

3

Protección Respiratoria y Métodos de Filtración de Partículas

**Elena Costa. Supervisor Técnico. Productos de Protección Personal.
3M España, S.A.**

La eficacia de una mascarilla autofiltrante depende del material filtrante utilizado en su fabricación, pero también de otros factores igualmente importantes como son el diseño, la comodidad o el ajuste facial. Queremos abordar este tema en una serie de artículos y éste es el primero de ellos. A continuación hablaremos de las partículas que representan un riesgo en el lugar de trabajo, y de cómo funcionan las mascarillas de filtración para eliminar este riesgo. En primer lugar definiremos partículas ambientales y los riesgos por inhalación. A continuación haremos un repaso a los mecanismos de filtración para eliminar partículas.

I. Partículas en el aire

Las partículas ambientales, también llamadas “aerosoles” se definen como partículas sólidas o líquidas dispersas en el aire. Pueden provocar problemas de salud a corto o largo plazo, es decir efectos agudos o efectos crónicos. Aquellas partículas con un diámetro superior a 100 micras caen con rapidez; no quedan suspendidas suficiente tiempo en el aire para suponer un riesgo respiratorio. Sin embargo, las de menor tamaño quedan suspendidas por más tiempo y cabe la posibilidad de inhalarlas. Las partículas de menos de 10 micras se denominan “respirables”, puesto que pueden llegar hasta la zona pulmonar donde se produce el intercambio de gases (alveolos).

Polvos, nieblas y humos

Los aerosoles se pueden presentar en forma de polvo, nieblas o humos:

POLVO

El polvo en suspensión se forma cuando un material sólido se rompe en partículas finas por una fuerza o acción mecánica como lijado, pulido, esmerilado, etc. En otras ocasiones se produce polvo simplemente al trasvasar un material sólido de un recipiente a otro. Ejemplos son el polvo de cemento y las virutas de madera y metal. En actividades como el trabajo en canteras, minas, trabajos de demolición o fabricación de materiales cerámicos nos encontramos con otros tipos de polvo, como el de carbón, el de sílice o el de talco. En la industria química y farmacéutica se puede producir también exposición a materiales en polvo (proteínas, antibióticos y polímeros plásticos).

En algunos casos el polvo puede estar en forma de fibras, como el amianto, fibra de vidrio u otras fibras minerales artificiales. Una partícula se considera una fibra si es, por lo menos, tres veces más largas que ancha. Esta característica hace a las fibras más propensas a que se depositen en las vías respiratorias.

NIEBLAS

Las nieblas están formadas por pequeñas gotas en suspensión, provenientes de salpicaduras o de la pulverización de un líquido. Como ejemplos tenemos las nieblas de aceite generadas en operaciones de corte y pulido de metales, nieblas de pintura o nieblas de productos fitosanitarios cuando estos se pulverizan. Queremos hacer hincapié en que las nieblas no son vapores. Aunque puede suceder que los componentes líquidos de una niebla tengan tendencia a evaporarse, y en ese caso será necesario, además del filtro de partículas, el uso de un filtro de carbón activo.

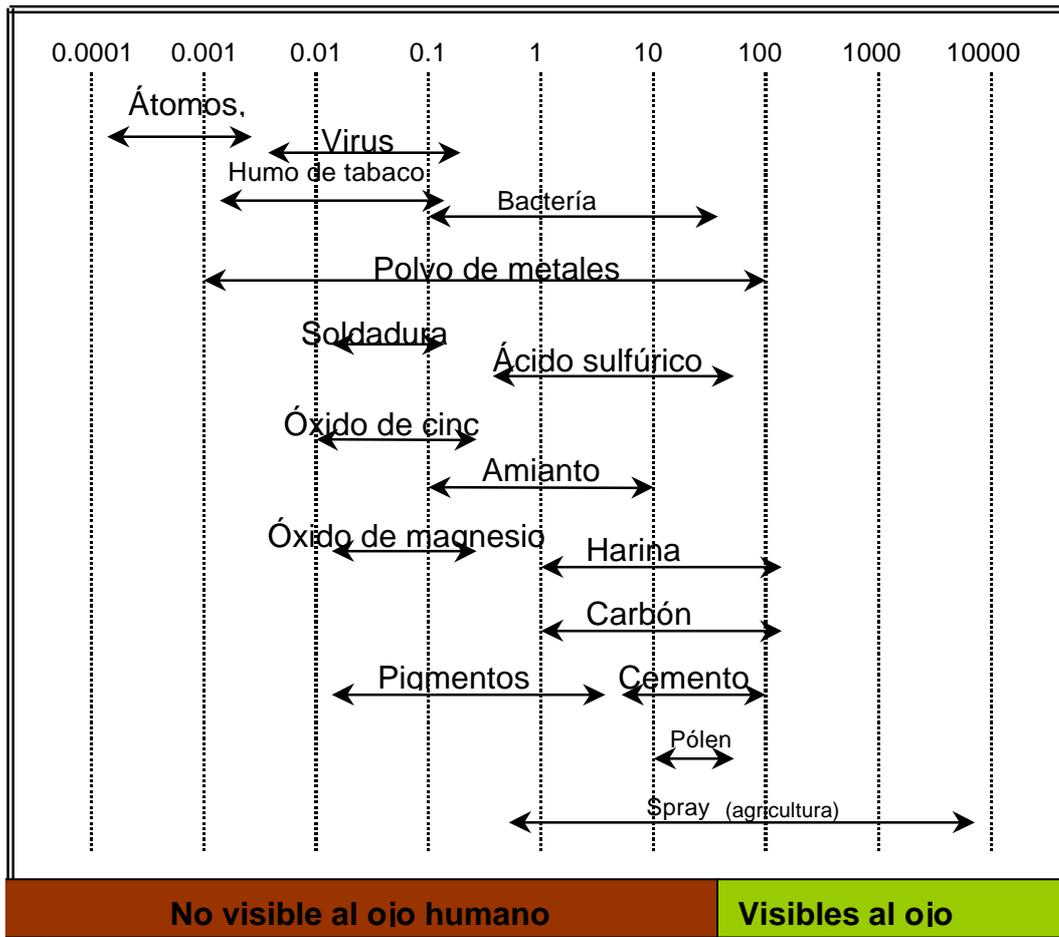
Otros ejemplos de polvo y nieblas son los bioaerosoles producidos en ciertas actividades agrícolas o industriales como la manipulación de cereales, ganadería, panaderías, fabricación de cerveza, industria textil, manipulación de residuos. También en algunas actividades sanitarias pueden estar presentes aerosoles conteniendo virus o bacterias.

HUMOS

Los humos se generan cuando un material, por ejemplo un metal o un plástico, se calienta hasta fundirse, se evapora y después se enfría rápidamente, formando partículas sólidas muy finas. Las partículas de humo tienen diámetros normalmente inferiores a 1 micra. En la mayoría de los casos las partículas calientes reaccionan con el aire y se oxidan formando óxidos metálicos. En operaciones de corte y soldadura se generan humos provenientes de metales fundidos.

A veces podemos estar ante varios tipos de aerosoles al mismo tiempo. La soldadura, por ejemplo, puede producir polvo y humos.

En la figura 1 se muestran los tamaños de partícula más comunes de algunos contaminantes ambientales en forma de partícula. El humo de un tabaco tiene un tamaño medio de 0,15 micras. El polen mide entre 20 y 50 micras. Como ya se ha dicho, las partículas menores de 10 micras se consideran respirables. Las partículas inferiores a 100 micras se consideran inhalables, es decir, son capaces de entrar en las vías respiratorias pero no llegan a pasar las primeras barreras de defensa de nuestro organismo y quedan depositadas al nivel de la nariz.



Ejemplos de diversos tamaños de partículas

II. Filtros para Partículas

Al pensar en un filtro, solemos imaginarnos un tamiz cuyos orificios son menores que las partículas filtradas. De esta forma funcionaría un "filtro absoluto" y su mecanismo consistiría en cribar las partículas. Estos filtros ofrecen una resistencia alta al paso del aire y se obstruyen rápidamente, por lo que no resultan prácticos ni cómodos en el caso de un filtro respiratorio.

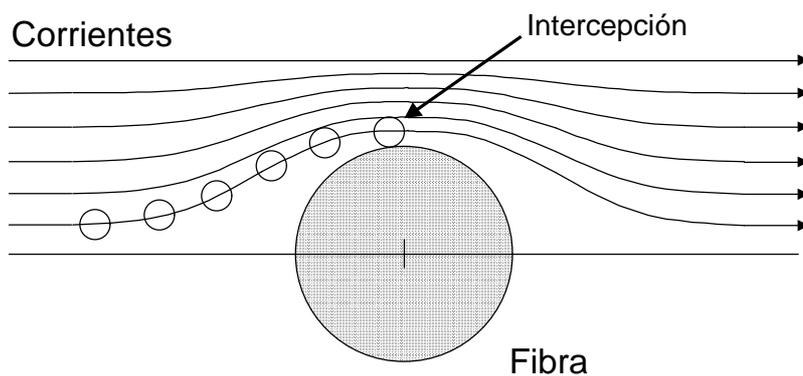
Los filtros de equipos de protección respiratoria no suelen ser filtros absolutos. En muchas ocasiones los filtros son bastante porosos y los orificios son mayores que las partículas que queremos filtrar. Su función consiste en conseguir que las partículas queden retenidas en las minúsculas fibras que forman el filtro. Las fuerzas moleculares son lo bastante importantes como para que las partículas se adhieran a esas fibras.

En la actualidad los filtros no absolutos constituidos por fibras suponen la solución más práctica para los filtros de protección respiratoria. Se pueden diseñar a fin de que adquieran un grado particular de eficacia en la eliminación de partículas, cercana a la de los filtros absolutos, con una muy baja resistencia al paso del aire.

III. Mecanismos de Filtración

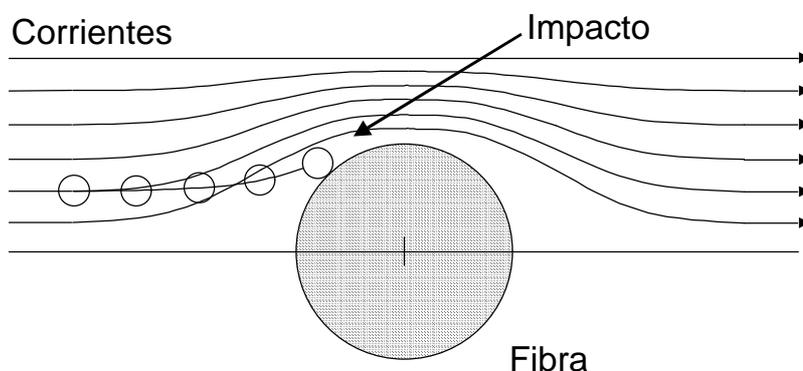
Los principales mecanismos de filtración consideran el comportamiento de las partículas en las corrientes de aire. Para representar más fácilmente los distintos mecanismos de captura, imaginémosnos una fibra perpendicular a una corriente de aire, tal y como se ve en las ilustraciones. Una buena comparación sería pensar que las corrientes de aire son carriles en una autopista y existe un obstáculo que ocupa más de un carril a la vez e interrumpe el tráfico.

Mecanismo de Captura por Intercepción



LA INTERCEPCIÓN es el único mecanismo de captura en el que las partículas no se desvían de su trayectoria. Cuando las corrientes se aproximan a una fibra, se dividen y comprimen para bordear la fibra, y se vuelven a desplegar al otro lado. Si existe una partícula en la corriente y se aproxima a una determinada distancia de la superficie de la fibra, ésta la captura. Cuanto mayor sea la partícula, más probabilidades tendrá de quedar atrapada. Volviendo al ejemplo de la circulación, si un camión con remolque trata de cambiar de carril, como la carga es muy ancha, choca con el obstáculo.

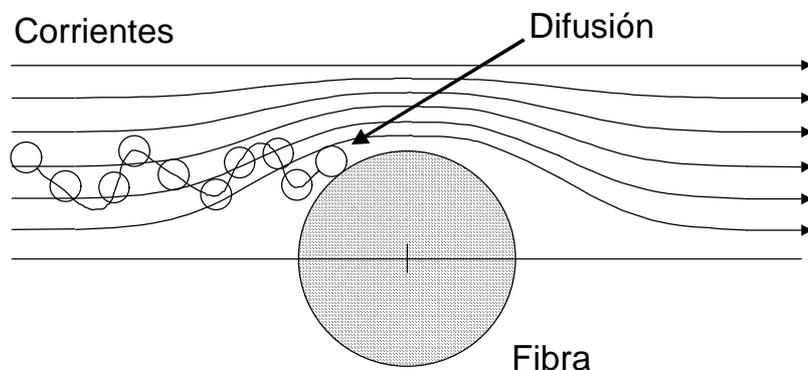
Mecanismo de Captura por Impacto



IMPACTO POR INERCIA. Cuando la dirección del flujo que transporta una partícula con la inercia suficiente sufre una modificación brusca, como muestra la ilustración, la partícula intenta seguir su trayectoria y choca con la fibra. El grado de inercia de la partícula depende de su tamaño, densidad, velocidad y forma. En nuestro ejemplo, un camión grande con una carga pesada se desplazaría hacia el obstáculo a gran

velocidad. El camión grande tendrá dificultad para cambiar la trayectoria, mientras que vehículos más pequeños pueden esquivar el obstáculo más fácilmente.

Mecanismo de Captura por Difusión



LA CAPTURA POR DIFUSIÓN ocurre principalmente en las partículas pequeñas y de poco peso. Las partículas pequeñas están en continuo movimiento y atraviesan las corrientes con un movimiento desordenado y al azar. La probabilidad de que toquen una fibra aumenta al mostrar una mayor actividad de difusión. En la autopista, un conductor con un nivel de alcohol en sangre muy superior al permitido puede que se cambie de carril sin orden ni concierto mientras avanza en el sentido general de circulación. Así aumentan las probabilidades de que la partícula sea capturada por la fibra del material filtrante.

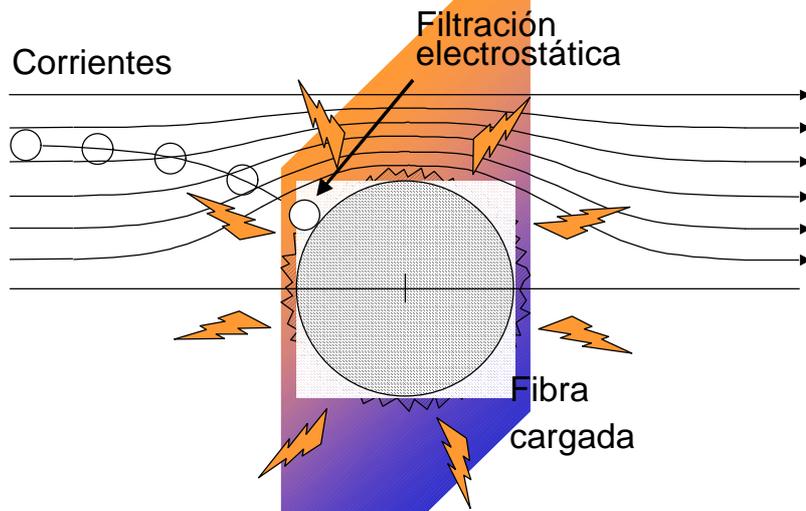
IV. Filtros mecánicos

Los mecanismos que acabamos de describir se presentan en todos los filtros utilizados en equipos de protección respiratoria. Los filtros que se basan en dichos mecanismos se denominan "mecánicos". La eficacia del filtro depende del número de fibras existentes para atrapar las partículas ambientales. Cuantas más fibras haya, más difícil será que el aire pase a través de ellas, por lo que para que los filtros mecánicos resulten eficaces suelen presentar una alta resistencia al paso del aire, es decir, "*resistencia a la respiración*".

V. Filtros electrostáticos

La eficacia de los filtros puede incrementarse aplicando a la fibra una CARGA ELECTROSTÁTICA PERMANENTE. En los filtros mecánicos las partículas deben chocar con las fibras para que se produzca la filtración. Lo que hacen las fuerzas electrostáticas de un filtro cargado es desviar las partículas de su trayectoria y atraerlas hacia las fibras, donde quedan atrapadas. En nuestro ejemplo de circulación, el obstáculo lleva un gigantesco electroimán. Cualquier vehículo de acero es desviado de su trayectoria inmediatamente y es atraído por el obstáculo. Gracias a esta capacidad de atracción incrementada, es necesario emplear menos material filtrante para obtener la misma eficacia que en un filtro mecánico, y en consecuencia se obtiene una menor resistencia a la respiración que en un filtro mecánico.

Mecanismo de Captura Electrostático



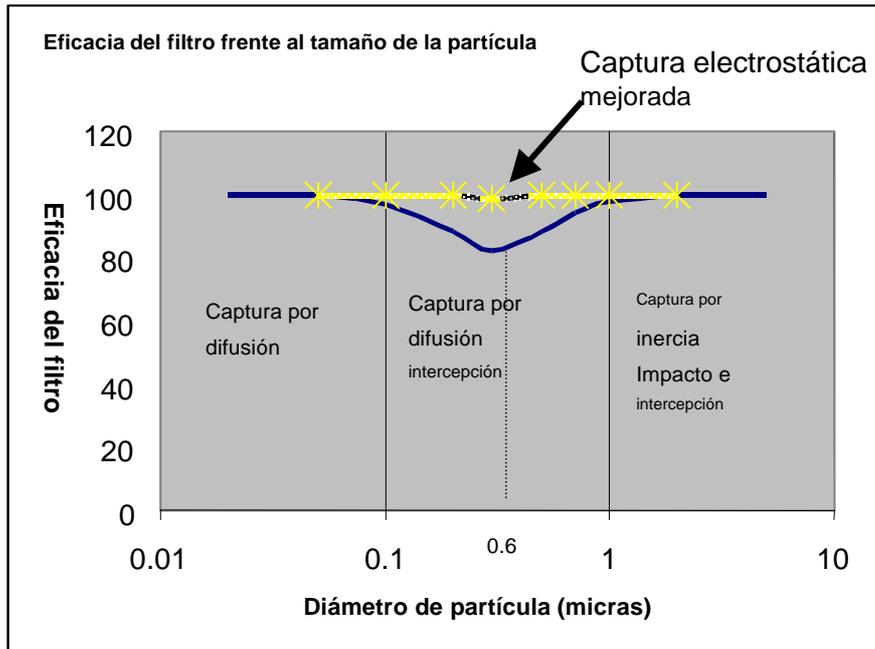
VI. Combinación de filtros mecánicos y electrostáticos

Algunos filtros se valen principalmente de su carga electrostática para filtrar partículas pequeñas. Su nivel de resistencia a la respiración es bajo, pero son menos eficaces que los filtros convencionales en el filtrado de aerosoles con una carga mínima. Un ejemplo de este tipo de aerosoles es la niebla de aceites de corte. En consecuencia el filtro ideal es un filtro que combina características mecánicas y electrostáticas. Estos tipos de filtros presentan una menor resistencia a la respiración que los filtros puramente mecánicos, pero son mejores en la filtración de nieblas de aceite u otros aerosoles con "carga mínima" que los filtros puramente electrostáticos.

VII. El tamaño de las partículas frente a la eficacia del filtro

En los siguientes esquemas se muestra el efecto combinado de los diferentes mecanismos de filtración para partículas de tamaños diversos. Aunque muchas personas se sorprendan, la *eficacia* (porcentaje de partículas capturadas) no disminuye a medida que lo hace el tamaño de las partículas, puesto que la difusión resulta muy eficaz para atrapar partículas muy pequeñas, de menos de 0.1 micras de tamaño. Cuando se utiliza un aerosol de cloruro de sodio, como se refleja en las Normas Europeas con las que se ensayan los filtros, la eficacia del filtro es menor en partículas de 0.6 micras de diámetro. Es lo que se denomina "tamaño de partícula más penetrante", y varía según el tipo de aerosol. En la práctica, la mayoría de los contaminantes que nos encontramos en el mundo laboral tienen tamaños de partícula mayores.

Es importante destacar que, según las Normas Europeas, la eficacia de filtración de una mascarilla o de un filtro para partículas se mide utilizando partículas del tamaño más penetrante. Lo que significa que la prueba se realiza en el peor de los supuestos. Por tanto, las partículas de mayor o menor tamaño se filtrarán con una eficacia incluso mayor. Por esa razón al seleccionar una mascarilla, resulta más importante la concentración ambiental del contaminante en el lugar de trabajo que el tamaño de la partícula.



Conclusión

Nos hemos acercado a los diferentes mecanismos de filtración para comprender mejor cómo protegernos contra los riesgos debidos a contaminantes en nuestro lugar de trabajo. Nos hemos ocupado solamente de los contaminantes en forma de partículas. Los mecanismos de filtración para gases y vapores son completamente diferentes. Si necesita protección frente a gases y vapores, deberá utilizar filtros que incorporen un adsorbente como el carbón activo (junto con filtros para partículas en caso de contar con ambos contaminantes a la vez).

Recuerde que el filtro es sólo uno de los elementos de la protección de la mascarilla. Obviamente, el diseño de otro factor importante, puesto que en él entran en juego factores como la comodidad, el ajuste, la aceptación por parte del trabajador y el mantenimiento. Resulta importantísimo, además, que la mascarilla se ajuste bien a la cara y que se lleve puesta siempre que nos encontremos en una zona contaminada. En el próximo artículo de esta serie trataremos de la comodidad y cómo contribuye a la protección de la mascarilla.