

equipos de protección individual
EPI

CAPÍTULO

9

Protección de la piel
contra sustancias químicas peligrosas
y agentes biológicos



MINISTERIO
DE TRABAJO
E INMIGRACIÓN



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

1 AGENTES QUÍMICOS PELIGROSOS POR VÍA DÉRMICA

Introducción

En el entorno laboral, pueden existir numerosas situaciones con riesgo de exposición por vía dérmica debido al contacto con agentes químicos. Entre los agentes químicos, podemos referirnos a las sustancias químicas por sí solas o mezcladas constituyendo preparados comercializados. Las sustancias y preparados comercializados son muy numerosos. Se estima el empleo industrial de unas 70.000 sustancias químicas en la actualidad, cada cual con unas propiedades fisicoquímicas y toxicológicas que determinan su peligrosidad. Puede ocurrir además que la exposición no sea a una única sustancia o preparado conocido sino a varias sustancias presentes de forma simultánea ya sea de forma intencionada o no. A veces, incluso, pueden ser sustancias que sean subproductos o productos intermedios de un determinado proceso industrial o de cualquier actividad con agentes químicos.

El RD 374/2001 sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra riesgos relacionados con los agentes químicos en el trabajo, en el marco de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, indica la obligación de realizar una evaluación de riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores, originados por los agentes químicos presentes en el lugar de trabajo.

La evaluación de riesgos debería comenzar por determinar la peligrosidad de los productos. No todos los

productos son peligrosos y aún siéndolo no tienen por qué representar un riesgo para la salud por contacto con la piel.

La peligrosidad de una sustancia química o preparado viene definida a través de su clasificación atendiendo a la normativa sobre notificación, clasificación, envasado y etiquetado (RD 363/1995 y RD 255/2003).

Desde el punto de vista de la salud y teniendo en cuenta la piel como posible vía de entrada de productos, nos centraremos en las propiedades toxicológicas de las sustancias y preparados.

Etiquetado

La etiqueta de un producto debe ser la primera fuente de información y debe proporcionarnos los datos iniciales para saber si nos enfrentamos a un posible riesgo por contacto dérmico con productos químicos. Existen además otras muchas fuentes de información toxicológica como manuales de higiene industrial, bases de datos de riesgos de productos químicos, etc.

La etiqueta de una sustancia o preparado químico debe contener entre toda la información requerida, unos pictogramas de peligrosidad (véase figura 1) y unas frases R y S, denominadas “frases de riesgo” y “consejos de prudencia”. Estas frases pueden aparecer solas o combinadas y van a complementar y describir, en el caso que nos ocupa, si el efecto adverso para la salud de un producto puede ser por vía dérmica o no. En la tabla 1 se destacan aquellas directamente relacionadas con la piel:

Tabla 1

Frases R	Significado
R21	Nocivo en contacto con la piel
R24	Tóxico en contacto con la piel
R27	Muy tóxico en contacto con la piel
R34	Provoca quemaduras
R35	Provoca quemaduras graves
R38	Irrita la piel
R43	Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel
R66	La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel

Figura 1



Las frases de riesgo van acompañando al pictograma de peligrosidad y concretan la información dada por éste. Tal y como se dijo anteriormente, la evaluación de riesgos tendría que comenzar por conocer la peligrosidad del producto químico, pero el riesgo vendrá determinado además por otros factores como la magnitud de la exposición o cantidad de producto con la que se va entrar en contacto, su concentración, volumen, duración del contacto (periodo de tiempo muy corto, contacto accidental, de duración determinada, etc.), zonas del cuerpo potencialmente expuestas y por tanto disponible como vía de entrada, forma física del agente químico, así como la existencia de otros factores, como por ejemplo, la temperatura ambiental que puede favorecer la absorción a través de la piel de las sustancias o la presencia simultánea de varias sustancias

que puedan tener un efecto sinérgico entre ellas. Como ejemplo, citaremos el caso de aquellas formulaciones de plaguicidas que contienen disolventes en su composición y que favorecen la absorción de ingrediente activo a través de la piel.

Las frases R pueden aparecer, tal y como se dijo antes, combinadas. Un ejemplo sería R23/24, que nos indica que el producto es tóxico por inhalación y en contacto con la piel. En estos casos, de cara a una protección personal, si la evaluación del riesgo así lo indica, habría que recurrir a una combinación de equipos de protección individuales.

Las frases S aconsejan en relación con el uso del producto químico. Así, y específicamente para la protección de la piel, podemos destacar las incluidas en la tabla 2.

Tabla 2

Frases S	Significado
S36	Úsese indumentaria protectora adecuada
S37	Úsese guantes adecuados

Esta información peca para muchos de insuficiente, pero hay que ser consciente de que la elección de un equipo de protección de la piel adecuado va a venir definida por el riesgo evaluado, no sólo dependiente, como hemos

visto antes, de la peligrosidad del producto. No hay una única receta para ello, lo que sí sabemos es que hay que escoger la mejor de ellas, en función del riesgo y de las posibilidades que el mercado nos ofrece (Figura 2).

Figura 2



Ficha de Datos de Seguridad

La Ficha de Datos de Seguridad es otra fuente valiosa de información. Esta ficha debe ser proporcionada al usuario profesional por el responsable de la puesta en el mercado del producto previa solicitud. Las fichas se proporcionan de forma gratuita, en papel o en formato electrónico si el usuario lo permite. El contenido de las fichas consta de 16 apartados que a continuación se enumeran, redactados siguiendo unos criterios reglamentados:

- a) Identificación del producto y del responsable de su comercialización.
- b) Composición / información sobre los componentes.
- c) Identificación de los peligros.
- d) Primeros auxilios.
- e) Medidas de lucha contra incendios.
- f) Medidas en caso de vertido accidental.
- g) Manipulación y almacenamiento.
- h) Controles de exposición / protección personal.
- i) Propiedades físicas y químicas.
- j) Estabilidad y reactividad.
- k) Información toxicológica.
- l) Información ecológica.
- m) Consideraciones relativas a la eliminación.
- n) Información relativa al transporte.
- ñ) Información reglamentaria.

o) Otra información.

Destaquemos el apartado h) por su importancia en este capítulo: “h) Controles de exposición / protección personal”. Según la legislación actual, el responsable de la puesta en el mercado del producto, debe en el caso de que sea necesaria la protección personal, y como complemento a las Frases S ya mencionadas, especificar el tipo de protección adecuada. Esto incluye, en el caso de protección de la piel: tipos de material, tipos de ropa y requisitos de tiempos de penetración en relación con la magnitud de la exposición. Así, la Ficha de Datos de Seguridad ofrece más “pistas” al profesional de la prevención en la elección de los equipos más adecuados.

2 MATERIALES DE ROPA Y GUANTES. PROTECCIÓN OFRECIDA. NORMAS EUROPEAS APLICABLES

Existen distintos tipos de materiales con los que pueden fabricarse guantes y ropa de protección química. Todos ellos tienen que ofrecer una determinada “barrera”, más o menos efectiva, al paso del producto químico para evitar o retardar el contacto del producto químico con la piel.

Pueden hacerse muchas clasificaciones de estos materiales atendiendo a distintos parámetros. Vamos a centrarnos en una de ellas, que nos ayudará a entender, más adelante, sus distintas propiedades como “barrera”:

1) Materiales “impermeables”

Son aquellos materiales elaborados a partir de polímeros, naturales o sintéticos, que por sus propiedades de ligereza, resistencia a agentes atmosféricos y químicos y facilidad de moldeo, permiten su utilización como materiales de protección química. No son transpirables al aire.

Ejemplos de este tipo de materiales son: caucho, PVC, Nitrilo, Neopreno, Polietileno, Vitón, Butilo.

2) Materiales “tejidos”

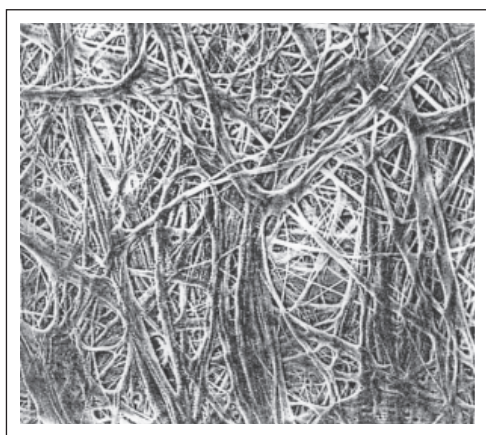
Son aquellos materiales, confeccionados por fibras textiles, naturales o sintéticas, dispuestas de forma ordenada. Cuando forman parte de ropa de protección química, las propiedades barrera se consiguen a través de tratamientos o acabados superficiales. Los hilos dejan entre sí huecos más o menos pequeños en función del gramaje, de forma que estos materiales sí son transpirables al aire.

Ejemplos de este tipo de materiales son: algodón, Poliéster, mezclas de éstos dos en distintas proporciones, Poliamidas, Polipropileno tejido.

3) Materiales “no tejidos”

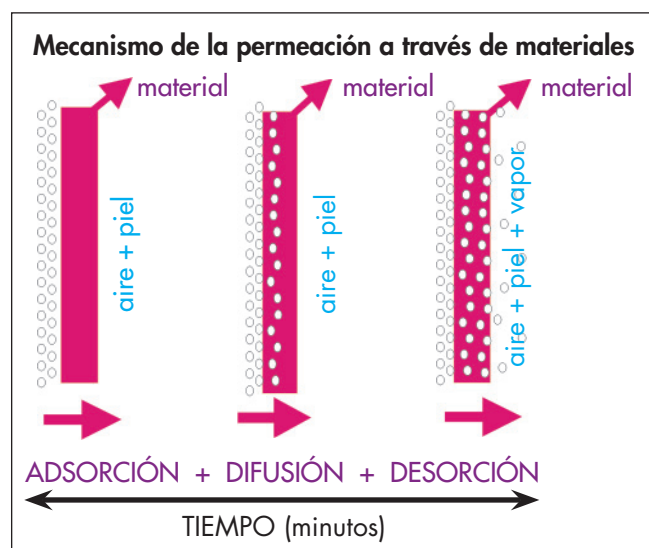
Son aquellos materiales, confeccionados por fibras textiles sintéticas, dispuestas en forma de filamentos finos superpuestos, formando densas estructuras desordenadas. Estas estructuras de filamentos dejan pequeños huecos entre ellos, inapreciables visualmente por el grado de compactación, de forma que, si estos materiales no están laminados por otro material, son transpirables al aire.

Figura 3
Material “no tejido” (Tyvek)



Todos estos tipos de materiales descritos pueden formar parte de la ropa de protección química. La protección ofrecida por ellos, como ya se habrá supuesto, es distinta. Mientras los materiales “impermeables”, ofrecen una determinada resistencia a la permeación por productos químicos (véase figura 5), los tejidos y “no tejidos” ofrecen una determinada resistencia a la penetración (véase figura 6) por productos químicos líquidos, lo cual supone un menor grado de protección, en cuanto al material se refiere, con respecto a los primeros.

Figura 5



Ejemplos de este tipo de materiales son: materiales formados por fibras de polietileno o polipropileno que se conocen normalmente bajo sus nombres comerciales. En protección química, podemos nombrar entre otros, el Tyvek. En general, son materiales que no admiten lavados y se destinan a la confección de ropa desechable o de un solo uso. Este carácter de desechable no implica una menor prestación con respecto a los de uso continuado pero sí una necesidad de desecharlos una vez que se hayan contaminado.

Veamos a continuación, en las siguientes figuras 3 y 4, una vista esquemática ampliada de los dos últimos tipos para apreciar la diferencia:

Figura 4
Material “tejido”

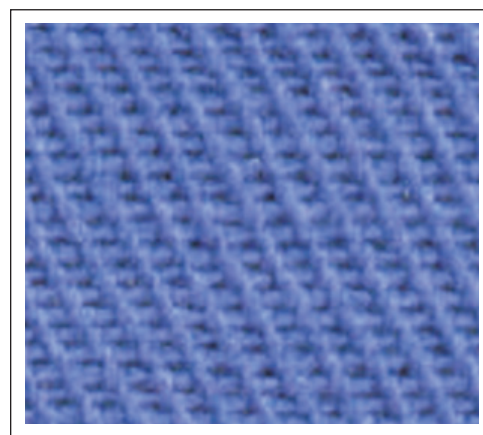
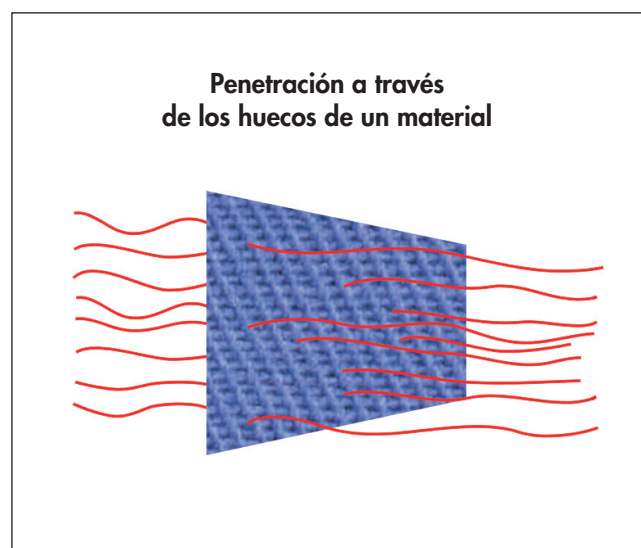


Figura 6



Los guantes de protección química, sin embargo, deben fabricarse a partir de materiales poliméricos “impermeables”, ya que las Normas Europeas aplicables contienen entre sus requisitos que, además de proporcionar protección química, no dejen pasar aire a su través.

A continuación vamos a centrarnos en la protección ofrecida por los materiales anteriormente descritos.

2.1 Protección ofrecida por los materiales “impermeables”

Los materiales “impermeables” ofrecen una resistencia limitada a la permeación por productos químicos, por ello siempre se expresa el término entre comillas. La permeación es un proceso mediante el cual el producto químico se mueve a través del material a nivel molecular. Implica adsorción en la parte externa del material, difusión a través de él y desorción en fase vapor, en la superficie interna (véase figura 5). Llegado este punto, el producto químico podría ya entrar en contacto con la piel.

Todos los materiales son permeados por los productos químicos más tarde o más temprano. Es cuestión de lo que se prolongue el contacto entre ambos. El tiempo tras el cual se detecta el inicio de un proceso de permeación, medido en minutos, es lo que va a caracterizar la resistencia de un material frente a un determinado producto químico y se llama “Tiempo de Paso”, que es una traducción del término normalmente empleado en inglés “Breakthrough Time” cuyas siglas son BTT.

El Tiempo de Paso se determina basándose en un ensayo descrito en la norma de ensayo UNE-EN 374-3: 2004, según la cual se le asigna al material “impermeable” una clasificación en función de su resistencia a la permeación con un producto determinado. Las clases van desde la 1 hasta la 6, siendo 6 la mejor. (Tabla 2.1).

Tabla 2.1

BTT	> 10 minutos	clase 1
	> 30 minutos	clase 2
	> 60 minutos	clase 3
	> 120 minutos	clase 4
	> 240 minutos	clase 5
	> 480 minutos	clase 6

2.2 Protección ofrecida por los materiales “tejidos” y los “no tejidos”

Los materiales tejidos y aquellos “no tejidos” que no están recubiertos adicionalmente por una capa polimérica prestan protección cuando por sus aprestos y acabados, o por su porosidad reducida, ofrezcan resistencia a la penetración del líquido a través de sus huecos. Esta resistencia a la penetración o capacidad de repeler líquidos se mide basándose en un ensayo descrito en la norma de ensayo UNE-EN ISO 6530 según la cual se obtendrán unos porcentajes de penetración y repelencia. La norma UNE-EN 14325:2004, que recoge todos los ensayos aplicables a ropa química, asigna al material, para este ensayo y según los porcentajes obtenidos, una clasificación de 1 a 3, siendo 3 la mejor (ver tablas 3 y 4). Este ensayo se realiza con cuatro tipos de líquidos de ensayo que son o-xileno, butanol, hidróxido sódico al 10% y ácido sulfúrico al 30%. Estos cuatro productos han sido seleccionados porque son representativos de un rango amplio de viscosidad y tensión superficial, que son las propiedades del líquido más determinantes de su poder de penetración.

Tabla 3

Clase	Índice de repelencia
3	>95%
2	>90%
1	>80%

Tabla 4

Clase	Índice de penetración
3	<1%
2	<5%
1	<10%

Hasta ahora hemos comentado los dos ensayos de resistencia química fundamentales que se llevan a cabo en materiales de protección química dependiendo de sus propiedades “barrera” y el alcance de esta protección. Pero no podemos olvidar que, en una prenda o guante de protección química, el material es sometido a muchos otros ensayos durante el proceso de su certificación que de alguna forma también pueden estar de forma indirecta relacionados con la protección química ofrecida. Imaginemos, por ejemplo, un guante que no ofrece ninguna protección mecánica, que se rasgue con

mucha facilidad. Esta escasa protección mecánica hace que la protección química sea nula cuando el guante deje la piel al descubierto al romperse.

2.3 Normas europeas relativas a materiales de protección química

Antes de enumerar las normas europeas armonizadas relativas a ensayos de materiales de ropa y guantes de

protección química, o las Normas UNE correspondientes, veremos en un esquema general qué tipos de normas existen aplicables a ropa y guantes de protección: (Tabla 5)

En la tabla 6, se enumeran de forma no exhaustiva las normas de ensayo aplicables a materiales de guantes y ropa de protección química, es decir, las que aparecen en color rojo en la tabla 5. Se indica el título completo y se añade a continuación si está siendo revisada en la ac-

Tabla 5

Normas europeas armonizadas			
De requisitos generales de:	De requisitos según tipo de protección:	De ensayos de materiales:	De ensayos del diseño:
Guantes	Protección química y biológica	Ensayo 1 Ensayo 2 Ensayo 3 ...	
	Protección mecánica	Ensayo 1' Ensayo 2' Ensayo 3' ...	
	Protección...	...	
Ropa	Protección química	Ensayo 1'' Ensayo 2'' ...	Ensayo a Ensayo b ...
	Protección biológica	Ensayo 1''' Ensayo 2''' ...	Ensayo a' Ensayo b' ...
	Protección térmica	Ensayos ...	Ensayos ...
	Protección...	...	

tualidad. No todos los ensayos dan información sobre las prestaciones de protección de un material. Algunos sólo determinan su inocuidad como, por ejemplo, la determinación de proteínas libres en guantes de látex natural. Vamos a referirnos únicamente a los relativos a la evaluación de la protección. Estas normas EN han sido elaboradas por el Comité Técnico Europeo de Normalización 162 a través de sus distintos grupos de trabajo bajo un mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea. Estas normas son armonizadas y por tanto sirven

de apoyo a los requisitos esenciales de las directivas europeas. Las versiones oficiales en español de estas normas se publican, con igual numeración, como normas UNE-EN XXX que pueden adquirirse a través de AENOR.

Las normas de ensayo mencionadas en la tabla 6 para ropa química son las relativas a prestaciones desde el punto de vista de resistencia química. Es necesario mencionar, además, la norma recién publicada UNE-

Tabla 6

Norma	Título	Estado
UNE-EN 374-3:2004 ¹	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos Parte 3: Determinación de la resistencia a la permeación por productos químicos	En vigor
UNE-EN 374-2:2004 ²	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos Parte 2: Determinación de la resistencia a la penetración al aire y al agua	En vigor
UNE-EN 420:2004, apdo. 6.2 ³	Guantes de protección. Requisitos generales Determinación de esterilidad de los dedos con guantes	En vigor
UNE-EN 6530:2005 ⁴	Ropa de protección contra los productos químicos líquidos Resistencia de los materiales a la penetración por líquidos	En vigor (sustituye a la UNE-EN 368:1994)
UNE-EN ISO 6529:2002 ⁵	Ropas de protección. Protección contra productos químicos Determinación de la resistencia de los materiales de las ropas de protección a la permeación de líquidos y gases	En vigor (sustituye a UNE-EN 369:1994)

(Las notas numeradas de la tabla se pueden consultar en el anexo III)

EN 14325:2004, cuyo título es: “Ropa de protección contra productos químicos. Métodos de ensayo y clasificación de las prestaciones de los materiales, costuras, uniones y ensamblajes de la ropa de protección contra productos químicos”. Esta norma es un compendio de todos los ensayos, químicos y no químicos, así como criterios de clasificación, aplicables a ropa de protección química. Es una norma de referencia para las normas de requisitos.

3 DISEÑOS DE ROPA Y GUANTES. PROTECCIÓN OFRECIDA. NORMAS EUROPEAS APLICABLES

Como se ha comentado anteriormente, no sólo el material juega un papel fundamental en la protección química. El diseño del equipo es igualmente crucial. De hecho, del diseño va a depender la “hermeticidad” del equipo, es decir, la resistencia ofrecida a la entrada de los productos químicos a través de costuras y uniones. La clasificación de la ropa de protección química que hacen las normas europeas armonizadas, en sus distintos tipos, se basa en esta “hermeticidad”. Se distinguen

así fundamentalmente 6 tipos de trajes y prendas de protección parcial que se van a describir brevemente:

Tipo 1: Trajes de protección frente a gases y vapores. Su hermeticidad viene determinada por la estanqueidad de sus costuras, cierres, uniones, etc. Cubren totalmente el cuerpo, incluyendo guantes y botas. Requieren equipo de protección respiratoria para suministrar aire respirable que puede ser autónomo o semiautónomo, lo que conlleva la subclasificación siguiente:

Tipo 1a: Trajes totalmente envolventes, con equipo de respiración autónomo llevado en el interior del traje.

Tipo 1b: Trajes que permiten llevar el equipo de respiración autónomo en el exterior del traje.

Tipo 1c: Trajes que se combinan con un equipo semiautónomo, de forma que se les suministra aire a presión positiva y por tanto trabajan ligeramente presurizados.

Existen también, variantes de estos equipos destinados a equipos de emergencia, con denominación Tipo 1a ET y Tipo 1b ET, donde las siglas ET hacen referencia al inglés “Emergency Teams”. Estos trajes tienen unas exigencias aún más estrictas que los anteriores e impli-

can, por ejemplo, desde el punto de vista de resistencia química, ensayos de permeación frente a una lista de sustancias químicas representativas de distintos grupos de sustancias químicas y la obtención de una clase mínima de 2 (BTT > 30 minutos) (véase anexo I).

Tipo 2: Son también trajes de protección frente a gases y vapores. Son equivalentes al tipo 1c, pero las costuras y uniones no son estancas. La resistencia a la entrada de gases y vapores viene determinada por la presión positiva en su interior. En caso de despresurización, podría existir fuga hacia el interior del traje y ello marca la diferencia con el tipo 1c. Son también llamados trajes “no herméticos a gases”, aunque en castellano esta designación es confusa y sólo quiere hacer entender que la protección frente a gases y vapores no viene determinada por la estanqueidad de las costuras y uniones.

Todos los trajes anteriores requieren especialmente un entrenamiento del personal en su uso por las duras condiciones de trabajo que pueden suponer para un personal no familiarizado.

Tipo 3: Trajes de protección frente a líquidos. El líquido puede presentarse en forma de chorro. Se utilizan conjuntamente con guantes y botas de protección que podrán sellarse en su unión si el fabricante así lo indica. Pueden usarse junto a una máscara si se requiere.

Tipo 4: Trajes de protección frente a líquidos pulverizados. La diferencia con el tipo 3 está en que el requisito de hermeticidad de sus costuras y uniones es menos estricto. Se utilizan conjuntamente con guantes y botas de protección que podrán sellarse en su unión si el fabricante así lo indica. Pueden usarse junto a una máscara si se requiere.

Tipo 5: Trajes de protección con conexiones herméticas frente a partículas sólidas suspendidas en aire.

Tipo 6: Trajes de protección que ofrecen una protección limitada frente a salpicaduras de productos químicos. Indicados para situaciones en las que puede darse una exposición ligera y en las que, si se produjera una exposición más importante, permitan desvestirse y retirar la ropa contaminada.

Ropa de protección parcial: Son prendas que protegen partes concretas del cuerpo, como mandiles, polainas, manguitos, etc. Pueden usarse solas o para completar la protección ofrecida por otro equipo. Por ejemplo, se puede combinar un traje tipo 6 con un mandil de material impermeable si se requiere una mayor protección en la parte delantera del cuerpo.

Es importante destacar que los trajes de tipo 1, 2, 3 y 4 estarán confeccionados con materiales de los que en el epígrafe anterior llamamos “impermeables”. Para los trajes de tipo 5, normalmente se utilizan materiales “no tejidos”, ya que la resistencia a la entrada de partículas sólidas a través del material se basa en el tamaño de poro o hueco entre los filamentos, que puede llegar a ser muy pequeño en este tipo de materiales. Los trajes de tipo 6 pueden estar hechos de materiales tejidos y “no tejidos” al igual que las prendas de protección parcial.

Por el diseño descrito y por los materiales utilizados para los distintos tipos de trajes, ya se habrá deducido que la capacidad de protección de los trajes va en orden inverso al número del tipo: (Tabla 7)

Tabla 7

Tipo traje	
1a	
1b	
1c	
2	
3	
4	
5	
6	
Protección parcial	

Sin embargo, cuando en el epígrafe anterior se habló de las clases del material en función del ensayo de resistencia a la permeación o penetración, la clasificación iba en orden inverso, siendo la más alta la mejor. Este es el orden normal adoptado, de forma general, para la clasificación de los materiales según los resultados de ensayo (Tabla 8):

Tabla 8

Clasificación del material	
Clase 1	
Clase 2	
Clase 3	
Clase 4	
...	

Normas de requisitos

A continuación se enumeran de forma no exhaustiva, las normas de requisitos que describen los equipos anteriores y los guantes de protección química (Tabla 9). Distinguiremos las de requisitos generales, es decir, las que aparecen en verde en el esquema general de la tabla 5 y las de requisitos de los distintos tipos, en azul. Se añadirá a continuación si está siendo revisada

en la actualidad. Estas normas EN han sido elaboradas por el Comité Técnico Europeo de Normalización 162 a través de sus distintos grupos de trabajo bajo un mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea. Estas normas son armonizadas y por tanto sirven de apoyo a los requisitos esenciales de la Directivas Europeas. Las versiones oficiales en español de estas normas se publican, con igual numeración, como normas UNE-EN XXX.

Tabla 9

Norma	Título	Estado
UNE-EN 420:2004	Guantes de protección. Requisitos generales y métodos de ensayo	En vigor
UNE-EN 374-1:2004	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 1: Terminología y requisitos de prestaciones	En vigor
UNE-EN 340:2004	Ropas de protección. Requisitos generales.	En vigor
UNE-EN 943-1:2003	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)	En vigor
UNE-EN 14605:2005	Requisitos de prestaciones para la ropa con uniones herméticas a los líquidos (Tipo 3) o con uniones herméticas a las pulverizaciones (Tipo 4) incluyendo prendas que proporcionan protección únicamente a ciertas partes del cuerpo (Tipos PB [3] y PB [4])	En vigor (sustituye a la UNE-EN 465:1995, UNE-EN 466:1995 y UNE-EN 467:1995)
UNE-EN 13034:2005	Ropa que ofrece protección limitada contra salpicaduras de productos químicos líquidos. (Tipo 6)	En vigor
UNE-EN ISO 13982-1:2005	Requisitos de prestaciones de ropa de protección química que ofrece protección al cuerpo entero contra partículas sólidas suspendidas en aire. (Tipo 5)	En vigor

Los guantes de protección química no tienen requisitos de diseño especiales, aunque, tal como se indicó anteriormente, la norma de requisitos de guantes químicos exige que sean estancos de forma que no pueda pasar ni aire ni agua a su través cuando sean ensayados con respecto a las normas de ensayos correspondientes. Ello requiere que el material sea “impermeable” y que si existen costuras (no es común en guantes químicos), éstas estén cubiertas de forma que se cumpla el requisito anterior.

En el caso de trajes, las normas de requisitos incluyen, entre todos los ensayos aplicables, unos específicos que evalúan el nivel de hermeticidad ofrecido por el diseño del traje y por el cual se les ha definido como tipo 1, 2, 3, 4, 5 o 6. Las normas de ensayo, que aparecen en amarillo en el esquema general, son las que describen estos ensayos y se detallan en la tabla 10.

Tabla 10

Norma	Título	Tipo de traje aplicable	Estado
UNE-EN 464:1995 ⁶	Ensayo de presión interna	Tipo 1a, 1b, 1c Tipo 1 ET	En vigor
UNE-EN 943-1:2003, anexo A ⁷	Ensayo de fuga total hacia el interior	Tipo 1c Tipo 2	En vigor
UNE-EN 463:1995 ⁸	Ensayo de chorro	Tipo 3	En revisión
UNE-EN 468:1995 ⁹	Ensayo de pulverización	Tipo 4 Tipo 6 (se aplica una variante reducida del ensayo)	En revisión
UNE-EN ISO 13982-2:2005 ¹⁰	Ensayo de fuga hacia el interior de los trajes de aerosoles de partículas finas	Tipo 5	En vigor

4 MARCADO Y FOLLETO INFORMATIVO

4.1 Marcado

El marcado de la ropa y los guantes de protección química engloba, por una parte:

- Según el RD 1407/1992, el marcado CE seguido del número identificativo del Organismo Notificado encargado del control de la producción, obligatorio para todos los EPI de categoría 3.

- Según normas europeas armonizadas aplicables, los pictogramas que se muestran en los apartados que siguen a continuación.

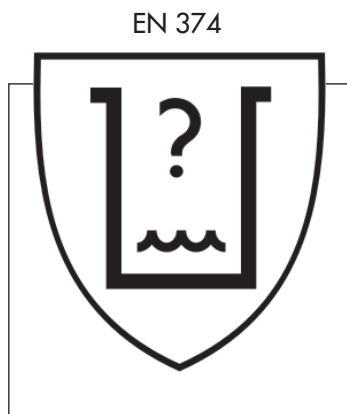
Guantes de protección química

1) Pictograma de protección química.

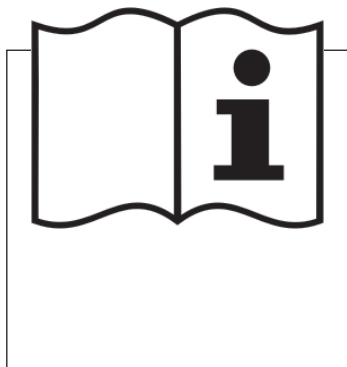


Los códigos “A”, “D” y “F” designan los compuestos químicos para los cuales se ha obtenido al menos cla-

se 2 en el ensayo de resistencia a la permeación. La norma UNE-EN 374-1:2004 incluye una lista de 12 sustancias químicas (ver Anexo II) a las que se ha asignado una letra desde la “A” a la “L”. Para que un guante sea considerado de protección química, ha de pasar el ensayo de resistencia a la permeación, con una clase mínima de 2, para al menos tres de los compuestos de la lista, al margen de todos los demás compuestos para los que el fabricante desee ensayar sus guantes. En caso de que no se cumpla esta condición, pero se cumplan las condiciones de estanqueidad al agua y al aire, según los ensayos correspondientes de penetración UNE-EN 374-2:2004, podrá asignarse el pictograma de baja resistencia química, que se indica a continuación.



2) El siguiente pictograma de “consultar el folleto informativo” debe usarse junto a los demás pictogramas, e indicará la necesidad de consultar el folleto para información sobre todas las prestaciones del guante, así como instrucciones de uso, cuidados, etc.



El marcado se hará sobre cada unidad del par, de forma visible, legible e indeleble. Además de los pictogramas referidos, el marcado también debe incluir información sobre el fabricante, talla, modelo de guante, etc.

Ropa de protección química

1) Pictograma de protección química.



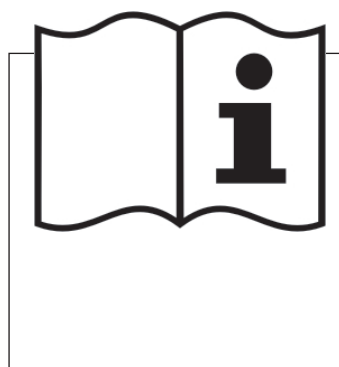
2) EN XXXX: YYYY. La/s norma/s aplicable/s deben aparecer referenciadas junto con el año de su publicación.

Ejemplo: Para trajes de Tipo 4 sería UNE-EN 14605:2005

3) Tipo de ropa de protección química ó prenda de protección parcial. Ejemplo: Tipo 4 ó Tipo PB [4].

4) Pictogramas de cuidado de la ropa según EN 23758 o una indicación de “no puede volverse a usar” en caso de ropa desechable.

El pictograma de “consultar el folleto informativo” debe usarse junto a los demás pictogramas, que indicará la necesidad de consultar el folleto para información sobre todas las prestaciones del traje, así como instrucciones de uso, cuidados, etc.



El marcado se hará sobre cada unidad, de forma visible, legible e indeleble. Además de los pictogramas referidos, el marcado también debe incluir información sobre el fabricante, talla, modelo, etc.

4.2 Folleto

Debe contener información, entre otra, relativa a ensayos, pictogramas aplicables referenciados en el apartado anterior, información sobre el fabricante, condiciones de mantenimiento y uso, que nos permitan hacer la selección más adecuada al riesgo evaluado. Suele ocurrir con más frecuencia de la deseada, que la información suministrada por el fabricante resulta insuficiente o poco clara y no incluye todos los aspectos que las normas armonizadas contemplan. Ello da lugar a una dificultad añadida al realizar la selección por no disponer de suficiente información.

Este tipo de deficiencias se controlan a través de Campañas de Control de Mercado, pero hay que ser conscientes de que, aunque han disminuido en los últimos años, siguen estando presentes. Especial incidencia tienen en los folletos de guantes de protección química, que suelen imprimirse en la bolsa de embalaje que dejan poco espacio libre para toda la información requerida. A continuación se hace una enumeración de las deficiencias más habituales con relación al folleto:

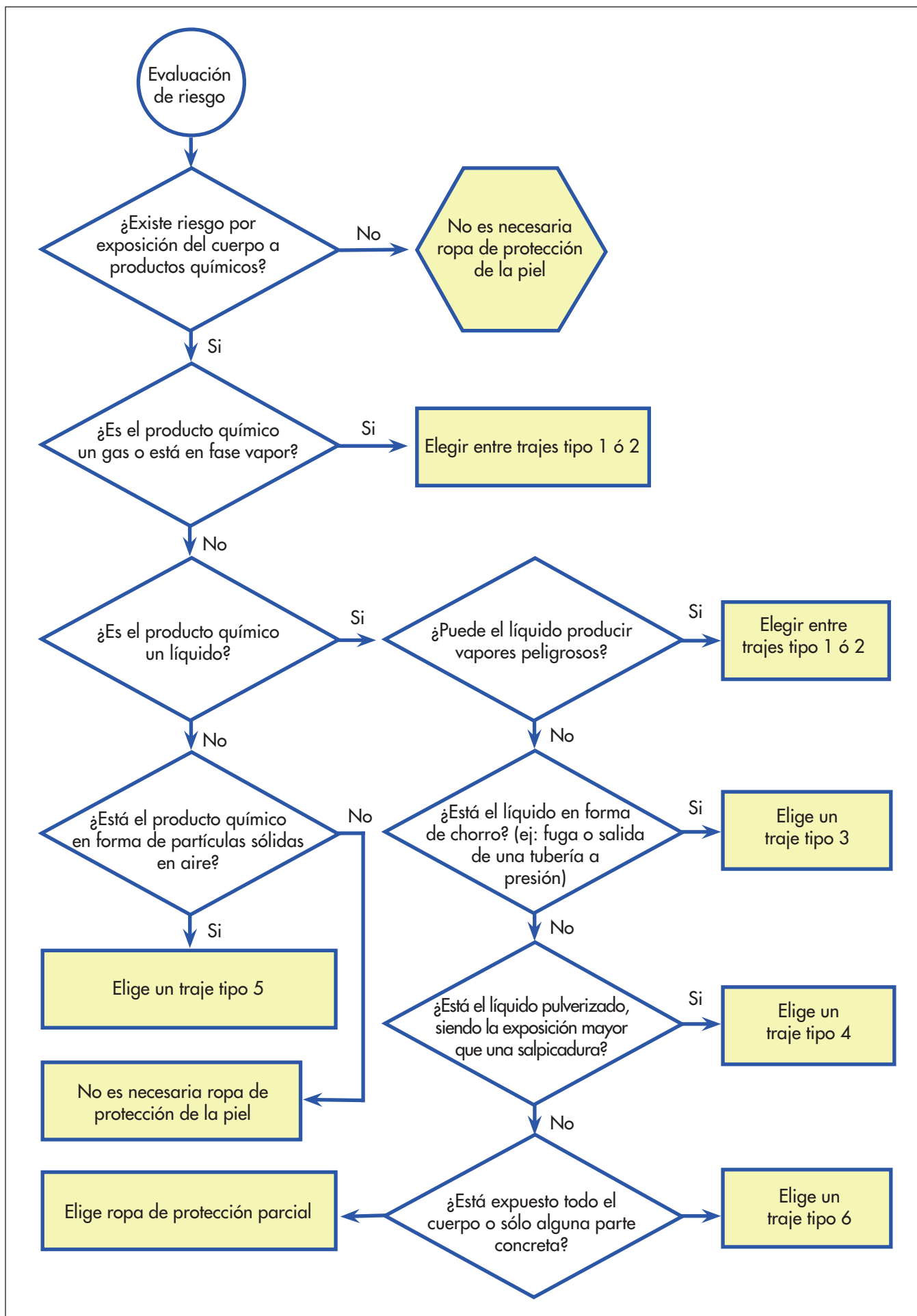
- No estar en español o ser poco comprensible por ser una “mala traducción”.
- No estar identificado claramente el fabricante.
- No hacer referencia a los productos químicos ensayados.
- No hacer referencia a los resultados de permeación con los productos químicos ensayados o resultar poco claros.

- No hacer referencia a los demás ensayos no químicos realizados, por ejemplo, ensayos mecánicos.
- No hacer referencia a las normas de ensayo.
- No identificar el tipo de traje.
- No contener instrucciones de limpieza.

En los casos de que entre los guantes o trajes implicados en una selección, se incluyan equipos con folletos con este tipo de deficiencias y sobre los que interesaría obtener más información, se recomienda, antes de realizar una elección sin datos suficientes, solicitar siempre información al fabricante del equipo, requerir catálogos, información adicional por escrito, informes de ensayo si se considera necesario, etc. Debe quedar claro que esta petición al fabricante no forma parte de una obligación del técnico encargado de la selección sino que es una consecuencia de una posible deficiencia de los folletos.

5 PAUTAS DE SELECCIÓN

Los tipos de trajes han sido clasificados por las normas europeas, como se ha indicado previamente, basándose en la hermeticidad de su diseño. La selección de uno u otro debe basarse en la forma de presentación del producto químico y cómo puede llegar al cuerpo del trabajador según la evaluación de riesgos. Se presenta, a continuación, un esquema que puede ayudar al técnico en esta tarea.



Paralelamente a la elección del tipo de traje, hay que escoger unas prestaciones del material acordes con el riesgo evaluado tanto en trajes como en guantes. En el caso que nos ocupa de riesgo químico, hay que tener siempre presente que la resistencia a la permeación (tipo de trajes 1,2,3,4 y guantes) viene determinada por el producto químico en cuestión. Propiedades como peso molecular, presión de vapor, volumen molecular, etc., van a influir radicalmente en el tiempo de paso. Las suposiciones de clases de protección basadas en resistencias con otros productos aparentemente similares pueden llevar a grandes equivocaciones. Este hecho hace que la protección química sea muy complicada por la diversidad de productos químicos existentes y a veces la limitación del mercado en este sentido que normalmente ofrece equipos cuyos materiales están ensayados con los productos más habituales y que representan una pequeña fracción de las posibilidades a las que podemos enfrentarnos.

6 GUANTES Y ROPA DE PROTECCIÓN CONTRA AGENTES BIOLÓGICOS

6.1 Guantes de protección contra agentes biológicos o microorganismos

Los guantes de protección contra agentes biológicos o microorganismos están contemplados por la norma de requisitos de guantes de protección química UNE-EN 374-1:2004, “Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 1: Terminología y requisitos de prestaciones”. Esta norma exige que para que un guante de protección pueda considerarse como resistente a la penetración de microorganismos y pueda asignarse el pictograma de “riesgo frente a microorganismos”, debe realizarse un control de su producción de forma que se garantice un nivel de calidad tal que no sea probable encontrar poros u otros defectos de fabricación. Esta comprobación de ausencia de poros o defectos debe llevarla a cabo el fabricante mediante los ensayos de resistencia a la penetración al agua y al aire (apartados 5.2 y 5.3 de la norma UNE-EN 374-2:2004).

La norma UNE-EN 374-1:2004 exige que se obtenga como mínimo un nivel 2 que se corresponde con un AQL < 1,5 para un Nivel de Inspección G1. Esta información debe reflejarse en el folleto informativo. Si se cumple esta condición, y se acredita convenientemente al Organismo Notificado encargado del examen CE de tipo del guante, puede entonces marcarse el guante e incluirse en el folleto informativo el pictograma indicado.



6.2 Ropa de protección contra agentes biológicos

En cuanto a ropa de protección contra agentes biológicos, la norma europea que define sus requisitos es la EN 14126:2003, “Ropa de protección Requisitos y métodos de ensayo para ropa de protección contra agentes biológicos”. La ropa de protección contra agentes biológicos tiene principalmente la función de evitar que los agentes biológicos alcancen la piel del trabajador. Las situaciones laborales más comunes donde el riesgo por agentes biológicos está presente son los laboratorios microbiológicos, trabajos en depuradoras, tratamiento de residuos, cuidado de animales infectados por agentes biológicos, limpieza de salas de urgencias, tratamiento de residuos peligrosos en hospitales, etc. En el primer caso, el agente biológico, normalmente conocido, puede estar confinado y el riesgo de exposición está limitado a que ocurra un accidente. En el resto de situaciones los organismos pueden no estar confinados, exponiendo al trabajador continuamente al riesgo de infección por agentes biológicos. En estas situaciones, los agentes a los que los trabajadores están expuestos pueden no ser conocidos. La norma excluye de su campo de aplicación la ropa llevada por personal sanitario destinada a evitar cualquier contaminación cruzada durante intervenciones quirúrgicas.

Debido a la heterogeneidad de los microorganismos, la ropa contra riesgos biológicos no tiene distintos requisitos basándose en grupos de riesgo ni en tipos de microorganismos.

En cuanto al material de este tipo de ropa, la norma especifica unos métodos de ensayo de resistencia del material a la penetración a microorganismos según estos se encuentren en un medio líquido, aerosoles líquidos o un medio sólido. Además, si existe riesgo por contacto con productos químicos, el material debe cumplir con los ensayos aplicables de la norma general ya referida en epígrafes anteriores, UNE-EN 14325:2004, cuyo título es: “Ropa de protección contra productos químicos. Métodos de ensayo y clasificación de las prestacio-

nes de los materiales, costuras, uniones y ensamblajes de la ropa de protección contra productos químicos”.

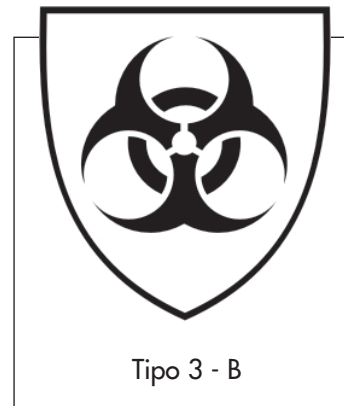
En cuanto al diseño, éste se corresponde con los equivalentes a la ropa de protección química, de forma que deben cumplir con los requisitos generales de la EN 340 y los de la norma de requisitos específica según tipo de ropa. De esta forma los tipos de trajes de protección biológica, se denominan de forma similar a los de protección química, añadiendo la letra B (véase tabla 11).

Tabla 11

Tipo traje
1a - B
1b - B
1c - B
2 - B
3 - B
4 - B
5 - B
6 - B

El marcado del traje deberá incluir, al igual que en guantes, el pictograma de riesgos biológicos, referencia a la norma EN 14126:2003 y el tipo de ropa. Se indica ejemplo de pictograma.

EN 14126: 2003



Resumen

La selección de la protección adecuada de la piel dada una situación de posible riesgo químico, se basa en la identificación clara de la situación de riesgo.

El primer paso debe ser la identificación de la/s sustancia/s presente/s y de su peligrosidad y riesgo específico a través de la etiqueta y ficha de datos de seguridad.

El segundo paso debe identificar las partes del cuerpo expuestas y la magnitud de la exposición basándose en la cantidad de producto con la que se va a entrar en contacto, el tiempo de exposición y la forma en que éste puede llegar a nuestro cuerpo.

El tercer paso debe, finalmente, correlacionar la situación de riesgo identificada con los tipos de guantes y trajes de protección química existentes así como el tipo de protección que ofrecen según su material y su diseño.

Los guantes de protección química serán siempre impermeables, aunque la resistencia a la permeación frente a los productos químicos esté limitada en el tiempo y sea dependiente de la sustancia química con la que se entra en contacto. La medida de esta resistencia relativa se expresa en minutos a través del parámetro “Breakthrough Time” o “Tiempo de Paso”. Según este parámetro, el material se clasifica en seis clases, desde la 1 a la 6, siendo la 6 la mejor. Los materiales de los guantes de protección química deben alcanzar al menos clase 2 con tres productos de una lista que incluye la norma EN correspondiente. Si no se alcanza esta situación, serán considerados como guantes de baja protección química.

Los trajes de protección química se clasifican básicamente en seis tipos, desde el tipo 1 hasta el tipo 6, siendo el de tipo 1 el más hermético y el de tipo 6 el que menor protección ofrece. Los diseños se basan en la hermeticidad ofrecida frente a productos químicos en forma de gas o vapor, líquidos que puedan proyectarse sobre el cuerpo con distinta intensidad o partículas sólidas. Los materiales de los trajes de tipo 1, 2, 3 y 4 serán impermeables, aunque la resistencia a la permeación frente a los productos químicos esté, al igual que en guantes, limitada en el tiempo y sea dependiente de la sustancia química con la que se entra en contacto. La medida de esta resistencia relativa se expresa en minutos a través del parámetro “Breakthrough Time” o “Tiempo de Paso”. Según el mismo, el material se clasifica en seis clases, desde la 1 a la 6, siendo la 6 la mejor. No existe, para los tipos de trajes mencionados, una lista de productos de ensayo obligatoria como en guantes. Los materiales de los trajes de tipo 5 y 6 no son impermeables y su resistencia a la penetración de partículas sólidas y líquidas se basa en el tamaño de poro u orificios del entramado del material y además en el tratamiento superficial recibido en el caso de estar indicado para impedir la penetración de líquidos. La medida de esta resistencia a la penetración se expresa en porcentajes de penetración y repelencia.

Los guantes de protección frente a la entrada de microorganismos son los mismos guantes de protección química, para los que el fabricante ha llevado a cabo y puede acreditar, un control de su producción que garantice la ausencia de poros e imperfecciones hasta un determinado nivel exigido. La ropa de protección frente a microorganismos o agentes biológicos tiene diseños equivalentes a los de los trajes de protección química, pero la resistencia de su material frente a la entrada de microorganismos dispersos en un medio sólido o líquido ha sido ensayada.

Anexo I

Producto Químico
Diclorometano
Metanol
n-Heptano
Tolueno
Dietilamina
Hidróxido sódico 40%
Acido sulfúrico 96%
Amoniacó
Cloro
Cloruro de hidrógeno
Etona
Acetonitrilo
Acetato de etilo
Disulfuro de carbono
Tetrahidrofurano

Anexo II

Letra código	Producto Químico
A	Metanol
B	Acetona
C	Acetonitrilo
D	Diclorometano
E	Sulfuro de Carbono
F	Tolueno
G	Dietilamina
H	Tetrahidrofurano
I	Acetato de etilo
J	n-Heptano
K	Hidróxido sódico 40%
L	Acido sulfúrico 96%

Anexo III

Notas de las tablas 6 y 10

Nota 1: Tres probetas de material se someten al contacto continuo con el producto químico líquido en cuestión en una celda hermética llamada “celda de permeación”. Un medio colector, líquido o gaseoso, circula por la cara inter-

na del material y se hace pasar por un analizador capaz de detectar el paso a nivel molecular del compuesto químico (cromatógrafo, conductivímetro, electrodo selectivo, etc.). Cuando se detecte una permeación de $1 \mu\text{g}/\text{cm}^2\cdot\text{min}$, se detiene el ensayo, y al tiempo transcurrido medido en minutos desde el primer contacto de producto químico se le llama tiempo de paso BTT. De los tres BTT obtenidos, el menor se utiliza para clasificar el material.

Nota 2: Un guante de cada talla, sumergido en agua, se infla con aire hasta una presión que depende del espesor del material. La aparición de burbujas indica la existencia de una imperfección.

Un guante de cada talla se llena con agua hasta una línea marcada a 40 mm del puño. Se observa durante un minuto la superficie del guante. La aparición de una gota de agua en la superficie del guante indica la existencia de una imperfección.

Nota 3: Un probador con el guante colocado va levantando piezas de tamaños progresivamente menores. Según sea el tamaño hasta el que consiga manipular la pieza, se le asignará un nivel de desteridad del 1 al 5, siendo el 5 el mejor.

Nota 4: Seis probetas del material a ensayar, previamente pesadas, se colocan sobre un canal inclinado 45° sobre la horizontal en el que se apoya un papel absorbente, también pesado. Diez ml del líquido de ensayo se dispensan sobre el material en forma de chorro continuo. La cantidad de líquido que penetra a través del material se determina por pesada del papel absorbente. La cantidad de líquido repelido se determina por pesada de un vaso de precipitado colocado bajo el canal. Para cada probeta se determinarán los porcentajes de penetración y repelencia. Los porcentajes medios de las seis probetas caracterizarán el material.

Nota 5: Este ensayo es muy similar al descrito en la norma UNE-EN 374-3:2004, pero amplía las posibilidades de ensayo, permitiendo ensayar con productos químicos gaseosos y con condiciones de contacto intermitente además del continuo. La detección y clasificación es similar.

Nota 6: El traje, estirado sobre una mesa, se infla hasta una determinada presión de aire. Una vez estabilizada la presión, se corta el suministro de aire. Para que pueda considerarse hermético, la norma de requisitos, EN 943-1 y EN 943-2 requiere que la caída de presión no pueda superar los 3 mbar en 6 minutos.

Nota 7: Un probador vestido con el traje a ensayar camina sobre una cinta dentro de una cámara en la que se crea una atmósfera de un aerosol de ClNa o gas SF₆. El aire del interior del traje se muestrea mediante una sonda para determinar el contenido del agente de ensayo. Mediante otra sonda se mide la concentración de la cámara. Se calcula así el porcentaje de fuga total hacia el interior que no podrá superar el 0.05 %.

Nota 8: Sobre un probador vestido con el traje a ensayar se dirige un chorro de líquido de ciertas especificaciones a una determinada presión hacia puntos concretos del traje como cremalleras, aberturas, costuras. La norma de requisitos, UNE-EN 14605:2005, exige la no penetración de líquido hacia el interior.

Nota 9: Un probador vestido con el traje a ensayar se expone a un líquido pulverizado de ciertas especificaciones que sale a través de 4 boquillas a una determinada presión. La norma de requisitos, UNE-EN 14605:2005, exige la no penetración de líquido hacia el interior.

Nota 10: Este ensayo es similar al descrito en el anexo A de la norma UNE-EN 943-1:2003 con una atmósfera de un aerosol de partículas de ClNa. El probador debe realizar una serie de movimientos mientras se muestrea y mide la concentración en el interior del traje.

Referencias bibliográficas

BS 7184:2001: Selection, use and maintenance of chemical protective clothing- Guidance.

Chemical Protective Clothing Permeation and Degradation Database. Autor(es): Lawrence H Keith, Douglas B Walters. Editorial CRC Press

Cartel divulgativo del INSHT : Ropa de protección frente a riesgo químico.

Glosario

Apresto: adición de diferentes productos químicos a un tejido para conferirle capacidad de repeler.

Acabado: operación por la que se proporciona a los tejidos una cualidad por medio de tratamientos físicos o mecánicos.

Material de protección química: cualquier material o combinación de materiales usados en guantes y ropa de protección destinada a proteger frente al contacto con un producto químico.

Traje de protección química: traje que se lleva para proteger frente al contacto con un producto químico, que cubre al menos piernas, brazos y tronco. Puede estar formado por varias piezas de ropa llevadas conjuntamente siempre que se ofrezca la protección deseada.

Ropa de protección parcial: prendas destinadas a proteger frente al contacto con un producto químico determinadas partes del cuerpo. Ejemplos: delantal, manguitos, batas, etc.

Ropa de protección química de uso limitado o desechable: ropa de protección contra productos químicos que no puede limpiarse o descontaminarse y debe desecharse cuando lo exijan las condiciones higiénicas o una contaminación por productos químicos.

Ropa de protección química reutilizable: ropa de protección contra productos químicos que, tras una descontaminación adecuada (lavados, limpieza en seco, etc) o tras la reaplicación de un tratamiento superficial, puede volver a usarse con un nivel de protección adecuado.

Permeación: proceso mediante el cual el producto químico atraviesa el material a nivel molecular a través de tres pasos consecutivos: adsorción, difusión y desorción.

Penetración: proceso por el cual el producto químico líquido atraviesa el material a nivel no molecular a través de poros en casos de materiales porosos, costuras, agujeros y otras imperfecciones del material.

Repelencia: capacidad del material de repeler el producto químico líquido cuando éste entra en contacto con él.

Tiempo de paso: tiempo que transcurre desde que un producto químico se pone en contacto con un material hasta que se detecta en la cara interna del mismo. El nivel de detección se ha fijado en las normas en una permeación de $1 \mu\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{minuto}$



MINISTERIO
DE TRABAJO
E INMIGRACIÓN



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO