



| CAT | CAST |

Trabajos con riesgo de inhalación de contaminantes: partículas, sustancias químicas peligrosas y agentes biológicos (Protección mediante EPI)

**Dirección
General
de Relaciones
Laborales**

Sepúlveda, 148-150 · 08011 Barcelona
Tel. 93 228 57 57
www.gencat.cat/alafeinacapisc

**Centros de
Seguridad y
Salud Laboral**

Barcelona	Girona	Lleida	Tarragona	Tortosa
Pl. d'Eusebi Güell, 4-5 08034 Barcelona Tel. 93 205 50 01	Av. Montilivi, 118 17003 Girona Tel. 972 20 82 16	Pol. Ind. El Segre J. Segura i Farré, 728-B 25191 Lleida Tel. 973 20 04 00	Polígon Camp Clar Riu Sturana, 29-B 43006 Tarragona Tel. 977 54 14 55	

**Servicios
Territoriales
de Trabajo**

Albareda, 2-4 08004 Barcelona Tel. 93 622 04 49	Rutlla, 69-75 17003 Girona Tel. 972 94 04 13	General Britos, 3 25007 Lleida Tel. 973 24 86 62	J. Baptista Plana, 29-31 43005 Tarragona Tel. 977 23 66 02	De la Rosa, 9 43500 Tortosa Tel. 977 44 81 01
---	--	--	--	---

**Inspecciones
Provinciales
de Trabajo y
Seguridad Social**

Trav. de Gràcia, 303 08025 Barcelona Tel. 93 401 30 00	Álvarez de Castro, 4 2n 17001 Girona Tel. 972 20 59 33	Riu Besòs, 2 25001 Lleida Tel. 973 21 63 80	Vidal i Barraquer, 20 43005 Tarragona Tel. 977 23 58 25
--	--	---	---



| CASTELLANO |

Trabajos con riesgo de inhalación de contaminantes: partículas, sustancias químicas peligrosas y agentes biológicos

(Protección mediante EPI)

Edita

DEPARTAMENTO DE TRABAJO

Salvador Álvarez, director general de Relaciones Laborales

Concepción Pascual, subdirectora general de Seguridad y Salud Laboral

Vicenç Marí, director del Centro de Seguridad y Salud Laboral de Tarragona

Autora

Maribel Saladie

Coordinación editorial

Eva Masana

Correcciones

Valentí Puy, Xavier Lladó

Diseño gráfico y maquetación

Impacte Comunicació

Ilustración de portada

Reversible

Impresión

Asociación Pro Personas con Disminución Psíquica de la

Conca de Barberà (Aprodisca)

Revisión lingüística

SIRGA

SUMARIO

INTRODUCCIÓN	5
CÓMO EVITAR EL RIESGO EN LA EXPOSICIÓN DE CONTAMINANTES	6
Eliminar el riesgo en su origen	
Eliminar el riesgo actuando sobre el medio de transmisión	
LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)	8
¿Qué son los EPI?	
Criterios para la implantación de los EPI	
■ Adopción de EPI	
■ Adecuación al riesgo	
■ Adecuación al personal usuario	
LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS (EPIVR)	12
¿Qué son los EPIVR?	
Lista de actividades que pueden requerir la utilización de EPIVR	
Riesgos contra los que tienen que proteger los EPIVR	
■ Contaminante partícula	
■ Contaminante químico	
■ Agente biológico	
Partes de un EPIVR	
■ Adaptador facial	

- Sistemas para llevar el aire respirable al adaptador

- Dependientes del medio ambiente**

- Contra partículas y agentes biológicos

- Contra gases y vapores

- Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores

- Independientes del medio ambiente**

- Semiautónomo

- Autónomo

INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL CORRECTO USO..... 25

Folleto informativo

Marcaje de los filtros

Marcaje de los equipos autónomos y semiautónoms

RECOMENDACIONES SOBRE LA SELECCIÓN Y UTILIZACIÓN..... 28

Decisión de compra

Directrices de utilización

Tiempo de servicio

- Filtros delante de partículas

- Filtros ante gases y vapores

- Equipos aislantes

OTROS CONCEPTOS QUE HAY QUE TENER EN CUENTA..... 34

Factor de protección

Resistencia a la respiración

Capacidad de protección

Eficacia de filtración

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 36

INTRODUCCIÓN

La **Ley de prevención de riesgos laborales** establece los principios básicos de actuación en materia de prevención de riesgos en el trabajo, y así se señala que:

- Se tienen que evitar los riesgos.
- Se tienen que combatir los riesgos en su origen.
- Se tiene que sustituir lo que sea peligroso por lo que comporte poco peligro o no comporte ninguno.
- Se tienen que adoptar las medidas que den prioridad a la protección colectiva respecto de la individual.

Entonces, la **protección individual** es el último medio que se tiene que utilizar para la protección del personal trabajador, y sólo se tiene que aplicar cuando todas las actuaciones anteriores hayan fracasado o sea imposible su aplicación.

La protección individual se tiene que considerar como una técnica complementaria de la protección colectiva, siempre que esta protección individual sea necesaria. Pero nunca la protección individual tiene que sustituir la protección colectiva.

Así pues, sólo se deben utilizar los **equipos de protección individual (EPI)** como última barrera que hay que interponer entre el riesgo y el personal trabajador, o como complemento de las medidas de protección colectiva, siempre que:

- No se haya podido eliminar el riesgo en el origen.
- No se haya podido eliminar el riesgo en el medio de transmisión.

CÓMO EVITAR EL RIESGO EN LA EXPOSICIÓN DE CONTAMINANTES

Eliminar el riesgo en su origen

- **Sustitución del producto:** La sustitución de un material tóxico por otro de no tóxico o menos tóxico es un método sencillo y práctico de eliminar o reducir el riesgo. Por ejemplo, se pueden sustituir las pinturas con pigmentos de plomo por otras pinturas que contengan pigmentos metálicos menos tóxicos.
- **Modificación del proceso:** Hay trabajos en los que se puede modificar el proceso sin alterar el resultado de la operación, y así conseguir variar las condiciones de trabajo. Ejemplo: la pintura con pincel o por inmersión, en lugar de hacerla con pistola, disminuye la concentración de contaminante en el aire.
- **Aislamiento o confinamiento del proceso:** El aislamiento se puede conseguir mediante una barrera física, de forma que el operario no tenga que estar en las proximidades del foco contaminante.
- **Método húmedo:** Las concentraciones de polvo peligrosas pueden ser reducidas por la aplicación

de agua o cualquier otro líquido sobre la fuente de polvo.

- **Extracción localizada:** Los sistemas de extracción localizada captan los contaminantes en el lugar de origen, antes de pasar al ambiente de trabajo. Estos sistemas de extracción están constituidos, básicamente, por una o más campanas, conductos, filtro de aire y ventilador.

La ventaja más significativa de este método, con respecto a la ventilación por dilución, es su menor requerimiento de aire y que no contribuye a esparcir el contaminante en el ambiente de trabajo.

Eliminar el riesgo actuando sobre el medio de transmisión

- **Orden y limpieza:** La limpieza del puesto de trabajo es fundamental para el control de los contaminantes.

El polvo acumulado en el puesto de trabajo puede retornar a la atmósfera a causa de corrientes de aire, por lo tanto tiene que ser eliminado antes de que eso suceda.

Lo mismo pasa con los disolventes, ya que derramamientos en el suelo o en la máquina, trapos

impregnados o equipos que tienen pérdidas de disolventes originan zonas de contacto con la atmósfera libre donde el disolvente se evapora y se mezcla con el aire.

- **La ventilación general:** Introducen aire o lo extraen de las naves de trabajo con el objetivo de mantener la concentración de un contaminante atmosférico a niveles adecuados.

La ventilación general sólo es práctica cuando:

- El contaminante se genera en pequeñas cantidades.
- La distancia entre el foco y el operario es grande.
- El contaminante generado es poco tóxico.
- El contaminante puede ser evacuado a la atmósfera.

■ Métodos especiales de control

Una vez adoptadas las medidas de prevención indicadas, si es necesaria la protección complementaria del personal trabajador, hace falta la utilización de los EPI.

LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

¿Qué son los EPI?

La normativa define el **equipo de protección individual (EPI)** como:

Cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el personal trabajador para que lo proteja de uno o diversos riesgos que pueden amenazar su seguridad o salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a esta finalidad. (RD 773/1997, art. 2).

Cualquier dispositivo o medio que se tenga que llevar o del que tenga que disponer una persona con el objeto de que la proteja contra uno o diversos riesgos que pueden ocurrir simultáneamente. (RD 1407/1992).

También son EPI:

- El conjunto formado por diversos dispositivos o medios que el fabricante haya asociado de forma solidaria para proteger a la persona contra uno o diversos riesgos que pueden ocurrir simultáneamente (por ejemplo: casco con protectores auditivos).

- Un dispositivo o medio protector solidario de forma disociable de un equipo individual no protector, que lleve o del que disponga una persona para efectuar una actividad.
- Los componentes intercambiables de un EPI que sean indispensables para su funcionamiento correcto y se utilicen exclusivamente por este EPI.

Se considera también como parte integrante del EPI cualquier sistema de conexión comercializado junto con éste para unirlo a un dispositivo exterior complementario, incluso cuando el sistema de conexión no se tenga que llevar, o cuando lo tenga que tener la persona usuaria a su disposición permanentemente durante el tiempo que dure la exposición al riesgo.

Criterios para la implantación de los EPI

Las primeras preguntas que hay que hacer cuando se plantea el uso de los EPI son: ¿por qué?, para qué?, cómo?, cuándo?, dónde?... Se da por supuesto que se ha hecho una correcta, eficiente y eficaz evaluación de riesgos. Es donde se pueden encontrar las respuestas a las preguntas anteriores, y además permite establecer la planificación preventiva que justificaría y definiría la necesidad

de utilización de los EPI.

En caso contrario, el desconocimiento de las necesidades no tendría que justificar el uso de los EPI ni de ningún otro tipo de actuación preventiva.

ADOPCIÓN DE EPI

La Ley de prevención de riesgos laborales, en el artículo 17, establece la adecuación de los equipos de trabajo y su adaptación, que se han de llevar a término de forma que no se lesionen las condiciones de seguridad y salud del personal trabajador durante su utilización.

También establece que los EPI no tienen que ocasionar al personal trabajador ningún tipo de gasto; así, serán de dotación y mantenimiento gratuitos. Además, encarga al empresario la vigilancia del correcto uso de estos equipos.

ADECUACIÓN AL RIESGO

Los EPI tienen que proporcionar una protección eficaz ante los riesgos que motivan su uso, sin que por sí mismos supongan ocasionar riesgos adicionales y molestias innecesarias (RD 773/1997, art. 5).

De la evaluación de riesgos, correctamente hecha, se tienen que deducir las prestaciones necesarias que tiene que ofrecer el EPI para alcanzar el control de los efectos adversos.

El personal técnico de prevención que tiene que llevar a término la elección en la oferta del mercado tiene que conocer el folleto informativo en el que se comunica para qué sirve y para qué no sirve el EPI, qué requisitos de protección ofrece y con qué prestaciones, cuáles son las necesidades de mantenimiento requeridas para que se mantengan estas prestaciones durante toda la vida útil, cuál es la fecha de caducidad, quién lo ha certificado y/o quién se encarga del control, etc.

En este proceso, el personal técnico de prevención tiene que ejecutar las prescripciones que sobre la comunicación, formación e información establece la Ley de prevención de riesgos laborales y la normativa que la desarrolla.

En la planificación de la actividad preventiva, se tienen que establecer los controles periódicos que tienen que hacer los técnicos de prevención en cuanto al uso de los EPI, su mantenimiento y el grado de satisfacción alcanzado por las personas usuarias.

ADECUACIÓN AL PERSONAL USUARIO

En la evaluación de riesgos se han de tener en cuenta las características de las personas usuarias, y fundamentalmente si hay algún trabajador con características especiales o que pueda ser considerado como trabajador sensible al uso de los EPI (cabello, gafas, problemas dérmicos, alergias...).

Entre los requisitos esenciales comunes en todos los EPI destacan:

- **Ergonomía:** Un EPI cuyo uso genere maniobras o acciones que pueden producir situaciones de riesgo no es adecuado. Los EPI tienen que estar concebidos y fabricados de manera tal que no ocasionen riesgos o molestias en condiciones normales de uso.
- **Materiales constitutivos y formas constructivas:** Los materiales de que están constituidos los EPI, y sus posibles productos de degradación, no tienen que tener efectos nocivos para la salud o la higiene de la persona usuaria.

Cualquier parte del EPI que esté en contacto, o que pueda entrar en contacto con la persona usuaria, durante el tiempo en que lo utilice, tiene que estar libre de asperezas, aristas vivas, puntas

salidas, etc. que puedan causar lesiones o provocar irritaciones.

- **Interferencias inadmisibles para la persona usuaria:** Los EPI ofrecerán las mínimas dificultades posibles a la realización de gestos, a la adopción de posturas y a la percepción de los sentidos. Por otra parte, no provocarán gestos que pongan en peligro a la persona usuaria, o a otras personas.
- **Adaptación de los EPI a la morfología de la persona usuaria:** Los EPI se adaptarán al máximo a la morfología de la persona usuaria por cualquier medio adecuado, como puede ser mediante un sistema de ajuste y fijación apropiado o con la existencia de una variedad suficiente de tallas y modelos.

El máximo rendimiento del EPI se alcanza cuando la persona usuaria tiene el conocimiento completo de las características del equipo, la forma de uso y ante qué riesgos protege y cuánto protege.

Para conseguir la máxima efectividad, el empresario está obligado a: "... informar al personal trabajador, previamente al uso de los equipos, de los riesgos contra los que los protegen, así como de las actividades en las que se tienen que utilizar. Asimismo, tiene que proporcionar instrucciones, preferente-

mente por escrito, sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos”.

"El manual de instrucciones o la documentación informativa utilizada por el fabricante tiene que estar a disposición del personal trabajador. Esta información tiene que ser comprensible para éstos. El empresario tiene que garantizar la formación y organizará, en su caso, sesiones de entrenamiento para la utilización de equipos de protección individual, especialmente cuando se requiera la utilización simultánea de diversos EPI que, por su especial complejidad, así lo hagan necesario".

El trabajador usuario del equipo de protección es responsable de:

- Utilizar y mantener los EPI según las instrucciones del fabricante y las normas internas de uso que en su caso particular haya recibido con la formación teórica y práctica impartida por el empresario (art. 29.2 de la Ley 31/1995).
- Informar inmediatamente a su superior jerárquico directo de cualquier defecto, anomalía o daño que haya en el EPI utilizado, que a su juicio pueda comportar una pérdida de eficacia protectora (como aplicación específica de la norma general: art. 29.4 de la Ley 31/1995).

LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS (EPIVR)

¿Qué son los EPIVR?

Los equipos de protección individual de las vías respiratorias tienen como finalidad primordial **reducir la concentración de los contaminantes** por debajo de los niveles de exposición recomendados, en la zona de inhalación de la persona usuaria.

Los contaminantes existentes en el aire los podemos clasificar como: **contaminantes en forma de partícula** (polvo o aerosoles), **contaminantes químicos** (gases o vapores) y **agentes biológicos** (bacterias o virus).

Lista de actividades que pueden requerir la utilización de los EPIVR

- Trabajos en contenedores, locales exiguos y hornos industriales alimentados con gas, cuando puedan haber riesgos de intoxicación por gas o insuficiencia de oxígeno.
- Trabajos en la boca de los altos hornos.

- Trabajos cerca de convertidores y conducciones de gas de altos hornos.
- Trabajos cerca de la colada en cubilote, cuchara o caldero cuando se puedan desprender vapores de metales pesados.
- Trabajos de revestimiento de hornos, cubilotes o cucharas y calderos cuando se pueda desprender polvo.
- Pintura con pistola sin ventilación suficiente.
- Trabajos en pozos, canales y otras obras subterráneas de la red de alcantarillado.
- Trabajos en instalaciones frigoríficas en que haya un riesgo de escape de fluido frigorífico.

Riesgos contra los que tienen que proteger los EPIVR

Los contaminantes existentes en el aire los podemos clasificar según el tipo:

CONTAMINANTE PARTÍCULA

La clasificación más útil de la materia particulada para la higiene industrial es la que considera su naturaleza y forma de origen. Teniendo en cuenta estas

características podemos establecer diferentes grupos:

- **Polvo:** partículas sólidas finas suspendidas en el aire hasta que se depositan por gravedad. Se originan en operaciones de taladrar, moler, pulir, etc. Su medida es muy variada y su forma es irregular y con aristas.
- **Aerosol:** dispersión de partículas sólidas, líquidas o sólidas y líquidas, de medida inferior a 100 μm , en un lecho gaseoso. Dentro de este grupo podemos distinguir, en función de su estado físico:
 - **Niebla:** dispersión de gotas líquidas originadas o bien por condensación del estado gaseoso o mediante polvorización, salpicaduras, ebullición, etc. de un líquido en un gas. La medida de estas gotitas va desde 0,01 a 60 μm .
 - **Humo:** suspensión de partículas sólidas de carbón u hollín, resultantes de un proceso de combustión incompleta, en un gas.

Cuando estas partículas sólidas son generadas por solidificación del estado gaseoso, originado por la sublimación o la volatilización de metales producida en procesos de soldadura o de corte, es frecuente que haya una reacción química, generalmente de oxidación. Estas partículas sólidas son normal-

mente esféricas y de medida inferior a 1 μm .

CONTAMINANTE QUÍMICO

Aquellos productos químicos que se presentan en forma de:

- **Gases:** sustancias similares al aire que se difunden en éste y se extienden en el área de trabajo (CO , CO^2 , N^2 ...).
- **Vapores:** fase gaseosa de sustancias sólidas o líquidas en condiciones normales (20° C y 1 bar de presión). Se originan por la evaporación de sólidos y líquidos presentes en el puesto de trabajo.

AGENTE BIOLÓGICO

Se tienen que tener en cuenta:

- **Bacterias:** Son organismos microscópicos, sin núcleo, cuyo material hereditario se encuentra disperso en el citoplasma.
- **Virus:** Es el organismo de composición más sencilla que se conoce. Es capaz de reproducirse en medio de las células vivas de las que extrae los componentes esenciales, los ácidos nucleicos y las proteínas. Son causa de muchas enfermedades.

Partes de un EPIVR

ADAPTADOR FACIAL

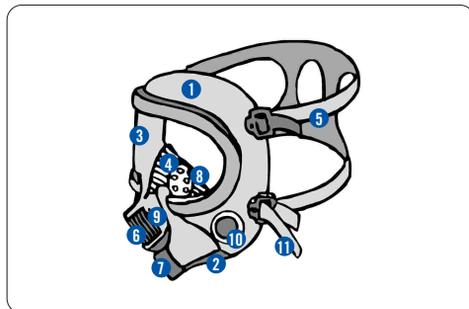
Tienen la misión de hacer que el aire respirable que les llega entre en las vías respiratorias de la persona usuaria sin contacto con el ambiente contaminado exterior.

Tipo:

- **Máscara:** Cubre la cara completamente. Dispone de un visor y se ajusta a la cara de la persona usuaria desde la frente hasta debajo de la barbilla.
- **Mascarilla:** Cubre sólo la boca y la nariz de la persona usuaria, aunque también puede cubrir la barbilla. Siempre deja los ojos libres.
- **Boquilla:** Consta de un tubo que entra a la boca de la persona usuaria y una pinza para taparle la nariz. Principalmente, se aplica a equipos de autosalvamento.
- **Casco respiratorio:** Está constituido por un casco y un visor que se adapta a la cara y, mediante una cortina de aire respirable de forma descendente, aísla las entradas de las vías respiratorias (nariz y boca) del aire contaminado exterior.

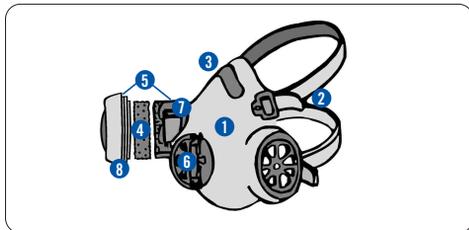
- **Capucha:** Está constituida por una pieza de tejido que rodea la cabeza hasta el pecho, con un visor. Tiene que estar alimentada por aire a cierta presión, superior a la presión atmosférica del local de trabajo, para que por la zona del pecho salga aire respirable y no pueda entrar aire contaminado.

Máscara



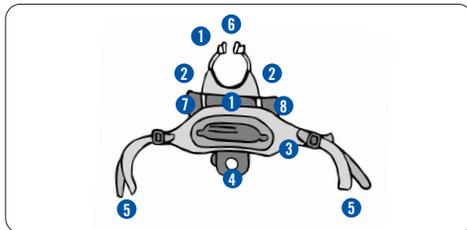
- | | | | |
|---|---------------------------|----|-----------------------|
| 1 | Cuerpo de la máscara | 9 | Válvula de inhalación |
| 2 | Canto de estanquidad | 10 | Membrana fónica |
| 3 | Visor | 11 | Cinta de sujeción |
| 4 | Mascarilla interior | | |
| 5 | Arnés de la cabeza | | |
| 6 | Pieza de conexión | | |
| 7 | Válvula de exhalación | | |
| 8 | Válvula de aire del visor | | |

Mascarilla



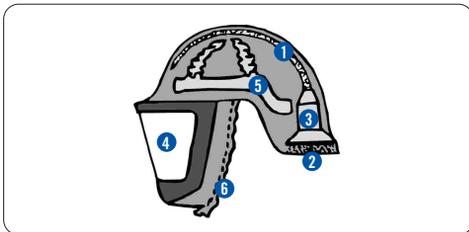
- 1 Cuerpo de la mascarilla
- 2 Arnés de la cabeza
- 3 Adaptador de la nariz
- 4 Filtro
- 5 Portafiltros
- 6 Válvula de exhalación
- 7 Válvula de inhalación
- 8 Prefiltro

Boquilla



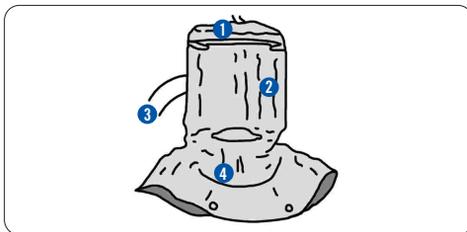
- 1 Cuerpo de la pieza bucal
- 2 Pieza de conexión
- 3 Pieza bucal
- 4 Apoyo de barbilla
- 5 Arnés de la cabeza
- 6 Pinza nasal
- 7 Válvula de exhalación
- 8 Válvula de inhalación

Casco respiratorio



- 1 Filtro principal
- 2 Prefiltro
- 3 Ventilador
- 4 Visor
- 5 Arnés de la cabeza
- 6 Canto de estanquidad

Capucha



- 1 Cuerpo de la capucha
- 2 Visor
- 3 Tubo de respiración
- 4 Válvula de exhalación

SISTEMAS PARA LLEVAR EL AIRE RESPIRABLE AL ADAPTADOR



A) DEPENDIENTES DEL MEDIO AMBIENTE

Son los llamados **equipos filtrantes**, porque retienen los contaminantes y el aire con calidad respirable procedente de la atmósfera ambiental que rodea a la persona usuaria del equipo.

Se utilizan:

- Cuando la concentración de oxígeno ambiental es superior al 17% en volumen.
- En ambientes contaminados con concentraciones donde el equipo pueda reducir, en la zona de inhalación de la persona usuaria, la concentración de los contaminantes a valores por debajo de los niveles de exposición recomendados.



Fig. 1. Máscaras, con y sin válvula de exhalación

Contra partículas y agentes biológicos

El material filtrante está constituido por un entramado de fibras plásticas que hacen que se retenga el contaminante.

Estos filtros se clasifican, en función de su eficacia filtrante, en tres clases: P1, P2 y P3, en orden de eficacia ascendente. Cuando se utilizan contra agentes biológicos siempre tienen que ser P3.

Contra gases y vapores

El material filtrante es carbón activo, con diferente tratamiento en función del tipo de contaminante que se tiene que retener. Se dispone de los tipos de filtros siguientes:

FILTRO	CONTAMINANTE QUE SE TIENE QUE RETENER
A	Contra gases y vapores orgánicos con PE>65° C
AX	Contra gases y vapores orgánicos con PE<65° C
SX	Contra gases y vapores específicos
B	Contra gases y vapores inorgánicos
E	Contra dióxido de azufre y vapores ácidos
K	Contra amoníaco y derivados orgánicos del amoníaco

CONTRA PARTÍCULAS (POLVO Y AEROSOL) Y AGENTES BIOLÓGICOS (BACTERIAS Y VIRUS)

POR RESPIRACIÓN DE LA PERSONA USUARIA

**MASCARILLA
AUTOFILTRANTE**
(FFP)

ADAPTADOR FACIAL
Máscara o mascarilla
+
FILTRO PARTÍCULAS
(P)

ASISTIDO POR VENTILADOR

ADAPTADOR FACIAL
+
FILTRO QUÍMICO

Máscara o mascarilla
(TMP)

Capucha o casco
(THP)

Todos estos filtros se clasifican, según su capacidad, de la manera que se indica a continuación (a excepción de los tipos AX y SX, que no tienen clasificación según su capacidad):

CLASE 1:

Filtro de capacidad baja.

CLASE 2:

Filtro de capacidad media.

CLASE 3:

Filtro de capacidad alta.



Fig. 2. Filtro contra gases y vapores orgánicos

**CONTRA GASES Y VAPORES
(ORGÁNICOS E INORGÁNICOS)**

POR RESPIRACIÓN DE LA PERSONA USUARIA

**MASCARILLA
AUTOFILTRANTE**

(FFA)
(FFB)
(FFE)
(FFK)

ADAPTADOR FACIAL
Máscara o mascarilla

+

FILTRO QUÍMICO

(A) Orgánico
(B) Inorgánico
(E) Sulfuroso
(K) Amoníaco

ASISTIDO POR VENTILADOR

**ADAPTADOR FACIAL
+
FILTRO QUÍMICO**

Máscara o mascarilla	Capucha o casco
(TMA)	(THA)
(TMB)	(THB)
(TME)	(THE)
(TMK)	(THK)



Fig. 3. Filtro contra amoníaco y derivados

Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores

Se les nombra **combinados**. La parte filtrante resulta de la suma de los dos casos anteriores. Propios de este grupo son los filtros especiales.

FILTRO	CONTAMINANTE QUE SE TIENE QUE RETENER
NO-P3	Contra óxido de nitrógeno
Hg-P3	Contra mercurio

Estos dos tipos de filtros no tienen clasificación según su capacidad.

CONTRA PARTÍCULAS, AGENTES BIOLÓGICOS, GASES Y VAPORES

POR RESPIRACIÓN DE LA PERSONA USUARIA

MASCARILLA AUTOFILTRANTE

(FFAP)
(FFBP)
(FFEP)
(FFKP)

ADAPTADOR FACIAL Máscara o mascarilla

+ FILTRO COMBINADO

(AP)
(BP)
(EP)
(KP)

ASISTIDO POR VENTILADOR

ADAPTADOR FACIAL + FILTRO COMBINADO

Máscara o mascarilla	Capucha o casco
(TMAP)	(THAP)
(TMBP)	(THBP)
(TMEP)	(THEP)
(TMKP)	(THKP)

B) INDEPENDIENTES DEL MEDIO AMBIENTE

Son los llamados **equipos aislantes**, que aíslan las vías respiratorias de la persona usuaria del ambiente que le rodea. El aire respirable procede de algún recinto relativamente próximo. Se pueden utilizar:

- Cuando la concentración de oxígeno ambiental es inferior al 17% en volumen (aire con deficiencia de oxígeno).
- En ambientes contaminados con concentraciones de contaminantes en los que no se pueden utilizar o no es rentable el uso de filtros.

Semiautónomo

Posee una manguera a través de la cual llega el aire respirable a la persona usuaria. (Fig. 4)

Podemos encontrar:

- **De aire fresco:** Se compone de una mascarilla, un tubo respiratorio flexible, que va desde el adaptador facial a un cinturón que lleva la persona usuaria, con la finalidad de llevar aire respirable a la mascarilla y evitar que ésta se desajuste de la cara cuando se hacen movimientos, y una manguera de paredes reforzadas que va desde el cinturón, normalmente por el suelo, hasta un

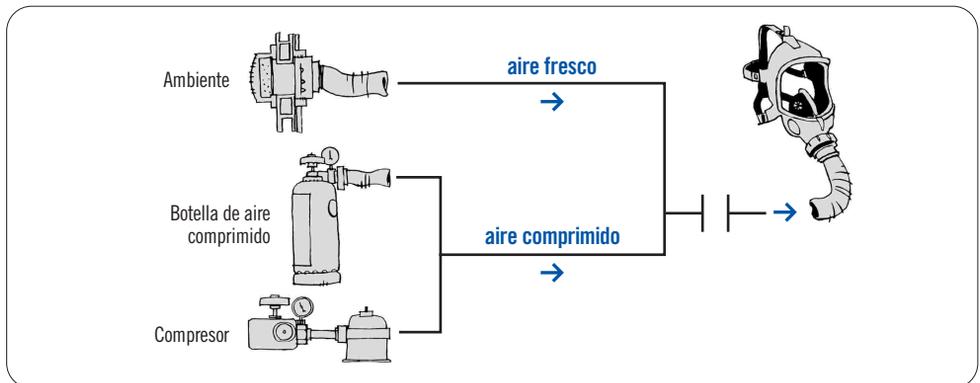


Fig. 4. Equipo semiautónomo



Fig. 5. Equipo semiautónomo de aire fresco

recinto exterior, sin contaminación y a presión atmosférica. Estos equipos funcionan o bien por respiración de la persona usuaria, o bien asistidos por un ventilador que puede estar accionado manualmente o a motor.

- **De línea de aire comprimido:** Se compone de cualquiera de los adaptadores existentes, excepto la boquilla. Así, hay un tubo respiratorio con las mismas características que en el caso anterior y un cinturón donde, además de la conexión entre el tubo respiratorio y la manguera de aire comprimido (relativamente fina y capaz de soportar una presión de 20 a 25 bares de presión), se encuentra el regulador de presión.

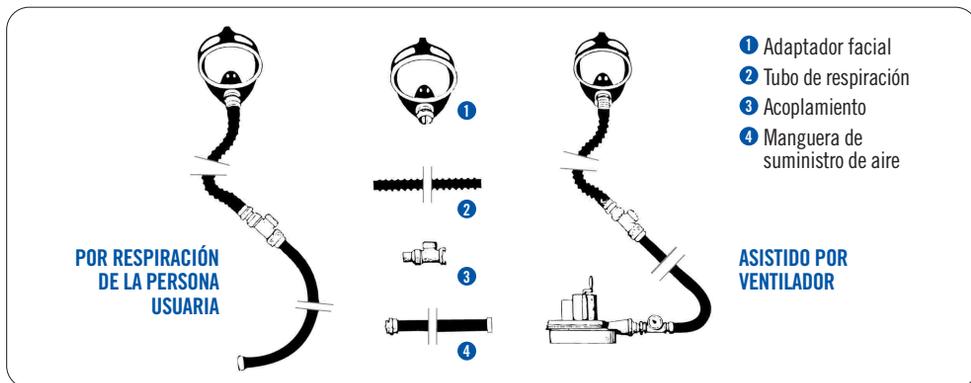


Fig. 6. Equipo semiautónomo de aire fresco

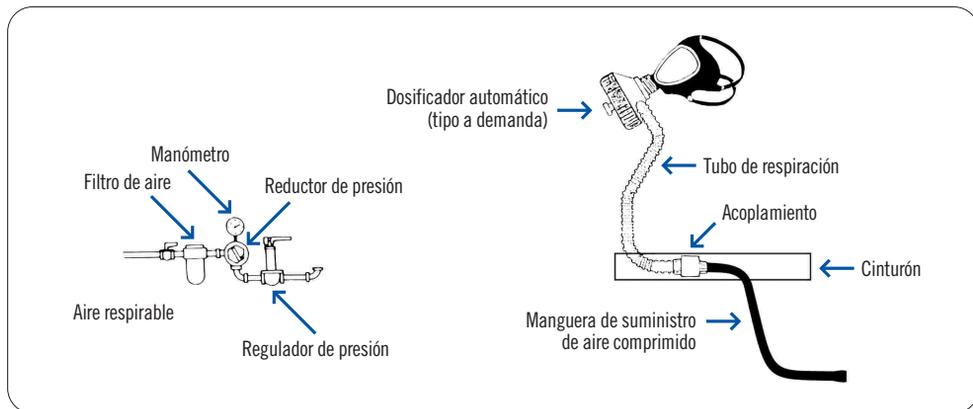
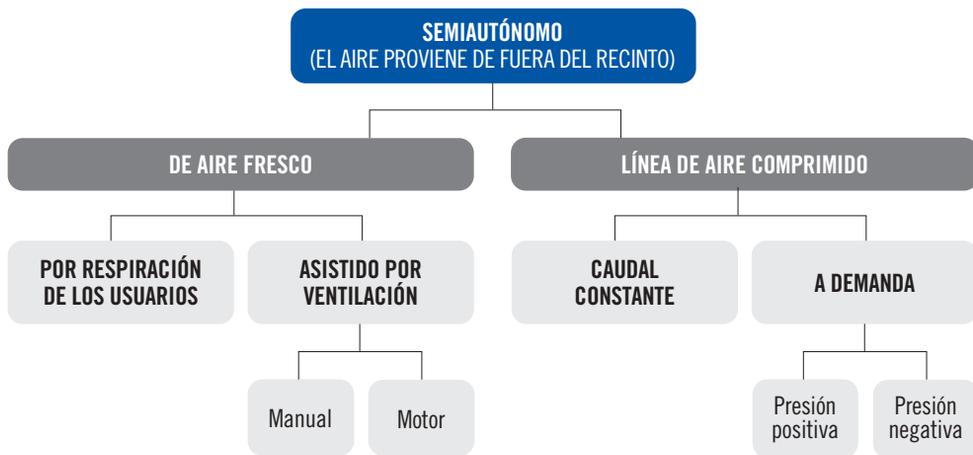


Fig. 7. Equipo semiautónomo de aire comprimido

Autónomo

El aire respirable lo lleva la persona usuaria, ya sea en el pecho o en la espalda. En función de que el aire exhalado salga al exterior o se recicle, estos equipos se pueden clasificar en:

- **Circuito abierto:** El aire exhalado por la persona usuaria pasa al ambiente contaminado a través de las válvulas de exhalación del adaptador facial. Posee un regulador, un tubo de presión media (6 a 10 bares) unido al cuerpo de media presión de un manorreductor de dos cuerpos, donde hay un silbato o sistema avisador de aire de reserva de la botella. Unido al cuerpo de alta presión del manorreductor está el indicador que da en cada momento la presión existente en la botella.

El manorreductor está unido directamente a la botella o a las botellas de aire comprimido, ya que el equipo puede llevar una o dos botellas, cada una con su grifo. Cada botella puede estar cargada en 250 ó 300 bares de presión de aire comprimido respirable.

Dependiendo de la función del regulador, estos equipos se pueden clasificar en: **a demanda de presión positiva** o **a demanda de presión negativa**.



Fig. 8. Equipo autónomo de circuito abierto

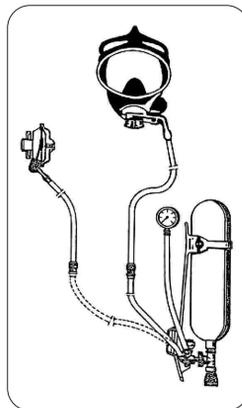


Fig. 9. Equipo autónomo de circuito abierto

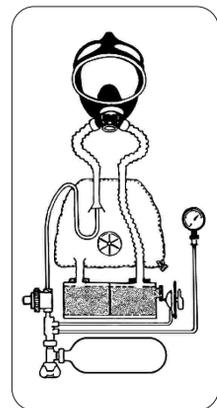


Fig. 10. Equipo autónomo de circuito cerrado

- **Circuito cerrado:** El aire exhalado por la persona usuaria se hace pasar por un filtro que retiene el vapor de agua y el dióxido de carbono, a continuación pasa a una bolsa de mezcla donde se inyecta una pequeña parte de oxígeno puro; así el aire vuelve a ser aire respirable. Un tubo conecta la bolsa de mezcla con el adaptador facial, con eso la persona usuaria inhala el aire regenerado.

Dependiendo del sistema de adicionar el oxígeno necesario, estos equipos pueden ser: con botella de oxígeno gaseoso puro, con oxígeno líquido y con generación de oxígeno.



Fig. 11. Equipo autónomo de circuito cerrado



INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL CORRECTO USO

Folleto informativo

Documento donde tiene que aparecer toda la información necesaria para **almacenar, mantener, limpiar, desinfectar y utilizar** el equipo con garantías de correcto funcionamiento.

También tiene que incluir las posibles contraindicaciones y especificar correctamente la **clase** y el **tipo de equipo** de que se trata, con los datos del **organismo notificado** que intervino en la fase de diseño del equipo.

Además, tiene que contener tanto el cuadro con los resultados de los exámenes técnicos que se efectúan para su certificación como la explicación de las marcas que lleven impresos los equipos.

Marcaje de los filtros

Todos los filtros tienen que llevar como mínimo el siguiente marcaje:

- Nombre del fabricante, su marca comercial o cualquier otro medio de identificación.
- El número y la fecha de la norma.
- La marca CE acompañada del número del organismo notificado que ha hecho el último control de calidad de la producción.
- Tipo, clase, código de color y particularidades, de acuerdo con la tabla de la *figura 12*.
- La frase "véase la información del fabricante".
- Condiciones de temperatura y humedad para su almacenaje.
- Año y mes de caducidad.
- En los filtros combinados, la dirección de la circulación de aire dentro del filtro, siempre que en su acoplamiento se pueda presentar alguna duda.

Estas exigencias se pueden indicar en forma de pictogramas, como se indica en la *figura 13*.

TIPO	CLASE	COLOR	PARTICULARIDADES
A	1, 2 o 3	● MARRÓN	
AX		● MARRÓN	No reutilizable
B	1, 2 o 3	○ GRIS	
E	1, 2 o 3	● AMARILLO	
K	1, 2 o 3	● VERDE	
P	1, 2 o 3	○ BLANCO	
SX		● VIOLETA	Tiene que figurar el nombre de los productos químicos i sus concentraciones máximas delante de les cuales el filtro ofrece protección
NO - P3		● ○ AZUL/BLANCO	No reutilizable
Hg - P3		● ○ ROJO/ BLANCO	Durada máxima 50 h

Fig. 12. Tabla con el tipo, la clase, el código de color y particularidades de cada filtro



Fig. 13. Pictogramas que aparecen en los filtros

Identificació	Filtre Combinat							
	Filtro Combinado		EN - 14387:04					
del	Filtre Combiné	A2B2E2K2P3	EN -143:01					
	Combined Filter		CE ZZZZ					
Fabricant	Filtro Combinato							yyy/mm

Fig. 14. Ejemplo de marcaje de un filtro combinado A2B2E2K2P3

Marcaje de los equipos autónomos y semiautónomos

En general, todos estos equipos tienen que llevar en su marcaje las indicaciones siguientes:

- Nombre del fabricante, marca comercial o cualquier otro medio de identificación.
- El número y la fecha de la norma.
- El número de serie.
- La marca CE acompañada del número del organismo notificado que ha hecho el último control de calidad de la producción.
- El año de fabricación.
- La fecha (al menos el año) de fabricación de los componentes cuando el buen funcionamiento de éstos corra riesgo de ser alterado por el envejecimiento. Si los componentes no pueden marcarse, la información tiene que darse en las instrucciones de uso, dentro del folleto informativo.
- Véase información del fabricante (si procede).
- Duración nominal (si procede).

- Los reductores e indicadores de presión se tienen que marcar con la presión nominal de funcionamiento (si procede).
- Los reguladores que no están diseñados para funcionar en agua fría se tienen que marcar con $>10^{\circ}\text{C}$ (si procede).

Todo equipo semiautónomo, al disponer de una manguera de aire fresco o línea de aire comprimido, tiene que llevar marcado:

- El nombre del fabricante, su marca comercial o cualquier otro medio de identificación.
- El año de fabricación.
- La clase o el tipo (si procede).
- "Resistencia al calor" (si procede).
- "Antiestática" (si procede).

Todas estas informaciones tienen que figurar, al menos, en la lengua oficial del país de destinación.

RECOMENDACIONES SOBRE LA SELECCIÓN Y LA UTILIZACIÓN

Decisión de compra

Una vez se han definido las prestaciones mínimas necesarias que tiene que tener el equipo y se han recibido las ofertas, antes de la decisión final de compra se tiene que consultar al personal trabajador o a su representante legal. Todo eso, después de haber comprobado que se ha informado correctamente de la situación de riesgo de la tarea y de que el puesto de trabajo requiere la utilización del equipo.

En la decisión de compra, se tiene que comprobar que el equipo posee la marca CE y que va acompañado del folleto informativo, que tiene que contener toda la información necesaria.

Siempre se ha de solicitar que se adjunte a las ofertas el certificado CE de tipo del equipo emitido por el correspondiente organismo notificado, así como el último informe de control del producto final comercializado o la garantía de calidad de fabricación.

En caso de que existan ofertas de diversas marcas y modelos de equipos de la misma clase y del mismo tipo, la decisión de compra, después de la comparación entre: menor resistencia a la respiración (inhalación y exhalación), mayor factor de protección, máxima capacidad de protección o eficacia de filtración, puede basarse en las características ergonómicas siguientes:

- Que pese lo menos posible.
- Que el campo visual sea el mayor posible.
- El arnés de la cabeza tiene que ser fácilmente regulable para que se mantenga correctamente ajustado el adaptador facial mientras se lleva a cabo la tarea.
- Las partes del adaptador facial en contacto con la cara tienen que ser blandas.
- El olor tiene que ser agradable o mejor sin olor.
- El peso de los filtros o de las partes del equipo acoplado al adaptador facial tiene que ser reducido y su acoplamiento tiene que estar compensado.
- Y por último, y no menos importante, el criterio de la persona usuaria después de haber probado el equipo en una simulación del trabajo.

Directrices de utilización

Para cada puesto de trabajo o tarea donde se necesita la utilización de los diferentes tipos de equipos, la empresa tiene que dar a la persona usuaria instrucciones claras y concisas de:

- Tipo de equipo que se tiene que utilizar.
- Forma de colocarlo y utilizarlo correctamente.
- Características y peculiaridades del local de trabajo.
- Tarea que se tiene que hacer.
- Tiempo de servicio en condiciones normales de utilización.
- Tiempo de trabajo y descansos intermedios.
- Mantenimiento del equipo.
- Periodo de recambio de piezas, siempre que sea necesario.

Las instrucciones tienen que ser más detalladas cuanto mayor sea el riesgo al que está sometido el personal trabajador.

Antes de pasar a la utilización del equipo, es necesario tener en cuenta las características del trabajador, ya que pueden existir características personales que lo descalifiquen como usuario de determinados equipos de protección de las vías respiratorias.

Entonces, en la ficha personal del trabajador tiene que constar esta ineptitud y su motivo.

Los motivos por los que una persona no puede ser usuaria de estos equipos son, entre otros:

- Malformaciones de la cara, llevar barba, bigote o patillas que no garanticen el correcto ajuste del adaptador facial, fundamentalmente en el caso de máscaras o mascarillas.
- Utilización de gafas incompatibles con el equipo, ya sea por el ajuste del adaptador, por crear distorsiones con el visor de la máscara, por reducción excesiva del campo visual, etc.
- Que el personal trabajador tenga trastornos circulatorios.
- Que tenga problemas cinemáticos (cierta minusvalidez).
- Que presente problemas neurológicos.

- Que tenga problemas psicológicos, como claustrofobia.
- Que presente capacidad respiratoria reducida.
- Tomar medicamentos que puedan potenciar los posibles efectos tóxicos presentes.
- Embarazo.

Las futuras personas usuarias de los equipos tienen que estar entrenadas correctamente en su uso antes de entrar en una situación de riesgo. En este entrenamiento se incluyen las acciones que se han de seguir en caso de emergencia. También hay que comprobar que se entienden perfectamente las instrucciones que se proporcionan.

TIPO DE EQUIPO	DURACIÓN TAREA	DESCANSO	NÚMERO MÁXIMO TAREAS EN 8 H
Equipos filtrantes	≤120 minutos	30 minutos	No limitado
Equipos filtrantes con filtros mixtos A2P3, A3P3, B2P3, B3P3...	≤ 60 minutos	30 minutos	No limitado
Equipos semiautónomos de aire libre o comprimido	≤120 minutos	30 minutos	No limitado
Equipos autónomos de aire comprimido, de circuito abierto	30 a 45 min. trabajo ligero o medio	30 minutos	4 veces
	≤30 minutos trabajo pesado	60 minutos	4 veces
Equipos autónomos de circuito cerrado con peso < 5 kg	Limitada por el tiempo de servicio	Superior al tiempo de uso	4 veces
Equipos autónomos de circuito cerrado con peso > 5 kg	60 a 120 min. trabajo ligero o medio	120 minutos	2 veces
	≤60 minutos trabajo pesado	120 minutos	2 veces
Vestidos protección totalmente aislante sin intercambio térmico, con línea de aire comprimido o filtrante	Máximo 30 minutos	90 min. incluido el tiempo para sacarse el vestido	2 veces trabajo ligero / 3 veces uso < 15 min

Fig. 15. Recomendaciones sobre la utilización y los periodos de trabajo y de descanso

En equipos complicados, cuando su utilización no es habitual, o cuando se cambia de modelo aunque sea del mismo tipo de equipo, hay que repetir los entrenamientos con la continuidad necesaria hasta que se compruebe que la persona usuaria conoce correctamente el funcionamiento del equipo y sus limitaciones.

Se recomienda que el equipo de protección individual de las vías respiratorias no se utilice, generalmente, durante más de dos horas seguidas y que se intercalen periodos de descanso de, al menos, media hora entre periodos de utilización. No obstante, este criterio general puede ser modificado en función del esfuerzo que requiera la tarea y el tipo de equipo de que se trate.

Se debe tener muy en cuenta que la persona usuaria no se saque el equipo durante la tarea que comporta riesgo, aunque sea por un periodo muy corto de tiempo.

En la *figura 15* se dan una serie de recomendaciones sobre la utilización y los periodos de trabajo y descanso, así como sobre el número de tareas que se pueden llevar a cabo en una jornada de trabajo de 8 horas.

Tiempo de servicio

El tiempo de servicio de un equipo de protección de las vías respiratorias se define como el tiempo que es capaz de suministrar aire respirable a la persona usuaria.

El tiempo de servicio es más fácil calcularlo para equipos aislantes que para equipos filtrantes, ya que en éstos últimos depende también del grado de la contaminación, la humedad y la temperatura del local, y de la forma de respirar de la persona usuaria.

FILTROS DELANTE DE PARTÍCULAS

El tiempo de servicio de los filtros P1 y P2 se puede estimar calculando el tiempo que transcurre hasta que le llega al filtro 1g de contaminante en polvo, por lo tanto, suponiendo un caudal de respiración medio de 30 litros/min, el tiempo de servicio será:

$$T. \text{ Servicio} = \frac{550}{C}$$

Donde:

T. Servicio: horas

550 es un valor constante

C: mg/m³

Si la duración es de más de un día, o son tareas esporádicas dentro de la jornada laboral, se guardarán convenientemente los filtros y las mascarillas para poder utilizarlos en la jornada siguiente. No se aconseja utilizar filtros con partículas durante más de 15 días.

Los filtros P3, recomendados para polvo o nieblas líquidas de productos tóxicos, e incluso productos radiactivos, se cambiarán diariamente.

FILTROS ANTE GASES Y VAPORES

El tiempo de servicio de estos filtros es mucho más complicado de determinar, sin embargo, con la finalidad de obtener una idea orientativa, se puede aplicar el criterio siguiente:

$$T. \text{ Servicio} = \frac{K}{C}$$

Donde **T. Servicio** es el tiempo de servicio en horas, **K** es una constante indicativa del filtro y **C** es la concentración del contaminante en el ambiente expresada en ppm.

Si la humedad relativa del ambiente es superior al

75%, se tiene que aplicar el criterio de dividir T. Servicio por:

1,5 cuando está comprendida entre el 75% y el 85% y 2,0 cuando está comprendida entre el 85% y el 100%.

En el caso de filtros de vapores orgánicos, si la temperatura es superior a 25° C, se tiene que dividir además por:

1,5 si la temperatura está comprendida entre 25° C y 30° C
2,0 si la temperatura está comprendida entre 30° C y 35° C

Los diferentes valores de la constante **K** se indican a continuación:

FILTRO	K	FILTRO	K	FILTRO	K
A1	750	A2	1500	A3	5000
B1 Cloro	150	B2 Cloro	500	B3 Cloro	2000
B1 H2S	300	B2 H2S	1500	B3 H2S	5000
B1 HCN	200	B2 HCN	750	B3 HCN	2500
E1	150	E2	500	E3	2000
K1	400	K2	1500	K3	5000
NO-P3	500	Hg - P3	100	-	-

Los filtros NO P3, Hg-P3, SX y AX se tienen que utilizar como máximo durante una jornada laboral.

EQUIPOS AISLANTES

Los equipos aislantes semiautónomos tienen un T. Servicio casi ilimitado, ya que sólo dependen de la fuente de aire respirable, del ambiente no contaminado o del compresor que lo suministre.

En el caso de equipos autónomos de circuito abierto, el T. Servicio está en función del volumen y la presión de las botellas que lleva la persona usuaria. Se calcula el volumen de aire disponible a la presión atmosférica, y así se puede estimar su duración *a priori*, siempre que éstos sean utilizados por personas especialmente entrenadas en su uso, y en base al consumo de aire de la persona usuaria.

El consumo de aire de un trabajador viene determinado por la clase de trabajo que se tiene que hacer:

Trabajo ligero: Hasta 20 l/min

Trabajo medio o relativamente pesado:

De 20 a 40 l/min

Trabajo duro o muy pesado: De 40 a 100 l/min

Por ejemplo, si el equipo consta de dos botellas, cada una de 5 litros de capacidad, cargadas a 200 bares, la duración estimada puede ser:

Trabajo ligero: Más de 50 min.

Trabajo medio relativamente pesado:

De 25 a 50 min.

Trabajo duro o muy pesado: Menos de 25 min.

En los equipos autónomos de circuito cerrado, el T. Servicio está en función del volumen y la presión de la botella de oxígeno (gas o líquido) que acompaña el equipo.

OTROS CONCEPTOS QUE HAY QUE TENER EN CUENTA

Factor de protección

Es la relación existente entre la concentración del contaminante en el ambiente y la concentración de éste en el interior del equipo de protección respiratoria:

$$F. P. = C. \text{ exterior} / C. \text{ interior}$$

Este valor, asignado a cada equipo, nos indica hasta qué límite de concentración ambiental de contaminante nos podemos enfrentar. Por eso, lo único que tenemos que hacer es multiplicar el factor de protección por el límite de exposición (L.E):

$$\text{Concentración ambiental} = F.P \times L.E$$

(Cuanto mayor sea F. P., mayor será la protección del equipo)

A continuación se muestran los factores de protección teóricos de algunos equipos con marcaje CE. (Figs. 16 y 17)

EQUIPOS FILTRANTES	MARCAJE	F.P.
Mascarillas autofiltrantes	FFP1	4
	FFP2	12
	FFP3	50
Mascarilla + filtro partículas	P1	4
	P2	12
	P3	50
Máscara + filtro partículas	P1	5
	P2	12
	P3	1000
Mascarilla + filtro químico	A, B...1	50
	A, B...2	
	A, B...3	
Máscara + filtro químico	A, B, ...2	2000
	A, B...3	
Equipo con ventilador: Acoplado a casco o capucha + filtro partículas	THP1	10
	THP2	20
	THP3	500
Acoplado a máscara + filtro partículas	TMP1	20
	TMP2	100
	TMP3	2000

Fig. 16. Factores de protección teóricos de equipos filtrantes

EQUIPOS AISLANTES	F.P.
SEMIAUTÓNOMOS	
De aire libre + máscara	2000
De aire libre con ventilador a motor	
Con mascarilla	50
Con máscara	2000
Con capucha	200
De línea de aire comprimido	
De flujo continuo	1000
A demanda de vacío	
Con mascarilla	50
Con máscara	2000
A demanda de presión positiva	
Con mascarilla	2000
Con máscara	50000
AUTÓNOMOS	
De circuito abierto	
A demanda de vacío	2000
A demanda de presión positiva	50000
De circuito cerrado	
	2000

Fig. 17. Factores de protección teóricos de equipos aislantes

Resistencia a la respiración

Es la que ofrece el equipo de protección respiratoria al flujo de aire durante la inhalación o la exhalación. Cualquier tipo de equipo de protección de las vías respiratorias produce un aumento del esfuerzo respiratorio de la persona usuaria.

La resistencia a la apertura y al cierre que ofrecen las válvulas de inhalación y exhalación, o el hecho de que el aire tenga que pasar a través de un filtro para ser purificado, implica que el equipo ofrezca una resistencia a la respiración que tiene que ser medida y valorada, para considerarlo en óptimas condiciones de uso.

Capacidad de protección

Característica de filtros químicos o combinados que viene determinada por el tiempo que tarda a saturarse de contaminante el lecho de carbón activo.

Este tiempo de saturación se calcula mediante ensayos en el laboratorio con gases con concentraciones de contaminantes normalizadas.

Eficacia de filtración

Característica de filtros contra partículas o combinados que viene determinada por el porcentaje de penetración de contaminante que pasa a través de un filtro de partículas.

Se calcula mediante ensayos en el laboratorio con aerosoles normalizados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Del Pino, F (1994). *Equipos de protección individual*.
- *Recomendaciones para la selección y uso de equipos de protección respiratoria UNE - CR 529*, febrero 1998.
- *Real decreto 1407/1992*, de 20 de noviembre, BOE 28-XII-1992.
- *Real decreto 773/1997*, de 30 mayo, BOE 12-VI-1997.
- *Guía Técnica Equipos de Protección Individual*. INSHT.
- *Higiene industrial: manual para la formación del especialista*. Lex Nova.