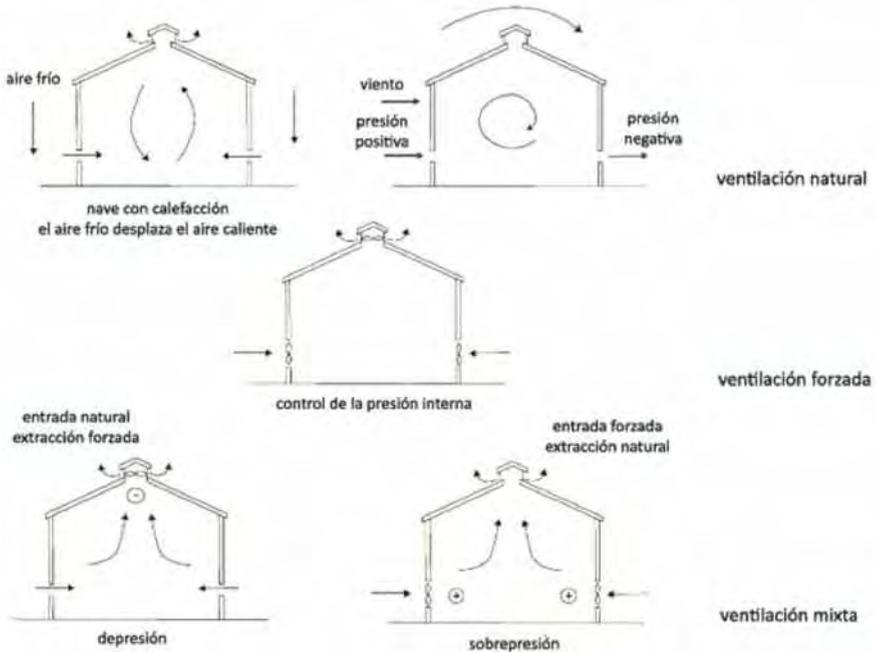
La ventilación en los locales de trabajo debe contribuir a mantener condiciones ambientales que no perjudiquen la salud de los trabajadores/as, a la vez que deben poder ventilarse perfectamente de forma natural.

5.2.1 Tipos de ventilación

La **ventilación general** permite mantener la pureza del aire renovando totalmente el aire del local. Proporciona una cantidad apropiada de aire exterior limpio, extrayendo una cantidad semejante de aire contaminado para, conseguir así una calidad adecuada, libre de contaminantes y de calor, cuando los contaminantes son de baja toxicidad o tienen una concentración muy pequeña. Dentro de la ventilación, podemos distinguir:

- **ventilación natural:** emplea el viento y la diferencia de temperatura para lograr que el aire del local se mueva, dirigiendo el aire contaminado hacia el exterior al tiempo que se facilita la entrada de aire nuevo. Este tipo de ventilación puede hacerse de forma simple a través de ventanas, lucernarios, huecos en la cubierta, etc.
- **ventilación forzada:** se utiliza cuando la ventilación natural no es suficiente a través de ventiladores para extraer el aire contaminado del local, para impulsar aire nuevo o para ambas situaciones.

Cuando exista contaminación de cualquier naturaleza, o condiciones ambientales que pudiesen ser perjudiciales para la salud, como carga térmica, polvos, vapores, gases, nieblas... la ventilación debe contribuir a mantener permanentemente en el local la concentración adecuada de oxígeno y la de contaminantes dentro de los valores admisibles.



5.2.2 Principios de diseño de los sistemas de ventilación general

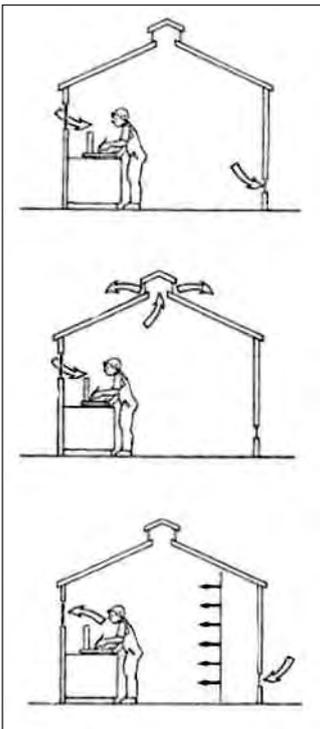
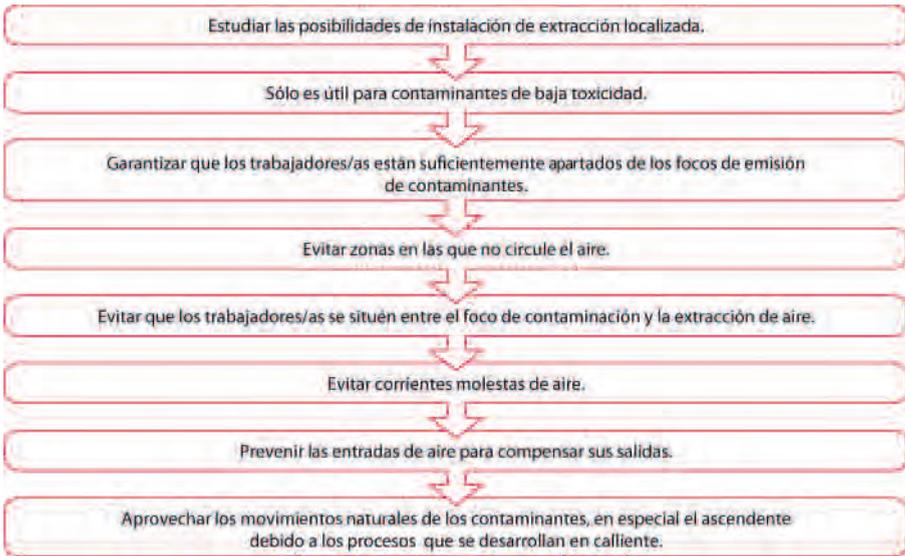
La cantidad de aire necesaria para ventilar adecuadamente un local depende de las dimensiones del mismo, de la actividad a la que se dedique y del grado de contaminación. En el anexo III del R.D. 486/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo³⁵, se establecen las condiciones ambientales que deben cumplir los lugares de trabajo. La renovación del aire en los locales de trabajos sedentario que no sean calientes ni estén contaminados por el humo del tabaco será de 30 m³, de aire limpio por hora y trabajador/a, y en los restantes casos será de 50 m³ por hora y trabajador/a. Puede también consultarse el R.D. 1751/1998³⁶ y el R.D. 1027/2007³⁷ referentes al reglamento de instalaciones térmicas en los edificios para conocer más detalles de los requisitos que deben cumplirse.

³⁵ Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE nº 97 23-04-1997.

³⁶ Real Decreto 1751/1998, de 31 de Julio, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, y sus instrucciones técnicas y se crea la Comisión Asesora para las instalaciones térmicas de los edificios. BOE nº 186 05-06-1998.

³⁷ Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios. BOE nº 207 29-08-2007.

Para un **buen diseño del sistema de ventilación** deberán seguirse los siguientes principios:



Situación incorrecta

El aire limpio arrastra el contaminante hacia la zona respiratoria del trabajador/a.

Situación incorrecta

El aire limpio arrastra el contaminante hacia la zona respiratoria del trabajador/a y además pueden existir áreas con poca o nula ventilación.

Situación correcta

El aire se distribuye de forma homogénea por el espacio, además la salida está situada cerca del foco de emisión y el movimiento de aire aleja el contaminante de la zona respiratoria del trabajador/a.

5.3 Extracción localizada

La **extracción localizada** es un sistema que permite captar los contaminantes en las cercanías del foco en el que se generan, evitando así que los contaminantes se dispersen, por lo que es más eficaz que la ventilación general.

5.3.1 Elementos que conforman un sistema de extracción localizada

Los sistemas de extracción localizada de forma general están constituidos por cuatro elementos bien diferenciados:

- **Campana**; punto de entrada del aire contaminado formado por una estructura diseñada para cerrar total o parcialmente la operación que genera el contaminante que se pretenda extraer.

Entre los **principios básicos** que deben contemplarse en su **diseño**, están:

- **Cerrar la fuente contaminante** tanto como sea posible, puesto que el caudal de aire a extraer será menor cuanto más cerrado quede el foco de contaminante.
- **Reducir la distancia** entre el foco contaminante y la parte de aspiración.
- **Capturar el contaminante con una velocidad adecuada**, puesto que una velocidad muy baja puede hacer que el contaminante tenga tiempo de llegar al trabajador/a.
- **Extraer el contaminante fuera de la zona de respiración del trabajador/a**, para eso las campanas deberán situarse de forma que el flujo de aire se desplace del operario a la frente de contaminante, para evitar que el trabajador/a respire aire contaminado.
- **Suministro adecuado de aire**, puesto que todo el aire que se saque debe ser reemplazado.
- **Descarga del aire extraído lejos** del punto de reposición, evitando recirculación de aire contaminado.

Podemos encontrar diferentes tipos de campanas dependiendo de las necesidades, entre las que podemos citar las de techo, las de parrilla laterales, las de aire descendente o las cabinas.

- **Ventilador:** dispositivo que suministra energía al sistema para mover el aire en su interior y que siempre que sea posible deberá colocarse después del separador, para que el aire pase limpio y se evite el deterioro del mismo por la erosión de partículas contaminantes.

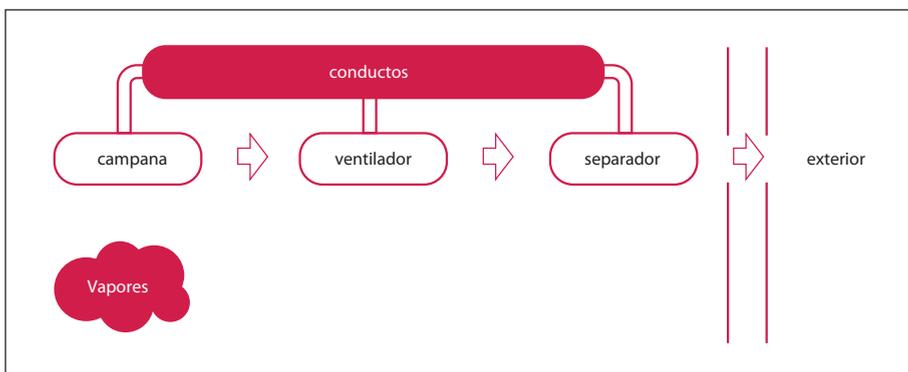
Entre los diferentes tipos de ventiladores podemos citar los **helicoidales**, en los que el aire se desplaza en sentido del eje de rotación de la hélice, y que se caracterizan por caudales grandes de aire, buen rendimiento, aptitud para impulsión y extracción, pero que son bastante ruidosos; y los **centrífugos**, en los que el aire entra de forma axial y sale en dirección radial, y caracterizados por menores caudales de aire, buen rendimiento, aptitud para impulsión y extracción y más silenciosos.

- **Conductos:** facilitan la entrada y salida y el paso del aire a la campana, el ventilador y el separador del sistema.

En estos elementos, debe prestarse **especial atención** a:

- **Mantener la velocidad de transporte** necesaria para que el contaminante no se deposite y tapone el conducto.
 - **Mantener un sistema equilibrado.**
 - Conseguir el **mínimo consumo** de fuerza motriz.
- **Separador:** se encarga de recoger el contaminante del aire antes de que éste vuelva a la atmósfera, su eficacia es la relación entre la cantidad de contaminante retenido y la cantidad que llega al separador.

Dentro de los separadores más empleados tenemos el ciclón, los filtros de mangas, los precipitadores electrostáticos y los filtros para nieblas de aceite.



5.3.2 Ventilación VS extracción localizada

	ventilación general	extracción localizada
Diseño	Sencillo	Más complicado
Inversión inicial	Baja	Elevada
Eficacia de funcionamiento	Diluye el contaminante de forma variable y poco reproducible.	Captura total eliminando completamente la exposición de los trabajadores/as.
Movimiento del aire	Mueve grandes volúmenes, con gran incidencia en el balance térmico del local.	Mueve pequeños volúmenes de aire, con mejor balance térmico del local.
Influencia de las corrientes laterales	Mucha influencia, que puede afectar a su eficacia.	Depende de lo cerrada que esté la campana, en las abiertas mucha influencia y en las cerradas todo lo contrario.
Concentración del contaminante	La concentración del contaminante en la corriente de salida es similar a la concentración en el ambiente.	La concentración de contaminante en la corriente de salida es muy superior a la del ambiente.
Depuración del aire	El sistema será más costoso pues el volumen de aire es grande.	Menos costosos, pues necesitan menos volumen de aire, y más eficaces por la mayor concentración de contaminante.
Limpieza	Si el contaminante es polvo, puede ocurrir que se deposite sobre las superficies de donde puede ser removido contribuyendo a generalizar la contaminación.	Muchas de las partículas que sedimentan son captadas por el sistema impidiendo la sedimentación, mejorando la limpieza.
Otros	Si el contaminante es líquido, gas o vapor puede afectar a equipos y materiales.	Se elimina el riesgo de corrosión de equipos y materiales.

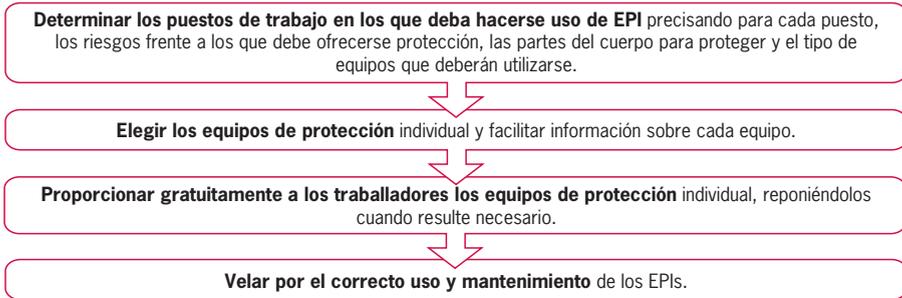
5.4 Equipos de protección individual (EPIs)

Los equipos de protección individual, que de aquí en adelante denominaremos “**EPIs**”, están definidos en el R.D. 773/1997³⁸ como “*cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador/a para que lo proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud en el trabajo, como también cualquier complemento o accesorio destinado para este fin*”.

A pesar de ser una de las medidas más extendidas es la menos eficiente, la última en la jerarquía de control, y la última que deberá ser implantada en los centros de trabajo. Como se especifica en el artículo 17 de la Ley de PRL, “*solo debería utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo*”.

³⁸ Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. BOE nº 140 12-06-1997.

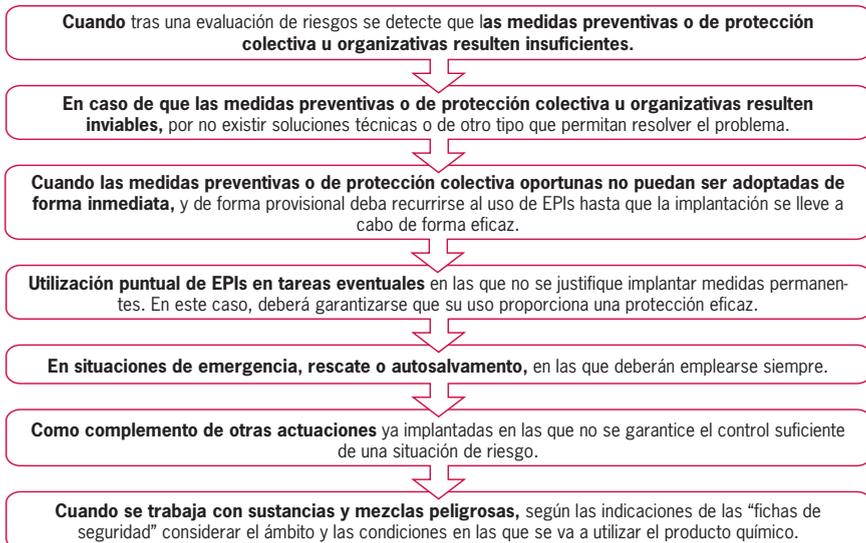
Cuando se agoten las posibilidades de protección mediante medidas colectivas, técnicas u organizativas y solo queden los EPIs como alternativa de protección o como complemento de otras medidas, **el empresario/a** como se establece en la Ley de PRL, **está obligado a:**



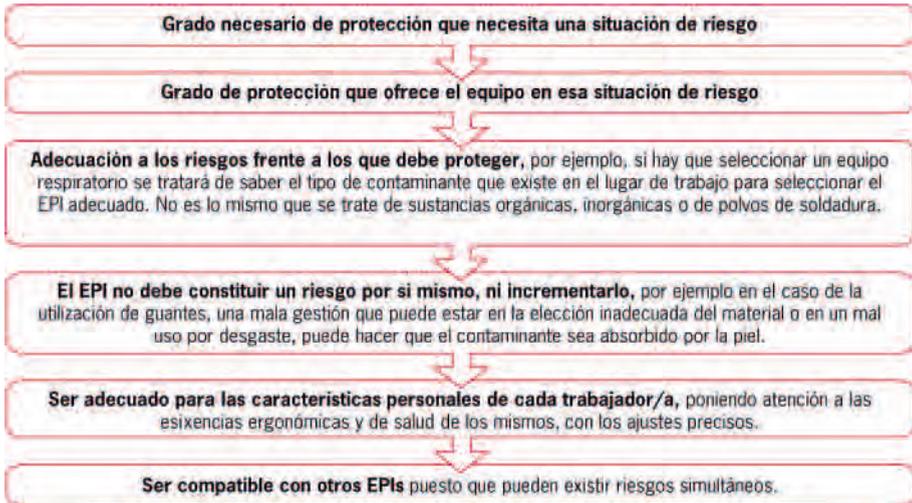
Por su parte, **los trabajadores/as**, en relación a los equipos de protección individual, **están obligados** por ley a:



Surge aquí la cuestión ¿cuándo hay que usar un EPI?, pues bien, de forma esquemática, **se recurrirá a la utilización de EPIs:**



Los EPIs proporcionarán una protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso, y en su elección participarán los trabajadores/as o sus representantes. Entre los **requisitos que deberán cumplir** están:



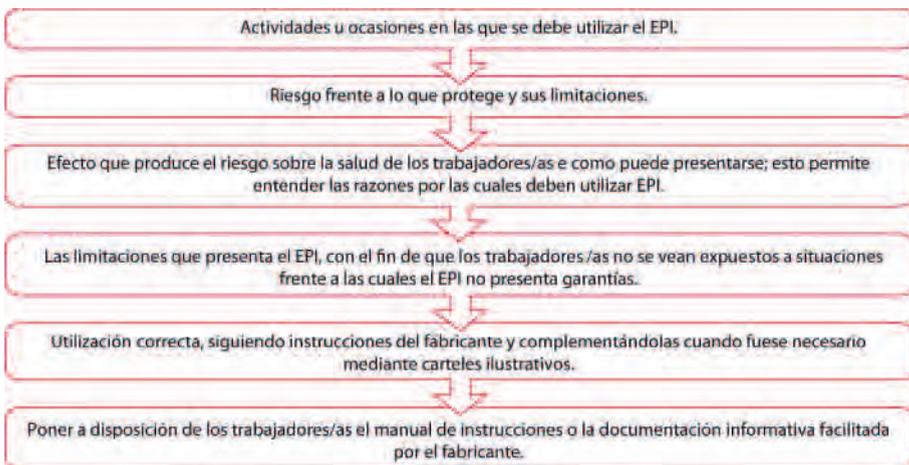
Una vez seleccionados los EPIs necesarios, es adecuado consultar la disponibilidad de los diferentes equipos en el mercado para garantizar su idoneidad y calidad, y que cumplan las exigencias requeridas. Para eso surge el R.D. 1407/1992³⁹, posteriormente modificado, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

El fabricante de un EPI y/o su representante en la Unión Europea comercializarán el equipo con la identificación del **mercado “CE”**, declarando, por tanto que el EPI se ajusta a las exigencias indicadas. Esta marca será colocada en cada EPI fabricado y en su embalaje original, de forma visible y legible, para que el usuario sepa que el equipo cumple las exigencias. Además, el fabricante tiene el deber de elaborar y entregar al usuario un **folleto informativo** que estará redactado en la lengua/s oficiales del estado miembro a que se destine, y en el que constarán:

³⁹ Real Decreto 1407/1992, de 20 de Noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. BOE nº 311 28-12-1992 modificado por el Real Decreto 159/1995, del 3 de Febrero. BOE nº 57 08-03-1995.

- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección. Los productos de limpieza, mantenimiento o desinfección aconsejados por el fabricante no deberán tener, en sus condiciones de utilización, ningún efecto nocivo ni en los EPI ni en el usuario.
- Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los EPI.
- Accesorios que pueden utilizarse en los EPI y características de las piezas de repuesto adecuadas.
- Clases de protección idóneas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondiente.
- Fecha o plazo de caducidad de los EPI o de algunos de sus componentes.
- Tipo de embalaje adecuado para transportar los EPI.
- Explicación de las marcas, si las hubiera.
- Nombre, dirección y número de identificación de los organismos de control notificados que intervienen en la fase de diseño de los EPI.

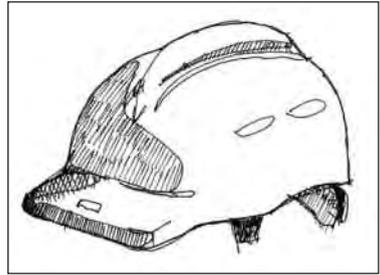
Cuando se introduzcan equipos de protección individual en el centro de trabajo habrá que instaurar **programas de formación e información** para el personal en las que se abordarán las siguientes cuestiones:



También deberían desarrollarse **programas de gestión de EPIs** a través de fichas de control en las que consten datos del trabajador/a, datos comerciales del equipo (marca, modelo, distribuidor, nº de serie..), datos relativos al uso del equipo (condiciones de uso, vida útil...), y datos referentes al mantenimiento del equipo (persona responsable, operación, período de validez...).

5.4.1 Protectores de cabeza

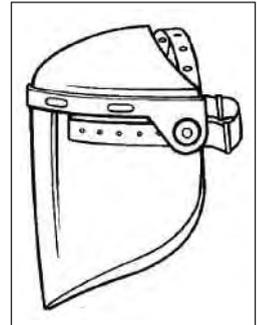
Equipos destinados a impedir que la cabeza pueda sufrir algún tipo de riesgo en el ambiente de trabajo. Los EPIs más utilizados para este tipo de protección son los **cascos**, que cubren la parte superior de la cabeza y protegen frente a diferentes riesgos como pueden ser los mecánicos (caída de objetos, proyecciones, golpes...), los térmicos (metales fundidos, calor...) o riesgos eléctricos.



Puede consultarse las normas UNE-EN 397, UNE-EN 397/A1 y UNE-EN 14052 relativas a los requisitos para cascos empleados en la industria.

5.4.2 Protectores de cara y ojos

Equipos destinados a proteger los ojos y la cara de riesgos como pueden ser la proyección de partículas sólidas, la exposición a atmósferas contaminadas, la proyección de líquidos de diversa naturaleza corrosiva, cáustica, o la exposición a radiaciones nocivas.



■ **Pantallas:** cubren toda la cara del trabajador/a, y pueden dividirse en:

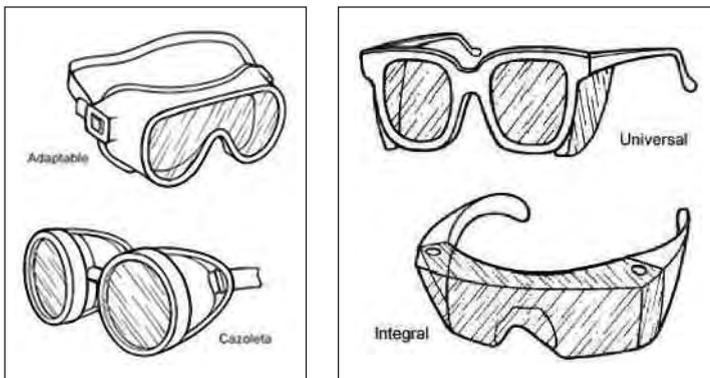
- **Pantallas de soldador:** pueden ser para sujetar con la mano o para colocar directamente en cabeza. Protegen además de la radiación, de la salpicadura o proyección de partículas. Están provistas de un cristal de protección y de filtros especiales con diferentes opacidades, en función de las radiaciones de las que protegen.

- **Pantallas faciales:** adaptadas a la cabeza y formadas por un sistema ajustable y abatible con un visor, que será variable en función de la protección requerida, para salpicaduras de líquidos, partículas...
- **Gafas:** cubren solo los ojos del trabajador/a y deben protegerlo de posibles riesgos en los ojos, por lo que deben ajustarse bien a la cara y al tipo de actividad del trabajador/a. Podemos distinguir:

- **Gafas universales:** cubren sólo los ojos frente a riesgos de impacto. Los cristales pueden ser minerales u orgánicos. Los primeros son menos resistentes al impacto y más pesados que los orgánicos, pero tienen la ventaja de que se rayan con menor facilidad que los segundos, por eso son recomendables cuando se trabaja en presencia de partículas como el polvo.

En algunos casos, es posible que los oculares sean correctores y en otros, existen algunas gafas de protección que pueden colocarse sobre unas gafas que no lo sean.

- **Gafas panorámicas,** cubren totalmente todas las aberturas entre los ojos incluyendo la parte superior, lateral e inferior de los mismos, proporcionando un amplio campo de visión. Pueden ser herméticas, utilizadas sobre todo cuando se está expuesto a gases o vapores, o ventiladas, más empleadas cuando el agente contaminante es polvo.
- **Gafas de cazoleta,** proporcionan protección en condiciones extremas por su adaptabilidad y son empleadas sobre todo para riesgos de impacto y radiaciones.



5.4.3 Protectores de las vías respiratorias

Equipos destinados a impedir la entrada de los contaminantes a través de las vías respiratorias. De forma general, los EPIs de protección respiratoria, tienen como característica común que producen incomodidad en el usuario, pues incrementan la fatiga en el trabajo, por lo que su utilización debe limitarse en el tiempo. Una referencia está en el R.D. 396/2006 sobre Amianto, en la que se establece un período máximo de 4 horas de uso diarias.



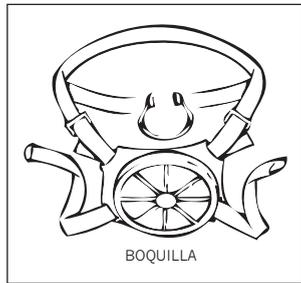
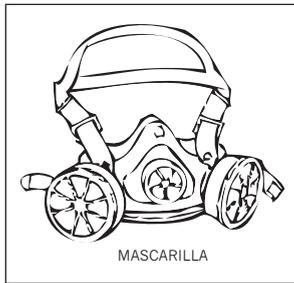
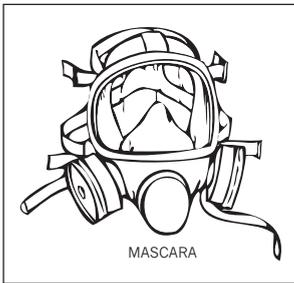
- **Respiradores purificadores de aire:** aprovechan el mismo aire del ambiente de trabajo, filtrado adecuadamente para retener el contaminante y garantizar que el aire que llega al trabajador/a pueda ser respirado. Pueden ser de **presión positiva** -aquellos que disponen de un sistema mecánico de impulsión de aire que lo hace pasar a través de uno filtro para que llegue limpio al trabajador-, o **negativa** -la propia inhalación del trabajador/a es la que hace que el aire atravesase el filtro-.



- **Respiradores autofiltrantes:** cubren la nariz y la boca y tienen una superficie filtrante que puede llevar una válvula de exhalación, para facilitar la respiración. Los más simples suelen ser utilizados para los ambientes contaminados por polvo, y otros incorporan carbón activo para retener gases o vapores.
- **Respiradores de filtros intercambiables:** este tipo de respiradores están formados por un adaptador facial y filtros.

El adaptador facial cierra el acceso a las vías respiratorias obligando al aire a circular por los filtros. Se puede distinguir entre:

- **Máscara:** se ajusta bien a la cara y cubre boca, nariz y ojos. Se emplea sobre todo en la presencia de contaminantes a altas concentraciones y que tengan poder irritante en las mucosas.
- **Mascarilla:** cubre la nariz y la boca, y se emplea para aquellos contaminantes que no afectan a los ojos y que están en bajas concentraciones.
- **Boquilla:** cubre la boca y dispone de un sistema que impide la entrada de aire en el filtrado por la nariz (pinza). Sólo se usa en situaciones de emergencia, pues es bastante incómoda.



En relación a los filtros, estos pueden ser:

- **Filtros de retención mecánica:** impiden que las partículas los atraviesen por lo que son útiles para fibras, polvos, nieblas y humos.
- **Filtros de retención química:** retienen el contaminante mediante absorción en un material apropiado, como por ejemplo el carbón activo. Los filtros son específicos para cada contaminante o familia de contaminantes, por lo que su elección es de gran importancia.
- **Filtros mixtos:** constituidos por un filtro de retención mecánica y otro de retención química para filtrar los diferentes contaminantes sucesivamente.

■ **Respiradores con suministro de aire,** utilizan aire de fuera del ambiente de trabajo.

- **Equipos autónomos:** utilizan aire contenido en una botella que transporta el propio trabajador/a y se utilizan, sobre todo en ambientes muy contaminados, donde el aire no es respirable y se requiere libertad de movimientos.



- **Equipos semiautónomos:** utilizan aire de otro ambiente, no contaminado, que circula a través de una manguera y se utilizan, sobre todo en lugares muy contaminados o con pobre nivel de oxígeno.

En la tabla que sigue se hace una compilación, a partir de las Normas técnicas existentes sobre los distintos tipos de filtros y respiradores que podemos encontrar para adaptadores faciales y respiradores autofiltrantes, en la que se recoge el tipo, adecuación y código del color:

	Tipo	Adecuación	Código color
Adaptadores faciales			
Filtros para partículas Norma UNE-EN-143	P1	Baja eficacia, solo partículas sólidas	Blanco
	P2	Media eficacia, partículas sólidas y aerosoles líquidos	Blanco
	P3	Alta eficacia, partículas sólidas y aerosoles líquidos	Blanco
Filtros para gases y vapores. Norma UNE-EN-141 en función de su capacidad	Clase 1	Baja capacidad	-
	Clase 2	Media capacidad	-
	Clase 3	Alta capacidad	-
Filtros para gases y vapores. Norma UNE-EN-141 en función de la naturaleza del contaminante retenido	A	Gases y vapores orgánicos Punto ebullición >65º	Marrón
	B	Gases y vapores inorgánicos (salvo CO ₂)	Gris
	E	Dióxido de azufre y otros gases ácidos	Amarillo
	K	Amoniaco y sus derivados	Verde
Filtros especiales para gases y vapores Norma UNE-EN-141, UNE-EN-371 e UNE-EN-372 en función de la naturaleza del contaminante retenido	NO	Gases nitrosos	Azul-Blanco
	Hg	Vapores de mercurio	Rojo-Blanco
	AX	Gases y vapores orgánicos Punto ebullición <65º	Marrón
	SX	Sustancias específicas	Violeta
	Reactor	Yodo radioactivo y compuestos de yodo orgánico	Naranja
Respiradores autofiltrantes			
Respiradores para partículas Norma UNE-EN 149	FF P1	Partículas sólidas y aerosoles líquidos, concentraciones hasta 4 TLV	Blanco
	FF P2	Partículas sólidas y aerosoles líquidos, concentraciones hasta 12 TLV	Blanco
	FF P3	Partículas sólidas y aerosoles líquidos, concentraciones hasta 50 TLV	Blanco
Respiradores para gases y vapores Norma UNE-EN-405	Clase 1	Baja capacidad	-
	Clase 2	Media capacidad	-
Respiradores para gases y vapores en función del tipo Norma UNE-EN-405	FF A	Compuestos orgánicos Punto ebullición >65º	Marrón
	FF B	Compuestos inorgánicos (salvo CO ₂)	Gris
	FF E	Dióxido de azufre y otros gases ácidos	Amarillo
	FF K	Amoniaco y sus derivados	Verde
	FF AX	Compuestos orgánicos Punto ebullición <65º	Marrón
	FF SX	Sustancias específicas	Violeta
Respiradores especiales para gases y vapores en función del tipo Norma UNE-EN-405 siempre con filtros para partículas P3	FF NO P3	Para gases nitrosos	Azul-Blanco
	FF Hg P3	Para mercurio	Rojo-Blanco

La **duración de los equipos autofiltrantes o de los filtros** depende principalmente del grado de contaminación presente en el puesto de trabajo y del tiempo diario en el que se usa el equipo:

- El criterio para **rechazar filtros contra partículas**, es que deben rechazarse cuando el usuario/a experimente un aumento importante en la resistencia que opone aquel a la respiración, puesto que las partículas van taponando el equipo o el filtro dificultando el paso del aire a través del mismo.
- El criterio para **rechazar filtros contra gases o vapores**, es que en el momento de ponerlo se detecten los contaminantes por su olor o sabor. En este caso debe ser rechazado, pues el carbón activo queda saturado de contaminante y no es capaz de retener más, el contaminante atraviesa el filtro y llega a las vías respiratorias, momento en el que debe cambiarse.

5.4.4 Protectores de la piel

La **dermatosis profesional** es una alteración de la piel, causada, favorecida o empeorada por el ambiente de trabajo. Puede distinguirse entre:

- **Dermatitis alérgica**, afecta a trabajadores/as genéticamente predispuestos y aunque se curan momentáneamente, pueden volver a aparecer cuándo se produce un nuevo contacto con el agente causante.
- **Dermatitis irritativa**, aparece en todos los trabajadores/as con un grado de exposición suficiente, y desaparece al suprimirse esta exposición.

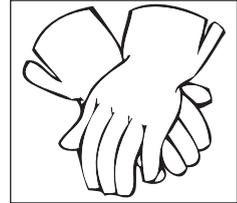
Para **evitar daños en la piel**, deben adoptarse las medidas preventivas adecuadas e, incluso, realizar pruebas cutáneas que permitan determinar la predisposición de los trabajadores/as a sufrir algún tipo de dermatosis. Para esto se deberá:

- Identificar los agentes causantes.
- Sustituir productos peligrosos por otros más inofensivos.
- Disponer de lavabos y duchas suficientes, y cambiar la ropa de trabajo con frecuencia
- No guardar trapos contaminados en los bolsillos.
- No utilizar productos agresivos en la limpieza de la piel, como disolventes, abrasivos...
- Extremar las medidas de higiene, formar e informar al trabajador/a y utilizar EPIs.

Podemos citar aquí los protectores para la piel solubles o insolubles en el agua, que actúan de formando una capa en la que resulta difícil que penetre una sustancia agresiva.

5.4.5 Protectores de manos y brazos

Dentro de los equipos destinados a impedir la entrada de los contaminantes a través de la piel, de las manos o de los brazos, tenemos los **guantes**. Su uso está muy extendido pues no son incómodos y pueden utilizarse durante una exposición prolongada.



El nivel de protección de un guante depende del producto específico que se manipule, y el fabricante debe hacer referencia en el folleto informativo a cuál es el grado de protección frente a los productos químicos para lo cual es diseñado.

En el mercado existen numerosos tipos de guantes, fabricados en diferentes materiales. A continuación veremos cuáles son las ventajas e inconvenientes de algunos de ellos:

Material	Características
Cuero	Ventajas: protección frente agresiones mecánicas y medios secos
	Inconvenientes: no ofrecen protección en medios húmedos puesto que pueden ser atravesados por los productos químicos ocasionando dermatosis, endurecerse y perder flexibilidad
Tela	Ventajas: recomendables para trabajos con objetos sólidos y polvorientos
	Inconvenientes son poco utilizadas xa que no son adecuadas para el trabajo con productos químicos
Goma	Ventajas: protección en medios húmedos, grasos o polvorientos
	Inconvenientes: pueden ser atravesados por diversas sustancias, también pueden disolverse, endurecerse o estirarse.
Plástico	Ventajas: protección frente a un gran número de sustancias por su variedad, pvc, pva, nitrilo
	Inconvenientes: algunos pueden causar sensibilidad y en algunos casos si la sustancia está caliente pueden deshacerse.
Metal	Ventajas: protección frente a cortes y heridas
	Inconvenientes: en algunos casos pueden causar dermatosis

La Norma técnica reglamentaria MT-11, sobre **guantes de protección frente a químicos agresivos**, los guantes se clasifican en:

Características		
Clase A	Guantes impermeables y resistentes a la acción de agresivos ácidos (tipo 1) o básicos (tipo 2)	
Clase B	Guantes impermeables y resistentes a detergentes, jabones, amoníaco...	
Clase C	Guantes impermeables y resistentes a disolventes orgánicos	
	Tipo 1	Resistentes a hidrocarburos alifáticos
	Tipo 2	Resistentes a hidrocarburos aromáticos
	Tipo 3	Resistentes a alcoholes
	Tipo 4	Resistentes a éteres
	Tipo 5	Resistentes a cetonas
	Tipo 6	Resistentes a ácidos orgánicos
	Tipo 7	Resistentes a hidrocarburos clorados
	Tipo 8	Resistentes a ésteres

Producto químico	Material con que está fabricado el guante				
	Nitrilo	neopreno	pva	pvc	caucho natural o látex
Ácidos inorgánicos					
Ácido clorhídrico 38%	B	E	M	E	B
Ácido crómico	R	R	M	B	M
Ácido nítrico 70%	I	B	M	R	M
Ácidos orgánicos					
Ácido acético	B	E	M	B	E
Alcoholes					
Alcohol etílico	B	E	R	B	E
Alcohol metílico	B	E	R	B	E
Aldehídos					
Formaldehído	B	E	I	B	E
Cáusticos					
Hidróxido sódico 50%	B	E	M	B	E
Aminas					
Anilina	B	R	R	B	R
Disolventes aromáticos					
Tolueno	E	M	E	I	M
Xileno	B	I	E	B	M
Disolventes acetonas					
Acetona	I	B	R	I	E
Otros productos					
Aceite de corte	B	E	R	B	I
Decapantes pintura/barniz	B	B	B	M	R
Glicerina	B	B	R	E	E
Peróxido de hidrógeno 50%	B	B	I	R	B
Resinas epoxi	B	E	E	E	E
Tintas imprimir	E	E	E	I	B
E excelente B bueno R regular I inferior M malo					

Para su selección debe tenerse en cuenta el producto a manejar y la precisión que se necesite, pues el material del que están fabricados puede que sea bueno para una sustancia pero puede que para otra no. A continuación se muestra un cuadro de compatibilidades entre algunos productos químicos y la resistencia de los guantes. Para conocer la resistencia de otros productos químicos puede ser consultada la nota técnica de prevención nº 180 y nº 517 publicadas por el INSHT.

Pueden consultarse también las Normas UNE-EN 374, UNE-EN 407, UNE-EN 420 y UNE-EN 12447 para conocer con más profundidad las características que deben reunir estos equipos de protección.

5.4.6 Protectores de pies y piernas

La parte del cuerpo que tiene un mayor riesgo de daño directo o que puede transmitir daños a otro punto del cuerpo, son los pies. Los riesgos pueden verse aumentados en puestos de trabajo en los que la actividad industrial puede desarrollarse en un medio agresivo.

El calzado de seguridad va a proteger de cortes, pinchazos, vibraciones, riesgos químicos... y además de proteger los pies puede evitar que los riesgos puedan producirse en otra parte del cuerpo, por ejemplo, existe calzado con suela antideslizante y resistente a los hidrocarburos que puede proteger de caídas y daños que podrían causar una lesión en alguna parte del cuerpo.

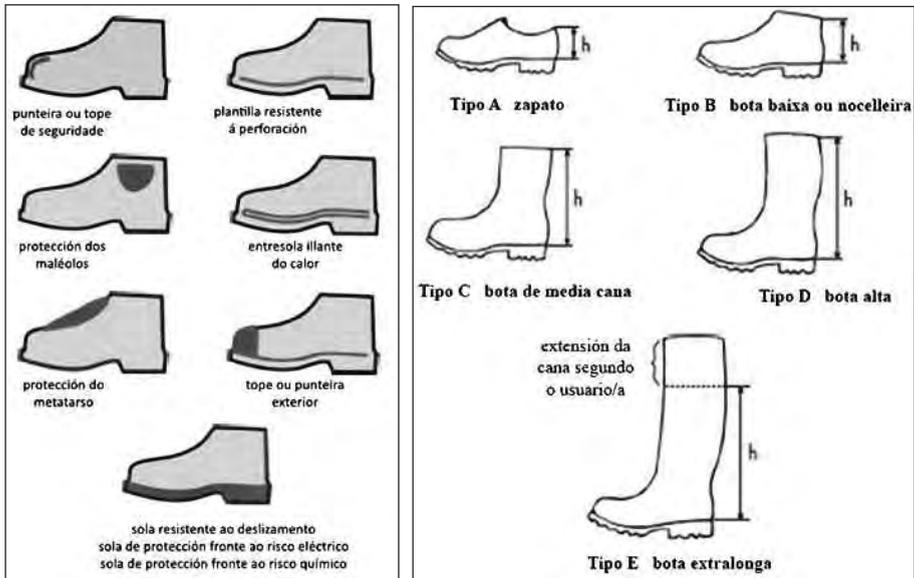
Según el **nivel de protección** ofrecido, el calzado de uso profesional puede clasificarse así:

- **Calzado de seguridad para uso profesional** (UNE-EN ISO 20345): calzado que incorpora elementos de protección destinados a proteger al trabajador/la de lesiones que habían podido ocasionar los accidentes en aquellos sectores de trabajo para los que el calzado fue concebido. Están equipados con topes diseñados para ofrecer protección frente al impacto cuando se ensaya a 200 julios.
- **Calzado de protección para uso profesional** (UNE-EN ISO 20346): calzado que incorpora elementos de protección destinados a proteger al trabajador/a de lesiones que hubieran podido ocasionar los accidentes en aquellos sectores de trabajo para los que el calzado fue concebido. Están equipados con topes diseñados para ofrecer protección frente al impacto cuando se ensaya a 100 julios.

- **Calzado de trabajo para uso profesional** (UNE-EN ISO 20347): incorpora elementos de protección para proteger al trabajador/a de lesiones que pudieran ocasionarse en los sectores de trabajo para los que el calzado fue concebido.

En función del **tipo de material con que se fabrican**, podemos distinguir:

- **Clasificación I:** calzado fabricado con cuero y otros materiales, excluido calzado todo de caucho o todo polimérico.
- **Clasificación II:** calzado todo de caucho, por ejemplo el vulcanizado, o todo polimérico como por ejemplo el moldeado.



La Norma UNE-EN 13832 especifica los requisitos que debe cumplir el calzado protector frente a productos químicos, y puede consultarse para tener más detalles de protección. El siguiente cuadro recoge los requisitos básicos que deben cumplir:

Requisitos básicos	Tipo de calzado			Clasificación	
	Seguridad	Protección	Trabajo	I	II
Diseño	X	X	X	X	X
Resistencia de la unión corte/suela	X	X	X	X	-
Protección de los dedos:					
Resistencia al impacto	X	X	-	X	X
Resistencia a la compresión	X	X	-	X	X
Longitud interna de los topes	X	X	-	X	X
Corrosión de los topes	X	X	-	X	X
Estanqueidad	X	X	X	-	X
Características ergonómicas	X	X	X	X	X
Empeine:					
Espesor	X	X	X	-	X
Resistencia a la rotura	X	X	X	X	-
Resistencia a la tracción	X	X	X	X	X
Resistencia a la flexión	X	X	X	-	X
Permeabilidad y coef. de vapor de H ₂ O	X	X	X	X	-
pH	X	X	X	X	-
Hidrólisis	X	X	X	-	X
Contenido en cromo IV	X	X	X	X	-
Forro:¹					
Resistencia a la rotura	X	X	X	X	-
Resistencia a la abrasión	X	X	X	X	-
Permeabilidad y coef. de vapor de H ₂ O	X	X	X	X	-
pH	X	X	X	X	-
Contenido en cromo IV	X	X	X	X	-
Lengüeta:¹					
Resistencia a la rotura	X	X	X	X	-
pH	X	X	X	X	-
Contenido en cromo IV	X	X	X	X	-
Suela:					
Espesor de la suela sin resaltes	X	X	X	X	X
Resistencia a la rotura	X	X	X	X	-
Resistencia a la abrasión	X	X	X	X	X
Hidrólisis	X	X	X	X	X
Fuerza de unión entre capas ¹	X	X	X	X	X
Resistencia a los hidrocarburos	X	X	-	X	X

¹ Estos requisitos se aplican solo cuando estas partes están presentes

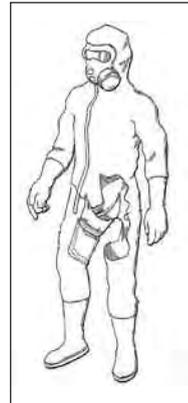
5.4.7 Protectores del cuerpo entero

En este apartado trataremos la **ropa de protección**, que cómo se define en la norma UNE-EN 340 es “aquella ropa que sustituye o cubre la ropa personal y que está diseñada para proporcionar protección contra uno más peligros”.

De forma general, la ropa de protección se clasifica en función del riesgo específico para el que es diseñada:

- Ropa de protección frente a riesgos de tipo mecánico
- Ropa de protección frente al calor y al fuego
- Ropa de protección frente al riesgo químico

- Ropa de protección frente a la intemperie
- Ropa de protección frente a riesgos biológicos
- Ropa de protección frente a radiaciones
- Ropa de protección de alta visibilidad
- Ropa de protección frente a riesgos eléctricos
- Ropa de protección antiestática



Para cada tipo de ropa, existen diferentes clases en función del nivel de prestación requerido, que consisten en números que indican una serie de categorías o prestaciones relacionadas con el grado de protección de la misma.

En este caso nos centraremos en la ropa de protección frente al riesgo químico descrita en las normas UNE-EN 943, UNE-EN 14605, UNE-EN 13034 y UNE-EN ESO 13982, que tiene la particularidad de que los materiales que la constituyen son específicos para la sustancia a la que se quiere hacer frente. Como ya se ha dicho es preciso definir los **niveles de protección de los materiales**, que en el caso de la ropa para riesgo químico, van de **menor a mayor protección**, definidos por **categorías del 1 al 6**, establecidas a partir de los ensayos realizados sobre el tiempo que tarda el producto en atravesar el material. Además de los niveles de protección, **los trajes pueden clasificarse** en:

Tipo	Características	
tipo 1	Hermético a productos químicos gaseosos o en forma de vapor que cubren todo el cuerpo, incluyendo equipo respiratorio, guantes y botas. Fabricados con materiales no transpirables, con resistencia a la permeabilización.	
	1a	con equipo de protección respiratoria en el interior del traje
	1b	con equipo de protección respiratoria en el exterior del traje
	1c	conectados con una línea de aire respirable
tipo 2	Idénticos al tipo 1c pero con costuras no estancas, de materiales no transpirables y con resistencia a la permeabilización.	
tipo 3	Poseen conexiones herméticas a productos químicos líquidos en forma de chorro a presión. Fabricados con materiales no transpirables y con resistencia a la permeabilización.	
tipo 4	Poseen conexiones herméticas a productos químicos líquidos en forma de spray. Fabricados con materiales transpirables o no transpirables con resistencia a la permeabilización.	
tipo 5	Poseen conexiones herméticas a productos químicos en forma de partículas sólidas y están fabricados por materiales transpirables con unas prestaciones que se miden por la resistencia a la penetración de partículas sólidas	
tipo 6	Protección limitada a pequeñas salpicaduras de productos químicos. Fabricados de materias transpirables en la que el nivel de protección se mide por la resistencia a la penetración de líquidos.	

5.4.8 Cuidados a tener con los diferentes EPIs

Deben resistir a diferentes acciones e influencias para garantizar la función de protección durante toda su vida útil:

- elección o utilización errónea
- utilización: deterioro, desgaste...
- almacenamiento, mantenimiento, y/o limpieza inadecuados
- inclemencias del tiempo: humedad, frío/calor, radiaciones...
- productos químicos: disolventes, aceites, hidrocarburos...
- acciones mecánicas: perforación, pinchazos, aplastamientos...
- acción térmica: contacto con sólidos calientes, proyección de partículas fundidas...

Para el **mantenimiento de los cascos de seguridad** se recomienda:

- deben guardarse en estanterías de forma horizontal o colgados, evitando altas temperaturas, humedad, luz solar...
- debe limpiarse y desinfectarse siguiendo las instrucciones del fabricante, cuando presente algún tipo de material adherido, puede limpiarse con agua caliente o disolventes compatibles con el material con que está fabricado
- cuando se observe que pierden resistencia mecánica (exposición al sol, radiaciones, frío/calor) debe sustituirse
- tras un golpe fuerte o agrietamiento del mismo, debe rechazarse

Para el mantenimiento de los **equipos de protección de cara y ojos** se recomienda:

- antes de usarlos comprobar que están en buen estado, y si tienen algún deterioro deberán sustituirse
- cuidado higiénico siguiendo instrucciones del fabricante para limpieza y desinfección
- guardar en lugar seguro, alejado de humedades y altas temperaturas

Para el **mantenimiento de los equipos respiratorios** se recomienda:

- el fabricante deberá suministrar información sobre el manejo, limpieza y desinfección del aparato, así como las piezas de recambio
- no almacenar en lugares con altas temperaturas o ambientes húmedos
- controlar con regularidad el estado de las válvulas de inhalación y exhalación del adaptador facial, filtros, estado de las botellas de los equipos de respiración autónomos, así como todos los elementos de estanqueidad y unión de las partes del equipo
- cuando el equipo sea utilizado por más de una persona, solicitar varios ejemplares, y tener especial atención a las condiciones higiénicas
- los equipos rechazables no precisan ningún tipo de mantenimiento pues son de un único uso

Para el **mantenimiento de los guantes** se recomienda:

- comprobar periódicamente posibles roturas, dilataciones, agujeros... y en el caso de que existan y no se puedan reparar, deberán sustituirse
- en el caso particular de los empleados con productos químicos, aquellos que no sean rechazables después de un uso, deberán ser sustituidos con regularidad
- evitar la contaminación, si esto pasa, habrá que sustituirlos porque es peligroso
- en general, aquellos de más de un uso, deberán conservarse limpios y secos, siguiendo las instrucciones del fabricante

Para el **mantenimiento del calzado** se recomienda:

- limpiarlo de forma regular siguiendo las instrucciones del fabricante
- cuando esté húmedo secarlo, no debiendo colocarlo muy cerca de fuentes de calor para evitar su deterioro
- utilizar productos de limpieza presentes en el mercado, que por lo general son adecuados
- medidas mínimas de higiene, incluyendo cambio de calzado y calcetines, con especial atención a la transpiración

Para el **mantenimiento de la ropa de protección** se recomienda:

- seguir las instrucciones del fabricante en cuanto a lavado y conservación, en algún tipo de ropa será preciso que el tratamiento se realice en un establecimiento especializado, por ejemplo, la ropa ignífuga
- en el caso de tener que reparar una prenda, se hará con materiales de las mismas propiedades o será enviada al fabricante
- cuando se observe su deterioro, deberán ser sustituidas por otras

5.5 Vigilancia de la salud

La **vigilancia de la salud** es una actuación sanitaria que consiste en la realización de diferentes pruebas, aplicando diversos procedimientos médicos a los trabajadores/as, y que tiene por finalidad, a **nivel individual**, detectar y valorar posibles cambios en el estado de salud que pueden actuar como indicadores de exposición a un riesgo, determinar trabajadores susceptibles, anticiparse de forma precoz a las dolencias profesionales o adaptar las tareas a los trabajadores/as, y a **nivel colectivo**, detectar nuevos riesgos o diagnosticar situaciones de riesgo.

Esta vigilancia también es útil para planificar la acción preventiva en la empresa estableciendo cuáles son las prioridades de actuación, o para conocer si las medidas preventivas que se están adoptando son efectivas o no. Dependerá de las características de la exposición, de los cambios derivados de la misma, de los objetivos de intervención, de las características de las personas afectadas y de los medios técnicos, humanos y económicos de los que se disponga.

Es frecuente que se lleve a cabo a través de exámenes médicos por exploración física, pero en algunos casos también pueden realizarse entrevistas o encuestas de salud para conocer los parámetros de control y evaluación, u otro tipo de pruebas complementarias entre las que podemos citar el control biológico.

En lo que se refiere a vigilancia de la salud, está ampliamente citada en diferentes disposiciones legales vigentes relacionadas con la prevención de la salud de los trabajadores/as y como se establece en el artículo 22 de la Ley de Prevención de Riesgos (LPR 31/95), **el empresario/a deberá garantizar a los trabajadores/as a su servicio la vigilancia periódica** de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo. También es mencionada en esta misma ley, en el artículo 14, que la cita como una de las herramientas para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores/as, y en el artículo 16, se menciona que cuando se produzca un daño para la salud de los trabajadores/as o cuando por ocasión de la vigilancia de la salud aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, el empresario deberá llevar a cabo una investigación.

Basándonos en la legislación vigente, Lei PRL y R.D. 39/1997 por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención, **la vigilancia de la salud deberá ser:**

	Descripción
Gratuita	En los trabajadores/as no puede recaer ningún coste económico relativo a su seguridad y salud en el trabajo, que deberá ser garantizada por el empresario/a.
Planificada	La vigilancia de la salud debe responder a objetivos claros y definidos , que deberán justificarse por la exposición a los riesgos que no se hayan podido evitar, o por el propio estado de salud del personal.
Específica	Realizada en función de los riesgos a los que esté sometido el trabajador/a en su lugar de trabajo.
Voluntaria	El trabajador/a deberá prestar su consentimiento, exceptuando previo informe de los representantes de los trabajadores/as en las siguientes hipótesis: <ul style="list-style-type: none"> • El reconocimiento sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores/as. • Verificar si el estado de salud del trabajador/a puede constituir un peligro para él o para otras personas relacionadas con la empresa. • Cuando esté establecido por una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.
Informada	Deberá informarse de forma sencilla y personalmente al trabajador/a de los objetivos y métodos de la vigilancia.
Ética	Deberá respetarse el derecho a la intimidad y dignidad del trabajador/a, no pudiendo ser usados los datos con fines discriminatorios .
Contenido específico	Optar por la realización de reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias en el trabajador/a y que sean proporcionales al riesgo.
Confidencial	La información médica será comunicada al trabajador/a afectado con acceso para el personal médico de los servicios responsables y para las autoridades sanitarias.
Periódica	A vigilancia deberá hacerse: <ul style="list-style-type: none"> • Inicialmente después de la incorporación al trabajo o después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud. • Cuando se vuelve al trabajo después de una ausencia prolongada por motivos de salud, con finalidad de descubrir sus orígenes profesionales y recomendar una acción adecuada para proteger a los trabajadores/as. • A intervalos periódicos
Prolongada	En los casos en que la naturaleza de los riesgos inherentes al trabajo lo haga necesario, el derecho de los trabajadores a la vigilancia periódica de su estado de salud deberá ser prolongada más allá de la finalización de la relación laboral.
Documentada	Los resultados y conclusiones de la vigilancia deberán documentarse y conservarse . Al empresario solo se le facilitarán las conclusiones de la vigilancia especificando la aptitud o no para el puesto de trabajo.
Realizada	La vigilancia médica deberá ser realizada por personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

En el R.D. 374/2001 referente a la protección de la salud y seguridad de los trabajadores/as contra los riesgos relacionados con agentes químicos, se considera que el empresario/a **está obligado a tener en cuenta las conclusiones extraídas de la vigilancia de la salud en la evaluación de riesgos** y si es preciso, deberá mejorar las medidas preventivas para eliminar o reducir los riesgos. Además, en este Real decreto, en el artículo 6, se hace referencia a que cuando la evaluación de riesgos ponga de manifiesto la existencia de un riesgo para la salud de los trabajadores/as, el empresario/a deberá llevar a cabo una vigilancia de la salud de dichos trabajadores/as. Esta **vigilancia será adecuada cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:**

- Pueda relacionarse la exposición del trabajador/a a un agente químico con una enfermedad o efecto adverso.
- Exista la probabilidad de que esa enfermedad o efecto adverso se produzca en condiciones de trabajo concretas en las que el trabajador/a desarrolle su actividad.
- Existan técnicas de investigación de escaso riesgo, válidas para detectar síntomas de esa enfermedad o efecto adverso.

Por otro lado, continuando con este Real decreto, **la vigilancia será un requisito obligatorio** cuando:

- La evaluación de riesgos indique que hay un riesgo.
- Se supere el valor límite ambiental aplicable.
- Lo disponga la reglamentación específica, o sea imprescindible para evaluar los efectos de un agente químico sobre la salud.
- No pueda garantizarse un control suficiente de la exposición del trabajador/a.

Debe aún **prestarse especial atención**, como considera la legislación vigente, a que el empresario/a **deberá garantizar la protección de los trabajadores/as especialmente sensibles**, incluyendo hombres y mujeres en edad fértil, menores, mujeres embarazadas, las que hayan dado la luz recientemente, las que están en período de lactancia, aquellos trabajadores/as con ciertas patologías y aquellos que tengan una discapacidad física, psíquica o sensorial. Se debe incidir, sobre todo, en la exposición a agentes químicos que tienen efectos específicos sobre la salud (consultar frases H del reglamento CLP) como son cancerígenos, mutágenos, teratógenos, tóxicos para la reproducción...

Como se cita en la ley de PRL, en el artículo 10, **las Administraciones Públicas deberán establecer los medios adecuados para la evaluación y control de las actuaciones de carácter sanitario** que se realicen en las empresas por los servicios de prevención que actúen. Deberán establecer pautas y protocolos de actuación, escuchadas las sociedades científicas, a los que deberán someterse los mencionados servicios.

La **Comisión de Salud Pública** del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional

de Salud, tiene establecidos **protocolos de vigilancia** de la salud **específica de los trabajadores/as** para ciertos agentes químicos, bien para el propio agente o para los efectos, en los que se detallan: criterios de aplicación, descripción de los problemas, evaluación del riesgo, protocolos médicos específicos, normas para la realización del protocolo médico específico, conducta a seguir según las alteraciones que se detecten y normativa aplicable, que pueden ser consultados en la página web del Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, y que son los siguientes:

- Agentes anestésicos inhalatorios
- Agentes citostáticos
- Alveolitis alérgica extrínseca
- Amianto
- Asma laboral
- Plomo
- Cloruro de vinilo monómero
- Dermatitis laborales
- Óxido de etileno
- Plaguicidas
- Silicosis y otras pneumoconiosis

CAPÍTULO

6

6 | EL TRABAJO CON PRODUCTOS QUÍMICOS: CONTAMINANTES QUÍMICOS EN PROCESOS INDUSTRIALES

En esta sección, trataremos de describir de forma general los principales riesgos higiénicos que se manifiestan en algunos procesos industriales debidos a la presencia de ciertos contaminantes químicos en el ambiente laboral. Trataremos de ver qué productos se manipulan, y qué contaminantes pueden generarse en los diferentes procesos, como el acabado superficial de metales, las fundiciones, la industria de la madera o del plástico, entre otros.

Dada la gran diversidad de sustancias y procesos implicados, queda lejos de cualquier pretensión, realizar en este apartado un severo análisis de los riesgos higiénicos que se pueden presentar por agentes químicos en las diferentes etapas de los procesos industriales. Se busca más bien facilitar información básica para la identificación de los riesgos en cada sector.

La evaluación higiénica, como tal, debe ser realizada por especialistas en la materia y, en muchas ocasiones, requiere de análisis en el laboratorio por lo que la función primordial de delegados/as será comprobar que se están evaluando todos los riesgos, asegurarse de que las mediciones y tomas de muestras se realizan en las condiciones habituales de trabajo, y comprobar que se respeten los límites establecidos por la legislación vigente.

Para eso será necesaria **la familiarización con las diferentes sustancias, el conocimiento de los contaminantes que se pueden generar en los diferentes procesos y los riesgos que suponen**, para asegurar de que se evalúan todos correctamente y se respetan los valores límites de exposición profesional para los elementos que dispongan de ellos.

Del mismo modo, será muy útil el **conocimiento de los medios de protección tanto colectivos como individuales, para controlar la exposición** de las personas a dichos agentes químicos.

Hay que recordar que las medidas de protección colectiva deben ser prioritarias sobre las de protección individual, por lo que será importante tener unos *conocimientos básicos sobre las alternativas posibles en cuanto a medios de protección colectiva frente a agentes químicos*. La implantación, diseño y puesta a punto de

estos sistemas, generalmente de extracción y ventilación, suelen requerir también de personal especializado, sin embargo, los delegados/as deben estar atentos ante fallos perceptibles de la eficacia de estos sistemas y comunicarlos, para que se tomen medidas al respecto.

Los EPI deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o limitar por otros medios de protección colectiva o métodos de organización del trabajo. En el proceso de selección de un EPI debe incluirse la consulta a los trabajadores o a sus representantes. Debido a esto, será interesante que los delegados/as tengan información sobre los EPIs, para poder comprobar su adecuada aplicación, así como tener conocimientos sobre los requisitos que deben de cumplir, y que se adecúen a la protección que se precisa.

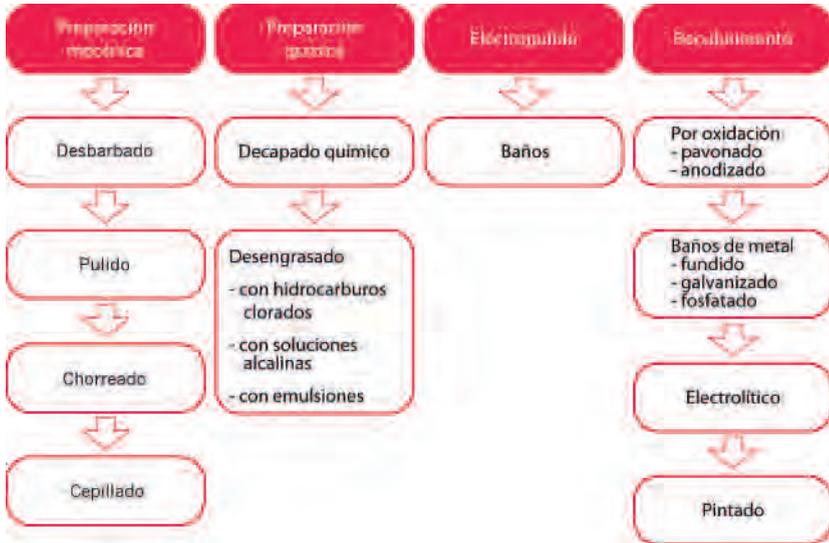
La finalidad, por tanto, de esta sección será dar una enumeración básica de las sustancias y contaminantes que intervienen en procesos industriales comunes, los riesgos que suponen para la salud de los trabajadores y trabajadoras y dar unas nociones de las medidas de control de estos riesgos a nivel colectivo e individual, sin ser este un trabajo exhaustivo en ninguno de los casos.

6.1 Acabado superficial de metales

Una de las características fundamentales de los elementos metálicos es su capacidad para oxidarse debido a la acción de distintos agentes exteriores por los que se pueden ver atacados, de ahí la importancia a nivel industrial del tratamiento de las superficies metálicas para ser protegidas de la oxidación.

Esto supone todo un proceso de recubrimiento de la superficie hasta el acabado final, en el que van a intervenir una serie de productos químicos y que darán lugar a diversas reacciones generando situaciones que pueden resultar peligrosas.

Los principales métodos para la preparación de superficies metálicas son los especificados a continuación:



6.1.1 Preparación mecánica

Las operaciones de preparación mecánica consisten fundamentalmente en el tratamiento de la superficie metálica con materiales abrasivos para la eliminación de las imperfecciones que pueda presentar, bien antes de les aplicar un recubrimiento protector, o también en las operaciones de pulido final.

Hay diferentes tipos de abrasivos que se emplean en este tipo de operaciones. Será interesante conocer su composición para poder conocer los riesgos a los que se exponen los trabajadores y trabajadoras que los manipulan.

Tipos de abrasivos:



Desbarbado

Acostumbra a realizarse mediante discos, muelas de chorreado o ruedas abrasivas flexibles. Para estas operaciones se emplean abrasivos de diferentes tipos que pueden ser naturales o sintéticos. Para saber a qué riesgos pueden estar expuestos los trabajadores/as será importante conocer su composición.

Abrasivos naturales:	Abrasivos sintéticos:
Cuarzo: SiO ₂ en forma de arena sílicea. Esmeril: Al ₂ O ₃ al 70-75% con impurezas de Fe, Si, Cr. Corindón: Al ₂ O ₃ al 70-75% algo más duro Diamante: carbono puro cristalizado.	Alundum: corindón artificial. Corindón blanco: Al ₂ O ₃ al 99% Carborundum: carburo de silice CSi
Tratamientos blandos:	Para el pulido final:
Pómez: vidrio natural constituido por SiO ₂ y Al ₂ O ₃ Tripoli (sílice hidratada) Tierra diatomea y Kiesselguhr: sustancias obtenidas a partir de depósitos de sílice.	Cal de Viena: mezcla de CaO y de MgO muy finamente pulverizado. Creta: compuesta por SiO ₂ y Al ₂ O ₃ Óxido de Ferro rojo: Fe ₂ O ₃ Alúmina Alundum Óxido de Cerio: Ce ₂ O ₃ Diamante

Riesgos higiénicos

Como se puede ver, muchos de los abrasivos están fabricados o contienen:

- Sílice: SiO₂
- Alúmina: Al₂O₃

Los principales riesgos en la preparación mecánica de las piezas son debidos a las grandes cantidades de polvo que pueden generarse sobre todo en el chorreado si no se realiza en vía húmeda.

El estudio higiénico habrá que hacerlo en base a la composición del polvo y de los aglomerantes empleados y al tamaño de partícula (fracción respirable). En base a la composición de los materiales podremos tener:

■ **Sílice cristalino libre**

- del abrasivo
- de la arena residual que cubre la pieza después del desmoldeo

■ Metales tóxicos

- procedentes de la pieza a pulir
- que pueden contener los abrasivos

Las concentraciones de metales no son muy significativas salvo en el caso del acero inoxidable donde se desprenden cantidades importantes de Ni y Cr. **El chozclado con arena contiene grandes cantidades de polvo de sílice** que, junto con la generada por los moldes y material de base de los recubrimientos, hacen de esta una operación altamente peligrosa desde el punto de vista higiénico.

La primera medida a adoptar debe ser la **sustitución de la arena por otro material que no contenga sílice o la contenga en menor medida**, y el enclausuramiento del proceso.

Agente en el polvo	Efectos	VLA-ED (mg/m ³)
Sílice cristalino libre	Irritación por abrasión mecánica en contacto con piel y ojos. Ingestión en grandes cantidades: irritación y bloqueo gastrointestinal. Irritación de nariz, garganta y vías respiratorias por inhalación. Fracción respirable: silicosis (enfermedad profesional).	Fracción respirable: Cristobalita: 0.05 Cuarzo: 0.1 Trimidita: 0.05 Trípoli: 0.1
Alúmina	La inhalación de altas concentraciones de polvo de esta sustancia puede originar irritación de ojos y tracto respiratorio superior.	10
Níquel	Puede causar irritación mecánica. La inhalación del humo puede originar neumonitis. El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. La exposición e inhalación prolongada o repetida puede originar asma. Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida. Esta sustancia es posiblemente carcinógena para los seres humanos .	Metálico: 1
Cromo	Puede causar irritación mecánica en los ojos y el tracto respiratorio.	Metálico: 2

6.1.2 Preparación química

Decapado

Esta operación consiste en la *eliminación de los óxidos que recubren la superficie metálica*. El decapado puede ser químico o electrolítico, siendo el primero el más empleado por su bajo costo. Se lleva a cabo por medio de ácidos:

- Ácido sulfúrico: H₂SO₄
- Ácido clorhídrico: HCl
- Ácido fosfórico: H₃PO₄
- Mezclas:
 - Nítrico-Fluorhídrico: HNO₃-HF
 - Crómico- Fluoruro de sodio: H₂CrO₄-NaF

Los riesgos higiénicos asociados a este proceso son:

Riesgos higiénicos	Producen
Desprendimiento de nieblas altamente corrosivas. Por reacción con los metales: desprendimiento de hidrógeno gas En el caso del ácido nítrico: desprendimiento de vapores de NO ₂ .	Irritación de las vías respiratorias en caso de inhalación. Irritación cutánea en caso de contacto con la piel.

Desengrasado

Para que la adherencia de un recubrimiento sea máxima y se produzca una buena fijación es imprescindible el desengrasado del metal, para que la superficie a recubrir esté totalmente limpia.

Las operaciones de desengrasado se llevan a cabo fundamentalmente con tres tipos de agentes:

- **Hidrocarburos clorados**, los más empleados son:

Sustancia	Efectos	VLA (ppm)		Notas
		ED	EC	
1,1,1 Tricloroetano	Irrita levemente los ojos, el tracto respiratorio y la piel. Puede afectar al sistema nervioso central (disminución del estado de alerta). La exposición a altas concentraciones puede producir arritmia cardíaca. El líquido desengrasa la piel.	100	200	r
1,1,2 Tricloroetano	Irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Puede afectar al sistema nervioso central (disminución del estado de alerta) al riñón y al hígado, dando lugar a alteraciones funcionales. En caso de ingestión la sustancia puede causar vómitos, lo que puede provocar neumonía por aspiración. El líquido desengrasa la piel. El contacto repetido puede producir piel seca y agrietada.	10		Vía dérmica, r
Tricloroetileno	Irrita los ojos y la piel. La ingestión del líquido puede producir neumonitis química. Puede causar efectos en el sistema nervioso central, dando lugar a fallo respiratorio. La exposición podría causar disminución de la consciencia. El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, provocando amnesia. La sustancia puede afectar al hígado y riñón (está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición). Esta sustancia es probablemente carcinógena para los seres humanos.	10		C2
Percloroetileno	A sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La ingestión del líquido puede dar lugar a neumonitis química. La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central. La exposición a altas concentraciones puede producir pérdida de conocimiento. El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La sustancia puede afectar al hígado y riñón.	25	100	ae

VLA ED: valor límite ambiental de exposición diaria. / VLA EC: valor límite ambiental de exposición de corta duración. / ae: alterador endocrino. / Vía dérmica: indica que en las exposiciones la absorción por vía cutánea puede resultar significativa para el contenido corporal total. / C2: sustancia cancerígena de segunda categoría. / r: sustancia con restricciones de fabricación, comercialización y uso.

Las operaciones pueden efectuarse por:

- inmersión en líquido
- inmersión en vapor
- **proyección de chorro de disolvente (debe evitarse por el elevado riesgo higiénico)**

El sistema más empleado es el procedimiento en fase vapor con una cuba de disolvente con un sistema de calefacción y refrigeración. Las causas más frecuentes de contaminación con este sistema son:

- Diseño inadecuado de la zona de refrigeración
- Arrastre de vapores al retirar la pieza de la cuba
- Control deficiente de la temperatura del disolvente de la cuba

Un riesgo relacionado con el trabajo con **tricloroetileno** es la posibilidad de descomposición a altas temperaturas liberando **fosgeno**. Puede ocurrir por contacto con superficies calientes o con llamas.

Fosgeno	La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación del gas puede originar edema pulmonar (los síntomas no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico). Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. La exposición a altas concentraciones puede producir la muerte. Se recomienda vigilancia médica.	VLA-ED (mg/m ³) 0,08
		VLA-EC (mg/m ³) 0,4
VLA ED: valor límite ambiental de exposición diaria. VLA EC: valor límite ambiental de exposición de corta duración.		

Otro de los riesgos es su descomposición por acción de la luz solar o por acción de metales ligeros como el aluminio pudiendo producirse una reacción en cadena que puede ser explosiva por eso, para trabajos con aluminio se recomienda el empleo de percloroetileno.

■ Soluciones alcalinas

Algunas de las mezclas frecuentemente empleadas son sosa cáustica, carbonato sódico, fosfato sódico, silicato y metasilicato sódico, junto con un agente tensoactivo y un complejante mineral. Este tipo de desengrasado suele llevarse a cabo en caliente.

Existe otro tipo de desengrasado, el alcalino-cianurado compuesto por cianuro sódico, fosfato sódico, carbonato sódico y sosa cáustica y que normalmente se realiza en cubas de inmersión idóneas para las piezas con las que se trabaja.

Los principales riesgos asociados a este proceso serán la inhalación de aerosoles alcalinos que pueden producir la irritación de las vías respiratorias y toxicidad por ingestión o inhalación de aerosoles de cianuros.

■ **Emulsiones**

Son dispersiones finas de dos o más componentes que no reaccionan entre sí. Normalmente están compuestas por un elemento disolvente de grasas, un jabón o tensoactivo y algún agente orgánico de acción específica que pueden ser alcoholes o cetonas. Entre los disolventes más empleados están: la nafta, el queroseno o el petróleo y como jabones se emplean jabón potásico o trietanolamina.

El riesgo derivado de la utilización de estos productos viene determinado por los disolventes empleados, comparable a la de los hidrocarburos clorados.

6.1.3 Electropulido

El abrillantado de la superficie se produce al actuar esta como ánodo. La operación tiene lugar en baños ácidos de los que se van a derivar los principales riesgos higiénicos.

Los **baños** son *mezclas de varios ácidos concentrados* en diferente proporción:

- Para hierros: sulfúrico, clorhídrico y perclórico
- Para aceros: ortofosfórico y sulfúrico
- Para aceros inoxidables: fosfórico, sulfúrico y crómico
- Para aluminio: fosfórico, sulfúrico y crómico

Procesos	Tipo	Componentes	Contaminantes	VLA (mg/m³)		Notas
				VLA ED	VLA EC	
Electropulido	Acero inox.	Ácido sulfúrico	Ácido sulfúrico	1	3	
		Ácido fosfórico	Ácido fosfórico	1	2	
	Hierro	Ácido sulfúrico	Ácido sulfúrico	1	3	
		Ácido clorhídrico	Ácido clorhídrico	7,6	15	
		Ácido perclórico	Ácido perclórico	x	x	
	Acero	Ácido sulfúrico	Ácido sulfúrico	1	3	
		Ácido fosfórico	Ácido fosfórico	1	2	
	Aluminio	Ácido sulfúrico	Ácido sulfúrico	1	3	C1, M2
		Ácido fosfórico	Ácido fosfórico	1	2	
		Ácido crómico	Ácido crómico		0,05	

VLA ED: valor límite ambiental de exposición diaria.
VLA EC: valor límite ambiental de exposición de corta duración.
Vía dérmica: indica que en las exposiciones la absorción por vía cutánea puede resultar significativa para el contenido corporal total.
C1: sustancia cancerígena de primera categoría.
M2: sustancia que puede considerarse mutagénica para el hombre.
X valor no establecido

Los principales riesgos higiénicos que se derivan de la utilización de estos baños son:

Riesgos higiénicos	Producen
Formación de aerosoles ácidos Vapores de ácido clorhídrico Desprendimiento de hidrógeno gas	Puede producirse la irritación de las vías respiratorias de los operarios por inhalación de estos aerosoles.

6.1.4 Recubrimiento de las superficies

Electrolítico

El recubrimiento metálico electrolítico consiste en la *deposición sobre la pieza de iones metálicos mediante un proceso de reducción química*, para darle protección o con *finas decorativas*. La composición de los baños varía según el recubrimiento requerido.

Riesgos higiénicos

En general, provienen de la presencia de aerosoles ácidos en el ambiente. Asimismo en algunos procesos se desprenden gases como el ácido cianhídrico o el amoníaco, e hidrógeno en las reacciones de reducción. El desprendimiento de estos gases facilita el arrastre de aerosoles de los componentes del baño al ambiente. Aunque la principal vía de absorción de estos contaminantes por el organismo es la respiratoria, no se debe olvidar la facilidad de penetración a través de la piel de algunos compuestos.

Procesos	Tipo	Componentes	Contaminantes	VLA (mg/m ³)		Notas	
				VLA ED	VLA EC		
Recubrimientos metálicos electrolíticos	Baños alcalino-cianurados	Bronce	Sales cianuradas Hidróxido amónico	Cianuros Amoníaco	14	5 36	Vía dérmica
		Zinc o Cadmio	Sales cianuradas Hidróxido sódico	Cianuros Ácido cianhídrico Hidróxido sódico		5 5,3 2	Vía dérmica Vía dérmica
		Cobre	Sales cianuradas Hidróxido sódico	Cianuros Ácido cianhídrico Hidróxido sódico		5 5,3 2	Vía dérmica Vía dérmica
		Oro	Sales de cianuros	Cianuros Ácido cianhídrico		5 5,3	Vía dérmica Vía dérmica
		Plata	Sales de cianuros	Cianuros Ácido cianhídrico		5 5,3	Vía dérmica Vía dérmica
	Baños ácidos	Cromo	Ácido crómico	Ácido crómico		0,05	C1, M2
		Cobre	Sulfato de Cobre Ácido sulfúrico	Ácido sulfúrico	1	3	
		Níquel	Sulfato de Níquel Ácido sulfúrico	Sulfato de Níquel	0,1		C1
		Zinc	Cloruro de Zinc	Cloruro de Zinc	1	2	

VLA ED: valor límite ambiental de exposición diaria.
VLA EC: valor límite ambiental de exposición de corta duración.
Vía dérmica: indica que en las exposiciones la absorción por vía cutánea puede resultar significativa para el contenido corporal total.
C1: sustancia cancerígena de primera categoría.
M2: sustancia que puede considerarse mutagénica para el hombre.

Baños de metal fundido

Fosfatado

Consiste en recubrir la superficie de las piezas con una película de fosfatos, por tratamiento en solución ácida de Zn, Fe o Mn, que las hace resistentes a la corrosión y facilita la posterior adherencia de las pinturas.

La película de fosfatos se forma por reacción del ácido fosfórico con la superficie metálica. En el tratamiento se añaden acelerantes químicos como óxidos de nitrógeno y en el proceso se libera hidrógeno gas. Esta liberación de hidrógeno, puede favorecer la **formación de nieblas de ácido fosfórico** (irrita piel y mucosas), uno de los problemas higiénicos que presenta el proceso. El otro, es la liberación de óxidos de nitrógeno cuando el baño está usado, debido a las reacciones secundarias de nitrificación.

Los **óxidos de nitrógeno** producen irritación en ojos y mucosas, llegando a la formación de edema pulmonar. Las exposiciones agudas producen grandes dificultades de respiración, cianosis, fiebre, náuseas... pueden llegar a producir la muerte puesto que no se percibe su presencia.

Sustancia	Efectos	VLA (mg/m ³)	
		VLA ED	VLA EC
Ácido fosfórico	La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosiva por ingestión.	1	2
N ₂ O	El líquido puede producir congelación. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, dando lugar a disminución del estado de alerta. La sustancia puede afectar a la médula ósea y al sistema nervioso periférico. Puede producir alteraciones en la reproducción humana.	92	
NO	La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La inhalación de la sustancia puede originar edema pulmonar. Puede causar efectos en la sangre, dando lugar a formación de metahemoglobina. La exposición puede producir la muerte. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica. Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida.	31	
NO ₂	La sustancia es corrosiva para la piel y el tracto respiratorio. La inhalación del gas o vapor puede originar edema pulmonar. La exposición muy por encima del valor límite puede producir la muerte. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica. La sustancia puede afectar al sistema inmune y al pulmón, dando lugar a menor resistencia frente a infecciones. La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.	5,7	9,6
VLA ED: valor límite ambiental de exposición diaria. VLA EC: valor límite ambiental de exposición de corta duración.			

Recubrimiento por oxidación

Consiste en llevar a cabo una oxidación controlada de la superficie metálica para que el óxido formado proteja de la corrosión posterior.

Pasivado

El pasivado es una técnica muy empleada en la protección de los aceros, y generalmente se hace con ácido nítrico diluido, justo a continuación del decapado, para evitar la acción del oxígeno del aire. Al entrar en contacto el metal con el ácido se produce a oxidación y en el proceso se *libera hidrógeno*, hecho que puede provocar el arrastre de gotas de ácido produciéndose *nieblas ácidas*. También se pue-

den desprender *óxidos de nitrógeno* que pueden provocar irritación de las mucosas, cianosis (mala oxigenación de la sangre) y quemaduras.

Anodizado

El anodizado es la *operación contraria al recubrimiento electrolítico*. La pieza sufre una oxidación química que la recubre de una capa protectora frente a la corrosión. Se aplica sobre todo en el tratamiento del aluminio.

Los sistemas de anodizado pueden ser químicos o electrolíticos, siendo estos últimos los más empleados. En general se lleva a cabo un tratamiento previo con ácido nítrico o sosa cáustica, dependiendo del acabado que se pretenda, y posteriormente lleva a cabo el anodizado. Los sistemas más utilizados son los que emplean:

- Ácido crómico
- Ácido sulfúrico
- Ácido oxálico

Los riesgos higiénicos asociados a este proceso son la inhalación prolongada de aerosoles ácidos debido a que en el proceso se liberan hidrógeno y oxígeno gas, que provocan el arrastre de pequeñas gotas. También puede tener lugar la generación de óxidos de nitrógeno. Otro riesgo que hay que tener en cuenta es la posibilidad de reacción violenta entre el ácido sulfúrico y el agua, que puede llegar a ser explosiva.

Procesos	Componentes	Contaminantes	VLA EC (mg/m ³)	Notas
Anodizado de aluminio	Ácido crómico Ácido sulfúrico	Ácido crómico	0,05	C1, M2
	Ácido sulfúrico	Ácido sulfúrico	3	VLA
EC: valor límite ambiental de exposición de corta duración. C1: sustancia cancerígena de primera categoría. M2: sustancia que puede considerarse mutagénica para el hombre.				

Pintado

La pintura es una mezcla de sustancias capaces de recubrir una superficie con la finalidad de protegerla o decorarla. Los barnices y lacas son similares a las pinturas pero carecen de pigmentos por lo que mantienen la transparencia.

La pintura está compuesta por aglutinantes, pigmentos, disolventes, cargas y aditivos para fines específicos. **Los riesgos relacionados con las operaciones de pintado o barnizado estarán relacionados con la composición del material que se está aplicando y del sistema que se emplee para aplicarlos.**

Métodos de aplicación:

- A mano (pincel, brocha, rodillo)
- Por inmersión en una balsa de pintura (manual o mecánicamente)
- Método de cortina de pintura
- Por proyección de la pintura pulverizada
- Método electrostático
- Por electroforesis en una cuba de potencial.

Riesgos asociados

Todas las operaciones de pintado en recintos cerrados pueden resultar peligrosas pero el riesgo por intoxicación aumenta especialmente en caso de pintado por pulverización. Los riesgos relacionados con las operaciones de pintado o barnizado estarán relacionados con la composición del material que se está a aplicar:

- Inhalación de polvos, gases y vapores.
- Contacto con la piel de las pinturas y los disolventes.
- Rebotes de partículas en el pintado por proyección e inhalación de pigmentos de toxicidad variada.
- Inhalación del disolvente evaporado que puede tener una mayor o menor toxicidad.

6.1.5 Medidas preventivas

Control de la exposición al polvo

- En el chorreado: sustitución de la arena por otro material que no contenga sílice o la contenga en menor medida.

- Realización de muestreos periódicos que permitan conocer la situación de las emisiones.
- Instrumentos básicos de control del polvo:
 - Enclaustramiento de los procesos.
 - Sistemas de captación de polvo en el propio foco emisor.
 - Ventilación general como complemento a los sistemas anteriores.
 - Utilizar prácticas de trabajo disponibles para controlar las exposiciones al polvo, tales como irrigadores de agua.
- Tomar medidas organizativas idóneas para combatir el polvo en el conjunto de la instalación y no en cada puesto de trabajo individualmente, hecho que pasa por una correcta política de organización.
- Limpieza del polvo en el puesto de trabajo, por aspiración, sin levantarlo.
- Limpieza de equipos e instalaciones mediante procedimientos húmedos y aspiración, no mediante barrido y soplado.
- Minimización del uso de pistolas de aire comprimido.
- Existencia de aseos y vestuarios idóneos. La ropa de trabajo no se debe sacar del lugar de trabajo, y habrá que disponer de un armario que permita mantenerla separada de la ropa de calle.
- Aseos y servicios que permitan la eliminación de restos del producto de la piel o de la ropa.

Control de la exposición a agentes químicos

Para el control de la exposición a contaminantes químicos:

- Sustituir las sustancias peligrosas por otras inocuas, en la medida del posible.
- Procedimientos adecuados de trabajo para la manipulación de los productos químicos.
- Control y muestreos periódicos que permitan conocer la cantidad de emisiones.
- Aislamiento del proceso.
- Extracción localizada en los puntos de emisión, para la captación del contaminante en el lugar de origen, evitando que se desparrame.

- Protección respiratoria, de las manos, de los ojos y cutáneos en el caso de formación de nieblas o aerosoles.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Existencia de aseos y vestuarios idóneos. La ropa de trabajo no se debe sacar del lugar de trabajo y habrá que disponer de un armario que permita mantenerla separada de la ropa de calle.
- Aseos y servicios que permitan la eliminación de restos del producto de la piel o de la ropa

Sistemas de extracción localizada para recubrimientos electrolíticos:

Dependiendo de las dimensiones de la cuba puede ser necesaria:

Tipo de cuba	Tipo de ventilación	Características aspiración
menos de 0,5 m de ancho	aspiración mediante una sola rendija a lo largo de uno de los laterales de la cuba.	$V < 0,5$ m/s en la superficie del baño que garantice captación total de los contaminantes.
entre 0,5 y 1,25 m de ancho	aspiración mediante dos rendijas laterales, a ambos lados de la cuba.	$V < 0,5$ m/s en la superficie del baño que garantice captación total de los contaminantes.
más de 1,25 m de ancho	con sistema con soplado de aire por un lateral de la cuba y extracción mediante rendija de aspiración por el otro	Aire soplado entre 5 y 10 m/s altura de la rendija $H = 0.18 D$ (D =ancho de la cuba)
Si en el local de trabajo existen corrientes de aire transversales apreciables, o la temperatura del baño es elevada, la velocidad de captación en la superficie del baño deberá ser mayor de 1 m/s.		

Protecciones personales

Los EPI *deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o limitar por otros medios* de protección colectiva o métodos de organización del trabajo.

Se hace necesaria la utilización de elementos de protección personal como **guantes, mandiles, botas y gafas**, dada la agresividad química de la mayoría de los productos manipulados. Hay que prevenir el hecho de que ciertas sustancias sean absorbidas a través de la piel.

- *Protección dérmica.*
- *Protección de las vías respiratorias.*

- *Protección de los ojos y de la cara.*
- *Ropa de trabajo adecuada.*

Vigilancia de la salud

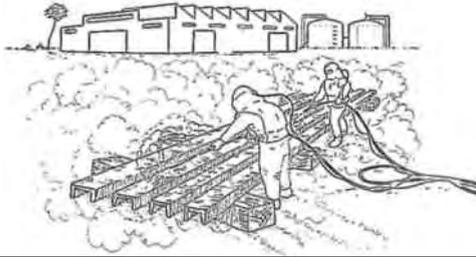
Según la legislación vigente, el empresario/a deberá garantizar una vigilancia de la salud **específica** para los riesgos inherentes al trabajo, que permita la detección precoz de los efectos de las condiciones de trabajo en la salud, identificar trabajadores/as especialmente sensibles y proponer medidas preventivas idóneas para cada trabajador/a.

Se deberán establecer los protocolos de control biológico y pruebas de detección precoz específicos, en el caso de existir, para las sustancias con las que se entre en contacto.

Formación e información de los trabajadores/as

Es fundamental que los trabajadores y trabajadoras sean conocedores de los riesgos a los que están expuestos al manipular productos químicos, así como disponer de información de los procedimientos de trabajo más idóneos y seguros.

El desconocimiento del peligro es un riesgo muy importante, así como innecesario, puesto que puede evitarse **facilitando información comprensible** para los trabajadores y trabajadoras.

EXEMPLO: Chorreado con arena de piezas y estructuras metálicas: exposición a sílice cristalina**Situación de trabajo:**

Esta tarea es un proceso de limpieza en seco y preparación superficial de productos metálicos. Consiste en proyectar arena mediante una corriente de aire a presión impulsada por un compresor, sobre piezas y estructuras metálicas, para limpiar la superficie o dejarla preparada para posteriores tratamientos. La arena sólo tiene un uso, pues los granos de la misma impactan la gran velocidad en las superficies, y un 80% de la arena se fragmenta en partículas muy pequeñas, formándose un ambiente polvoriento de sílice cristalina (SiO₂). En este ambiente, las partículas diminutas denominadas (fracción respirable), no visibles a simple vista, penetran en el trabajador/a por vía inhalatoria hasta los alveolos pulmonares, donde pueden causar grandes daños para la salud.

Agentes químicos implicados:

Los abrasivos se caracterizan por su elevada dureza, su pequeño tamaño de grano y la estructura afilada de sus aristas. En este caso el agente toxicológico más importante que actúa en este proceso es la sílice cristalina, que forma la arena en un 94-99%, y está presente en el cuarzo o en la cristobalita. Existen otros abrasivos, a parte de la arena, que también pueden contener sílice cristalina en un porcentaje variable: escorias de cobre, silicatos de aluminio, gralla de arena, ...etc.

Daños para la salud del trabajador/a:

Hablaremos solo de aquellos riesgos asociados con la exposición a los agentes químicos, en este caso, la fracción respirable de la sílice cristalina que penetra por vía inhalatoria y puede producir:

- *Sistema respiratorio*: silicosis, tuberculosis, cáncer de pulmón, enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
- *Ojos y piel*: irritación.

Factores importantes de riesgo:

Los factores de riesgo más destacables y que pueden aumentar la probabilidad de que se materialicen los daños son:

- la *composición de la arena*, más riesgo cuanto mayor es el porcentaje de sílice cristalina
- el *tamaño de las partículas de arena fragmentada*, pueden ser inferiores a los 16 micrómetros y penetrar en los alvéolos
- la *concentración en el ambiente de sílice cristalina*, en muchos casos supera los valores límite ambiental establecidos
- el *tiempo de exposición*, debe ser valorado de forma adecuada pues a veces es muy elevado
- la *carga de trabajo*, en ocasiones la carga física puede ser alta, junto a la penosidad del trabajo o condiciones climáticas adversas
- la exposición a otros agentes, como partículas desprendidas de las superficies metálicas
- el *grado de implantación/adecuación de las medidas preventivas*, deficiencias de ventilación, extracción, EPIs...
- las *características individuales del trabajador/a*, por ejemplo el hábito de fumar, o patologías previas

Medidas preventivas:

Identificados los riesgos, se tratará de adoptar medidas preventivas que los eliminen, y si no es posible deben minimizarse:

- Acciones sobre el foco contaminante
 - Sustitución de la arena por otro abrasivo sin sílice cristalina, y siempre que los riesgos sean inferiores
 - Modificar el proceso: confinar el chorreado en un proceso pechado
 - Señalización de áreas de riesgo
- Acciones sobre el medio de propagación
 - Sala de chorreado con sistema de ventilación y/o extracción localizada
 - Limpieza y mantenimiento de los locales y equipos de trabajo
- Acciones sobre el trabajador/a
 - Información y formación
 - Medidas de higiene personal
 - Utilización de equipos de protección individual: equipos de protección respiratoria, cara, pies, manos y cuerpo entero
 - Pausas, reducir el tiempo de exposición y el número de trabajadores/as

EJEMPLO: Chorreado con arena de piezas y estructuras metálicas: exposición a sílice cristalina (cont.)**Evaluación de la exposición:**

Una vez implantadas las medidas preventivas, debe hacerse una evaluación de la exposición con mediciones que permitan establecer una comparación de los valores obtenidos con los valores límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED). La estrategia de medición y la toma de muestras serán realizadas a través de alguno de los métodos propuestos por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y, en su defecto, de otras instituciones que tengan prestigio.

Mediante esta evaluación podremos conocer si las medidas implantadas son funcionales o no, si deben realizarse controles periódicos o no, la idoneidad de los diferentes equipos de protección individual...

Formación e información:

El empresario debe informar y formar a sus trabajadores a través de personal cualificado en los siguientes campos:

- Riesgos y daños para la salud por la exposición al polvo de sílice cristalina
- Utilización correcta y segura de equipos de chorreado, compresores, ventilación, extracción, EPIs, procesos de trabajo...
- Evaluaciones de riesgos, medidas preventivas disponibles y eficacia de las mismas, conclusiones de las mediciones realizadas...
- Actuaciones de los trabajadores/as para su protección
- Conocimiento de las fichas de datos de seguridad suministradas por el fabricante sobre las sustancias empleadas
- Como actuar en caso de emergencia
- El empresario debe consultar a los trabajadores/as y a sus representantes sobre la implantación y desarrollo de las medidas preventivas para reducir y controlar la exposición a polvo de sílice.

Vigilancia de la salud:

El empresario está obligado a garantizar la vigilancia de la salud de sus trabajadores/as. En este caso se utilizará el protocolo específico del Ministerio de Sanidad y Consumo "Silicosis y otras neumoconiosis". Para eso el empresario deberá facilitar a los servicios de vigilancia información de los trabajadores/as expuestos y las fichas de datos de seguridad de los productos utilizados.

Información e imagen extraídas de la página del Instituto Galego de Seguridade e Saúde Laboral (ISSGA)

6.2 Colas y resinas

Debido a la gran utilidad que tienen en diversos procesos industriales, hablaremos a continuación de los adhesivos, las colas y las resinas. El objetivo de esta sección es dar una idea general, no exhaustiva, respecto de los distintos tipos de adhesivos que se encuentran en el mercado, así como de los principales riesgos que pueden derivarse de su utilización.

Procesos clásicos tales como soldadura o remachado, están siendo sustituidos por procesos de encolado, principalmente desde la aparición de los modernos adhesivos sintéticos de tipo polimérico. Su utilización es hoy en día totalmente general, ya que incluso objetos tan dispares como puentes, coches o aviones incorporan procesos de encolado en su fabricación, sin olvidar su presencia insustituible en industrias como la del calzado, madera y muebles, etc.

En estos productos intervienen sustancias que se sabe pueden tener efectos nocivos sobre la salud de los usuarios, por lo que su utilización puede implicar una serie de riesgos que estarán directamente relacionados con su composición y también con el modo de aplicación. A continuación se revisa la clasificación de estos productos, seguida de una exposición de los riesgos higiénicos más importantes y de las medidas preventivas básicas.

6.2.1 Tipos de adhesivos

En las siguientes tablas se presentan en forma resumida, las características de los distintos grupos generales de adhesivos en función de su forma de aplicación y de su composición, diferenciando el origen natural o sintético de las materias de base.

En cuanto a la forma de aplicación, será de especial interés la necesidad o no de aplicación de calor para la actuación del adhesivo, puesto que los procesos en caliente son más susceptibles de emitir sustancias tóxicas.

Tipo	Características
Termoplásticos	Pueden ablandar y fundir varias veces por acción del calor y vuelven a endurecer al enfriar sin experimentar cambios químicos.
Termoestables	Por la acción de un agente externo (catalizador, calor, luz UV...) experimentan una reacción química que los lleva a un estado sólido permanente, resistente al calor.
De contacto	Se distribuyen sobre las partes que se quieren unir y después de un tiempo, para la evaporación del disolvente, se enfrentan ambas partes que quedan unidas por la formación de un fuerte enlace muy resistente al deslizamiento.
De fusión en caliente "Hot-Melt"	Basados en compuestos que son a la vez fusibles y adherentes. Se aplican derretidos formando, al enfriar, enlaces fuertes y rígidos.
Sensibles a la presión	Adhieren a temperatura ambiente por aplicación de presión.
Rehumectables	Se aplican en solución y se dejan secar reactivándose sus propiedades adherentes al volver a aplicarles agua.

Según su composición, podemos separar los adhesivos por su origen natural o sintético.

Adhesivos de origen natural	Procedencia
Animal	Colágeno de mamíferos: principal proteína del cuero, los huesos y los tendones.
Pescado	Extracción de pieles de pescado.
Caseína	Proteína procedente de la leche.
Albumina de Sangre	Sangre fresca del matadero, polvo seco de sangre soluble y agua.
Soja	Harina de soja en solución alcalina.
Dextrinas	Hidrólisis del almidón.
Látex	Cauchos, naturales o sintéticos, no curados.
Goma arábiga	Extracción de tronco y ramas de acacia.

Adhesivos sintéticos	Procedencia
Resinas Urea-formaldehído	Poliisocianatos
Resinas Melamina-Formaldehído	Resinas de poliéster
Resinas Fenol-formaldehído	Resinas vinílicas
Resinas Resorcina-formaldehído	Cauchos sintéticos
Resinas epoxi	Derivados de celulosa

6.2.2 Riesgos higiénicos

Los productos de base que se pueden encontrar en la composición de los adhesivos son muy variados. La complejidad aumenta como consecuencia de las posibles combinaciones entre los distintos tipos y los aditivos necesarios para lograr las propiedades adecuadas. Por otra parte, en bastantes casos, estos productos de base van acompañados de disolventes, necesarios para su aplicación. Por eso, al considerar los posibles riesgos higiénicos debidos a la utilización de adhesivos habrá que diferenciar:

- riesgos originados por los disolventes que incorporan
- riesgos derivados de los compuestos a base de aditivos

Disolventes

En muchos casos, la cantidad de disolvente o disolventes en un preparado adhesivo representa entre el 60 y el 80% de la composición del producto. La evaporación de esta fracción durante lo proceso de utilización y de secado puede representar, por tanto, una serie de riesgos importantes.

La mayoría de disolventes son productos volátiles que penetran fácilmente en el organismo y la inhalación de sus vapores, puede provocar:

- Las elevadas concentraciones, deprimen el sistema nervioso central (acción anestésica).
- Algunos autores opinan que la exposición crónica a los vapores de ciertos disolventes puede generar un síndrome cerebral caracterizado por un déficit intelectual y problemas emocionales conducentes a una demencia pre-senil debido a un proceso progresivo de atrofia cerebral.

Acción tóxica de algunos de los disolventes más frecuentes en los adhesivos:

Producto	Características
Hidrocarburos aromáticos: benceno, tolueno, xilenos	Narcóticos e irritantes cutáneos y respiratorios. Tóxicos para el sistema nervioso periférico, algunos son moderadamente hepatotóxicos. El benceno tiene una acción tóxica sobre la médula ósea que puede manifestarse en forma de leucemia.
Hidrocarburos alifáticos: (Fracciones de petróleo) petróleo, bencina, naftas.	Narcóticos e irritantes. El n-hexano puede provocar polineuritis (enfermedades inflamatorias primarias del tejido conectivo de los nervios periféricos) sensitivo-motrices.
Hidrocarburos clorados: diclorometano, docloroetano, tetracloruro de carbono, tricloroetileno, metilcloroformo, percloroetileno, tetracloroetano, clorobenceno.	El más tóxico es el tetracloroetano que provoca necrosis hepática. El tetracloruro de carbono es un veneno hepático y renal. Del resto, el percloroetileno, el metilcloroformo y el diclorometano, algo menos tóxicos, básicamente depresores del sistema nervioso central. El diclorometano metaboliza parcialmente a monóxido de carbono. Algunos hidrocarburos halogenados no saturados pueden dar lugar a la formación en el organismo de derivados tipo epoxi parcialmente mutágenos y cancerígenos.
Alcoholes: metanol, etanol, isopropanol, butanol, diacetona alcohol.	Tienen acción narcótica e irritante. El metanol puede provocar ceguera El butanol puede causar daños en la córnea.
Cetonas: acetona, metiletilcetona, diisopropilcetona, metilisobutilcetona.	Ejercen un ligero efecto narcótico. En conjunto son poco tóxicas.
Esteres: acetato de metilo, acetato de etilo, acetato de isopropilo, acetato de butilo.	Son irritantes y tienen poca toxicidad.
Eteres: Dioxano	Es un tóxico renal y además cancerígeno.
Derivados del glicol: metilcellosolve, acetato de metilcellosolve.	La inhalación de metilcellosolve puede causar una encefalopatía tóxica.
Nitroalcanos: nitrometano, nitroetano, 1-nitropropano.	Son irritantes de las mucosas.
Amidas: dimetilformamida.	Es principalmente hepatotóxica.
Sulfuro de carbono	Es un tóxico del sistema nervioso central, responsable de neuropatías periféricas.

Productos de base

En relación con los productos de base, se considera que:

- **Los adhesivos de origen natural no presentan riesgos importantes, algunos incluso se consideran inocuos**, aunque existe la posibilidad de que ocasionen algún efecto alérgico, como es el caso de las dextrinas.

- **Los adhesivos sintéticos**, en cambio, pueden ocasionar efectos biológicos sobre los trabajadores expuestos debido a la presencia de trazas residuales de monómeros en la formulación.

En todos los casos, es importante tener en cuenta los aditivos añadidos al adhesivo. El hecho de que su presencia en la formulación del adhesivo preparado sea muy pequeña, generalmente en el caso de aditivos activos menos del 1% no elimina un posible riesgo, especialmente como responsables de afecciones de tipo cutáneo que pueden ocasionar dermatitis de tipo irritativo o alérgico.

En el caso de los adhesivos termoendurecibles, la reacción química que tiene lugar en el proceso de curado puede dar lugar a una elevación de la temperatura y facilitarse el correspondiente desprendimiento de vapores. Tal es el caso, por ejemplo, de resinas a base de formaldehído, epoxiresinas y poliuretanos.

Resinas obtenidas con formaldehído

Pueden presentar riesgos de exposición e intoxicación debido a los monómeros, especialmente al fenol y al formaldehído, y a los aditivos, entre los que destacan algunas aminas como la hexametilentetramina.

Por calentamiento pueden desprender además productos de descomposición, entre los que destacan el monóxido de carbono y el amoníaco.

- El **fenol** y sus derivados penetran en el organismo tanto por vía respiratoria como a través de la piel intacta y pueden provocar problemas de todo tipo, incluidos digestivos, respiratorios, renales, hepáticos, así como dérmicos e irritación de mucosas.
- El **monóxido de carbono** es un asfixiante químico y el **amoníaco** un irritante primario.
- La **hexametilentetramina** irrita los ojos, la piel. El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. La exposición e inhalación prolongada o repetida puede originar asma.
- El **formaldehído** es un fuerte irritante de la piel, ojos y mucosas respiratorias así como un alergizante capaz de provocar eczemas de contacto y asma, asignándosele además una posible actividad cancerígena.

Formaldehido: efectos sobre a salud

- A bajas concentraciones el formaldehido provoca irritación ocular, del tracto respiratorio y de la piel y también actúa como sensibilizante de la piel.
- A altas concentraciones la inhalación de formaldehido provoca severa irritación del tracto respiratorio, pudiendo llegar a provocar la muerte.

Las características de peligrosidad dependen de la concentración en la que se encuentra:

Concentración	Pictograma	Palabra de advertencia	Indicaciones de peligro
$\geq 25\%$		PELIGRO	Se sospecha que provoca cáncer. Tóxico en caso de inhalación, contacto con la piel y en caso de ingestión. Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves. Puede irritar las vías respiratorias. Puede provocar una reacción alérgica en la piel.
$5\% \leq C \leq 25\%$		ATENCIÓN	Se sospecha que provoca cáncer Nocivo en caso de inhalación, contacto con la piel y en caso de ingestión. Provoca irritación cutánea ocular grave. Puede irritar las vías respiratorias y provocar una reacción alérgica en la piel
$\geq 1\%$		ATENCIÓN	Se sospecha que provoca cáncer Puede provocar una reacción alérgica en la piel
$\geq 0,2\%$		ATENCIÓN	Puede provocar una reacción alérgica en la piel

Formaldehido: control de la exposición y valores límite

Como es habitual en higiene industrial, el control de la exposición se basa en la determinación de formaldehido en el aire. Existen distintos procedimientos para eso: métodos de toma de muestra y análisis activos y pasivos, aplicando técnicas espectrofotométricas y cromatográficas. (Ver NTP: 873⁴⁰)

⁴⁰ NTP 873: Prevención de la exposición a formaldehido.

Formaldehido	VLA-EC		Notas
	ppm	mg/m ³	
	0,3	0,37	Sen, y
VLA EC: valor límite ambiental de exposición de corta duración. Sen: sensibilizante y: reclasificado recientemente pola IARC de probablemente carcinógeno (Grupo 2A) a carcinógeno en humanos (Grupo 1)			

En Gran Bretaña el Health and Safety Executive aconseja seguir una nueva línea para el establecimiento de límites de control ambiental de isocianatos:

- TWA para 8 horas a concentración de 0,020 mg/m³ de grupos NCO
- TWA para 10 minutos de 0,070 mg/m³ de grupos NCO independientemente del compuesto que los contenga.

Esto permite valorar cualquier exposición a grupos isocianato, tanto si provienen de monómeros como de pre-polímeros, siempre que se disponga del método analítico adecuado.

Formaldehido: medidas preventivas

Como primera medida preventiva habrá que barajar la posible **sustitución del producto por otro inocuo**. Si no es posible, habrá que controlar la exposición.

Para **prevenir la exposición** a formaldehido, es necesario reducir al mínimo su presencia en el puesto de trabajo, proteger al trabajador frente a salpicaduras y contactos directos con la piel, y establecer un plan de formación e información del personal que lo maneja.

- Evitar la existencia de fuentes de contaminación innecesarias, como recipientes abiertos y eliminar rápidamente derrames.
- Observar procedimientos de trabajo adecuados, evitando la evaporación y la formación de aerosoles y manteniendo los recipientes cerrados.
- Utilización de vitrinas cerradas y aspiración forzada. Esta medida es preferible a la utilización de extracciones localizadas móviles, que también son recomendables en casos concretos.
- Adecuada renovación general del aire para minimizar las concentraciones residuales.

- Unidades portátiles de extracción que aspiran el aire a través de filtros impregnados con permanganato de potasio que fija químicamente al formaldehído, especialmente útiles en salas de almacenaje de piezas pequeñas fijadas con formaldehído.
- Equipos de protección individual: la utilización de EPI's implica el establecimiento de un programa para su adecuada gestión, desde la decisión de su utilización, hasta la formación e información a los usuarios. Deberá tenerse en cuenta la legislación existente al respecto, los reales decretos de comercialización y de disposiciones mínimas de seguridad y salud para su utilización, no olvidando nunca el carácter de **última protección** que tienen. Los EPI recomendados generalmente para trabajar con formaldehído son los que protegen frente

Protección	EPI
Contacto dérmico y salpicaduras	Guantes Mandiles Gafas Máscara facial
Inhalación de vapores	Protección respiratoria con filtros químicos de tipo BP3
Consultar siempre su adecuación al fabricante y leer detenidamente el folleto explicativo.	

Resinas epoxi

Se obtienen a partir de compuestos que contienen un grupo epoxi, tal como epíclorhidrina, y polialcoholes que pueden estar presentes en el adhesivo en forma residual libre. En su formulación, incluyen endurecedores que suelen ser aminas (hexametildiamina, polietilenpoliamida) y anhídridos (anhídrido del ácido maleico o ftálico). Estos compuestos se caracterizan por su rápido endurecimiento al aplicarlos, y por desprender productos volátiles como epíclorhidrina y difenilpropano, entre otros.

En la práctica, el principal problema toxicológico que presentan los adhesivos de tipo epoxi es su acción cutánea. Tanto los compuestos epoxi como las aminas son causas importantes de **irritación y sensibilización cutánea** aunque también pueden ocasionar irritaciones de las vías respiratorias superiores. También hay que tener presente un **posible riesgo cancerígeno** por contacto con compuestos epoxi.

En concreto la epíclorhidrina, tiene una intensa acción irritante, es un depresor del sistema nervioso central, provoca alergias de contacto y se le ha atribuido un potencial cancerígeno y mutágeno.

Riesgos asociados a las resinas epoxi y medidas preventivas

Los riesgos toxicológicos varían ampliamente según la fase en que se manejan. Mientras una resina ya tratada y endurecida es prácticamente inerte, las resinas básicas, y sobre todo los distintos productos utilizados en el proceso de fabricación y posteriores tratamientos, pueden exponer a los trabajadores y trabajadoras a diferentes efectos perjudiciales.

Riesgos	Medidas preventivas
Por contacto con la piel de:	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mantener el orden y la limpieza del área de trabajo ■ El personal: <ul style="list-style-type: none"> ▶ debe ser instruido para que no deje de tomar las precauciones básicas necesarias. ▶ debe conocer los datos de identificación del producto, así como las medidas de prevención y protección que indique la etiqueta del producto. ■ Deberá rechazarse el uso de productos que no estén convenientemente etiquetados. ■ Eliminar totalmente el contacto del personal con los agentes irritantes mencionados y utilizar sistemas cerrados o captación localizada en las operaciones de mezclado. ■ Controlar la emanación de vapores mediante <ul style="list-style-type: none"> ▶ equipos extractores ▶ cabinas ventiladas ▶ ventilación general de la zona ■ Adecuada ventilación y higiene personal. ■ Los elementos de protección personal no deben ser tomados nunca como sustitutos adecuados para reemplazar un sistema de trabajo con el mayor grado de protección posible, el mantenimiento del orden y la limpieza y la instrucción del trabajo. ■ Deben usarse guantes de goma o de plástico para proteger a piel (preferentemente forrados), mandiles y ropa de trabajo adecuada, cerrada y de manga larga. ■ Deben usarse gafas de protección o protectores faciales (o ambos a la vez) para operaciones de mezcla, pesada, manejo y limpieza de elementos y compuestos epoxi que no curasen, a fin de evitar daños a la vista y a la cara por salpicaduras.
Materiales no curados o resinas puras. Endurecedores o productos de curado. Disolventes	
Para las vías respiratorias por exposición a:	
Volátiles o emanaciones que se producen durante el mezclado. Vapores de disolventes orgánicos. Polvo procedente de labores de mecanizado. Polvo procedente de cargas añadidas a la resina (sílice, caolín, etc).	
Para los ojos, por:	
Trabajo con compuestos epoxi con agentes irritantes y sensibilizadores activos. Trabajos de mecanizado en los que se puedan producir proyecciones. Salpicaduras y proyecciones de productos líquidos.	
Riesgo de ingestión accidental de productos tóxicos, irritantes o corrosivos.	

EPIs	
Ojos	Pantallas faciales para salpicaduras de líquidos. Gafas de seguridad para proyecciones de partículas o polvo.
Vías respiratorias	Protectores faciales con filtro químico adecuado al tipo de producto, que será comprobado en las Hojas de Seguridad de los Productos. Dispondrá de pre-filtro para partículas de polvo o fibras. Máscaras buconasales contra partículas o protectores faciales con filtro contra partículas sólidas para la protección contra el polvo de mecanizados.
Manos	Guantes de neopreno, nitrilo, PVC o teflón limpios y preferentemente forrados en su interior para evitar el contacto de la piel con el material del guante. Para trabajos de especial dureza, resistentes al esfuerzo mecánico, (reforzados con fibras textiles, cuero o kevlar).
Pies	Botas de seguridad con protección adecuada, impermeables y de caña alta para el manejo de productos químicos, o en zonas húmedas.
Protección general para el cuerpo	Ropa de trabajo tipo mono, de uso exclusivo, totalmente cerrada en puños y tobillos, sin partes colgante o salientes, ajustada y cerrada mediante cremalleras o cierres tipo velcro. Cuando exista contaminación por contacto o exposición elevada deberá ser cambiada inmediatamente. Deberá guardarse, preferentemente, en lugar a parte de la ropa corriente. Se mantendrá en perfecto estado de aseo y limpieza. Cuando el trabajo lo requiera se emplearán mandiles de piel o skay para evitar contaminaciones o contacto con los productos.

Epiclorhidrina : efectos	VLA-ED		Notas
	ppm	mg/	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio y por ingestión. ■ La inhalación del vapor puede originar edema pulmonar y reacciones asmáticas. ■ Puede afectar al sistema nervioso central, riñón e hígado, dando lugar a convulsiones, alteración renal y alteración hepática. ■ La exposición a altas concentraciones puede producir la muerte. ■ Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica. ■ El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. ■ La sustancia puede afectar al riñón, hígado y pulmón, dando lugar a alteraciones funcionales. ■ Probablemente carcinógena para los seres humanos. ■ La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana. 	0,5	1,9	Vía dérmica Sen r C2
<p>VLA ED: valor límite ambiental de exposición diaria. sen: sensibilizante. Vía dérmica: en las exposiciones la absorción por vía cutánea puede resultar significativa para el contenido corporal total. C2: sustancia cancerígena de segunda categoría. r: sustancia con restricciones de fabricación, comercialización y uso.</p>			

Adhesivos de poliuretano

Pueden desprender isocianatos volátiles en el proceso de curado por tanto, mezclarlos con el endurecedor en el puesto de trabajo es un riesgo para la salud.

- Los **vapores de isocianato** son **irritantes** de las mucosas y pueden provocar manifestaciones de **tipo alérgico** en forma de broncoespasmos y crisis asmáticas graves.
- Posibles riesgos debidos a la presencia de catalizadores, en general de tipo aminas.
- Los adhesivos termoplásticos pueden contener una cierta cantidad de **monómero residual** y desprender sustancias **irritantes** procedentes de la descomposición lenta de algunos de los productos que intervienen en su composición.
- Peligro de algunos **plastificantes** como es el caso de los **ftalatos de diocitilo o dibutilo**, y del **triertocresilfosfato** que pueden tener efectos **neurotóxicos**.
- Los productos de tipo **"hot-melt"** se caracterizan por ser ventajosos desde el punto de vista higiénico por no contener disolventes, no precisar secado después de su aplicación y no contaminar las manos. Sin embargo, **desprenden productos de termolisis al calentarse, por ejemplo ésteres de ácidos grasos no saturados, monóxido de carbono, amoniaco**, etc. de los cuales pueden derivarse los correspondientes riesgos.

Isocianatos: efectos sobre la salud

- Los vapores de isocianatos producen irritación de ojos, nariz y garganta.
- A concentraciones altas, se produce sensación de opresión en el pecho, y puede darse bronquitis y fuerte broncoespasmo. Pueden llegar a producir edema pulmonar.
- En determinados individuos, se dieron sensibilizaciones de tipo asmático, no existiendo para ellos un nivel de concentración seguro.
- En la piel, producen inflamaciones y pueden dar lugar a sensibilización cutánea y dermatitis.

Isocianatos: valores límite

Isocianatos	VLA-ED		Notas
	ppm	mg/m ³	
de fenilo	0,01	0,05	
de metilo	0,02	0,047	Vía dérmica
3- Isocianometil-3,5,5-trimetilciclohexilisocianato	0,005	0,046	sen

VLA EC: valor límite ambiental de exposición de corta duración.
 Sen: sensibilizante.
 Vía dérmica: en la exposición a esta sustancia, la vía dérmica puede resultar significativa para el contenido corporal total si no se adoptan medidas para prevenir la absorción.

Isocianatos: control de la exposición y medidas preventivas

La manipulación de compuestos que contengan grupos isocianato exige la adopción de una serie de medidas tendentes a minimizar la presencia de sus vapores en el ambiente laboral y/o prevenir la acción tóxica de estos.

Desde un punto de vista preventivo la orden de preferencia en la realización de esas medidas es la siguiente:

- **Sustitución**, si es técnicamente posible, de los productos manipulados, por otros cuya presión de vapor sea menor.
- **Confinamiento** físico de los procesos u operaciones cuando sea posible.
- **Ventilación** exhaustiva de los locales de trabajo optando siempre por la **extracción localizada** en los focos de emisión de contaminantes frente a la ventilación general de las naves.
- Utilización de **protecciones** adecuadas.
- Adopción de **hábitos de trabajo** por parte de los operarios que reduzcan el riesgo.

Protección	EPI
Contacto dérmico y salpicaduras	Ropa de trabajo cerrada, preferiblemente de algodón grueso. Guantes de goma butílica o PVC. Gafas de protección frente a salpicaduras químicas (PVC).
Escapes y derrames	Traje impermeable. Botas, guantes y mandil de goma butílica o PVC. Equipo de protección respiratoria con máscara e aporte de aire fresco.
Protección respiratoria	Máscara y aporte de aire fresco. (Si se utilizase para este fin la línea de aire comprimido, se dotara a la misma de válvulas antirretorno para evitar que descarguen sobre el operario vapores de isocianato de los tanques, que son presurizados con dicha línea. Así mismo, se deberá filtrar y humidificar el aire comprimido que vaya a respirar).
Consultar siempre su adecuación al fabricante y leer detenidamente el folleto explicativo.	

6.2.3 Medidas preventivas generales para colas y adhesivos

La mayoría de disolventes orgánicos son inflamables y, en distinto grado, nocivos para la salud:

- Deben guardarse en recipientes adecuados y siguiendo las normas de almacenaje establecidas.

- Los frascos y botes para pegatinas utilizadas en el puesto de trabajo deben poseer un diseño adecuado y tener aberturas lo más pequeñas posibles para limitar la evaporación, debiendo prohibirse la presencia de frascos abiertos.
- La utilización de estos productos estará prohibida en aquellos lugares con peligro de incendio.
- Debe trabajarse en zonas bien delimitadas y con adecuados sistemas de ventilación tanto de tipo general como de extracción localizada.
- Como al calentar algunos adhesivos se facilita la emanación de vapores tóxicos, siempre que sea posible, se utilizarán técnicas que permitan prescindir de los procesos de calentamiento.

Algunos países limitaron la utilización de algunos disolventes concretos, por ejemplo el benceno, en la fabricación de adhesivos debido a sus propiedades altamente tóxicas, pero existen otros disolventes tales como el cloruro de carbono y el tetracloroetano, que también están desaconsejados por su toxicidad, siendo deseable su sustitución por otros menos perjudiciales (acetona y otras cetonas, ésteres del ácido acético, percloroetileno y naftas, con cantidades mínimas de hidrocarburos aromáticos).

En un trabajo intensivo con adhesivos, contengan o no disolventes orgánicos, es conveniente:

- usar algún tipo de protección de las manos, ya sean guantes o cremas protectoras, en cualquier caso, dichas protecciones deberán elegirse en función de las características del adhesivo.

Como en cualquier otro trabajo susceptible de generar contaminación ambiental, en la manipulación de adhesivos es recomendable:

- efectuar controles ambientales y médicos que permitan asegurar la inocuidad de la exposición para los trabajadores/as sometidos a ella.

Reconocimientos y controles médicos:

Para evitar que se pueda producir la exposición de trabajadores sin las adecuadas condiciones físicas o con enfermedades o lesiones que puedan agravarse por la exposición a los productos, se realizarán reconocimientos médicos previos encaminados a detectar, especialmente, la posibilidad de problemas en aparato respiratorio o de sensibilización o alergias en la piel.

Periódicamente el personal será sometido a **reconocimientos médicos específicos** que permitan el seguimiento de su salud y la detección precoz de posibles alteraciones con objeto de aplicar las medidas médicas, técnicas u organizativas que requiera cada situación.

6.3 Fluidos de corte

Por la importancia que suponen las operaciones de corte en el mecanizado en diferentes sectores de la industria, dedicaremos una pequeña parte en esta sección de la guía para hablar de los productos que se emplean como lubricantes y para eliminar el calor producido en estas operaciones, los fluidos de corte.

Estos productos reciben, con frecuencia, el nombre genérico de "aceites de corte". Sin embargo, esta denominación no es de todo apropiada, teniendo en cuenta que algunos de estos productos no contienen la más mínima cantidad de aceite mineral en su composición. Por tanto, la designación "fluidos de corte" o "fluidos de mecanizado" resulta más correcta.

Podemos clasificarlos en base a su contenido en aceite mineral como:

- Fluidos aceitosos o aceites de corte.
- Fluidos acuosos o taladrinas, que a su vez pueden ser:
 - Emulsiones
 - Sintéticas
 - Semisintéticas

Con frecuencia, los **fluidos de corte** contienen aditivos, con el fin de proporcionarles calidades determinadas, acordes con el propósito a lo que se destinan. Los aceites de corte más comunes son los de extrema presión. Las **taladrinas**, además contienen emulsionantes, antioxidantes e inhibidores de corrosión, bactericidas y bacteriostáticos, perfumes, colorantes, quelatantes...

6.3.1 Efectos de los fluidos de corte

Desde el punto de vista del impacto al medio ambiente, habrá que tener en cuenta principalmente dos aspectos:

- Emisiones a la atmósfera de productos agresivos, procedentes de la incineración de residuos de aceites que contienen cloro orgánico.
- Vertidos de aguas residuales, que contienen restos de derivados fenólicos que pueden contaminar el ecosistema.

Desde un punto de vista de la salud humana, los fluidos de corte presentan los siguientes efectos:

- **Afecciones cutáneas:** constituyen el riesgo más extendido y más conocido. Estas afecciones se deben a la naturaleza irritante de estos productos, así como a la agresividad de muchas de las sustancias que integran su formulación.
- **Alteraciones del tracto respiratorio:** durante el mecanizado, los fluidos de corte experimentan una descomposición térmica que origina aerosoles y nieblas. Su inhalación puede ocasionar riesgos para la salud como irritación de vías respiratorias, neumonía lipóide, fibrosis pulmonar y asma bronquial. Sin embargo, la incidencia de estos efectos no está claramente definida ni tan profundamente estudiada como las afecciones cutáneas.
- **Cáncer:** El potencial cancerígeno de los fluidos de corte reside en ciertas sustancias que estos productos pueden llevar en su composición, como son:
 - Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), que contienen los aceites minerales.
 - Las N-nitrosaminas, que se forman a partir de las aminas y los agentes nitrosantes presentes en algunas taladrinas.
 - El formaldehído: sustancia que puede aparecer en algunos fluidos acuosos como producto de la hidrólisis de ciertos bactericidas (por ejemplo las triacinas) utilizados ocasionalmente.

6.3.2 Control de los fluidos de corte

No existe en España una normativa legal que regule, de modo específico, la fabricación y uso de fluidos de corte. Sin embargo, se impone la necesidad de establecer cierto control de los mismos, tanto en la adquisición de nuevos productos

como en el control de su uso. Sin perjuicio de ofrecer las prestaciones técnicas y de calidad necesarias para obtener un correcto mecanizado, hay que seleccionar y controlar los productos para que permitan su utilización con el mínimo riesgo para la salud de los usuarios, ocasionando, al mismo tiempo, el menor impacto ambiental posible.

*Aspectos de la composición a controlar en la adquisición de nuevos productos

Aceites de corte	Taladrinas
	Nitritos, como $\text{NO}_2^- < 1 \text{ mg/l}$
Carbonos aromáticos < 10%	N-nitrosodietanolamina (NDELA) < 0,03 mg/l
HAP, como benzo(a)pireno < 0,03 mg/l	Derivados fenólicos, como fenol < 0,05 mg/l
Cloro orgánico < 0,1 %	Cloro orgánico < 0,1 %
	Formaldehído: ensayo de color (con carácter orientativo) Control de la atmósfera de trabajo.

*Aspectos a controlar en el uso

Con el uso, los aceites y taladrinas pueden ir modificando su composición. Los aceites, incrementando el contenido en sustancias aromáticas, y las taladrinas perdiendo compuestos de nitrógeno. Estos efectos de la degradación del producto están parcialmente relacionados con los efectos perjudiciales para los trabajadores/as y el medio ambiente.

Aceites

Habrà que llevar a cabo el control de la concentración de compuestos aromáticos y benzo(a)pireno que no deberán pasar de los siguientes límites:

Substancia	Límite
Carbonos aromáticos	>15%
Benzo(a)pireno	>0,10mg/L

El control puede ser semestral, trimestral o mensual dependiendo de los resultados obtenidos y cuando se superen los límites habrá que diluir el aceite con aceite nuevo o sustituirlo.

Taladrinas

Los nitratos contenidos en el agua de aporte pueden ser reducidos a nitritos, a expensas de los agentes reductores que intervienen en la composición de las taladrinas. Esta transformación puede verse favorecida también por la acción de ciertas bacterias como la *Escherichia Coli*, frecuentes en estos productos. De este modo, una taladrina inicialmente libre de nitratos podría contener cifras elevadas de este anión después de formar la dilución y rendir N-nitrosaminas (sobre todo NDELA), por lo que cabe llevar a cabo un programa de vigilancia y control de nitratos en agua, nitritos, y NDELA en la taladrina, que permita establecer las adecuadas acciones preventivas y correctoras cuando sea necesario.

Sustancia		Límite
1. AGUA	Nitratos	>10mg/L
2. TALADRINA	2.1 Nitritos	>1mg/L
	2.2 NDELA	>0,03 mg/L

Cuando se superen estos valores habrá que proceder a la sustitución de la taladrina y a la limpieza del depósito. Puede hacerse necesaria la utilización de agua desmineralizada.

*Exposición de trabajadores/as

Desde un punto de vista de la exposición de trabajadores/as habrá que tener en cuenta los siguientes aspectos:

■ **Control de la atmósfera de trabajo:** los parámetros a controlar en la atmósfera de trabajo, donde llevan a cabo operaciones de mecanizado son los siguientes:

- **Aerosoles de aceite:** son mezclas complejas constituidas por la suspensión de partículas líquidas o sólidas, de naturaleza variable, procedentes de los aceites de corte y que a su vez pueden arrastrar partículas metálicas de las piezas mecanizadas.

El control de los aerosoles de aceite debe comprender el muestreo y determinación de los siguientes contaminantes:

- Niebla de aceite
- Elementos metálicos (componentes de la pieza y de la herramienta)
- HAP, como benzo(a)pireno

La valoración higiénica de estos contaminantes se lleva a cabo comparando su concentración con un límite establecido.

	VLA-ED mg/m ³	VLA-EC mg/m ³
Nieblas de aceite mineral refinado	5	10
Benzo(a)pireno	0,01µg/ m ³ *	

* Dado que para benzo(la)pireno no se fijó un valor TLV, puede utilizarse a modo de orientación para este contaminante el límite de detección del método de análisis que hace posible tomar como referencia una concentración límite de 0,01µg/m³.

• **Aerosoles de taladrina.** Las taladrinas se utilizan diluidas en torno al 5-10%, por lo que sus aerosoles estarán constituidos fundamentalmente por vapor de agua que arrastrará pequeñas cantidades:

- de los aditivos integrantes de su composición
- micropartículas metálicas de las piezas mecanizadas.

La enorme variedad de formulaciones que componen esta clase de productos y la elevada complejidad de algunos de ellos, no ha permitido establecer, hasta el momento, un valor límite para este tipo de aerosoles. Ante tal situación, se valora lo que podría denominarse como “niebla de taladrina” y ante la **falta de un valor límite**, los resultados obtenidos se pueden comparar con los de la niebla de aceite:

	VLA-ED mg/m ³	VLA-EC mg/m ³
Nieblas de taladrina	5	10

Si pudiera contener alguna sustancia en su composición susceptible de originar un riesgo considerable para la salud, deberá valorarse aparte.

• **Otros contaminantes.** Eventualmente, pueden controlarse:

- **Formaldehido.** Cuando se disponga de información del proveedor, en la que se revele la existencia de algún bactericida liberador de formaldehido, o cuando no se disponga de dicha información pero el ensayo con ácido cromotrópico o cualquier otra sospecha (percepción organoléptica) indique la presencia del contaminante.

	VLA-ED mg/m ³	VLA-EC mg/m ³
Formaldehido	0,3	0,37

- **Amoniaco.** La presencia de este contaminante en la atmósfera de los talleres de mecanizado no resulta ser un hecho demasiado frecuente, cuando se presenta, suele coincidir con una elevada contaminación bacteriana en los sistemas y depósitos de taladrinas.

	VLA-ED		VLA-EC	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Amoniaco	20	14	50	36

- **Sulfuro de hidrógeno.** La aparición de este contaminante en la atmósfera de trabajo está asociada a la presencia de microorganismos anaerobios que se desarrollan en los sistemas y depósitos mal aireados. El mejor método de control de este contaminante, consiste en evitar su generación, lo que se consigue fácilmente aireando, de manera adecuada los sistemas y depósitos.

	VLA-ED		VLA-EC	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Sulfuro de hidrógeno	10	14	15	21

- **Fosfamina.** Este contaminante tiene su origen en la hidrólisis que experimentan los fosfuros metálicos contenidos en las piezas objeto de mecanizado. En general, las concentraciones de fosfamina que se alcanzan en las cercanías de los puntos de corte y en los puestos de trabajo, suelen ser bastante bajas. El problema principal radica en los contenedores de virutas, debiendo centrarse el control en sus cercanías.

	VLA-ED		VLA-EC	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Fosfamina (hidruro de fósforo)	0,1	0,14	0,2	0,28

6.3.3 Control sanitario de las personas implicadas

El control sanitario de las personas implicadas en la manipulación de fluidos de corte, debe comenzar por establecer los criterios apropiados para identificar a los trabajadores/as expuestos a los diferentes riesgos potenciales (afecciones cutáneas, alteraciones respiratorias y cáncer). Una vez cumplimentada esta etapa, se desarrolla una estrategia preventiva particular para cada tipo de riesgo.

- **Afecciones cutáneas.** Para este riesgo, puede considerarse "persona expuesta" a cualquier trabajador/a que, de modo continuo u ocasional, manipule algún fluido de corte o pueda entrar en contacto directo o indirecto con productos de este tipo.

La prevención de tales afecciones debe basarse en dos objetivos concretos:

- Evitar la aparición de cualquier caso de dermatitis de contacto.
- Tratar precozmente los casos que puedan aparecer, a fin de impedir su evolución.

El control del riesgo comprende tres líneas de acción:

- Extremar la higiene personal y la limpieza del entorno de trabajo.
- Protección dérmica para los trabajadores/as.
- Establecer un plan de vigilancia médica permanente y continuada.

- **Afecciones respiratorias.** Se considera "persona expuesta" a este tipo de riesgo a todo trabajador/a que preste sus servicios en una operación de mecanizado, en la que la probabilidad de sobreexposición sea superior a 0,05.

En tal caso, habrá que adoptar, de forma inmediata, acciones correctoras de carácter primario, como:

- cambiar el producto generador del problema
- cerrar el foco emisor de contaminantes
- implantar un sistema de extracción localizada o modificar los parámetros de la operación.

En el plano sanitario, el control de las personas expuestas comprende la práctica de una exploración clínica periódica e idónea, del aparato respiratorio.

Habrà que tener en cuenta a todas aquellas personas que puedan presentar una susceptibilidad individual a alguno de los contaminantes presentes en la atmósfera de trabajo, aunque la probabilidad de superar sus respectivos valores límite sea muy inferior a 0,05.

Cuando se detecte la afección respiratoria, debe procederse a cambiar de puesto de trabajo a la persona afectada, bien sea con carácter temporal o permanente, sometiéndola al tratamiento adecuado, en cada caso.

■ **Cáncer.** Puede considerarse "persona expuesta" a este riesgo, a cualquier trabajador/a que, de modo continuo u ocasional, manipule o pueda entrar en contacto directo o indirecto con aceites de corte o taladrinas que contengan sustancias cancerígenas.

La mejor prevención del riesgo considerado debe orientarse hacia la utilización de fluidos de corte exentos de tales sustancias.

Desde el punto de vista clínico, ante la más mínima sospecha de un posible carcinoma, se remitirá al paciente a un centro especializado, donde se le practicarán las pruebas pertinentes y se le prescribirá, cuando proceda, el tratamiento más adecuado en función del diagnóstico.

Puede resultar de gran interés desarrollar programas epidemiológicos prospectivos, orientados a controlar el incidente de tales aficiones a largo plazo.

Para una información más detallada se puede consultar a "NTP 317: Fluidos de corte: criterios de control de riesgos higiénicos" del INSHT.

6.4 Fundición

En los procesos de fundición se obtienen *piezas metálicas de dimensiones variadas mediante la fusión de un metal que es introducido en un molde que le da la forma deseada.*

Los procesos de fundición son muy antiguos y en muchos casos, se echa en falta una renovación, modernización y automatización del proceso.

Estudiaremos el proceso para trabajos en fundiciones férreas, teniendo en cuenta que aunque los riesgos higiénicos son similares en todos los procesos, el problema con metales no férricos puede ser mayor.

6.4.1 Preparación de las arenas y las tierras de moldeo

Lleva asociada una serie de operaciones de desecación, trituración, cribado, separación de partículas metálicas... Los principales riesgos higiénicos asociados serán:

- Polvo silíceo liberado en la manipulación y preparación de las arenas.
- Contacto con vapores orgánicos que se emplean como aglomerantes.

Se recomienda como medidas preventivas:

- *Cerrar las superficies abiertas de las máquinas de preparación de la arena y dotarlas de aspiración o ventilación adecuadas:*
 - *Mezcladoras de arena: aspiración*
 - *Cintas transportadoras sobre todo en los puntos de intercambio y en los depósitos: aspiración*
 - *Cubrir los molinos: aspiración.*
 - *Las operaciones de limpieza se están dentro de la nave, hacerlas por aspiración y no por soplado.*

6.4.2 Moldeo

Existen diferentes métodos de elaboración de los moldes. Se pueden emplear aglomerantes orgánicos como:

- Resinas furánicas
 - Urea formol/alcohol furfurílico catalizado con ácido fosfórico
 - Fenol-formol/alcohol furfurílico catalizado con ácido pentatoluen-sulfórico
 - Alcohol furfurílico/formol catalizado con ácido pentatoluen-sulfórico.
- Resinas aceite-isocianato catalizadas con naftenatos y trietilaminas
- Resinas fenol-isocianato catalizadas con piridina

Los riesgos higiénicos asociados son:

- Polvo silíceo con alto contenido en sílice puesto que la arena que se emplea generalmente es nueva. El momento crítico de emisión será la carga de la mezcladora.
- Vapores orgánicos de los aglomerantes.
 - Las resinas furánicas liberan formol

- Se puede liberar fenol (raramente)
- Las resinas fenol-isocianato se liberan MDI (difenilmetanodiisocianato) que actúa como irritante primario de las vías respiratorias.
- Contacto dérmico con las resinas que pueden producir dermatitis.

Otra modalidad de moldeo es que se hace al CO₂ donde lo principal riesgo asociado es la posibilidad de concentraciones instantáneas elevadas de CO₂ en el momento de aplicar la corriente.

Se recomienda, como medidas preventivas:

- *En el moldeo, trabajar con la arena húmeda e instalar mangas o faldones en los cabezales de las máquinas, para evitar la caída libre de arena y dirigirla directamente a las cajas de moldeo.*
- *En la preparación de los machos:*
 - *Evitar el contacto dérmico con las resinas usando guantes protectores adecuados.*
 - *No mezclar la resina directamente con el catalizador por el riesgo de explosión.*
 - *Manipular con cuidado los ácidos empleados para el endurecimiento de las resinas, evitando salpicaduras.*
 - *Controlar que exista una adecuada ventilación general para el control ambiental de los vapores orgánicos.*

6.4.3 Pintado de machos y moldes

Los moldes y machos se recubren con elementos refractarios como óxido de circonio, magnesita o grafito, que se aplican contenidos en un disolvente como el alcohol isopropílico, metílico o agua. El principal riesgo asociado a esta operación es:

- Inhalación de grandes concentraciones de vapores de disolvente cuando si procede al flameado de la superficie pintada para eliminarlo rápidamente.

Se recomienda como medidas preventivas:

- *Realizar el pintado de machos en cabinas con aspiración de los vapores desprendidos.*

- *Para la aplicación de la pintura en los moldes, es importante una buena ventilación general.*
- *El trabajador/a debe protegerse del contacto con la pintura por medio de guantes.*

6.4.4 Fusión

La fusión se lleva a cabo en un horno que alcanza altas temperaturas, en torno a 1.600°C. Aunque existen muchas modalidades diferentes de hornos, con características específicas, los principales riesgos higiénicos asociados son:

- **Humos metálicos:** compuestos por óxidos de los metales fundidos. El mayor riesgo se produce en el momento en que se añaden sustancias para mejorar la calidad de la fundición, donde se generan concentraciones instantáneas elevadas de polvo y humos.
- Emisión de monóxido de carbono.

6.4.5 Colado

En esta operación *se recoge el metal fundido y se introduce en el molde*. Los riesgos asociados a esta operación son:

- Humos metálicos que contienen óxidos de los metales fundidos.
- Gases y vapores procedentes de la descomposición del polvo de carbono y de los aglomerantes empleados.

Se recomienda como medidas preventivas:

- *Que la plataforma de carga esté bien ventilada, y control de la chimenea, para asegurar que el tiro es perfecto.*
- *Captación de humos y vapores mediante aspiraciones, o campana lateral.*
- *Colocar apantallamientos de material reflectante, para disminuir el riesgo de estrés térmico por radiación.*
- *Proteger a los trabajadores/as de cataratas profesionales con gafas que absorban la radiación infrarroja.*

6.4.6 Desmoldeo

Normalmente se emplean desmoldeadoras mecánicas. Los riesgos asociados a esta operación son:

- Emisión de polvo silíceo: esta operación es uno de los focos pulvígenos más considerables que afecta al ambiente general del taller, no sólo a los puestos circundantes a esta operación.

Se recomienda, como medida preventiva:

- *Dotar la parrilla de desmoldeo de un sistema de aspiración adecuado.*

6.4.7 Acabado

Comprende operaciones como la eliminación de bebederos, mazarotas, rebabas y restos de arena del material obtenido así como su esmerilado y pulido o abrillantado. Los riesgos asociados a estas operaciones son:

- Polvo silíceo liberado en el desarenado, granallado o rebarbado (se debe evitar el uso de arena silícea).

Se recomienda, como medidas preventivas:

- *En las operaciones de corte con martillos, rebarbadores, discos... emplear máquinas que puedan dotarse de sistemas de captación localizada de polvo.*
- *Para el granallado o chorreado, se recomienda el uso de granalla metálica (de acero o alambre) en lugar de arena.*
- *Cuando sea imprescindible el granallado manual:*
 - *Adecuada captación de la cabina si el operario está fuera.*
 - *Protección personal adecuada si el operario permanece dentro del recinto (escafandra con suministro de aire, guantes, buzo, botas).*
- *En la medida del posible se deben llevar a cabo las operaciones en cabinas automáticas.*
- *Trabajar sobre mesas que se puedan dotar de extracción de polvo y no sobre el suelo.*

6.4.8 Aspectos generales

Es fundamental una correcta distribución del taller, atendiendo a distribuciones higiénicas y no solo de operatividad.

- *Aislamiento de operaciones como el rebarbado y la elaboración de machos dentro de la nave.*
- *Instalación de cabinas independientes con mesa de trabajo con extracciones y ventilación idóneas.*
- *Piso firme de hormigón y cemento y no de tierra (excepto en la zona de colado), que pueda limpiarse con aspiradores industriales.*
- *Instalación de trámex con recogida inferior en el suelo de las zonas de abundante polvo.*
- *Control de la iluminación manteniendo limpias las luminarias y entradas de luz natural.*

6.5 Sector de la madera

La industria maderera es una de las más importantes en todo el mundo. La importancia de su uso, tanto a nivel industrial como doméstico, hace que esta materia prima sea considerada como uno de los más importantes recursos renovables del mundo.

La industria maderera en sí se refiere a la logística necesaria para el traslado de la madera desde el bosque en que fue cortada hasta un aserradero, pero en esta sección incluiremos también las operaciones de tratamiento y posterior procesamiento de la madera como es la fabricación de tableros, para tratar de dar unas nociones básicas de los riesgos asociados a todos estos procesos.

6.5.1 Composición química de la madera

La madera se compone principalmente de **celulosa, hemicelulosa y lignina**, pero también contiene una gran variedad de **compuestos naturales de menor peso molecular**, los cuáles van a influir en sus propiedades. Algunos de estos componentes, clasificados por su solubilidad en distintos disolventes, son los siguientes:

Orgánicos no polares	Orgánicos polares	Auga
Ácidos grasos, resinas, alcoholes, ceras, terpenos, gliceroles, ésteres.	Taninos, flavonoides y quinonas.	Carbohidratos, alcaloides, proteínas y compuestos inorgánicos de potasio, calcio, magnesio, cromo y silicio.

En la composición del polvo de madera también habrá que considerar los **compuestos químicos añadidos** para su tratamiento, conservación y acabado; como son los disolventes, tintes, lacas, barnices, pinturas, colas, catalizadores, insecticidas y fungicidas.

Algunos de estos productos químicos, muy empleados en las operaciones de manipulación de maderas, pueden ser:

Colas	Barnices	Colorantes	Fungicidas	Insecticidas
hexano tolueno mek heptanos ciclohexano naftas etc.	resinas: nitrocelulosa alquídicas poliéster poliuretano urea-formol	sales de Cd y Co óxidos de Fe y Cr	pentaclorofenol cresoles sales de Zn y Cu	lindano sales de mercurio compuestos de arsénico

6.5.2 Clasificación

Las maderas se pueden clasificar de varias formas: atendiendo a sus características botánicas, a las físico-mecánicas, a la toxicidad del polvo que producen, etc. La **dureza** es una propiedad muy utilizada para su clasificación; por dureza debemos entender la *resistencia que opone un material a ser penetrado por otro*.

Así encontraremos principalmente **tres tipos de maderas: duras, semiduras y blandas**, bien para especies frondosas, resinosas o tropicales. Esta clasificación corresponde al método Monnin, muy empleado, descrito en la norma **UNE 56-534-77**.

El siguiente listado contiene diferentes tipos de maderas, según su dureza.

Maderas blandas nome común	Maderas duras nome común	Maderas duras tropicales nome común
Abeto Cedro Ciprés Alerce Picea Pino Pino de Oregón Sequoia Thuja Cicutia	Arce Aliso Abedul Hickory Carpe Castaño Haya Fresno Nogal Socomoro Chopo Cerezo Roble Sauce Tilo Olmo	Kauri pine, kauri Iroko, kambala Rimu, red pine Palisander, palisandro Brazilian rosewood, palisandro de Brasil Ebony, ébano de Asia African mahogany, caoba africana Mansonia, bete Balsa Nyatoh Afromosia Meranti teca Limba, afara Obeche, samba

6.5.3 Tableros de madera

Es una denominación genérica para toda una serie de productos de amplísima utilización en la industria. Los tableros se caracterizan fundamentalmente por la variedad de sus componentes, de los que muchas veces se tiene escasa información, lo que aumenta su peligrosidad respecto a los trabajadores y trabajadoras que los fabrican y utilizan.

Podemos diferenciar dos grandes grupos:

- Tableros de madera maciza: listones unidos entre sí.
- Tableros derivados de la madera: contrachapados, laminados, de partículas, de fibras duras, medias y fibro-cemento o mixtos.

Acostumbran a clasificarse por su densidad en ligeros, semipesados y pesados, y sus componentes son muy diversos, de forma genérica, podemos destacar:

En su composición	En los recubrimientos
<p>madera de distintos tipos y tamaños.</p> <p>adhesivos: de acetato de polivinilo o acrilatos. de resinas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ urea-formol, ■ melamina-formol ■ fenol-formaldehído. <p>aditivos: ceras, ignífugantes, insecticidas, fungicidas, endurecedores.</p>	<p>chapas de madera natural.</p> <p>papeles impregnados de resina de melamina-formol.</p> <p>laminados de pvc (resina pvc, plastificantes, estabilizantes)</p> <p>lacas y barnices de resinas alquílicas o de aceites secantes, nitrocelulósicas, de poliuretano con isocianatos, disolventes orgánicos, tolueno, xileno, hexanos, heptanos, acetatos, alcoholes.</p>

6.5.4 Evaluación Higiénica

Está demostrado que **los efectos para la salud varían según la especie de árbol**, y se sospecha que esta variación puede ser debida a esos productos químicos naturales que contiene la madera conocidos como extractivos, que también varían según la especie. En algunos casos, se identificaron extractivos específicos como la causa de los efectos para la salud asociados a la exposición a la madera, por ejemplo, el ácido plicático, que aparece en el cedro, produce asma y otros efectos alérgicos en humanos.

Por eso, los riesgos asociados a la madera deben ser tratados desde tres perspectivas. Por una parte la exposición al polvo de madera propiamente, por otra la exposición a los agentes químicos que contiene, bien de origen natural o aplicados sobre ella en las diferentes operaciones para su conservación, y en tercer lugar la

exposición a agentes biológicos que pueden estar presentes. Habrá que tener en cuenta la exposición en base a los componentes naturales de la madera en cuestión, de los insecticidas y fungicidas con los que haya sido tratada así como los productos empleados en su manipulación y procesado.

Riesgos asociados al polvo de la madera

En el procesado de la madera el polvo se produce en diferentes operaciones, que darán lugar a partículas de diferente tamaño. Además de la composición de la madera, *el tamaño de partícula será clave para definir sus efectos.*

Se considera *polvo inhalable* el de tamaño inferior a unas 100 micras. Las partículas de tamaño entre 50 y 100 micras, quedan retenida en las fosas nasales y en la garganta, y son eliminadas por deglución, secreción nasal o expectoración. Las partículas más finas, por debajo de 50 micras, pueden penetrar hasta los pulmones, y las de 5 micras llegan hasta los alveolos pulmonares.

- El **tronzado, desbastado taladrado o cepillado** son operaciones en las que se produce polvo con tamaño de partícula superior a 100 micras.
- Operaciones de **fresado, lijado o pulido** originan, por lo general, partículas inferiores a 100 micras.
- En la **fabricación y procesado de tableros** de partículas y de fibras, así como en las operaciones de contrachapado, se generan partículas entorno a una micra.

Efectos generales del polvo de madera:

Penetración	Efectos
contacto dérmico	Puede ocasionar irritación de piel, ojos y mucosas , eccemas de contacto y alergias , tanto por lo que se refiere al polvo, como a los productos químicos presentes y a los hongos y esporas que se puedan producir.
inhalación	Efectos en los senos nasales , como rinitis, sinusitis, obstrucción nasal, hipersecreción nasal y eliminación mucociliar deficiente. La exposición al polvo de madera se relacionó también con efectos para el tracto respiratorio inferior como el asma, la bronquitis crónica y la obstrucción respiratoria crónica, obturación de los alveolos pulmonares y dificultades respiratorias a trabajadores y trabajadoras. (Síntomas asmáticos demostrados en trabajadores expuestos a polvo de madera de cedro). <i>Reacciones alérgicas</i> provocadas por la inhalación de polvo de madera (generalmente exóticas) y resinas. Normalmente se producen en personas que tienen cierta predisposición o sensibilidad.
El polvo inhalable de maderas duras está catalogado como cancerígeno	

El polvo inhalable de maderas duras está catalogado como cancerígeno y por lo tanto está regulado por el RD 665/1997 en el que se establece un valor

límite, no así para las maderas blandas, a las que les es de aplicación el RD 374/2001 sobre protección frente agentes químicos. Los **valores límite de exposición diaria establecidos en cada uno de los casos son:**

Tipo de madera	Valor límite
Maderas duras	5mg/m ³
Maderas blandas	5mg/m ³

De los estudios de la IARC (International Agency for Research of Cancer), se desprenden las siguientes conclusiones aplicadas al polvo de madera:

- *Existe riesgo de cáncer en cavidades nasales y senos paranasales. Se detecta un riesgo alto y concluyente para exposición al polvo de maderas duras. Para las blandas, se acepta el riesgo pero los estudios no son concluyentes.*
- *Resulta difícil atribuir el riesgo de cáncer a una madera en concreto, pero se establece una relación clara con la concentración de polvo, y el tiempo de exposición.*

Según esto, será fundamental la protección y el control del polvo en los trabajos con madera, especialmente en aquellos en que el tamaño de partícula sea especialmente preocupante.

El polvo de maderas que figuran en el cuadro siguiente debe ser considerado como cancerígeno:

Maderas duras		Maderas duras tropicales	
especie	nombre común	especie	nombre común
Acer	Maple, arce, pradairo	Agathis australis	Kauri pine, kauri
Alnus	Alder, aliso, ameneiro	Clorophora excelsa	Iroko, kambala
Betula	Birch, abedul, bidueiro	Dacrydium cupressinum	Rimu, red pine
Carya	Hickory	Dalbergia	Palisander, palisandro
Carpinus	Hornbeam, white beech, carpe	Dalbergia nigra	Brazilian rosewood, palisandro de Brasil
Castanea	Chesnut, castaño, castiñeiro	Diospyros	Ebony, ébano de Asia
Fagus	Beech, haya, faia	Khaya	African mahogany, caoba africana
Fraxinus	Ash, fresno, freixo	Mansonia	Mansonia, bete
Juglans	Walnut, nogal, nogueira	Ochroma	Balsa
Platanus	Sycamore, socomoro	Palaquium hexandrum	Nyatch
Populus	Aspen, poplar, chopo, lamigueiro	Pericopsios elata	Afrosomia
Prunus	Cherry, cerezo, cerdeira	Shorea	Meranti
Quercus	Oak, roble, carballo	Tectona grandis	Teak, teca
Salix	Willow, sauce, salgueiro	Terminalia superba	Limba, afara
Tilia	Lime, basswood, tilo	Triplochiton scleroxylon	Obeche, samba
Ulmus	Elm, olmo, olmeiro		

Exposición a agentes químicos

Este tipo de exposición, se produce también por contacto cutáneo o inhalación. En las operaciones de manipulación tiene lugar la **liberación de vapores en la fricción, por el uso de maquinaria**, que pueden afectar a los trabajadores/as expuestos. Los efectos dependen del compuesto liberado, de la mezcla de estos, de la concentración y del tiempo de exposición.

Los productos químicos presentes en el sector de la madera, en cuanto a sus efectos, pueden clasificarse cómo tóxicos, irritantes, alérgicos, mutágenos, cancerígenos... Algunos ejemplos de productos empleados son:

Irritantes	Tóxicos	Narcóticos
Cresoles, Cromo (III), Ésteres Pineno, Amoniaco, Ciclohexano Formaldehido, Isocianatos Hexano, Tolueno, Xilenos	Cromo(VI) y (VI) Sales Cadmio Hexano Compuestos de As	Acetona Lindano Cresol

La evaluación debe hacerse de acuerdo con la normativa vigente y los valores de exposición establecidos y editados por el INSHT. Los efectos y valores límite de algunos agentes de uso común son los que siguen:

Compuesto	Operación	Efectos de la exposición	VLA-ED ppm	VLA EC ppm
Cresoles	Protección (fungicidas)	Corrosivo. Puede tener efectos sobre el sistema nervioso central. El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. Los pulmones pueden verse afectados por la exposición prolongada o repetida. Una exposición continuada puede lesionar el hígado y los riñones.	5	
Compuestos de Cr(III)	Protección (fungicidas)	Irritante. Sensibilización de la piel.	0.5	
Compuestos de Cr(VI) sol.	Protección (fungicidas)	Erupciones cutáneas. Malestar de estómago y úlceras. Problemas respiratorios. Debilitamiento del sistema inmune. Daño en los riñones y el hígado. Alteración del material genético. Cancerígeno.	0.05	
Acetato de etilo	Acabado	Irritante. Puede tener efectos sobre el sistema nervioso. El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.	400	

Compuesto	Operación	Efectos de la exposición	VLA-ED ppm	VLA EC ppm
Isocianatos	Acabado	Lacrimógeno. Corrosivos para ojos, piel y tracto respiratorio. El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. Afectan al tracto respiratorio. Alteraciones graves en la reproducción humana.	0.02	
Compuestos de Arsénico	Protección (insecticida)	Irrita ojos, piel y tracto respiratorio. Puede tener efectos sobre riñón, hígado y sistemas cardiovascular, nervioso y sanguíneo. Cancerígeno para los seres humanos. Puede producir efectos tóxicos en la reproducción en humanos.	0.01 (mg/m ³)	
n-Hexano	Acabado	Irrita los ojos. La ingestión del líquido puede originar neumonitis química. Puede causar efectos en el sistema nervioso central y periférico. El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. Puede originar lesión genética en los seres humanos. Posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.	20	
Tolueno	Acabado	Irrita ojos y tracto respiratorio. Puede afectar al sistema nervioso central. La exposición a altas concentraciones puede producir arritmia cardíaca y pérdida del conocimiento. Puede potenciar el daño auditivo causado por exposición a ruido. Posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.	50	
Formaldehído	Fabricación chapados	La sustancia irrita gravemente los ojos e irrita el tracto respiratorio. La inhalación puede originar edema pulmonar. Cancerígeno para los seres humanos.		0.3
Lindano	Protección (fungicida)	La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, dando lugar a convulsiones. Puede afectar al sistema nervioso, médula ósea y hígado. Se detectaron tumores en experimentación animal. Posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.	0.5 (mg/m ³)	

Exposición a agentes biológicos

Es el tercer factor clave para la evaluación de los riesgos relacionados con los trabajos con la madera. El contacto con hongos xilófagos y sus esporas, así como insectos degradadores de la madera, pueden provocar diferentes efectos sobre los trabajadores y trabajadoras como irritación de la piel, ojos y mucosas así como alergias y reacciones de sensibilización.

A este respecto habrá que tener en cuenta la legislación referida a la exposición a agentes biológicos en el trabajo. (*Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo*).

6.5.5 Medidas preventivas

Para reducir y controlar los riesgos por exposición al polvo de madera y a los contaminantes químicos relacionados pueden adoptarse algunas de las medidas preventivas que siguen:

Extracción localizada

Tiene como objetivo la *captación del contaminante antes de que este pueda pasar al ambiente de trabajo*. Capta el contaminante en el lugar de origen, evitando que se disperse.

Normalmente los contaminantes no tienen movimiento propio sino que se desplazan con las corrientes de aire local. Para que un sistema de extracción localizada sea eficiente es fundamental un buen diseño de la campana de extracción.

Para optimizar esta medida hay que tener en cuenta algunos requisitos como son:

- Que el foco contaminante se encuentre lo más cerrado posible.
- Controlar la velocidad del aire próximo al foco de liberación, para que se pueda establecer una corriente hacia campana.

Velocidades de captura recomendadas:

Condiciones de generación	Velocidad de captura (m/s)
Sin velocidad y aire quieto	0,25-0,5
Baja velocidad y aire en movimiento moderado	0,50-1
Velocidad moderada y aire en movimiento	1-2
Alta velocidad y aire agitado	2-10 (require análisis particulares)

Ventilación general o por dilución

Este tipo de medida, solo se considera adecuada en los casos en que los contaminantes son de baja toxicidad, se generan en puntos diferentes del local, y en bajas concentraciones. En este caso, puede emplearse como complemento a los sistemas de extracción.

Las medidas de control de los contaminantes en el ambiente, tendrán una importante relevancia a la hora de establecer los sistemas de ventilación más idóneos.

Otras medidas

- Limpieza del polvo en el puesto de trabajo, por aspiración, sin levantarlo.
- Limpieza de equipos e instalaciones mediante procedimientos húmedos y aspiración, no mediante barrido y soplado.
- Minimización del uso de pistolas de aire comprimido.
- Existencia de aseos y vestuarios idóneos. La ropa de trabajo no se debe sacar del lugar de trabajo y habrá que disponer de un armario que permita mantenerla separada de la ropa de calle.
- No se debe comer ni beber en el puesto de trabajo.

Protecciones personales

Los EPI deberán utilizarse cuando los riesgos no puedan evitarse o limitarse por otros medios de protección colectiva o métodos de organización del trabajo.

En trabajos con madera los equipos de protección que pueden ser necesarios serán:

- **Protección dérmica**, principalmente guantes. Se recomienda el uso de guantes de nitrilo en cualquiera de sus formas.
- **Protección de las vías respiratorias**: pueden emplearse equipos dependientes o independientes de en medio ambiente.

Los EPIs dependientes del medio ambiente son los equipos filtrantes contra partículas, contra gases y vapores o contra ambos. Hay que tener en cuenta que los filtros de partículas protegen en función del tamaño de partícula y los filtros de los gases son específicos, debemos ver para qué compuestos está indicado.

Para la protección de las vías respiratorias, los EPI son de categoría 3, por lo que deben estar sometidos a un proceso de certificación y a un control de calidad ex-

tremo. Deben estar dotados de marcado CE, incluir el folleto informativo que especifique: sus prestaciones y las normas de uso, comprobación y mantenimiento. Asimismo, los fabricantes deben proporcionar información de cuándo llegan al final de su vida útil. El fin de la vida útil de un filtro de partículas se detecta cuando el esfuerzo necesario para respirar es excesivo, los filtros de gases y vapores pueden tener indicadores colorimétricos para señalar su agotamiento. El mantenimiento de los EPIs se debe hacer según las instrucciones del fabricante.

En cuanto a EPIs independientes de en medio ambiente, de características más complejas, su control y mantenimiento debe ser llevado a cabo por especialistas.

Selección

En el proceso de selección de un EPI, debe incluirse la consulta a los trabajadores/as o a sus representantes. A la hora de seleccionar un equipo habrá que tener en cuenta varios aspectos como son:

- La concentración media de contaminante en el ambiente.
- El límite de exposición profesional permitido (VLA ED).
- El factor de protección nominal del EPI.I.

Dividiendo la concentración media del contaminante entre el valor límite permitido se obtiene el nivel de protección que se precisa. Habrá que elegir un EPI que supere dicho valor.

Ejemplo práctico:

Equipo	Identificación	Factor de protección nominal
Mascarillas autofiltrantes para partículas	FFP1	4
	FFP2	12
	FFP3	50
Filtro de partículas con media máscara	P1	4
	P2	12
	P3	50
Filtro de partículas con máscara completa	P1	5
	P2	12
	P3	200(valor 3M)
Concentración media de polvo de madera en el ambiente: 40mg/m ³ Límite de exposición profesional: 5mg/m ³ Dividiendo: 40/5=8		
El riesgo respiratorio está 8 veces por encima del límite de exposición por lo que necesitamos un factor de protección nominal superior a 8. En este caso serviría una mascarilla autofiltrante FFP2 o media máscara con filtro P2.		

Vigilancia de la salud

Según la legislación vigente, el empresario/a deberá garantizar una vigilancia de la salud **específica** para los riesgos inherentes al trabajo, que permita la detección precoz de efectos de las condiciones de trabajo en la salud, identificar trabajadores/as especialmente sensibles y proponer medidas preventivas adecuadas para cada trabajador/a.

Se deberán establecer los protocolos de control biológico y pruebas de detección precoz específicos, en el caso de existir, para las sustancias con las que se entre en contacto.

Formación e información de los trabajadores/as

Es fundamental que los trabajadores y trabajadoras sean conocedores de los riesgos a los que están expuestos al manipular productos químicos así como disponer de información de los procedimientos de trabajo más adecuados y seguros.

El desconocimiento del peligro es un riesgo muy importante así como innecesario puesto que puede evitarse **facilitando información comprensible** para los trabajadores y trabajadoras.

6.6 Sector del plástico

En la elaboración de materiales plásticos en la industria existen una gran variedad de procesos en los que se emplean, como punto de partida, productos químicos básicos derivados del gas natural, petróleo y carbono.

Los materiales plásticos resultantes de estos procesos, se obtienen en forma de gránulos, perlas, polvos o líquidos, que son posteriormente procesados en productos acabados. La dificultad para realizar un análisis exhaustivo de los dichos materiales radica en la diversidad, tanto de los procedimientos de síntesis, como de las formas de transformación.

En la industria del plástico se diferencian fundamentalmente tres etapas:

- La **producción del polímero**, bien sea en polvo, gránulos, resinas o dispersiones, a partir de las reacciones industriales de síntesis.

- La **transformación de este material** en productos comerciales mediante procesos de extrusión, inyección, moldeo, etc.
- La **fabricación** de bienes de consumo.

De cientos de polímeros que pueden fabricarse, 20 de ellos constituyen el 90% del total de la producción mundial. De entre ellos, algunos de los más destacados son:

- Polietileno
- Polipropileno
- Cloruro de polivinilo
- Poliestireno
- Resinas epoxi: urea-formol, fenol-formol, etc.
- Poliésteres no saturados
- Poliuretanos

6.6.1 Riesgos higiénicos por agentes químicos

Fundamentalmente se expondrán los riesgos higiénicos que lleva asociada la producción de los plásticos más frecuentes. Por una parte, los riesgos que corresponden a la producción del polímero y posteriormente los derivados de su transformación.

En la producción del polímero

Los principales riesgos que se presentan, son los derivados de la manipulación de las sustancias que participan en la reacción (monómeros, disolventes, catalizadores...). Los riesgos dependerán de las características de las sustancias concretas de la formulación:

- del monómero (muy variable)
- del resto de las sustancias que intervienen en el proceso (disolventes, catalizadores...)

Es fundamental disponer de la información y medios que se indiquen en las fichas de datos de seguridad para la manipulación de cada una de ellas.

A valoración del riesgo queda suxeita a un elemento fundamental, coñecer a exposición ás devanditas sustancias no medio ambiente que rodea al trabajador/a, lo que esixirá a realización dunhas medicións ambientais adecuadas y representativas de las condiciones reales de traballo.

(Muchas de las sustancias que se emplean como monómeros presentan riesgo de inflamabilidad, lo que obliga a incrementar las medidas de control de posibles fugas).

Consideración especial merecen las sustancias con un reconocido potencial cancerígeno y mutagénico. Está científicamente reconocido que no existen niveles seguros de exposición a tales sustancias, por lo que la finalidad de cualquier organización deberá ser la de conseguir una nula exposición o, al menos, mantenerla en los niveles más bajos posibles tal y como se recoge en la normativa legal vigente.

En la transformación

El material polimérico llega a esta segunda etapa en forma de polvo, gránulos, bolas, tubos, varillas, placas..., polimerizado en gran parte o en su totalidad, pudiendo en esta fase admitir aditivos antes de ser transformado.

Los procesos de transformación, normalmente automatizados, se realizan, entre otros sistemas, mediante:

- moldeo por comprensión
- inyección
- transferencia rotacional
- extrusión
- calandrado
- soplado
- formación pelicular
- al vacío

En principio, el polímero es un material inerte y no tóxico, pero al ser sometido a estas transformaciones puede dar origen a nuevos problemas higiénicos:

- reaparición de los monómeros tóxicos
- formación de nuevos productos

Los riesgos higiénicos potenciales durante esta etapa se deben fundamentalmente a:

- Materia particulada
 - En forma de polvo de las tolvas de alimentación, descarga de material, etc. (incluso el polvo considerado inerte puede entrañar riesgo, ya que es difícil evitar su contacto).
 - En forma de humos, lo que constituye otro elemento de riesgo dada la acumulación de carga eléctrica estática que puede tener lugar en las partículas de plástico.
- Presencia eventual, en el ambiente, de monómeros, pre-polímeros o sustancias de partida (formaldehído, fenol, isocianatos...), que en mayor o menor cantidad contaminan los materiales.
- Emisión de gases y vapores. En los procesos de transformación que transcurren a temperaturas comprendidas entre 100 y 400 °C, los polímeros sufren degradaciones y descomposiciones térmicas que pueden resultar muy peligrosas, de riesgo desconocido y afectar a personas especialmente sensibles por pequeño que sea el nivel de emisión.
- Los gases y vapores emitidos durante esta etapa se pueden clasificar en dos tipos, en función de los efectos que producen en el organismo:
 - Asfixiantes simples y químicos: productos que intervienen en la distribución y utilización del oxígeno y producen hipoxia.
 - Narcóticos, anestésicos, cancerígenos...: productos que provocan efectos lesivos en diversos sistemas y tejidos.

En resumen, los riesgos higiénicos derivados de la etapa de transformación vendrán determinados, al igual que en la de producción, tanto por la toxicidad de las sustancias que se manipulan como por el grado con el que esta manipulación se lleve a cabo. Todo eso sin olvidar que, durante la fase en la que el polímero es sometido a elevadas temperaturas, se

puede desprender una gran variedad de sustancias, aunque habitualmente a muy bajas concentraciones, que proceden no sólo de la degeneración del polímero sino del resto de los productos (estabilizantes, pigmentos, cargas, etc.), que se añadieron previamente.

6.6.2 Monómeros

Breve descripción de la toxicidad de los monómeros de uso más frecuente y valores límite ambientales de exposición laboral vigentes en España (2011).

Monómero	nº cas	Toxicidad	Valores límite		Notas
			VLA ED	VLA EC	
Etileno	74-85-1	Asfixiante simple.	200		*
Propileno	115-07-1	Asfixiante simple.	500		*
Estireno	100-42-5	Irritante. Puede afectar al sistema nervioso central. Puede causar alteraciones hepáticas. Estudios sobre posible carácter cancerígeno	20	40	ae
Acilonitrilo	107-13-1	Irritante. Puede afectar al hígado y al sistema nervioso central y periférico. Cancerígeno.	2		C2 Via dérmica Sen, r
Cloruro de vinilo	75-01-4	Irritante. Puede afectar al hígado, pulmón y sistema nervioso central. Cancerígeno y estudios sobre posible carácter mutagénico.	3		C1 r
1,3-butadieno	106-99-0	Irritante. Puede afectar a la médula ósea. Cancerígeno y mutagénico.	2		C1, M2 r
Acrilato de n-butilo	141-32-2	El contacto repetido produce sensibilización de la piel. Irritante. Posibilidad de efectos tóxicos en la reproducción humana.	2	10	sen
Óxido de etileno	75-21-8	Irritante del tracto respiratorio y depresor del sistema nervioso central. Cancerígeno y mutagénico.	1		C2, M2 r
Epiclorhidrina	106-89-8	El contacto repetido produce sensibilización de la piel. Afecta el hígado y es depresor del sistema nervioso central. Cancerígeno y mutagénico.	0,5		C2 Via dérmica Sen,r

VLA ED: valor límite ambiental de exposición diaria.
VLA EC: valor límite ambiental de exposición de corta duración.
ae: alterador endocrino // sen: sensibilizante.
Via dérmica: indica que en las exposiciones, la absorción por vía cutánea puede resultar significativa para el contenido corporal total
C1: sustancia cancerígena de primera categoría.
C2: sustancia cancerígena de segunda categoría.
M2: sustancia que puede considerarse mutagénica para el hombre.
r: sustancia con restricción de fabricación, comercialización y uso.

6.6.3 Productos de degradación térmica

Breve descripción de la toxicidad de los productos de degradación térmica de formación más frecuente y valores límite ambientales de exposición laboral vigentes en España (2011).

Monómero	nº cas	Toxicidad	Valores límite		Notas
			VLA ED	VLA EC	
Monóxido de carbono	630-08-0	Asfixiante químico.	25		TR1
Ácido clorhídrico	7647-01-0	Corrosivo. En exposiciones prolongadas produce bronquitis crónica.	5	10	
Benceno	71-43-2	Irritante. Puede afectar al sistema nervioso central. En exposiciones prolongadas es cancerígeno para humanos.	1		C1, M2 Vía dérmica r
Etilbenceno	100-41-4	Afecta al sistema nervioso central. El contacto prolongado y repetido produce dermatitis.	100	200	Vía dérmica
Xilenos	1330-20-7	Irritante. Afecta al sistema nervioso central. Estudios sobre efectos mutagénicos.	50	100	Vía dérmica
Acetona	67-64-1	Irritante. Afecta al sistema nervioso central. El contacto prolongado y repetido produce dermatitis.	500		
Metiltilcetona	78-93-3	Afecta al sistema nervioso central. El contacto prolongado y repetido produce dermatitis.	200	300	
Formaldehído	50-00-0	Irritante. Estudios sobre su capacidad cancerígena		0.3	Sen, y
Acetaldehído	75-07-0	Afecta al sistema nervioso central. El contacto prolongado y repetido produce dermatitis. Estudios sobre efectos cancerígenos.		25	
Metano	74-82-8	Asfixiante simple.	1000		
Acetonitrilo	75-05-8	Asfixiante químico. Estudios sobre efectos teratogénicos.	40		Vía dérmica
Ácido cianhídrico	75-90-8	Muy tóxico. Asfixiante químico.		4,7	Vía dérmica
Metanol	67-56-1	Afecta al sistema nervioso central. El contacto prolongado y repetido produce dermatitis.	200		Vía dérmica
Etanol	64-17-5	Afecta al sistema nervioso central.	1000		s

VLA ED: valor límite ambiental de exposición diaria / VLA EC: valor límite ambiental de exposición de corta duración.
 VLB: agente químico que tiene Valor Límite Biológico específico / TR1: sustancia perjudicial para la fertilidad en los seres humanos o que produce toxicidad para el desarrollo / sen: sensibilizante / Vía dérmica: indica que en las exposiciones, la absorción por vía cutánea puede resultar significativa para el contenido corporal total / C1: sustancia cancerígena de primera categoría //M2: sustancia que puede considerarse mutagénica para el hombre / r: sustancia con restricción de fabricación, comercialización e uso / y: reclasificado recientemente por la IARC (International Agency for Research on Cancer) de grupo 2 a 1 / s: prohibida su comercialización y uso como fitosanitario y/o biocida

6.6.4 Medidas preventivas generales

Deben adoptarse las **precauciones adecuadas frente a los aditivos específicos** empleados en los distintos planteamientos:

- Realizar las mediciones adecuadas para **controlar la atmósfera** de trabajo.
- Disponer de las **fichas de datos seguridad** e información sobre los productos.
- **Control de humos:** este problema se puede minimizar con controles técnicos.
- **Inhalación de vapores tóxicos.** Se puede controlar mediante:
 - Sistemas LEV (sistema local de ventilación aspirante).
 - Buena ventilación general en las salas de trabajo.
 - Protección personal si fuese necesario.
- Protección ocular apropiada para proteger frente salpicaduras a los ojos.
- Ropa de protección adecuada para la protección frente
 - Riesgo de dermatitis
 - Quemaduras químicas (tendencia de termoplásticos calientes a adherirse a la piel como la cera caliente)
- **Las personas sensibilizadas deben ser trasladadas a un trabajo alternativo.**

6.7 Pasta de papel

Hoy en día, la industria del papel se puede dividir en dos grandes sectores de acuerdo con los tipos de productos fabricados. En esta sección abordaremos el tema de la fabricación de papel y pasta de papel, sector de relativa importancia en nuestro país.

La pasta, se elabora generalmente en grandes fábricas ubicadas en las mismas zonas donde se obtiene la fibra (es decir, las principales regiones forestales), mientras que las distintas operaciones de transformación se realizan habitualmente cerca de los centros de consumo.

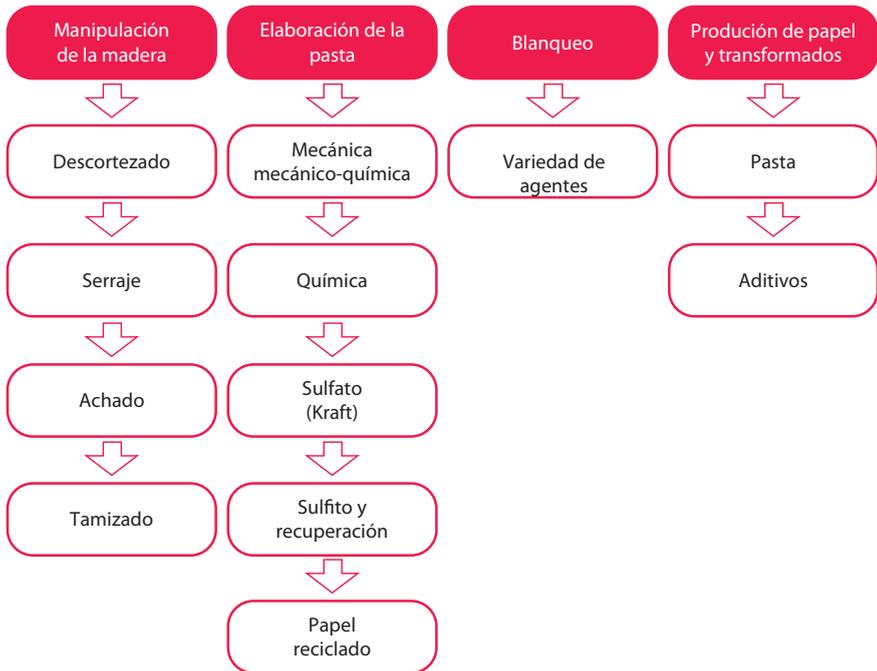
En los últimos años se acentuó la tendencia a que las empresas fabricantes de pasta y de papel pasen a formar parte de grandes compañías integradas de productos forestales. Estas compañías, controlan las operaciones de recolección forestal, los aserraderos, la fabricación de pasta y de papel, y los procedimientos de transformación. Una estructura así expuesta les garantiza una continua fuente de fibra, una utilización eficaz de los residuos de la madera, y unos compradores asegurados, todo lo cual, favorece un aumento de su cuota de mercado. Muchas de ellas son importantes multinacionales.

Siendo la industria del papel y de la pasta de papel, una gran consumidora de recursos naturales como madera, agua y energía, contribuye enormemente a problemas de contaminación de aguas, aire y suelo, por lo que nos últimos años se ha visto sometida a un importante y necesario control. Este hecho, motivó el desarrollo de procedimientos más eficientes de fabricación, tanto de la pasta como del papel y cartón, y el sector ha estado sujeto a muchos avances para la optimización de los procesos, que permiten el ahorro de materias primas y de energía, así como una menor producción y control de residuos.

Históricamente, el control de la contaminación, no se tenía en cuenta al proyectar las fábricas, por lo que los procesos se desarrollaron sin tratar de minimizar el volumen de residuos, ni las cantidades de contaminantes. Estos avances, acompañados de automatización de procesos repercutieron positivamente en el campo de la prevención, disminuyendo así ciertos riesgos asociados a la realización manual de algunas de las operaciones que exponían a los trabajadores/as a contaminantes químicos, altas temperaturas, etc.

A continuación se indicará de manera esquemático las partes del proceso de fabricación de papel y pasta de papel para a continuación identificar los posibles riesgos de origen químico y algunas medidas preventivas y de control que se pueden emplear.

Esquema del proceso:



6.7.1 Riesgos profesionales y su control

La exposición a los riesgos puede depender del nivel de automatización de la planta. Antes, la producción industrial de pasta y de papel, era un proceso semiautomático que requería una parte importante de intervención manual.

En las fábricas más modernas, el relevo de las válvulas y bombas controladas manualmente, por otras dotadas de control electrónico, permite los procesos con control remoto, lo que contribuye a la seguridad de los trabajadores/as puesto que se establecen salas de control independientes para aislar los equipos electrónicos del contorno ambiental de la producción de pasta y de papel.

Consecuentemente, los operarios trabajan habitualmente en salas de control con aire acondicionado que ofrecen refugio contra el ruido, las vibraciones, la temperatura, la humedad y la exposición a los agentes químicos inherentes a las operaciones fabriles.

El mayor avance técnico es el aislamiento del trabajador/a, normalmente posible en las zonas de preparación de la madera, de preparación de la pasta, de blanqueo y de producción de papel. También existen cabinas aisladas con aire acondicionado para el equipo móvil utilizado en el apilamiento de astillas y en otras operaciones al aire libre.

Preparación de la pasta

En los primeros pasos de la preparación de la pasta y en las operaciones de preparación de la madera, hay que contar con los **riesgos vinculados a la madera**, a sus extractos y a los microorganismos asociados.

La prevención dependerá de cada operación concreta y puede consistir en la instalación de cabinas para los operarios, el cerramiento y ventilación de las sierras y las cintas transportadoras, y de los depósitos de astillas, así como un stock bajo de astillas. El empleo de aire comprimido para eliminar el polvo de la madera propicia exposiciones considerables que deben evitarse.

Preparación de la pasta química

Las operaciones de **preparación de la pasta química** dan lugar a la exposición a los productos químicos de la digestión, así como a los subproductos gaseosos del proceso de cocción:

- compuestos de azufre reducido (pasta kraft)
- compuestos de azufre oxidado (pasta al sulfito)
- compuestos orgánicos volátiles.

La formación de gases depende de determinadas condiciones de la operación: la especie de la madera utilizada, la cantidad de madera transformada en pasta, la cantidad y la concentración del licor blanco aplicado, el tiempo requerido para la formación de la pasta y la temperatura máxima alcanzada.

Para el control de estos riesgos se recomienda:

- Cierre automático de válvulas del digestor y de las salas de control para los operarios.
- Ventilación localizada de los escapes en la batería de digestores discontinuos y en los tanques de soplado, capaces de ventilar a la misma velocidad a la que los reactores liberan los gases.
- Aplicación de presión negativa, para evitar los escapes en las calderas de recuperación y en las torres ácidas de sulfito-SO₂.
- Ventilación total o parcial de los lavaderos después de la digestión.
- Instalación de detectores continuos con alarmas en los lugares donde pueden producirse escapes, y los planes de formación de respuesta para emergencias.

Los **trabajadores/as que recogen muestras y realizan pruebas** deben tomar precauciones ante las potenciales exposiciones a los ácidos y cáusticos, a los vapores residuales, y ante la posibilidad de reacciones secundarias debidas a la producción de sulfuro de hidrógeno gas (H₂S) si el licor negro de la pasta kraft entra en contacto con los ácidos (por ejemplo, en las aguas de alcantarillado).

Recuperación de reactivos químicos

En las zonas de **recuperación de reactivos químicos**, por encima de 800 °C, puede haber productos y subproductos químicos resultantes de reacciones ácidas y básicas.

- En la recogida de la mezcla fundida que queda en la base de las calderas y que al salpicar, entraña el consecuente riesgo de quemaduras, térmicas y químicas.
- Cuando se añade sulfato sódico al licor negro concentrado se produce polvo, y cualquier fisura o abertura libera gases sulfurosos muy nocivos (y potencialmente letales).
- En las cercanías de la caldera de recuperación siempre existe la posibilidad de una explosión de la solución acuosa.

Las obligaciones de estos puestos de trabajo pueden requerir que los trabajadores/as entren en contacto directo con estos agentes químicos, lo cual exige llevar la ropa de trabajo adecuada.

Las calderas de recuperación deben pararse al menor síntoma de escape y es preciso tener previstos procedimientos para el traslado del material fundido.

La carga de cal y otras sustancias cáusticas, debe hacerse con transportadores cerrados y ventilados, elevadores y arcones de almacenaje.

Plantas de blanqueo

En las **plantas de blanqueo**, los trabajadores/as están expuestos a los agentes blanqueantes y a las sustancias organocloradas y otros subproductos. Las variables del proceso, como la fuerza de los productos blanqueantes, el contenido de lignina, la temperatura y la consistencia de la pasta se vigilan constantemente, y es preciso recoger muestras y hacer pruebas de laboratorio.

A causa del peligro que encierran muchos de los agentes blanqueantes utilizados, los detectores continuos con alarma deben estar siempre dispuestos y hay que dotar de máscaras de emergencia a todos los trabajadores/as, que deben ensayar los procedimientos de respuesta en caso de emergencia. La instalación de campanas cerradas con salida de gases propia es una medida de control normal en la zona superior de cada torre de blanqueo y en cada fase de lavado.

Agente blanqueante	Fórmula	Efectos	VLA-ED		VLA-EC	
			ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Cloro	Cl ₂	Lacrimógeno. Corrosivo para ojos, piel y tracto respiratorio. La exposición puede producir la muerte. Puede afectar al tracto respiratorio y a los pulmones, dando lugar a inflamaciones crónicas y alteraciones funcionales. Puede afectar a los dientes, dando lugar a erosión dental.			0,5	1,5
Hidróxido sódico	NaOH	Corrosiva para ojos, piel y tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.				2
Dióxido de cloro	ClO ₂	Lacrimógeno y corrosivo para ojos, piel y tracto respiratorio. Puede originar edema pulmonar. La exposición por encima puede producir la muerte. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica. Puede afectar al pulmón, dando lugar a bronquitis crónica.	0,1	0,28	0,3	0,84

Agente blanqueante	Fórmula	Efectos	VLA-ED		VLA-EC	
			ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Hipoclorito sódico	NaOCl	Corrosiva para ojos, piel y tracto respiratorio. Corrosiva por ingestión. La inhalación del aerosol puede originar edema pulmonar. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica. El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel.	x	X	x	x
Oxígeno	O ₂	La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. A altas concentraciones irrita el tracto respiratorio. Puede afectar al sistema nervioso central.	x	X	x	x
Peróxido de hidrógeno	H ₂ O ₂	Corrosiva para los ojos y la piel. El vapor irrita el tracto respiratorio. La ingestión puede producir burbujas de oxígeno (embolia) en la sangre, dando lugar a shock. Los pulmones pueden resultar afectados por la inhalación de concentraciones altas. La sustancia puede afectar al cabello, dando lugar a decoloración.	1	1,4		
Ozono*	O ₃	Irrita los ojos y el tracto respiratorio. Puede originar edema pulmonar y reacciones asmáticas. El líquido puede producir congelación. Puede causar efectos en el sistema nervioso central (dolor de cabeza y alteraciones de la vigilancia y la actuación). Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida al gas.	0,1	0,2		
Dióxido de azufre	SO ₂	La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. Irrita los ojos y el tracto respiratorio. La inhalación puede originar reacciones asmáticas. La exposición a inhalación prolongada o repetida puede originar asma.	2	5,3	5	13
VLA ED: valor límite ambiental de exposición diaria. VLA EC: valor límite ambiental de exposición de corta duración. X: valor límite no establecido.						

Transporte de los productos

La exposición a los agentes químicos, incluye el **transporte de los productos** desde la planta de blanqueo, de los aditivos utilizados en la fabricación de papel y de la mezcla química, a las aguas residuales. Hay polvos (celulosa, aprestos, re-vestimientos) y gases de escape del equipo móvil en el extremo seco y en las operaciones finales.

La **limpieza** entre series sucesivas de producción debe realizarse con disolventes, ácidos y álcalis. Los controles en esta zona deben incluir:

- *Cerramiento total del área de secado de hojas.*
- *Cerramiento ventilado de las zonas donde se descargan pesan y mezclan los aditivos.*
- *Empleo de los aditivos en solución líquida, mejor que en forma de polvo.*
- *Utilización de tintas y colorantes disueltos en agua, mejor que en disolventes.*
- *Eliminación del uso de aire comprimido para barrer los recortes de papel y el papel de desecho.*

Producción de papel en fábricas de papel reciclado

La **producción de papel en fábricas de papel reciclado** produce generalmente más polvo que en las de papel convencional, que utilizan pasta recién producida. La exposición a los microorganismos, tiene lugar desde lo comienzo (recogida y clasificación del papel) hasta el final (producción de papel) de la cadena de producción, pero, en cambio, la exposición a los agentes químicos no es tan importante.

Operaciones de apoyo y mantenimiento en la fábrica

También pueden darse ciertas exposiciones entre los operarios de **operaciones de apoyo de la fábrica**.

- Los **operarios de las calderas** de vapor manejan cortezas, residuos de madera y lodos, todo eso procedente de los sistemas de tratamiento de los residuos.
- Cuando la caldera se alimenta de material a un nivel demasiado elevado de humedad, los trabajadores/as están expuestos a bocanadas de productos parcialmente quemados.
- Los trabajadores/as responsables del tratamiento de aguas pueden quedar expuestos a productos químicos como el cloro, la hidracina y resinas varias.

La mejor medida es la automatización de los procesos y el aislamiento, siempre que sea posible. En caso contrario, habrá que facilitar a los trabajadores/as los equipos de protección necesarios.

Las fábricas de pasta y de papel, emplean un numeroso personal de mantenimiento al servicio de su equipo de fabricación: carpinteros, mecánicos, electricistas, maquinistas, pintores, estañadores, soldadores...

Como los procedimientos están automatizados y compartimentados, las operaciones de mantenimiento, limpieza y control de calidad se convirtieron en las más expuestas. Las paradas totales de la fábrica, para limpiar los reactores y las máquinas, son tema de una gran relevancia. Para la realización de estas tareas, es normal la subcontratación de personal ajeno a la fábrica y es común que tengan menos servicios de apoyo de salud y seguridad en el trabajo.

Algunos riesgos notables para el personal de mantenimiento:

- Exposición a amianto: algunas de las operaciones de producción, implican la generación de un alto grado de calor, y se ha empleado el amianto para aislar conducciones y reactores.
- La soldadura de acero inoxidable, de uso común en los reactores y conducciones, genera humos de cromo y níquel.
- Pulverizaciones con componentes de cromo en las paradas de mantenimiento para proteger contra la corrosión el fondo y las paredes de las calderas de recuperación.

6.8 Procesos de soldadura

Soldar es la acción de unir dos piezas de igual o distinta naturaleza mediante la transformación de la superficie en contacto en estado líquido por medio de calor o presión.

Las operaciones de soldadura están ampliamente extendidas dentro del ámbito industrial. Como consecuencia de estas operaciones, el soldador/a está expuesto frecuentemente a humos y gases de soldadura. Las múltiples técnicas de soldeo, por una parte, y la gran variedad de metales y sustancias protectoras que se emplean por otra, hacen que se complique bastante el estudio de los riesgos higiénicos de la soldadura. Habrá que tener claro que el origen de los contaminantes se encuentra:

- en el material soldado (material base o su posible recubrimiento)
- en el material acercado (metal de aporte, escorificantes, fundentes, desoxidantes, gas de protección)

- en el aire que constituye el entorno de la zona de soldadura

Por lo tanto, dependiendo de las técnicas y materiales empleados tendremos unos riesgos u otros.

6.8.1 Contaminantes procedentes de distintos tipos de soldadura

■ Soldaduras blandas

- Humos metálicos de estaño y plomo (saturnismo).
- Gases procedentes de los fundentes (fluoruros).

■ Soldadura con soplete

- Gases nitrosos por oxidación del nitrógeno del aire.
- Acroleína cuando los metales están sucios de aceites, grasas o pinturas.
- CO₂ por combustión de la materia orgánica.
- Humos metálicos procedentes del metal de base: cloruros, fluoruros y óxidos alcalinos.
 - fundentes como aluminio, silicio, cobre, zinc o cobre-fósforo
 - mezclas de cloruros y fluoruros para aluminio
 - carbonatos y bicarbonatos para el hierro
- El revestimiento del metal base puede producir humos de zinc, cromo, cadmio...
- Escapes de gas (acetileno, propano, butano, hidrógeno). No son tóxicos pueden provocar asfixia y riesgo de explosión.

■ Soldadura con arco con electrodo revestido

- Desprendimiento de vapores nitrosos por efecto del arco eléctrico.
- Formación de ozono por la radiación ultravioleta.
- Óxidos metálicos de hierro, manganeso, titanio.
- Sílice amorfa de los electrodos ácidos.
- Fluoruros de sodio, potasio y calcio de los electrodos básicos.

- Óxidos de plomo, cadmio y zinc procedente de los revestimientos de los metales a soldar.
 - Si la soldadura es con arco eléctrico con flujo de CO_2 a los riesgos anteriores habrá que sumar la formación de CON El por descomposición del CO_2 en las altas temperaturas.
- **Soldadura por arco sumergido**, los riesgos disminuyen por la protección que realiza el fundente al ocultar la soldadura.
- Desprendimiento de SiFe_4 si el fundente es de tipo silíceo y cantidades de CO_2 y CO .
- **Soldadura TIG (Tugsten Inert Gas)**
- Desprendimiento de monóxido de carbono, ozono y óxidos de nitrógeno. ($\text{CO} > \text{Ozono} > \text{NO} + \text{NO}_2$).
- **Procedimiento MIG**
- Humos debido a desoxidantes y fundentes del material de aportación.
 - La radiación ultravioleta genera ozono y óxidos de nitrógeno.
- **Soldadura por plasma**
- Vapores nitrosos, ozono, humos metálicos procedentes del metal de base.
 - Disminución de la cantidad de oxígeno por desplazamiento de los gases que forman el plasma o por fugas de las botellas.
- **Soldadura al arco por electrodo de carbón**
- Humos metálicos del metal de base, o del de aportación y del revestimiento.
 - Óxidos nitrosos, ozono y radiaciones ultravioleta.

6.8.2 Efectos

Los humos metálicos dependerán de los puntos de fusión y de vaporización propios de los metales (los de plomo, zinc y cadmio son los que se forman con más facilidad). También cuanto más altas sean las temperaturas que se consiguen en el proceso de soldadura, con más facilidad se producirán los humos.

Entre los humos metálicos que podemos encontrar distinguiremos entre:

- **Tóxicos irritantes:** cadmio, cromo, manganeso, zinc, mercurio, níquel, titanio, vanadio, plomo, molibdeno.
- **Neumoconióticos poco peligrosos:** aluminio, ferro, estaño o carbón
- **Neumoconióticos muy peligrosos:** asbestos, sílice, cobre, berilio.

Gases que se desprenden al soldar:

Gas	Efectos	VLA-ED		VLA-EC	
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Vapores nitrosos NO₂ el más abundante	Corrosivo para la piel y el tracto respiratorio. La inhalación del gas o el vapor puede originar edema pulmonar. La exposición muy por encima de los límites puede producir la muerte. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica. Puede afectar al sistema inmune y el pulmón, dando lugar a menor resistencia frente a infecciones. Posibles efectos tóxicos en la reproducción humana.	3	5,7	5	9,6
Ozono producido por la radiación ultravioleta, sobre todo en la soldadura de plasma	Irrita ojos y el tracto respiratorio. La inhalación del gas puede originar edema pulmonar y reacciones asmáticas. Efectos en el sistema nervioso central (dolor de cabeza y alteraciones de vigilancia y actuación). Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida al gas.	0,1	0,2		
Fosgeno Si las piezas contienen restos de disolventes clorados como cloroetileno, percloroetileno	Irrita ojos, piel y tracto respiratorio. La inhalación del gas puede originar edema pulmonar. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. La exposición a altas concentraciones puede producir la muerte. Se recomienda vigilancia médica.	0,02	0,08	0,1	0,4
Acroleina Se puede formar si las piezas están recubiertas o contaminadas con aceites o grasas	Lacrimógeno. Irrita fuertemente ojos, piel y tracto respiratorio. La inhalación a altas concentraciones puede originar edema pulmonar. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica.			0,1	0,23
Argon, Helio, CO₂	No son tóxicos pero pueden crear problemas de asfixia por desplazamiento del oxígeno del recinto				
VLA ED: valor límite ambiental de exposición diaria. VLA EC: valor límite ambiental de exposición de corta duración.					

6.8.3 Medidas preventivas

La eliminación de los riesgos producidos por la exposición a dichos contaminantes, exige que los humos y gases no lleguen a la zona respiratoria o, si lo hacen, estén previamente diluidos mediante sistemas de extracción localizada o ventilación general. Debemos destacar que es importante la posición del operario con respecto a los humos de soldadura, al electrodo y a la ventilación que exista en el recinto.

El sistema de eliminación de contaminantes más correcto es la **captación en el punto** donde se producen, y en caso de que existan muchos puestos de soldadura, habrá que adecuar la **ventilación general** para evitar la acumulación de humos y gases.

Los medios más comúnmente utilizados en Higiene Industrial para la prevención de los riesgos higiénicos en los procesos de soldadura son los que se describen a continuación.

Extracción localizada

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

Estos sistemas, se basan en crear en la cercanía del foco de emisión una corriente de aire que arrastre los humos generados, eliminando de esta forma la contaminación en la zona respiratoria del soldador.

En los sistemas de extracción localizada que se proponen, es posible encontrar una velocidad de arrastre suficiente, para lograr una captación adecuada y que sea compatible con las exigencias de calidad de las operaciones de soldadura.

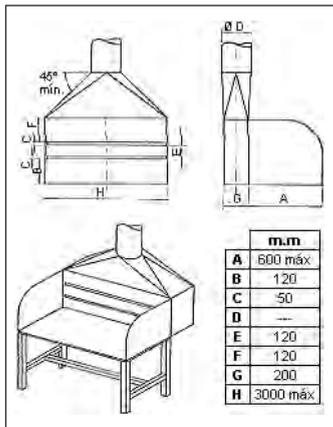
Cuando el sistema dispone de filtro de humos, la descarga del aire aspirado puede efectuarse en la propia nave de trabajo lográndose, además de la separación del contaminante, un considerable ahorro energético en el tratamiento del aire de reposición del aire extraído.

Sistemas fijos

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

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

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



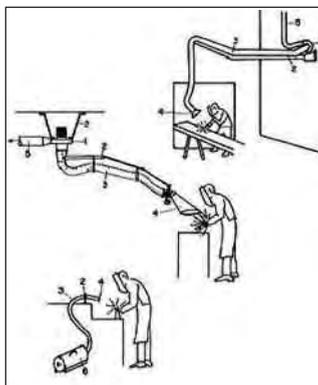
Puestos móviles

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

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

Caudal (m ³ /h)	200	750	1650	3000	4500
Distancia (m)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

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



Extracción con pistola de soldadura

En las operaciones de soldadura con hilo continuo y atmósfera protectora, se sugirió el empleo de extracciones ajustadas a la propia boquilla de soldadura. El caudal necesario en estos casos es muy reducido, sugiriéndose cifras de la orden de algunos metros cúbicos por hora. En cualquiera caso, las dificultades de su puesta en práctica aconsejan acudir a equipos ya comercializados que se encuentran en el mercado.

Extracción incorporada en la pantalla de protección

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

Impulsión localizada

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

Ventilación general

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

Diámetro del electrodo,mm	4	5	6	10
Caudal m ³ /h soldador	1.700	2.500	6.000	7.500

6.9 Trabajos agrario y forestal: contacto con fitosanitarios y plaguicidas

En nuestro país, el sector agrario tiene un peso de relativa importancia, de ahí que se dedique un pequeño espacio, para ver los riesgos químicos específicos que presenta este sector, y las medidas preventivas y de control que son de aplicación.

Los riesgos asociados al campo, van a depender en gran medida del tipo de explotación. Nos fijaremos en la conocida como agricultura urbana, basada en una multiplicidad de explotaciones de pequeño tamaño, y algunas agroindustrias a gran escala. Muchas de estas actividades se llevan a cabo en invernaderos. Centrémonos en el problema del contacto con productos fitosanitarios y también de fertilizantes, como problema fundamental en estos trabajos.

Como hemos visto en apartados anteriores de esta guía, el uso de fitosanitarios y plaguicidas está muy extendido en el sector agrario y forestal. Así mismo, hemos visto que este tipo de productos suponen una serie de riesgos tanto para las personas como para el medio ambiente, haciéndose preciso un control adecuado de los mismos, de ahí la legislación que regula su comercialización y usos dentro de la Unión Europea. Sin embargo, un control acomodado de fitosanitarios y plaguicidas no será posible si no pasa por la sensibilización y formación de los trabajadores y trabajadoras implicados.

Para la adopción de medidas preventivas relacionadas con los fitosanitarios y plaguicidas es necesaria la adquisición, por parte del personal del sector, de conocimientos sobre comportamientos seguros, que pasa por una orientación sobre medidas preventivas que resultarán determinantes para controlar por una parte, el riesgo de exposición y por otra, la liberación de estos productos al medio ambiente.

En Galicia, se llevó a cabo en el año 2009 un estudio del sector en relación con la utilización de estos productos en invernaderos, obteniéndose entre otras, las siguientes conclusiones:

- Las explotaciones son fundamentalmente hortícolas, con una superficie media de 2000 m².
- El titular de la explotación, dedicado a tiempo completo a ella, es el principal manipulador de fitosanitarios, recibiendo ayuda familiar y vecinal.
- No se aprecia un relevo generacional en el sector, por lo que la población está muy experimentada en la actividad.

- Más de la mitad de los manipuladores de fitosanitarios son mujeres.
- Los productos más empleados son insecticidas y fungicidas de toxicidad baja, salvo en explotaciones de flor cortada y ornamentales, donde se emplean productos de mayor toxicidad y con mayor frecuencia.
- En general, los productos se almacenan en lugares secos y frescos, ventilados y protegidos de la intemperie.
- La preparación de las mezclas, se realiza, en más de la mitad de los casos al aire libre, los envases son de uso exclusivo y el destino del caldo sobrante es la distribución en el propio cultivo. Los envases no se utilizan posteriormente para otros fines aunque muchos trabajadores/as no conocen el Sistema Integrado de Gestión de Fitosanitarios (SIGFITO), entidad sin ánimo de lucro en la que participa todo el sector agrícola, que soluciona en el ámbito agrario la recogida de envases fitosanitarios marcados con el logo de SIGFITO.
- Los hábitos de manipulación son, en general, adecuados aunque se encontraron casos en los que se bebe o se fuma durante la aplicación de los productos.
- En general no se señalizan las zonas que acaban de ser tratadas.
- La maquinaria de aplicación más empleada son las mochilas pulverizadoras y las carretillas. La revisión de la maquinaria así como su lavado no se hace con la frecuencia y de la manera recomendados.
- En cuanto a la utilización de los EPIs, existe disponibilidad de equipos pero muchos trabajadores/as permanecen con ellos después de finalizar los tratamientos. Los equipos disponen de marcado CE (excepto gorro y mandil) pero el mantenimiento de los equipos es bastante limitado. No se suelen leer las etiquetas ni se llevan a cabo las revisiones periódicas y existe desconocimiento de las fechas de caducidad de los equipos.
- En general, la formación e información de que disponen estos trabajadores/as es baja, lo que afecta a la lectura y comprensión de las etiquetas. En la comprobación de autorizaciones de los productos y otros asesoramientos, se delega fundamentalmente en los técnicos y distribuidores.

Estudio sobre la aplicación de fitosanitarios en los invernaderos de Galicia. Asociación para el Desarrollo del Campo (ADA), en colaboración con la Escuela Politécnica Superior de Lugo de la Universidad de Santiago de Compostela y subvencionado por la Consellería de Trabajo y Bienestar desde ISSGA.

6.9.1 Riesgos de origen químico

Los propios elementos cultivados pueden suponer un riesgo químico para los trabajadores/as, no solo los productos sintéticos que se manipulan. Las plantas decorativas pueden irritar el sistema respiratorio y causar tos y estornudos, además, sus fragancias u olores pueden agravar los síntomas de asma o rinitis alérgica, aunque no se demostró que causen alergia. El polen del crisantemo y el girasol, pueden causar asma, y el polvo de las plantas secas causa algunas veces alergias.

Gases y vapores en el almacenamiento

En función del contenido de humedad del producto cuando se almacena, y de las condiciones atmosféricas, entre otras, los alimentos, granos y fibras pueden producir gases peligrosos como:

- monóxido de carbono (CO)
- dióxido de carbono (CO₂)
- óxidos de nitrógeno (NOx)

Pueden provocar la muerte en algunos minutos, sobre todo si las mercancías se almacenan en un recinto en el que se dejan acumular gases hasta niveles peligrosos, desplazando el oxígeno. Si la producción de gases es posible deben realizarse controles de los mismos.

Espazos confinados (*Silos, tanques o unidades refrigeradas*)

Las frutas y hortalizas, se conservan con frecuencia en frío antes de su envío al mercado. En función del tipo de unidad, la **conservación en frío** se puede considerar un espacio reducido, en el que **se debe controlar el contenido de oxígeno**.

Los lugares de almacenamiento pueden suponer problemas de **gases tóxicos** emitidos por la materia orgánica o de **deficiencia de oxígeno**. Antes de entrar en estos espacios se debe comprobar que están bien ventilados; si no lo están, deben utilizarse los equipos protectores respiratorios adecuados.

Contacto con productos químicos

- **Fertilizantes artificiales:** no están clasificados como sustancias peligrosas, por lo que se aplican las normas generales de productos químicos.

En algunos casos, la aplicación de fertilizantes artificiales expone al trabajador/a a la **inhalación de grandes cantidades de polvo**, en cuyo caso, será precisa la utilización de una máscara de protección respiratoria. Asimismo, debe tenerse en cuenta a dirección del viento en la aplicación de los fertilizantes.

Debe **evitarse el contacto con la piel** de estos productos, protegiéndose mediante guantes y protección ocular.

Las tres sustancias más comunes en los fertilizantes son el Nitrógeno, el Fósforo y los cloruros, en diferentes proporciones. En condiciones de calor intenso **pueden emitir gases**, algunos venenosos, como óxidos de nitrógeno y cloro. Habrá que tener en cuenta este aspecto para emplear la protección adecuada.

■ Fitosanitarios y plaguicidas

Las enfermedades e insectos que atacan a las plantas, pueden causar graves problemas a los trabajadores/as de los invernaderos. En general, es más fácil prevenir estos daños, que intentar erradicar la plaga después. Algunas plagas comunes en invernaderos son insectos, hongos, virus, bacterias... Para combatirlos se aplican productos plaguicidas.

Los métodos de aplicación más comunes son la pulverización de líquidos, la nebulización, o la distribución de nieblas, polvos, vapores, humos, aerosoles y gránulos. Todos estos métodos de aplicación de plaguicidas, llevan el **riesgo de exposición a la sustancia química** a través de diferentes vías de exposición:

- dérmica
- inhalación
- ingestión (menos común). Los trabajadores/as de los invernaderos que manipulan los productos químicos o las plantas fumigadas, pueden intoxicarse si no adoptan las medidas de precaución oportunas.

La exposición suele producirse por contacto directo con el pulverizador, por contacto prolongado con hojas recién fumigadas, o por la dispersión del plaguicida aplicado desde los equipos de fumigación.

(En algunos países del mundo siguen produciéndose intoxicaciones masivas por la exposición a plaguicidas, que son aplicados desde avionetas sin existir posteriormente un control del acceso a la zona fumigada).

Materia activa contenida en algunos fitosanitarios de uso común en Galicia:

Materia activa	Efectos
Imidacloprid	Irritación ocular y dérmica Nocivo por ingestión La sustancia puede afectar al sistema nervioso. Esta sustancia puede ser peligrosa para el medio ambiente; debe prestarse atención especial a las aves, los crustáceos, los pescados y las abejas.
Abamectina	Irritación de las vías respiratorias Contacto con la piel: Irritante dérmico Contacto con los ojos: Irritante ocular Ingestión: Náuseas, vómitos, diarrea, irritación gastrointestinal
Mancozeb	La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio, e irrita levemente la piel. La ingestión oral del producto causa dolor, náusea, vómito, salivación, puede ocasionar diarrea. Irritación de vías respiratorias, estornudos, picazón, secreciones acuosas, disnea, dolor de cabeza. El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel.
Captan	Tóxico por inhalación A sustancia irrita los ojos y la piel Inhalación del polvo de este producto puede causar irritación pulmonar y edema pulmonar. La exposición repetida puede causar sensibilización dérmica.
Acrinatrín	Irritación de ojos, piel y mucosas. Sensibilización. Alteraciones gastrointestinales, hormigueo, alteraciones renales: anuria, depresión del SNC, convulsiones.
Paratión: plaguicida organofosforado	Efectos en el sistema nervioso central. Efectos diferidos en el sistema nervioso periférico y en el central. Efectos acumulativos a largo plazo que se relacionan con lesiones epidérmicas, lesiones nerviosas y efectos mutagénicos.
	La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso (convulsiones, fallo respiratorio, debilidad muscular). Inhibidor de la colinesterasa. La exposición puede producir la muerte. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica. Posibles efectos acumulativos.
	La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos. Debe prestarse especial atención a las aves. La sustancia puede causar efectos prolongados en medio acuático. Esta sustancia se libera normalmente al medio ambiente; sin embargo, debe evitarse cuidadosamente cualquier entrada adicional, p. ej. por una eliminación inadecuada.

Además de los principios activos presentes en los plaguicidas, hay que tener en cuenta las sustancias que transportan estos principios activos y los aditivos, porque en algunos casos pueden tener efectos adversos más graves que el propio principio activo. **Será imprescindible conocer las características de cada producto concreto especificadas en su etiqueta y en la ficha de seguridad que debe ser proporcionada por el fabricante.**

Las enfermedades dermatológicas constituyen el problema de salud más común en los trabajadores/as agrícolas.

Existen numerosos casos de enfermedades y lesiones cutáneas en esta población, entre ellas las producidas por el uso de herramientas manuales como las tijeras de podar, los irritantes y alérgenos presentes en los productos fitosanitarios, los materiales alergénicos de origen animal y vegetal, las ortigas y otras plantas irritantes, el calor o el contacto prolongado con el agua, que pueden causar o agravar infecciones de la piel, y la exposición al sol, que puede causar cáncer de piel.

Muchas otras enfermedades crónicas, son también más frecuentes en estos trabajadores/as, aunque se dispone de información limitada sobre los riesgos reales. Entre ellas se encuentran el cáncer, los problemas reproductivos, como abortos, esterilidad o malformaciones congénitas, y los trastornos neurológicos crónicos. Todas ellas se observaron en poblaciones agrícolas o en poblaciones con altos niveles de exposición a distintas toxinas agrícolas, pero se sabe poco sobre el verdadero riesgo al que están expuestos los trabajadores/as agrícolas.

6.9.2 Riesgos de exposición a agentes químicos en trabajos forestales

Algunos riesgos comunes en este tipo de trabajos son:

- El contacto con productos químicos procedentes del abonado y tratamiento fitosanitario, pueden provocar reacciones alérgicas y sensibilizaciones.
- La exposición a polvo en operaciones de desbrozado manual, pueden producir irritación de las vías respiratorias y ocular, reacciones alérgicas y sensibilizaciones, y dependiendo del tipo de madera, este polvo puede ser cancerígeno.
- La inhalación de humos y gases procedentes de la utilización de la maquinaria o de la extinción de incendios, pueden producir enfermedades respiratorias.

Medidas preventivas

- **Plaguicidas:** Las intoxicaciones por plaguicidas pueden evitarse:
 - instalando sistemas de ventilación adecuados en los invernaderos
 - utilizando los equipos de protección individual necesarios (trajes, guantes, respiradores, botas) y manteniéndolos en perfecto estado

- respetando los tiempos recomendados antes de volver a entrar en el invernadero
- siguiendo las instrucciones que aparecen en las etiquetas
- Otras medidas de precaución se basan en:
 - **almacenar todos los plaguicidas en una zona cerrada** bajo llave, y bien ventilada
 - **señalización** de las zonas donde se han fumigado las plantas
 - **instruir a los trabajadores/as** sobre los plaguicidas y las técnicas correctas para su aplicación y manipulación
 - todos los trabajadores/as encargados de la aplicación de plaguicidas deben aprender unas técnicas adecuadas para la eliminación de los productos ya inservibles y de los recipientes vacíos.

■ Almacenamiento y mezcla de plaguicidas

- Antes de elegir un producto de uso fitosanitario, informarse sobre cuál es más eficaz y menos tóxico, y sobre el momento oportuno para el tratamiento. Utilizar solo productos con el registro en vigor.
- **Almacenar los plaguicidas en locales protegidos de la lluvia y el sol**, y alejados de las viviendas. Se deberán poder cerrar con llave y en la puerta se colocará un cartel que avise sobre los riesgos de los productos almacenados. Los plaguicidas son sustancias peligrosas, deben estar separados de alimentos y piensos, fuera del alcance de los niños, animales domésticos y personas que desconozcan su manejo.
- Agrupar las sustancias **almacenadas por categorías de peligro**. Controlar el buen estado de los envases (incluyendo la etiqueta) para evitar las fugas o derrames.
- **Conservar los plaguicidas en el envase original** de compra, de este modo siempre se sabe qué producto contienen. Asegurarse de que está debidamente etiquetado, y mantener la etiqueta en la que figura el nombre del producto, sus efectos nocivos y las medidas de seguridad que hay que seguir al utilizarlo.
- **Nunca se deben trasvasar los plaguicidas a recipientes domésticos**. Si fuese necesario hacerlo, por derrames o roturas de los envases origina-

les, hay que especificar el nombre del producto y sus efectos nocivos en el nuevo recipiente.

- Preparar las diluciones (caldos) siguiendo todas las **indicaciones del fabricante**, y no usar nunca productos sin etiqueta. Realizar estas operaciones respetando las dosis y las diluciones recomendadas.
- **Realizar las mezclas al aire libre y siempre utilizando los equipos de protección obligatorios** que se indican en la etiqueta de cada producto. Nunca se usarán las manos para remover las mezclas, aunque estén protegidas con guantes. Igualmente, los instrumentos utilizados, embudos, filtros, paleta, etc. se usarán sólo para estas tareas. Las operaciones de mezcla y carga (en los equipos de aplicación) son de alto riesgo porque implican lo manejo de pesticidas concentrados.
- **Evitar que los productos sobrantes de los caldos de plaguicidas contaminen el agua potable.** No hay que lavar nunca los recipientes o los aparatos fumigadores en fuentes, arroyos o ríos.

■ **Aplicación y eliminación de plaguicidas**

- Ninguna persona puede realizar trabajos de tratamientos con plaguicidas si no dispone de la formación obligada por la ley o si no tiene la suficiente información sobre este tipo de trabajos (riesgos que implica la aplicación, la forma de hacer la tarea, equipos de protección y primeros auxilios para casos de urgencia). La formación y la información son responsabilidad del empresario/a.
- **Aplicar los plaguicidas utilizando siempre los equipos de protección individual (EPI)** indicados para cada uno de ellos (unos productos son más peligrosos que otros): guantes largos de caucho o goma, botas altas de caucho, máscara que proteja la nariz y la boca de la inhalación de gases o polvo tóxico, gafas o máscara facial que eviten las salpicaduras en los ojos y ropa de trabajo que proteja el cuerpo del contacto con los plaguicidas.
- En ningún caso se deben aplicar los plaguicidas usando sandalias, pantalones cortos o camisas de manga corta, ni tampoco se usarán paños que cubran la nariz y la boca como una supuesta medida preventiva para evitar la inhalación del plaguicida. Esta práctica supone una fuente adicional de entrada por vía oral debido a que no evita la inhalación del producto y favorece el contacto bucal durante la aplicación.

- No se debe fumar, ni beber, ni comer mientras se están realizando fumigaciones. Al terminar el tratamiento, hay que lavarse con abundante agua y jabón y cambiarse de ropa, a ser posible, en el mismo lugar de trabajo. Nunca hay que hacerlo en la propia vivienda, puesto que esto implicaría trasladar el riesgo de contaminación a la familia del trabajador/a. También hay que lavar la ropa y las protecciones personales después de cada aplicación, y guardarlo todo en un lugar bien ventilado, lejos de las habitaciones. La ropa de trabajo se debe lavar separada de la otra ropa de la casa.
- **Intercalar un espaldar o pieza de tela impermeable** entre la espalda y el depósito para fumigar, cuando el plaguicida se aplique con un pulverizador de accionamiento manual.
- Verificar los equipos de aplicación de los plaguicidas (mochilas y tanques pulverizadores) antes de empezar a usarlos. Asegurarse de que funcionan sin escapes ni derrames y que están calibrados para las dosis de aplicación necesarias.
- **No se deben soplar ni aspirar jamás con la boca** las boquillas de los aparatos de aplicación cuando se obstruyan, puesto que existe un gran riesgo de intoxicación por contacto con la boca. Para desatascarlas hay que utilizar un alambre o hilo de cobre.
- **Pulverizar de espaldas al viento**, para impedir que la nube generada alcance al aplicador y evitar entrar en contacto con los campos recién tratados porque son una fuente de exposición al plaguicida. Igualmente, se debe guardar una distancia prudencial entre los trabajadores/as para evitar la mutua contaminación.
- **Señalizar mediante carteles de aviso de peligro las zonas tratadas.** Igualmente, hay que impedir que el ganado entre en estos campos.
- Los trabajadores/as deben estar sometidos a **vigilancia médica**. Los plaguicidas, además de producir intoxicaciones agudas, pueden provocar graves trastornos y enfermedades que se manifiestan a largo plazo.
- Los **envases de plaguicidas que queden vacíos deben devolverse al suministrador**, a ser posible; la ley le obliga a hacerse cargo de la gestión de los residuos derivados de sus productos. Los envases que no puedan devolverse serán considerados residuos. Para su eliminación, se deberá seguir todo cuanto la ley dispone a tal efecto y que queda establecido por las normas de cada Comunidad Autónoma.

- Tener en cuenta, como norma general, que **un envase vacío de un plaguicida es un residuo peligroso** por lo que está prohibido abandonarlo o eliminarlo de forma incontrolada (quemarlo, enterrarlo...).

■ En los espacios confinados

- **Autorización de entrada en el recinto:** sistema de autorización de entrada establecido que contemple, a modo de check-list, la revisión y control de una serie de puntos clave de la instalación (limpieza, purgado, descompresión...), y especifique las condiciones en que el trabajo deba realizarse, y los medios a emplear.
- **Medición y evaluación de la atmósfera interior,** previamente a la realización de los trabajos, desde el exterior o desde zona segura.
 - Medición de oxígeno, no debe ser inferior al 20,5%. Si no es factible, mantener este nivel con aporte de aire fresco, deberá realizarse el trabajo con equipos respiratorios semiautónomos o autónomos.
 - Medición de atmósferas tóxicas: se utilizan detectores específicos según el gas o vapor tóxico que se espera encontrar en función del tipo de instalación o trabajo.
- **Ventilación:** es una de las medidas preventivas fundamentales para asegurar la inocuidad de la atmósfera interior, tanto previea a la realización de los trabajos, en caso de encontrarse el ambiente contaminado o irrespirable, o durante los trabajos, por requerir una renovación continuada del ambiente interior.
- **Vigilancia externa continuada:** se requiere un control total de las operaciones desde el exterior, en especial, el control de la atmósfera interior cuando eso sea conveniente, y asegurar la posibilidad de rescate. Comunicación eficaz con el trabajador/a que ocupe el espacio interior.
- **Formación y entrenamiento.** Un gran número de accidentes en recintos confinados se produce debido a la falta de conocimiento del riesgo, por lo que es fundamental formar a los trabajadores/as para que sean capaces de identificar lo que es un recinto confinado, y la gravedad de los riesgos existentes.

6.10 Trabajo en laboratorios

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

El primer paso en la evaluación de riesgos en el laboratorio químico, está relacionado con el peligro propio de los productos químicos empleados. Sin embargo, es evidente que el riesgo que generan estos productos, proviene no solamente de este peligro, sino también de los materiales empleados y de las operaciones a que se someten, ya que es durante su desarrollo cuando tienen lugar a mayor parte de exposiciones o accidentes.

Los riesgos presentes en el laboratorio tienen varios orígenes:

- Riesgos específicos de los productos químicos que se manipulan
- Riesgos asociados a las reacciones químicas que tienen lugar
- Riesgos asociados a las operaciones que se realizan
- Riesgos asociados al material y equipos empleados.

6.10.1 Riesgos derivados de los productos químicos que se manipulan

El trabajo en el laboratorio se caracteriza por el manejo de una gran variedad de productos químicos de características diferentes, por lo que el primer paso, será tener un conocimiento de las características de las sustancias que se están manipulando, y los riesgos que representan.

Antes de realizar cualquier trabajo en el laboratorio con agentes químicos peligrosos, deberá realizarse una evaluación de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores/as que puedan originar dichos agentes. Para eso, es necesario consultar las Fichas de Datos de Seguridad de los productos que se vayan a utilizar, así como los manuales donde se detallan las propiedades peligrosas de muchos compuestos y las condiciones adecuadas de manipulación y medidas preventivas a adoptar.

6.10.2 Reactividad de los productos químicos

La reactividad de los productos químicos es un concepto relacionado tanto con sus características intrínsecas de peligro, como con las de sus condiciones de manipulación. Una serie de características de peligro de los productos químicos que interesa conocer pueden ser:

- compuestos que reaccionan violentamente con el agua
- compuestos que reaccionan violentamente con el aire
- incompatibilidades entre sustancias químicas
- reacciones peligrosas con los ácidos
- formación de peróxidos
- reacciones de polimerización
- reacciones de descomposición

Toda esta información puede ser recogida de las fichas de los productos.

6.10.3 Riesgos derivados de las operaciones básicas en el laboratorio

Durante el desarrollo de estas operaciones pueden producirse accidentes que exponen al operario al contacto con productos químicos que pueden ser peligrosos.

Operación	Riesgos asociados
Trasvase de líquidos	Vertido de líquidos e intoxicación por vapores
Operaciones con vacío	
Destilación	Riesgos de implosión del aparato y proyección de material Aspiración de un líquido y mezcla imprevista de productos que reaccionen violentamente.
Filtración	
Secado	
Mezcla o adición de productos	Reacción imprevista acompañada de un fenómeno peligroso (explosión, proyección).
Reacciones químicas	Las reacciones exotérmicas pueden ocasionar derrames, emisión brusca de vapores o gases tóxicos o inflamables o provocar la explosión de un recipiente.

Operación	Riesgos asociados
Extracción	
En caliente	Suelen emplear líquidos volátiles inflamables, cualquier sobrepresión en el montaje o una fuga de vapor puede provocar un incendio.
Líquido-líquido	Sobrepresión, presencia de vapores inflamables. Con agitación manual: riesgo de contacto directo con los productos y posibilidad de proyecciones de líquidos e inhalación de concentraciones elevadas de vapores al aliviar la presión del embudo.
Sólido líquido	Riesgos derivados de la utilización de presión y vacío.
Destilación	Rotura del recipiente e inflamación. Parada de la refrigeración provocando la emisión de vapores y la producción de una atmósfera inflamable. Ebullición irregular con posibilidad de desprendimiento de vapores y proyecciones y salpicaduras. Explosión de éteres peroxidados.
Evaporación-secado	Desprendimiento de vapores tóxicos o inflamables
Desecación de líquido	
Con Perclorato de magnesio	Riesgo de explosión
Con Pentóxido de fósforo	Corrosivo
Con sodio	Riesgo de explosión
Limpieza del material de vidrio	
Con mezcla crómica	Producto tóxico y peligroso para el medio ambiente. Puede causar cáncer por inhalación y alteraciones genéticas hereditarias. Provoca quemaduras graves y puede causar sensibilización en la piel. Es muy tóxico para los organismos acuáticos y puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
Con Metanol	Tóxico por inhalación e ingestión y fácilmente inflamable. A corto plazo produce un efecto narcótico. A largo plazo, provoca problemas visuales pudiendo entrañar la ceguera total.
Transporte de recipientes con productos químicos	Rotura del recipiente con la consecuente contaminación, intoxicación y riesgo de explosión.

6.10.4 Riesgos asociados al material y equipos empleados

El laboratorio dispone normalmente de una serie de instalaciones o servicios generales de gas, agua, aire comprimido, vacío, electricidad... de los cuales el responsable del laboratorio debe tener constancia que cumplen las normativas de carácter estatal, autonómico o local que les afecten, que se encuentren en buen estado y estén sometidas a un mantenimiento adecuado.

Equipo	Riesgos asociados
Ventilación	Contaminación ambiental residual y olores. Elevadas concentraciones ambientales producidas por derrames, vertidos y fugas de gases. Productos peligrosos que pasan a la atmósfera al ser manipulados y se realizan operaciones con eles.
Material de vidrio	Cortes o heridas producidos por rotura del material de vidrio debido a su fragilidad mecánica, térmica, cambios bruscos de temperatura o presión interna. Cortes o heridas como consecuencia del proceso de apertura de ampollas selladas, frascos con tapón esmerilado, llaves de paso, conectores etc., que se tengan obturados. Explosión, implosión e incendio por rotura del material de vidrio en operaciones realizadas a presión o al vacío.
Instalación eléctrica-aparatos eléctricos	Electrocución por contacto directo o indirecto, generado por todo aparato que tenga conexión eléctrica. Inflamación o explosión de vapores inflamables por chispas o calentamiento del aparato eléctrico.
Frigoríficos	Riesgos de incendio y explosión/deflagración, cuando se guardan productos que pueden desprender vapores inflamables si los frascos que los contienen no están bien cerrados o tiene lugar un fallo de corriente que pueda producir un recalentamiento de algún producto o propiciar la explosión de algún recipiente.
Aparatos con llamas	Riesgos de incendio y explosión por la presencia de gases comburentes o combustibles, o de productos inflamables en el ambiente.
Baños calientes y dispositivos de calefacción	Riesgo de quemaduras térmicas, rotura de recipientes de vidrio común con desprendimiento de vapores, vertidos emisión incontrolada de humos en los baños de aceite y generación de calor y humedad ambiental en los baños de agua. Riesgo de contacto eléctrico indirecto por envejecimiento del material.
Baños fríos	Quemaduras por frío y desprendimiento de vapores. Si se emplean para el control de reacciones exotérmicas, cualquier incidente que anule su función puede generar un incendio, una explosión o la emisión de sustancias tóxicas al ambiente.
Refrigerantes	Rotura interna con entrada de agua en el medio de reacción que puede provocar incendio, explosión o emisión de productos tóxicos, fuga de vapores por corte en el suministro de agua e inundación en caso de desconexión del tubo.
Estufas	Riesgos de explosión, incendio e intoxicación si se desprenden vapores inflamables en la estufa, de sobrecalentamiento si se produce un fallo en el termostato y de contacto eléctrico indirecto.
Botellas e instalación de gases.	Caída de la botella. Intoxicación en caso de fuga de un gas tóxico, irritante o corrosivo de una botella o de la instalación. Fuga de un gas explosivo. Fuga de un gas inerte. Incendio en la boca de una botella de un gas inflamable.
Autoclave	Explosión del aparato con proyecciones violentas
Centrífugas	Rotura del rotor. Heridas en caso de contacto con la parte giratoria. Explosión por una atmósfera inflamable. Formación de bioaerosoles.
Pipetas	Contacto o ingestión de un líquido tóxico o corrosivo. Cortes por rotura.

6.10.5 Medidas preventivas básicas de carácter general en el laboratorio

- Debe **solicitarse información sobre las características de peligro de los productos** que se van a utilizar y de los peligros que pueden comportar las operaciones que se van a realizar con ellos. Hay que consultar las etiquetas y fichas de datos de seguridad de los productos.
- Antes de realizar cualquier tarea, deben **reunirse los productos y materiales necesarios y utilizarlos según el procedimiento de trabajo establecido**. Las operaciones deben ejecutarse de modo seguro, siguiendo las instrucciones de forma responsable. Al finalizar el trabajo, hay que recoger todo el material. Se debe llevar siempre la bata abrochada y el pelo recogido. Debe evitarse la utilización de sortijas y brazaletes y utilizar ropa y calzado que cubra la mayor parte del cuerpo.
- La **zona de trabajo debe permanecer libre y despejada**, depositando en ella sólo los materiales que se estén usando.
- Se debe **revisar periódicamente el material de vidrio** que se utiliza en el laboratorio. Las piezas que presentan grietas deben desecharse. No se deben calentar las piezas que recibieron algún golpe.
- **Al trasvasar un producto, hay que etiquetar de nuevo el envase** para permitir la identificación de su contenido y tomar las medidas de precaución necesarias. No se debe pegar una etiqueta sobre otra ya existente, pues puede inducir la confusión.
- En el almacenamiento de productos químicos, hay que **evitar la cercanía de sustancias y preparados incompatibles**, separándolos por sustancias inertes, o distanciándolos entre sí. Fuera de los armarios, no hay que guardar envases por encima de la altura de la cabeza, ni en zonas de paso.
- Se debe **extraer únicamente la cantidad de producto necesaria** para trabajar. No hay que devolver el producto sobrante al envase original.
- En el caso de utilizar los productos en estado líquido, **al pipetear no se debe succionar con la boca**. Para realizar esta tarea, se debe usar una pera, émbolo o bomba.
- Los **residuos** generados en el laboratorio, deben **neutralizarse de manera adecuada** antes de su eliminación, o depositarse en los lugares establecidos para ello.
- En caso de sufrir accidentes producidos por productos químicos, hay que seguir las recomendaciones de seguridad indicadas en la etiqueta y en la ficha de seguridad del producto.

- Se debe utilizar el **material de protección adecuado** (colectivo e individual) y usarlo correctamente para cada tarea. Habrá que disponer normalmente de batas, gafas y guantes que protejan especialmente de los peligros generados por los productos manipulados y de las operaciones a que se someten. En algunos casos, se puede requerir el uso de mandiles, máscaras o pantallas de protección.
- Se recomienda **no utilizar lentillas al trabajar en laboratorios**; es preferible usar gafas de protección superpuestas a las habituales del trabajador/a, o gafas de seguridad graduadas.
- **No se debe comer, beber o fumar en la sala del laboratorio**, ni se deben llevar objetos en la boca (chicle, palillos...), mientras se trabaja.
- Hay que **evitar guardar cualquier objeto en los bolsillos** (reactivos, objetos de vidrio, herramientas...). Los objetos personales no deben dejarse ni en la mesa de trabajo ni en el suelo. Es preferible guardarlos en lugares específicos para eso (armarios...).
- Al circular por la sala, se debe ir **con precaución**, sin interrumpir a los que están trabajando.
- Los **accesos y rutas de evacuación deben estar señalizados**, iluminados y despejados, permitiendo una rápida evacuación. Todas las personas que entren en un laboratorio deben conocer las rutas de evacuación.

Para una información más explícita se pueden consultar las siguientes notas técnicas del INHST:

- NTP 373: La ventilación general en el laboratorio.
- NTP 399: Seguridad en el laboratorio: actuación en caso de fugas y vertidos.
- NTP 433: Prevención del riesgo en el laboratorio. Instalaciones, material de laboratorio y equipos.
- NTP 464: Prevención del riesgo en el laboratorio químico: operaciones básicas.
- NTP 478: Prevención del riesgo en el laboratorio químico: reactividad de los productos químicos (I).
- NTP 479: Prevención del riesgo en el laboratorio químico: reactividad de los productos químicos (II).
- NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación.
- NTP 500: Prevención del riesgo en el laboratorio: elementos de actuación y protección en casos de emergencia.
- NTP 646: Seguridad en el laboratorio: selección y localización de vitrinas.
- NTP 672: Extracción localizada en el laboratorio..

6.11 Trabajos de extracción y procesado de la piedra natural

El sector de la Piedra Natural es uno de los más tradicionales en España. Por la calidad, cantidad y variedad de piedra, se imprime en este sector un importante grado de internacionalización. Las demandas del mercado obligan, a partir de los años 80 a una fuerte innovación tecnológica que continúa actualmente. Las empresas tienden a tratar de cerrar el ciclo productivo para salir al mercado con el producto elaborado, añadiéndole así valor a la materia prima. Se apuesta por nuevas y más eficientes formas de explotación, pero no siempre estas mejoras van en paralelo con la mejora de los aspectos preventivos. La tecnificación de los procesos de explotación fue mucho más rápida que las mejoras en prevención.

En este apartado, trataremos de describir de manera general los procesos de extracción y procesado de piedra, y de identificar los riesgos de origen químico producidos por las sustancias y contaminantes que puedan estar presentes, así como describir las medidas preventivas más adecuadas para controlar estos riesgos.

6.11.1 Descripción del proceso de extracción

En líneas generales, el sistema de explotación es muy similar independientemente de que se trate de canteras de loseta, granito o mármol, eso sí, habida cuenta las especificidades de la cantera de que se trate, o de las peculiaridades productivas de algunas zonas. Una descripción general del proceso es la que sigue:

■ **Retirada de la capa estéril hasta llegar al mármol, loseta o granito**

Puede realizarse mediante perforación y voladura, en el caso de bancos de gran espesor y materiales consistentes, o mediante el arranque con equipos mecánicos de excavación, carga y transporte, tales como palas cargadoras, palas excavadoras y dúmpers, cuando el material es menos consistente.

■ **Extracción**

- Independización del bloque primario, normalmente de grandes dimensiones.
- Separación de bloques secundarios para subdividir el bloque inicialmente liberado.
- Escuadrado y saneado de bloques comerciales.

Las técnicas que pueden emplearse en este proceso son:

- perforación y voladura (pólvora y/o cordón detonante)
- corte con hilo diamantado
- desbrozadora de brazo
- corte con perforación:
 - manual
 - vertical con banqueador estático o móvil.
 - horizontal con tiros de levante. Se emplean explosivos para provocar la rotura del bloque.

- Inhalación de sustancias peligrosas, tóxicas o asfixiantes especialmente en forma de polvo.
- *Cualquier tipo de polvo es susceptible de ser peligroso para la salud y por supuesto el polvo de sílice.*

Riesgos higiénicos de origen químico en el proceso de extracción

Cualquier tipo de polvo es susceptible de ser peligroso para la salud, y por supuesto el polvo de sílice, que fue reclasificado recientemente por la International Agency for Research on Cancer (IARC), del grupo 2A (probablemente carcinogénico en humanos) al grupo 1 (carcinogénico en humanos).

Debido a los métodos de explotación propios de las canteras, existe una grande cantidad de emisiones de polvo, sobre todo de polvo de sílice, alguno con evidentes dificultades de control como es el caso de las voladuras. El control y eliminación del polvo constituye uno de los elementos básicos de actuación en prevención en estos procesos para lo cual se establece la ITC/2585/2007, que obliga a las empresas a tomar una serie de medidas para eliminar el polvo de los puestos de trabajo en explotaciones a cielo abierto, y plantas de tratamiento.

La norma establece el control de nivel pulvígeno de la explotación dentro de la vigilancia periódica de las condiciones de trabajo y la obligatoriedad de presentar ante la autoridad competente una “Memoria Anual de lucha contra el polvo”.

Como si indica en la ITC, el control del polvo debe llevarse a cabo independientemente de su composición, no solo en caso de que contenga sílice, por lo que las medidas deben ser similares en cualquier tipo de explotación de piedra. Desafortunadamente, el cumplimiento de la norma resulta ser escaso, como se recoge en las conclusiones de diversos estudios llevados a cabo por el INSHT.

Valores límite ambientales (VLA-ED) según la ITC

Los valores límites para la exposición diaria (ED), que se deben tener en cuenta simultáneamente, serán:

- La concentración de la sílice libre contenida en la fracción respirable de polvo no será superior a 0,1 mg/m³. Si se tratara de cristobalita o tridimita, este valor se reducirá a 0,05 mg/m³.
- La concentración de la fracción respirable de polvo no excederá el valor de 3 mg/m³.

Medidas preventivas

- En el artículo 4.1 de la ITC/2585/2007 se especifica que, el contenido del documento de planificación preventiva debe incluir ineludiblemente un **plan para el control de exposición al polvo, así como las medidas de tipo técnico que se van a realizar al respeto.**
- Realización de **muestreos periódicos** que permitan conocer la situación de las emisiones (por lo menos una cada cuatro meses, según ITC)
- Instrumentos básicos de control del polvo:
 - **Sistemas de captación de polvo en el propio foco emisor**
 - **Utilización de agua como elemento mitigante** (es la técnica que demostró ser más efectiva y versátil)
 - Inserción de agua en las operaciones de perforación y corte
 - Riego de pistas

- **Combatir el polvo en el conjunto de la explotación** y no en cada puesto de trabajo individualmente, lo que pasa por una correcta política de organización de la explotación.
 - La acumulación en espacios reducidos de varias tareas con emisiones de polvo aumentan los niveles de concentración innecesariamente.
 - Regar periódicamente los caminos, pistas y lugares de provisión, en general, zonas de paso o próximas a puestos de trabajo.
- **Acondicionamiento de las cabinas de la maquinaria** para evitar que los operarios trabajen con la ventana o la puerta abierta debido al calor.
- Necesidad de la **existencia de aseos** que permitan a los trabajadores/as liberarse del polvo acumulado durante la jornada, provistos de zonas diferenciadas para evitar la transferencia de polvo de la ropa de trabajo a la de la calle, y así evitar la llegada de polvo a sus domicilios.

6.11.2 Descripción de las operaciones de procesado

El empleo de una piedra natural, se encuentra ampliamente extendido, siendo el sector de la construcción el destino más relevante de esta materia prima. Como hemos visto anteriormente, las empresas apostaron hace años por completar el proceso productivo de la piedra, y darle un valor añadido a la extracción de la materia prima, por lo que el campo de la elaboración tuvo un importante ánimo.

A continuación se describen las distintas fases que pueden encontrarse en el proceso de elaboración de piedra natural. Así como vimos que el proceso de extracción, es muy similar para todo tipo de materiales, en el proceso de transformación, habrá que tener en cuenta algunas peculiaridades para cada tipo de una piedra. De forma general, en el proceso de elaboración de la piedra se pueden identificar fundamentalmente dos fases:

■ **Primera transformación o dimensionamiento**

Esta etapa consiste en la transformación del bloque en placas, tablas o bloques de distinto espesor mediante procedimientos de serrado y corte. Para esto se emplean:

- Sierras de disco
 - Dispositivos automáticos para granito y marmol.
 - Dispuestos sobre mesas móviles para losetas.
- Sierras de mano para la elaboración de piezas de pequeño formato.
- Telares
- Hilo diamantado (sistema más rápido, limpio y menos ruidoso)

■ **Segunda transformación y acabados**

Es en esta parte del proceso, donde se observan más diferencias entre los distintos tipos de piedras, fundamentalmente el mármol y el granito respecto de la loseta. Las operaciones dependerán del producto que se quiere obtener siendo las más relevantes:

- Refuerzo con resinas y fibra de vidrio.
- Calibrado
- Pulido
 - Tren automático de pulido
 - Pulido de brazo
 - Pulido manual
- Abujardado (automático o manual)
- Flameado (automático o manual)
- Apomazado
- Arenado
- Cepillado
- Cortado

Después de conseguir las piezas con el formato requerido, hay que someterlas a una serie de transformaciones para el acabado final. Estos trabajos de acabado más fino, se suelen llevar a cabo con herramientas manuales manipuladas por un operario por lo que la exposición a polvo es más elevada. Operaciones de este tipo son:

- Pulido de cantos
- Ranurado
- Taladrado
- Troquelado

Riesgos higiénicos de origen químico en el procesado de la piedra

- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Exposición a contaminantes químicos

El control y eliminación del polvo constituye de nuevo uno de los elementos básicos de actuación en prevención en estos procesos, conforme a la ITC/2585/2007.

Debe controlarse cualquier tipo de polvo, no sólo el polvo si sílice, puesto que la peligrosidad de los efectos del polvo varía no solo en función de su composición, sino también en función del tamaño de partícula. Como ya se ha comentado, las partículas de tamaño inferior a 5 micras pueden penetrar hasta los pulmones, y depositarse en los alveolos pulmonares. Este polvo depositado actúa:

- Obstaculizando el paso del aire, generando insuficiencias respiratorias
- El cuerpo puede identificarlo como cuerpo extraño y puede producir
 - inflamación de los alveolos
 - insuficiencia cardíaca
 - posibles tuberculosis.

De muestreos hechos a trabajadores/as en estudios realizados por el ISSGA en el año 2008, en Pontevedra, se extrae que en operaciones de corte, pulido o abujardado manual, un 87,5% de muestras, representaban un riesgo intolerable por inhalación de polvo, así como que el uso de protección respiratoria era muy escaso, puesto que un 83,5% de los trabajadores/as no utilizaban ningún tipo de protección respiratoria.

En el refuerzo de tablas, se utilizan distintos tipos de resinas, lo que supone para los trabajadores/as el riesgo de contacto con contaminantes químicos. Para el empastado de boquetes naturales de la piedra, se emplea masilla compuesta de resina con estireno y peróxido de benzoilo.

Material	Efectos
Resinas epoxi	Irritación de la piel y de los ojos Sensibilización por contacto Tóxicas por inhalación Inflamables
Peróxido de dibenzoilo	La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. Peligro de incendio o explosión.

Medidas preventivas

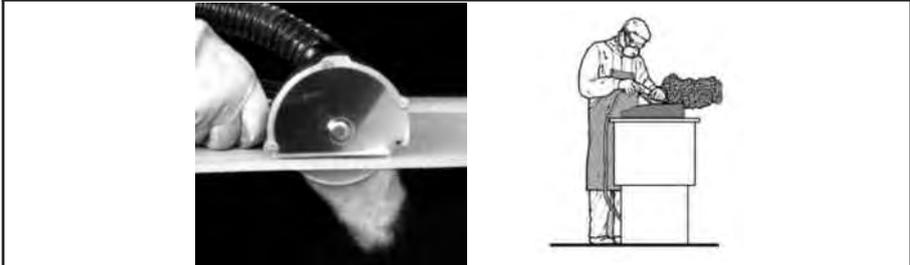
- Para el control del polvo:
 - Llevar a cabo una **evaluación de riesgos correcta y eficaz**.
 - **Cumplimiento de la ITC/2585/2007**.
 - **Correcta organización de la instalación:**
 - Evitar la acumulación de tareas con emisión de polvo en espacios reducidos
 - Combatir el polvo en el conjunto de la instalación
 - Realizar limpieza periódicas y eficaces del polvo depositado
 - Medidas organizativas de reducción de tiempos de exposición
 - **Complementar el sistema de ventilación general** (insuficiente) con elementos mitigantes
 - Agua
 - Captación de polvo
 - **Inserción y utilización de agua como mejor mitigante del polvo** en los diferentes procesos manuales.
 - **Cabinas preparadas para el aislamiento de los trabajadores/as** frente al polvo, y programas de mantenimiento adecuado para que estén en buen estado de funcionamiento.
 - **Promover hábitos higiénicos adecuados** entre los trabajadores/as y facilitarlos mediante la creación de aseos y vestuarios adecuados.
 - **Utilizar el protocolo específico para el control de la silicosis** en la vigilancia de la salud de los trabajadores/as.
 - **Protección respiratoria si fuera necesaria**.
- Para el control de la exposición a contaminantes químicos:
 - **Sustituir las sustancias peligrosas por otras inocuas**.
 - **Protección respiratoria** en el caso de formación de nieblas o aerosoles, de las manos de los ojos y cutánea.

- **Ropa de trabajo adecuada.**
- **Aseos y servicios** que permitan la eliminación de restos del producto de la piel o de la ropa.

También habrá que tener en cuenta el sector de **personas encargadas de la colocación de piedra natural**, que desarrollan sus tareas en lugares que quedan fuera del decreto de lugares de trabajo, sujetos a mucha movilidad y que pueden pertenecer tanto a grandes empresas como a microempresas.

Haciendo algo de memoria, probablemente todos hayamos visto algún operario/a realizando trabajos en una acera, cortando bloques, sometido/a a un ambiente pulverígeno y trabajando sin ningún tipo de protección respiratoria. Se hace necesario que estos profesionales reciban por parte de los empleadores/as la información y medios suficientes para protegerse.

EJEMPLO: Mecanizado de placas de aglomerado de sílice mediante el uso de herramientas portátiles: exposición a sílice cristalino



Situación de trabajo:

El aglomerado o compactado de sílice es un material artificial fabricado a partir del triturado de materiales con alto contenido en sílice cristalino junto con vidrio, feldespatos, aditivos... aglutinados con resinas acrílicas o de poliéster (conocidos como aglomerados de cuarzo). Son empleados como alternativa a la piedra natural para la fabricación de encimeras, revestimientos y pavimentos para aseos y cocinas.

Para la elaboración del producto final deben realizarse diferentes tareas de mecanizado: corte, pulido, acabado, trabajos especiales... realizados a través de herramientas portátiles. Durante estas tareas se libera al ambiente un alto porcentaje de sílice cristalino. Las partículas diminutas denominadas "fracción respirable", no visibles a simple vista, penetran en el trabajador/a por vía inhalatoria hasta los alvéolos pulmonares, donde pueden causar grandes daños para la salud. Este sílice puede encontrarse de dos formas: cristalino (cuarzo, cristobalita...) o amorfo (gel de sílice, tierra de diatomeas...).

Agentes químicos implicados:

El agente toxicológico más importante que actúa en este proceso es el sílice cristalino (SiO_2), que está presente en los aglomerados de sílice con un contenido entre 70-90% de sílice cristalino en forma de cuarzo y cristobalita. También pueden estar presentes pigmentos, resinas de poliéster, vidrio, aditivos...

Daños para la salud del trabajador/a:

Hablaremos sólo de aquellos riesgos asociados a la exposición a los agentes químicos, en este caso la fracción respirable del sílice cristalino penetra por vía inhalatoria y puede producir:

- Sistema respiratorio: silicosis, tuberculosis, cáncer de pulmón, enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
- Ojos y piel: irritación.

<p>Factores importantes de riesgo: Los factores de riesgo más destacables y que pueden aumentar la probabilidad de que se materialicen los daños son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ el <i>material manipulado</i>; por el elevado porcentaje de sílice cristalino que pueden contener ■ el <i>tiempo de exposición</i>; debe ser valorado de forma adecuada pues a veces es muy elevado ■ la <i>carga de trabajo</i>; en ocasiones la carga física puede ser alta, junto a la penosidad del trabajo o condiciones climáticas adversas ■ los <i>procedimientos de trabajo y limpieza inadecuados</i> ■ el <i>grado de implantación/adecuación de las medidas preventivas</i>: deficiencias del método, ventilación, extracción localizada, EPIs... ■ las <i>características individuales del trabajador/a</i>; por ejemplo el hábito de fumar o patologías previas
<p>Medidas preventivas: Identificados los riesgos, se tratará de adoptar medidas preventivas que los eliminen, y si no es posible deben minimizarse:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Acciones sobre el foco contaminante <ul style="list-style-type: none"> • Substitución parcial del agente, si es posible serán utilizados agentes con bajo contenido en sílice • Aislamiento del proceso fuera de áreas donde se realizan otros trabajos • Utilización de herramientas portátiles con un sistema de aporte de agua • Utilización de cabinas cerradas acondicionadas para el proceso • Señalización de áreas de riesgo ■ Acciones sobre el medio de propagación <ul style="list-style-type: none"> • Ventilación y/o extracción localizada • Limpieza y mantenimiento de los locales y equipos de trabajo ■ Acciones sobre el trabajador/a <ul style="list-style-type: none"> • Información y formación • Medidas de higiene persoal • Utilización de equipos de protección individual: equipos de protección respiratoria, cara, pies, manos y cuerpo entero
<p>Evaluación de la exposición: Una vez implantadas las medidas preventivas, debe hacerse una evaluación de la exposición con mediciones que permitan establecer una comparación de los valores obtenidos con los valores límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED). La estrategia de medición y la toma de muestras serán realizadas a través de alguno de los métodos propuestos por el Instituto Nacional de Seguridad y Higiene en el Trabajo (INSHT) y en su defecto de otras instituciones que tengan prestigio. Mediante esta evaluación podremos conocer si las medidas implantadas son funcionales o no, si deben realizarse controles periódicos o no, la mejor idoneidad de los diferentes equipos de protección individual</p>
<p>Formación e información: El empresario/a debe informar y formar a sus trabajadores/as a través de personal cualificado en los siguientes campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Riesgos y daños para la salud por la exposición al polvo de sílice cristalino. ■ Utilización correcta y segura de equipos y herramientas utilizadas, ventilación, extracción, EPIs, procesos de trabajo... ■ Evaluaciones de riesgos, medidas preventivas disponibles y eficacia, conclusiones de las mediciones realizadas... ■ Actuaciones de los trabajadores/as para su protección. ■ Conocimiento de las fichas de datos de seguridad suministradas por el fabricante sobre las sustancias empleadas. ■ Como actuar en caso de emergencia. <p>El empresario/a también debe consultar a los trabajadores/as y a sus representantes sobre la implantación y desarrollo de las medidas preventivas para reducir y controlar la exposición al polvo de sílice.</p>
<p>Vigilancia de la salud: El empresario/a está obligado a garantizar la vigilancia de la salud de sus trabajadores/as. En este caso se utilizará el protocolo específico del Ministerio de Sanidad y Consumo "Silicosis y otras neumoconiosis". Para eso el empresario/a deberá facilitar a los servicios de vigilancia información de los trabajadores/as expuestos y las fichas de datos de seguridad de los productos utilizados.</p>
<p>Información e imagen extraída de la página del Instituto Gallego de Seguridad y Salud Laboral (ISSGA)</p>

BIBLIOGRAFÍA



Referencias

- “Aplicación de los reglamentos REACH y CLP en las empresas. Guía Básica”. Confederación de asociaciones empresariales de Baleares. Gabinete Técnico de Prevención de Riesgos Laborales, Calidad y Medio ambiente. 2010
- “Calendario de inspecciones periódicas reglamentarias de seguridad industrial”. Folleto del Plan Gallego de Seguridad Industrial. Xunta de Galicia, 2011
- “Cáncer Laboral en España. Exposición a agentes cancerígenos en el trabajo: número de cánceres y muertes por cáncer de origen laboral”. Kogevinas, Manolis. Instituto Municipal de Investigación Médica de Barcelona. Mayo 2006
- “Chemical mixtures: An unsolvable riddle” (Mezclas químicas: ¿una adivinanza sin solución?). Borgert, C. J. Publicación bimestral Human and Ecological Risk Assessment, volumen 10 (n.º 4), 2004
- “Estudio sobre la aplicación de fitosanitarios en los invernaderos de Galicia”. Asociación para el Desarrollo del Campo (ADA), en colaboración con la Escuela Politécnica Superior de Lugo de la Universidad de Santiago de Compostela y subvencionado por la Consellería de Trabajo y Bienestar, desde ISSGA.
- “Guía orientativa para la selección y utilización de los EPI: calzado de uso profesional”. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- “Guía orientativa para la selección y utilización de los EPI: cascos de seguridad”. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- “Guía orientativa para la selección y utilización de los EPI: guantes de protección”. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- “Guía orientativa para la selección y utilización de los EPI: protectores respiratorios”. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- “Guía orientativa para la selección y utilización de los EPI: ropa de protección”. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- “Guía para la implantación de la normativa ATEX: Estudio de situación de las empresas de la provincia de Pontevedra”. Confederación empresarios de Pontevedra (CEP). Pontevedra 2009
- “Guía técnica para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de protección individual”. INSHT, 2006
- “Identificación de riesgos laborales y guía de buenas prácticas en la elaboración de piedra natural”. Ángel Pérez; Marifé Peteiro; Ana Isabel Santiago. Confederación Intersindical Gallega. Gabinete Técnico de Salud Laboral. 2009
- “Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, 2011. Ministerio de Trabajo e Inmigración, e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NIPO: 792-10-031-X. Madrid, 2011

- “Manual de Higiene Industrial 1ª Edición”. Mapfre. Fundación Mapfre. Madrid 1991
- “Nuevo Reglamento sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. Guía para delegadas y delegados de prevención”. Tatiana Santos; Dolores Romano; Rafael Gaeda. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. 2009
- “Resultados de la Encuesta de Condiciones de Trabajo”. Almodóvar, A.; Nogareda C.; Fraile, La.; Pinilla, J.; Villar, M.F. y varios. Seguridad y Salud en el Trabajo nº 38, págs 30-45. Julio 2006
- “Riesgo químico. 4ª Edición”. Arquer Pulgar, Mª Isabel; Bartual Sánchez, José; varios. Instituto Nacional de Seguridad y Higiene en el Trabajo. Barcelona 2007
- “Riesgo químico: sistemática para la evaluación higiénica”. Franco Aguilar, Josefa; Bernaola Alonso, Manuel; varios. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid 2010
- “Riesgos Higiénicos en Trabajos con maderas duras”. Jaime Monserrat; José Serrano; Miguel Carbonell y varios. Instituto de Salud Laboral de las Islas Baleares. 2004
- “Seguridad en el Trabajo. 3ª Edición”. Pizarro Garrido, Nuria; Enríquez Palomino, Antonio; Sánchez Rivero, J.M y González Barriga, Juana Mª. Fundación Confemetal. Madrid 2007
- “Gestión de la Higiene Industrial en la Empresa. 7ª Edición”. Mateo Floria, Pedro. Fundación Confemetal. Madrid 2007

Legislación

- Acuerdo Europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR) celebrado en Ginebra el 30 de Septiembre de 1957 y sus sucesivas enmendadas, la del 2011. BOE nº 164 11-07-2011
- Comunicación de la Comisión al Consejo y Parlamento Europeo COM (1999) 706, 17 de Diciembre de 1999 UE
- Comunicación de la Comisión al Consejo y Parlamento Europeo COM (2001) 262 final, 14 de Junio de 2001 UE
- Comunicación de la Comisión al Consejo y Parlamento Europeo SEC (2004) 1372, 28 de Octubre de 2004 UE
- Comunicación de la Comisión al Consejo y Parlamento Europeo SEC (2007) 1635, 21 de Diciembre de 2007 UE
- Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Secretaría *del Ozono.
- Decisión nº 2455/2001 de 20 de Noviembre de 2001 por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE

- Directiva 2000/60/CE de 23 de Octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas
- Directiva 2008/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, que modifica la Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, por lo que se refiere a las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión
- Directiva 2008/50/CENE del Parlamento Europeo y del consejo, de 21 de Mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa
- Directiva 2009/127/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de Octubre de 2009 por la que se modifica la Directiva 2006/42/CE en respeto a las Máquinas para la Aplicación de Plaguicidas
- Directiva 2009/128/ CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de Octubre de 2009 por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un Uso Sostenible de los Plaguicidas
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10-11-1995
- Ley 16/2002, de 1 de Julio, de prevención y control integrados de la contaminación. BOE nº 157 02-07 -2002
- Ley 43/2002 de 20 de Noviembre de sanidad vegetal. BOE nº 279 21-11-2002
- Ley 1/2005, de 9 de Marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero y su última revisión a través de la Ley 13/2010. BOE nº 59 10-03-2005
- Ley 8/2010, de 31 de Marzo, por la que se establece el régimen sancionador previsto en los Reglamentos (CE) relativos al registro, a la evaluación, a la autorización y a la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH) y sobre la clasificación, el etiquetado y el envasado de sustancias y mezclas (CLP) que lo modifica. BOE nº 79 01-04-2010
- Orden ITC/2585/2007, de 30 de Agosto, por la que se aprueba la Instrucción técnica complementaria 2.0.02. sobre protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en las industrias extractivas. Del reglamento general de normas básicas de seguridad minera. BOE nº 215 07-09-2007
- Ley 13/2010, de 5 de Julio, por la que se modifica la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, para perfeccionar y ampliar el régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo. BOE nº 163 06-07-2010
- Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono en su forma ajustada y/o emendada en Londres, 1990; Copenhague, 1992; Viena, 1995; Montreal, 1997; Beijing, 1999; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Secretaría del Ozono

- Real Decreto 1407/1992, de 20 de Noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. BOE nº 311 28-12-1992 modificado por el Real Decreto 159/1995, del 3 de Febrero. BOE nº 57 08-03-1995
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de Noviembre, por el que se aprueba el reglamento de Instalaciones de protección contra incendios. BOE nº 298 14-12-1993
- Real Decreto 2163/1994 de 4 de Noviembre, por el que se implanta el sistema armonizado comunitario de autorización para comercializar y utilizar productos fitosanitarios. BOE nº 276 18-11-1994
- Real Decreto 363/1995, de 10 de Marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. BOE nº 133 05-06-1995
- Real Decreto 2177/1996, de 4 de Octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI-96: Condiciones de protección contra incendios de los edificios. BOE nº 261 29-10-1996
- Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE nº 27 31-01-1997
- Real Decreto 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. BOE nº 97 23-04-1997
- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE nº 97 23-04-1997
- Real Decreto 664/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. BOE nº 124 24-05-1997
- Real Decreto 665/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE nº 124 24-05-1997
- Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. BOE nº 140 12-06-1997
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. BOE nº 188 07-08-1997
- Real Decreto 1751/1998, de 31 de Julio, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, sus instrucciones técnicas y se crea la Comisión Asesora para las instalaciones térmicas de los edificios. BOE nº 186 05-06-1998
- Real Decreto 1254/1999, de 16 de Julio, por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. BOE nº 172 20-07-1999. Modificado por el R.D.119/2005 (BOE nº 36 11-02-2005) y el R.D. 948/2005 (BOE nº 181 30-07-2005)

- Real Decreto 1124/2000, de 16 de Junio por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE nº 145 17-06-2000
- Real Decreto 374/2001, de 6 de Abril sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores/as contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. BOE nº 104 01-05-2011
- Real Decreto 379/2001, de 6 de Abril, por lo que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1 (almacenamiento de líquidos inflamables), MIE APQ-2 (almacenamiento de óxido de etileno), MIE APQ-3 (almacenamiento de cloro), MIE APQ-4 (almacenamiento de amoniaco anhidro), MIE APQ-5(almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos la presión), MIE APQ-6 (almacenamiento de líquidos corrosivos) y MIE APQ-7(almacenamiento de líquidos tóxicos). BOE nº112 10-5-2001
- Real Decreto 1416/2001, de 14 de Diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios. BOE nº 311 28-12-2001
- Real Decreto 1054/2002 de 11 de Octubre por lo que se regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas. BOE nº 247 15-10-2002
- Real Decreto 1073/2002, de 18 de Octubre sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono. BOE nº 260 30-10-2002
- Real Decreto 117/2003, de 31 de Enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debido al uso de disolventes en determinadas actividades. BOE nº33 07-02- 2003
- Real Decreto 255/2003, de 28 de Febrero, por el que se aprueba el reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. BOE nº 54 04-03-2003
- Real Decreto 349/2003, de 21 de Marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación de los agentes mutágenos. BOE nº 82 05-04-2003
- Real Decreto 681/2003, de 12 de Junio, sobre protección de la salud y de la seguridad de los trabajadores expuestos a riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. BOE nº 145 18-06-2003
- Real Decreto 1196/2003, de 19 de Septiembre, por el que se aprueba la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en el que intervienen sustancias peligrosas. BOE nº 242 09-10-2003

- Real Decreto 1796/2003, de 26 de Diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente. BOE nº 11 26-12-2003
- Real Decreto 2016/2004, de 11 de Octubre, por el que se aprueba la instrucción técnica reglamentaria MIE APQ-8 (almacenamiento de fertilizantes a base del nitrato amónico con alto contenido en nitrógeno). BOE nº 256 23-10-2004
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de Diciembre, por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. BOE nº 303 17-12-2004
- Real Decreto 312/2005, de 18 de Marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. BOE nº 79 02-04-2005
- Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación. BOE nº 74 28-03-2006
- Real Decreto 551/2006, de 5 de Mayo, que regula las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en el territorio español. BOE nº 113 12-05-2006
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de Noviembre, por el que se aprueba el cuadro de Enfermedades Profesionales en el Sistema de la Seguridad Social. BOE Nº 302 19-12-2006
- Real Decreto 1370/2006, de 24 de Noviembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, 2008-2012 y posteriores modificaciones. BOE nº 282 25-11-2006
- Real Decreto 393/2007, de 23 de Marzo, por el que se aprueba la norma básica de auto-protección. BOE nº 72 24-03-2007
- Real Decreto 812/2007, de 22 de Junio, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos. BOE nº 150 23-06-2007
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios. BOE nº 207 29-08-2007
- Real Decreto 298/2009, de 6 de Marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado la luz o en período de lactancia. BOE nº 57 07-03-2009
- Real Decreto 105/2010, de 5 de Febrero, por el que se modifican determinados aspectos de la reglamentación de los almacenamientos de productos químicos y se aprueba la instrucción técnica reglamentaria MIE APQ-9(almacenamiento de peróxidos orgánicos). BOE nº 67 18-03-2010
- Real Decreto 341/2010, de 19 de Marzo, por el que se desarrollan determinadas obligaciones de información para actividades que se incorporan al régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. BOE nº 71 23-03-2010

- Real Decreto Ley 5/2004 de 27 de Agosto, por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. BOE nº 208 28-08-2004
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de Junio, por lo que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social. BOE nº 154 29-06-1994
- Reglamento 396/2005 del Parlamento Europeo y de Consejo, de 23 de Febrero de 2005 relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal y sus posteriores modificaciones.
- Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo (REACH). Reglamento europeo relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals). DOUE L 396 30-12-2006
- Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo (CLP). Reglamento europeo sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. DOUE L 353 31-12-2008
- Reglamento (CE) nº 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de Octubre de 2009 (L309, 24.11.2009) relativo a la Comercialización de Productos Fitosanitarios y por el que se derogan las Directivas 79/117/CENE y 91/414/ CENE del Consejo.
- Reglamento (CE) nº 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de Septiembre de 2009, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono. DOCE nº L 286, de 31.10.09
- Resolución del 30 de Enero de 1991, en la que se aprueba la directriz básica para la elaboración y homologación de los planes especiales del sector químico. BOE nº 32 6-02-1991

Normas

- Norma Técnica Reglamentaria MT-11 “Guantes de protección frente a agresivos químicos”
- Norma UNE-56 534 77 “Características físico-mecánicas de la madera: determinación de la dureza”
- Norma UNE-EN 371:1992 “Dispositivos de protección respiratoria: filtros ax para gases y filtros combinados contra compuestos orgánicos de bajo punto de ebullición, requisitos, ensayos y marcado”
- Norma UNE-EN-372:1992 “Dispositivos de protección respiratoria: filtros sx para gases y filtros combinados contra compuestos orgánicos de bajo punto de ebullición, requisitos, ensayos y marcado”
- Norma UNE-EN 397:1995 “Cascos de protección para la industria”

- Norma UNE-EN 470-1:1995/A1:1998 “Ropa de protección utilizada durante la soldadura y técnicas conexas”
- Norma UNE-EN 689:1996. “Atmósferas en lugares de trabajo: directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición”
- Norma UNE-EN 141:2000 “Equipos de protección respiratoria: filtros contra gases y filtros mixtos, requisitos, ensayos y marcado”
- Norma UNE-EN 143:2001 “Equipos de protección respiratoria: filtros contra partículas, requisitos, ensayos y marcado”
- Norma UNE-EN 149:2001 “Dispositivos de protección respiratoria: semimáscaras filtrantes de protección contra partículas, requisitos, ensayos y marcado”
- Norma UNE-EN-405:2002 “Equipos de protección respiratoria: mascarillas autofiltrantes con válvulas para proteger de los gases o partículas, requisitos, ensayos y marcado”
- Norma UNE-EN 943-1:2003/AC: 2006 “Ropa de protección contra productos químicos líquidos y gaseosos, incluyendo aerosoles líquidos y partículas sólidas. Parte 1: requisitos de prestaciones de los trajes de protección química, ventilados y no ventilados, herméticos a gases (Tipo 1) y no herméticos a gases (Tipo 2)”
- Norma UNE-EN 943-2:2002 “Ropa de protección contra productos químicos líquidos y gaseosos, incluyendo aerosoles líquidos y partículas sólidas. Parte 2: requisitos de prestaciones de los trajes de protección química, herméticos a gases (Tipo 1), destinados a equipos de emergencia (ET)”
- Norma UNE-EN 12447:2002/A1 “Guantes de protección para soldadores”
- Norma UNE-EN 340:2004 “Ropa de protección: requisitos generales”
- Norma UNE-EN 374-1:2004 “Guantes de protección contra productos químicos y microorganismos, parte 1: terminología y requisitos de prestación”
- Norma UNE-EN 374-2:2004 “Guantes de protección contra productos químicos y microorganismos, parte 2: determinación de la resistencia a la penetración”
- Norma UNE-EN 374-3:2004 “Guantes de protección contra productos químicos y microorganismos, parte 3: determinación de la resistencia a la penetración de productos químico”
- Norma UNE-EN 420: 2004 “Guantes de protección: requisitos generales y métodos de ensayo”
- Norma UNE-EN 397/A1:2005 “Cascos de protección para la industria”
- Norma UNE-EN 407:2005 “Guantes de protección contra riesgos térmicos (calor y/o fuego)”
- Norma UNE-EN 13034:2005 “Ropa de protección contra productos químicos líquidos: requisitos de prestaciones para la ropa de protección química que ofrece protección limitada contra productos químicos líquidos (equipos de tipo 6 y de tipo PB [6])”

- Norma UNE-EN 14605:2005 “Ropa de protección contra productos químicos líquidos: requisitos de prestaciones para la ropa con uniones herméticas a los líquidos (Tipo 3) o con uniones herméticas a las pulverizaciones (Tipo 4), incluyendo las prendas que ofrecen protección únicamente la ciertas partes del cuerpo (Tipos PB [3] y PB [4])”
- Norma UNE-EN 14052:2006 “Cascos de altas prestaciones para la industria”
- Norma UNE-EN 13832-1:2007 “Calzado protector frente a productos químicos, parte 1: terminología y métodos de ensayo”
- Norma UNE-EN 13832-2:2007 “Calzado protector frente a productos químicos, parte 2: requisitos para el calzado resistente a productos químicos en condiciones de laboratorio”
- Norma UNE-EN 13832-3:2007 “Calzado protector frente a productos químicos, parte 3: requisitos para el calzado con alta resistencia a productos químicos en condiciones de laboratorio”
- Norma UNE-EN ESO 13982-1:2005 “Ropa de protección para uso contra partículas sólidas. Parte 1: requisitos de prestaciones para la ropa de protección química que ofrece protección al cuerpo completo contra partículas sólidas suspendas en el aire (ropa de tipo 5)”
- Norma UNE-EN ESO 20345:2005 “Equipos de protección individual: calzado de seguridad”
- Norma UNE-EN ESO 20346:2005 “Equipos de protección individual: calzado de protección”
- Norma UNE-ERES ESO 20347:2005 “Equipos de protección individual: calzado de trabajo”

Notas técnicas y hojas de prevención

- “La dolencia profesional”. Lorenzo Espeso, Nieves. Hoja de prevención nº 16, enero. ISSGA, 2010
- “El relevo de agentes químicos peligrosos: aspectos generales”. Cavallé Oller, Nuria. Nota técnica de prevención 673. INSHT
- “La ventilación natural en el laboratorio”. Heras Cobo, Carlos y Guardino Suela, Xabier. Nota técnica de prevención 373. INSHT
- “La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitario y de investigación”. Clavero Subías, Jose M^a, Gallego Peiré, Belen y Gadea Carrera, Enrique. Nota técnica de prevención 480. INSHT
- “Almacenamiento y manipulación de productos químicos”. Rodríguez Planas, Dimas. Fichas de divulgación normativa. NIPO 792-09-050-8. INSHT
- “Atmósferas potencialmente explosivas: instalaciones eléctricas”. Cejalvo Lapeña, Antonio. Nota técnica de prevención 369. INSHT
- “Evaluación de la exposición a agentes químicos: condicionantes analíticos”. Guardino Solá*Xabier y Ramos Albillo, Julio. Nota técnica de prevención 587. INSHT

“Evaluación de riesgos por agentes químicos: el método analítico, aspectos básicos”. Martí Veciana, Antonio. Nota técnica de prevención 547. INSHT

“Evaluación de riesgos por agentes químicos: guía para la selección y utilización del método analítico”. Martí Veciana, Antonio. Nota técnica de prevención 548. INSHT

“Evaluación de riesgos por agentes químicos: principales fuentes de métodos analíticos”. Martí Veciana, Antonio. Nota técnica de prevención 637. INSHT

“Evaluación del riesgo de accidente por agentes químicos: metodología simplificada”. Piqué Ardanuy, Tomás. Nota técnica de prevención 749. INSHT

“Evaluación del riesgo por exposición inhalatoria de agentes químicos: metodología simplificada”. Cavallé Oller, Núria. Nota técnica de prevención 750. INSHT

“Evaluación de los riesgos específicos derivados de las atmósferas explosivas”. Alonso Martín, M^a Carmen. Nota técnica de prevención 876. INSHT

“Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración(I)”. Luna Mensaza, Pablo. Nota técnica de prevención 553. INSHT

“Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración II”. Luna Mensaza, Pablo. Nota técnica de prevención 554. INSHT

“Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración III. Luna Mensaza, Pablo. Nota técnica de prevención 555. INSHT

“Calzado para protección individual: especificaciones, clasificación y marcado”. Hernández Castañeda, Antonia. Nota técnica de prevención 813. INSHT

“Contaminantes químicos: evaluación de la exposición laboral I. Luna Mendaza, Pablo. Nota técnica de prevención 406. INSHT

“Contaminantes químicos: evaluación de la exposición laboral II. Luna Mendaza, Pablo. Nota técnica de prevención 407. INSHT

“Control biológico: concepto, práctica e interpretación”. Obiols Quinto, Jordi y Guardino Solá, Xabier. Nota técnica de prevención 586. INSHT

“Control de riesgos de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas”. Iranzo García, Yolanda. Ficha de divulgación normativa. NIPO 792-09-019-X. INSHT

“Criterios toxicológicos generales para los contaminantes químicos”. Bartual Sanchez, José. Nota técnica de prevención 108. INSHT

“Equipos de protección individual de pies y piernas”. Hernández Castañeda, Antonia. Nota técnica de prevención 773. INSHT

“Equipos de protección respiratoria: identificación de los filtros según sus tipos y clases”. Prieto Soler, J.M y Hernández castañeda, Antonia. Nota técnica de protección 787. INSHT

“Exposición a contaminantes por vía dérmica”. Pocel Muñoz, Juan. Nota técnica de prevención 697. INSHT

“Exposición laboral a agentes químicos: requisitos de los procedimientos de medición”. Martí Veciana, Antonio. Nota técnica de prevención 808. INSHT

“Extracción localizada en el laboratorio”. Guardino Suela, Xabier y Heras Cobo, Carlos. Nota técnica de prevención 672. INSHT

“Fluidos de corte: criterios de control de riesgos higiénicos”. Laborda Grima, Roberto. Nota técnica de prevención 317. INSHT

“Guantes de protección: requisitos generales”. Cáceres Armendáriz, Pilar. Nota técnica de prevención 747. INSHT

“Métodos de extinción y agentes extintores”. Villanueva Muñoz, Jose Luis. Nota técnica de Prevención 99. INSHT

“El documento de protección contra explosiones”. Alonso Martín, M^a Carmen. Nota técnica de prevención 826. INSHT

“Los equipos de protección individual y su correcta utilización”. Copa Arlas, M^a Jesús. Hoja de prevención 15 del Instituto Gallego de Seguridad y Salud Laboral (ISSGA). 2009

“Los guantes en la prevención de las dermatosis profesionales”. Marqués Marqués, Francisco. Nota técnica de prevención 180. INSHT

“Planes de emergencia interior en la industria química”. Irazo García, Yolanda. Nota técnica de prevención 791. INSHT

“Prevención de la exposición a formaldehído”. Freixa Blanxart, Asunción, y Torrado del Rey, Rosana. INSHT

“Prevención del riesgo en el laboratorio: elementos de actuación y protección en casos de emergencia”. Guardino Solá, X., Gadea Carrea, Y. y Rosell Farrás M.G. Nota técnica de prevención 500. INSHT

“Prevención del riesgo en el laboratorio químico: operaciones básicas”. Guardino Solá, X., y Rosell Farrás M.G. Nota técnica de prevención 464. INSHT

“Prevención del riesgo en el laboratorio químico: reactividad de los productos químicos (I)”. Guardino Solá, X. Nota técnica de prevención 478. INSHT

“Prevención del riesgo en el laboratorio químico: instalaciones, material de laboratorio y equipos”. Guardino Solá, X., Rosell Farrás, M.G. y Gadea Carrera, Y. Nota técnica de prevención 433. INSHT

“Prevención del riesgo en el laboratorio químico: reactividad de los productos químicos (II)”. Guardino Solá, X. Nota técnica de prevención 479. INSHT

“Prevención del riesgo en el laboratorio. Utilización de equipos de protección individual (I): aspectos generales”. Gadea Carrera, Y.; Guardino Solá, X y Rosell Farrás, M.G. Nota técnica de prevención 517. INSH

“Prevención del riesgo en el laboratorio. Utilización de equipos de protección individual (II): gestión”. Gadea Carrera, Y.; Guardino Solá, X y Rosell Farrás, M.G. Nota técnica de prevención 518. INSH

“Protección de la capa de ozono: aspectos legales”. Constans Aubert, Angelina y Bultó Nubiola, Montserrat. Nota técnica de prevención 706. *INSHT

- “Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales I (R.D. 2267/2004)”. Vega Giménez, Cristina. Nota técnica de prevención 831. INSHT
- “Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales II (R.D. 2267/2004)”. Vega Giménez, Cristina. Nota técnica de prevención 832. INSHT
- “Seguridad en el laboratorio: actuación en caso de fugas y vertidos”. Guardino Solá, X., Gadea Carrea, Y. y Rosell Farrás M.G. Nota técnica de prevención 399. INSHT
- “Seguridad en el laboratorio: almacenamiento de productos químicos”. Rosell Farrás, M.G. Nota Técnica de Prevención 725. INSHT, 2007
- “Seguridad en el laboratorio: selección y localización de vitrinas”. Guardino Solá, X. y Rosell Farrás M.G. Nota técnica de prevención 646. INSHT
- “Selección de pantallas faciales y gafas de protección”. Gallardo Aguilar, Emilio. Ficha de divulgación normativa NIPO 792-09-022-3. INSHT 2009
- “Selección y uso de los equipos de protección individual”. Portillo García-Pintos, Jesús. Ficha de divulgación normativa NIPO 792-10-023-9. INSHT 2010
- “Relevo de agentes químicos peligrosos (II): criterios y modelos prácticos”. Cavallé Oller, Nuria. Nota técnica de prevención 712. INSHT
- “Transporte de mercancías peligrosas por carretera: identificación e información de peligros”. Rodríguez Planas, Dimas. Nota técnica de prevención 786. INSHT
- “Trasvase de agentes químicos: medidas básicas de seguridad”. Alonso Martín, M^a Carmen. Nota técnica de Prevención 768. INSHT
- “Ventilación general en los edificios”. Hernández Calleja, Ana. Nota técnica de prevención 742. INSHT
- “Ventilación general por dilución”. Cavallé Oller, Nuria y Hernández Calleja, Ana. Nota técnica de prevención 741. INSHT
- “Genotóxicos: control biológico”. Huici Montagud, Alicia. Nota técnica de prevención 192. INSHT

Páginas web

- Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas: www.echa.europa.es
- Asociación de empresas de equipo de protección personal: www.asepal.es
- Grupo Prevenir Consulting: www.grupoprevenir.es
- Instituto Galego de Seguridade e Saúde Laboral: www.issga.es
- Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo: www.insht.es
- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud: www.istas.net
- Portal Global de Información de Sustancias Químicas: www.echemportal.org



Confederación Intersindical Galega



GABINETE TÉCNICO CONFEDERAL DE SAÚDE LABORAL