

# UNIDAD IX

## PROTECCION RESPIRATORIA

### INTRODUCCION

El aire puro está compuesto por una mezcla de gases en la siguiente proporción: 21% de Oxígeno, 78% de Nitrógeno y 1% de otros gases. Una persona según su actividad respira entre 5 a 10 litros de aire por minuto.

#### **Los Riesgos, su identificación y descripción.**

Los Polvos, humos y nieblas; son partículas que flotan en el aire. A veces no se ven ni las huelen, pero, atrapadas en el sistema respiratorio, causan daños de corta o larga duración y posibilidad de muerte. Los polvos son causados por moliendas, lijado, compresión y trituración. Los humos, por operaciones de alta temperatura como soldadura, fundición o trabajos en hornos. Las nieblas se forman donde se rocía, mezcla y limpia. Los virus y/o bacterias presentes que son un riesgo biológico para las personas.

Las partículas menores a 10 micrones no alcanzan a ser filtradas por las defensas del aparato respiratorio y pueden penetrar según su tamaño hasta las partes más profundas del sistema respiratorio, produciendo enfermedades mortales. Los síntomas de estas enfermedades normalmente no son de cuadros agudos que puedan ser detectados en forma inmediata, la aparición de los síntomas es muy tardía a los efectos profilácticos y los daños son irreversibles. Los agresores higiénicos como son el plomo, el cadmio o el mercurio, entre

otros, pueden pasar de los pulmones al torrente sanguíneo y alcanzar órganos como lo riñones, el cerebro y el hígado, provocando graves enfermedades.

Los gases y vapores, invisibles, están en el aire a temperatura ambiente. Irritan el sistema respiratorio y causan males de corta o larga duración y aún la muerte, si están muy concentrados. Los gases provienen de procesos químicos y operaciones de alta temperatura. Los vapores pueden ser encontrados en los lugares donde hay solventes para limpieza, diluyentes, pinturas y en refinerías. Los polvos, humos y nieblas; pueden irritar la nariz, la garganta y las vías respiratorias superiores. Algunas partículas, según su tamaño y naturaleza, pueden pasar a los pulmones y perjudicar los tejidos. Ocasionando graves trastornos en la salud.

Los gases y vapores; pueden pasar rápidamente a los pulmones y de allí al torrente sanguíneo perjudicando así a órganos internos y en particular al cerebro.

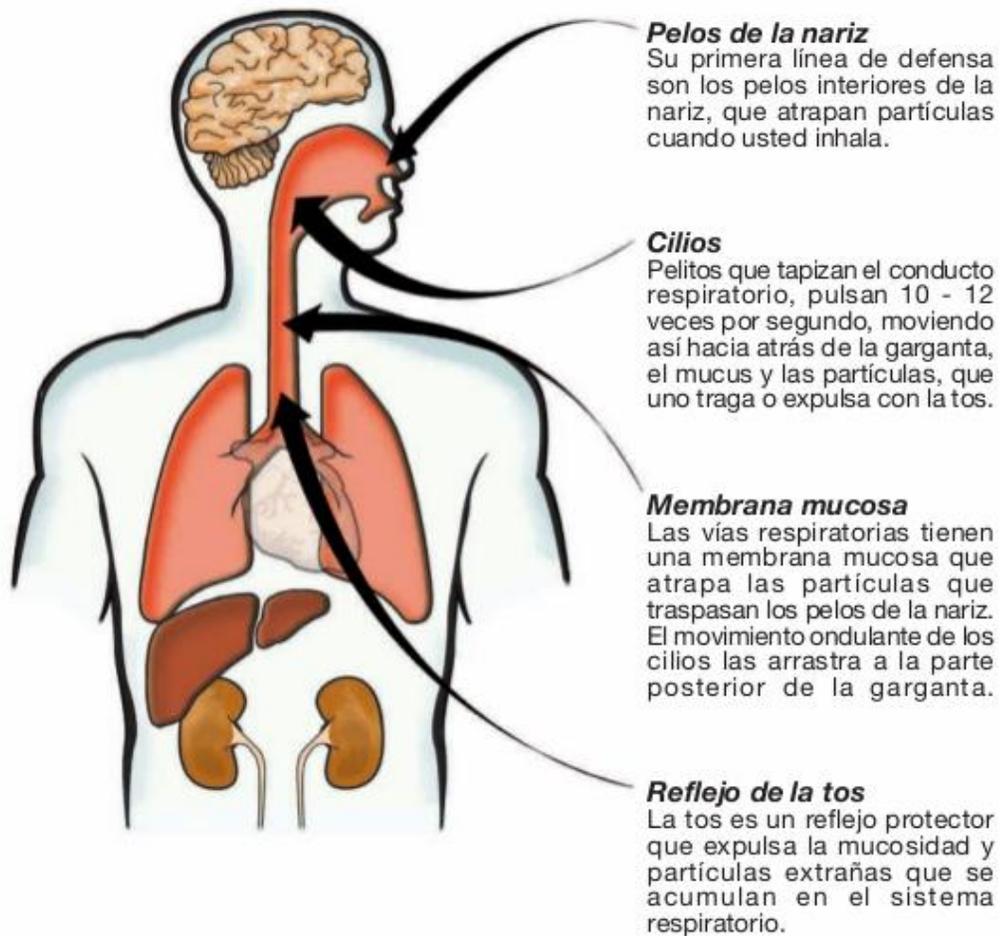
La escasez de Oxígeno en el aire es grave, produce dolor de cabeza y mareos aumentando los latidos del corazón. Puede perjudicar al cerebro, traer inconsciencia y parar el corazón. **La Deficiencia de oxígeno** ocurre cuando el nivel de oxígeno en el ambiente es de menos de 19.5%. Puede ser causada por reacciones químicas, fuego o desplazamiento de otros gases. La escasez de oxígeno puede ocurrir además en lugares cerrados como tanques o largas tuberías.

**Temperaturas extremas** el aire extremadamente caliente o frío puede dañar el sistema respiratorio dependiendo de cuánto tiempo se esté expuesto a estas temperaturas. Actividades que se realizan a altas temperaturas, como en calderas u hornos, y en temperaturas muy frías, como en un cuarto frigorífico

o congelador. El aire muy caliente o muy frío daña el tejido de la nariz, la boca, la garganta y los pulmones y dificulta la respiración.

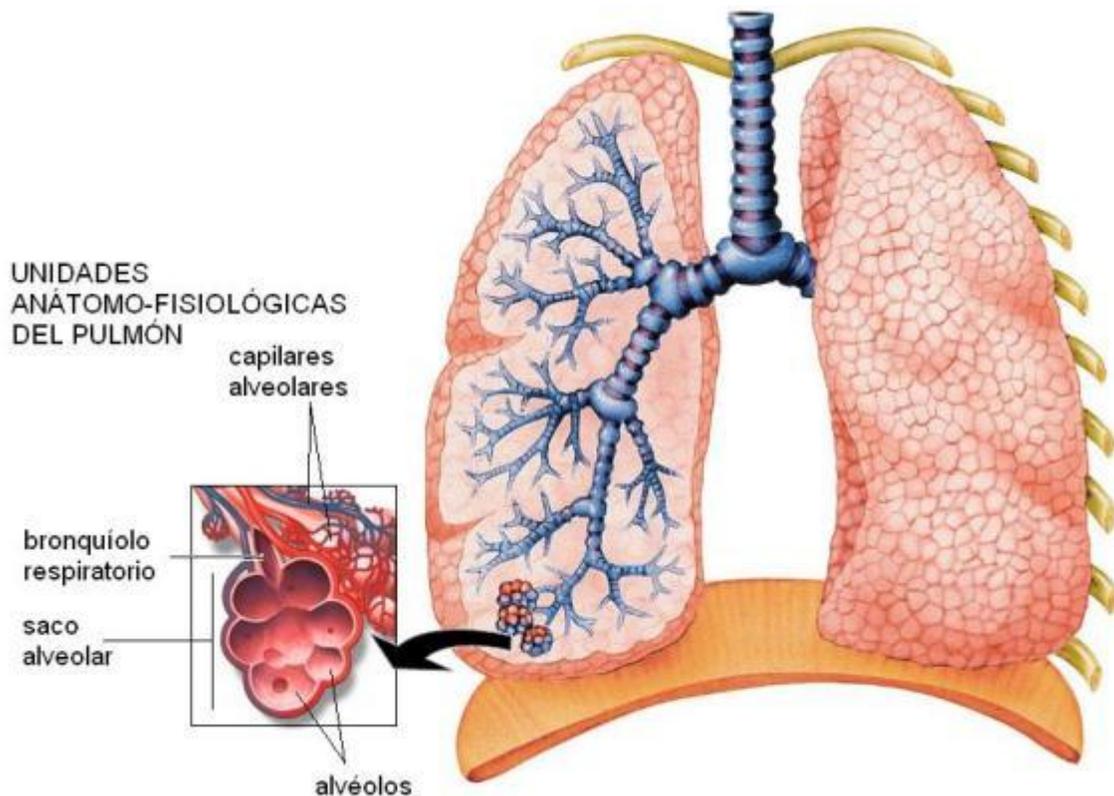
## LA PROTECCION NATURAL DEL CUERPO

El cuerpo humano tiene un prodigioso sistema respiratorio que lleva aire y oxígeno a los pulmones y elimina productos de desecho. Aunque uno esté al aire fresco y normal, las defensas del organismo siguen funcionando para limpiar y purificar el aire que respira.



### **Respiración normal**

La nariz entibia, enfría y humedece el aire que uno respira. Las vías respiratorias superiores llevan aire a los pulmones. Las inferiores se ramifican y terminan en sacos de aire llamados alvéolos. Ahí el oxígeno pasa a la sangre y los desechos vuelven a los pulmones para ser exhalados.



## TIPOS DE CONTAMINANTES

En algunas industrias, el aire contaminado por polvos, humos, neblinas, vapores o gases potencialmente nocivos puede ser perjudicial para el trabajador. Es importante controlar la exposición a estos materiales para reducir el riesgo de enfermedades profesionales causadas por respirar el aire contaminado. La mejor forma de controlar la exposición es reducir al mínimo la contaminación en el lugar de trabajo.

Estos contaminantes que se encuentran en la industria se clasifican en:

### ❖ **Partículas.**

- Polvos
- Nieblas
- Humos

➤ Hongos, virus y bacterias.

❖ **Gases.**

❖ **Vapores.**

**Polvos:** Se genera cuando el material sólido se fracciona en partes más pequeñas, por ejemplo en operaciones de lijado, triturado, aserrado, esmerilado, soldadura, etc.

Cuanta más pequeña es la partícula, más tiempo permanece suspendida en el aire y más fácil será de inhalar.

**Nieblas:** Dispersión de partículas líquidas, lo suficientemente grandes para ser visibles a simple vista originadas por condensación del estado gaseoso o dispersión de un líquido por procesos físicos. Ejemplo neblinas de pintura.

**Humos:** Son partículas más pequeñas que las de polvo, resultando de una combustión incompleta de materia orgánica, constituida predominantemente por carbón, hollín u otros materiales combustibles. Para el caso de *humo metálico*, son partículas sólidas dispersas, generadas por fundición o sublimación de metales fundidos. Para el primer caso tenemos como ejemplo la combustión de la madera.

**Hongos, virus y bacterias:** Recientemente se ha incrementado el interés en el uso de respiradores para ayudar a protegerse de ciertos peligros biológicos que pueden diseminarse por el aire (caso COVID 19). Las enfermedades que pueden ser causadas por inhalación de organismos biológicos suspendidos en el aire incluyen tuberculosis (TB), hantavirus, ántrax, coronavirus (incluyendo SARS, MERS, y otras) y la influenza.

**Gases:** Fluido que no tiene forma ni volumen propio, que se expande y tiende a ocupar todo el lugar disponible. El gas tóxico más común es el monóxido de

carbono. Otros gases son por ejemplo, el dióxido de carbono, sulfuro de hidrogeno, cloro, dióxido de azufre, amoniaco, etc.

**Vapores:** Fase gaseosa de una sustancia que en condiciones normales de presión y temperatura, es líquida o sólida. Por ejemplo, la nafta, solventes de pintura, etc.

## **EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA LAS VIAS RESPIRATORIAS**

El término, equipo de protección para las vías respiratorias, designa a todos aquellos aparatos y dispositivos diseñados para proteger al trabajador contra la respiración de los contaminantes del aire. Estos contaminantes comprenden una gama bastante variada de polvos vapores, emanaciones y gases tóxicos e incluyen sustancias que sin ser tóxicas son molestas al operario (fuera del agua y el aire puro todo lo demás pasa a ser tóxico, ejemplo polvo generado por el molino de harina).

Las “entradas” al aparato respiratorio son la nariz y la boca. Para que un equipo de protección respiratoria funcione debe estar aislado por un cierre que, de algún modo, separe el aparato respiratorio del usuario del medio respirable, y que al mismo tiempo permita la entrada de una cantidad suficiente de oxígeno

Se calcula que el 75% de las sustancias que se utilizan en la industria se incorporan al organismo por vía inhalatoria, dañando las vías respiratorias. Por este motivo se han implementado programas de protección respiratoria; para que estos programas tengan éxito, se deben tener en cuenta ocho elementos básicos:

- Conocimiento de los peligros respiratorios
- Evaluación de los peligros respiratorios.

- Selección del equipo de protección respiratoria apropiado.
- Entrenamiento.
- Control de los peligros respiratorios.
- Administración.
- Inspección, mantenimiento y reparación apropiados.
- Supervisión médica.

Teniendo en cuenta el riesgo que significa que una persona esté expuesta en un ambiente contaminado con tóxicos o biológicos, es necesario confinar o ventilar el lugar, con el fin de eliminar o reducir los riesgos; en el caso de que esto no fuese posible, se debe dotar de equipos respiratorios a las personas expuestas.

Es importante un buen control técnico, el cual debe ser efectivo. Por ninguna circunstancia, esto debe ser reemplazado por un equipo de protección personal; éste sólo debe ser considerado como último recurso o como protección transitoria.

El control de los riesgos debe ser tenido en cuenta desde los niveles de diseño del proceso de equipos y planta; esto es, cuando las sustancias, materiales y materias primas pueden ser controlados de forma más efectiva.

Deben considerarse la encapsulación o el aislamiento del proceso, el empleo de materiales menos tóxicos, la ventilación por extracción adecuada, los filtros y los lavadores, etc.

# CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA

## 1. RESPIRADORES DEPENDIENTES DEL MEDIO AMBIENTE (Equipos de presión negativa)

Son aquellos que retienen al agresor, purificando de esta manera el aire del medio ambiente y dejándolo en condiciones de ser respirado por el trabajador.

Estos se clasifican en:

- 1a) Equipo de retención de partículas.
- 1b) Equipo de retención de gases o vapores.
- 1c) Equipo de retención de partículas y gases o vapores combinados.

ATENCIÓN importantísimo RECORDAR

- ✓ Si la concentración de oxígeno está por debajo de 19,5% **NO** se debe utilizar estos respiradores.
- ✓ Si no se conoce la concentración, debe recomendar un equipo con suministro de aire.
- ✓ No utilizar en los llamados **ambientes de Peligro Inmediato para la Salud y la Vida (IDLH)** o en espacios cerrados
- ✓ No utilizar si el operario tiene barba.

## 2. RESPIRADORES INDEPENDIENTES DEL MEDIO AMBIENTE (Equipos de presión positiva)

Son aquellos que no necesitan de la atmósfera para ser utilizados; estos equipos suministran el aire para la respiración humana, mediante sistemas o circuitos. Se clasifican en:

- 2 a) Equipo autónomo de circuito abierto y cerrado.

2 b) Equipo semiautónomo

b<sub>1</sub>) Sin asistencia de aire

b<sub>2</sub>) Con asistencia de aire

## 1. DEPENDIENTES DEL MEDIO AMBIENTE

Estos elementos de protección se clasifican en:

a) **Barbijos o respiradores**

b) **Semimáscaras.**

c) **Máscaras.**

a) **Barbijos o Respiradores:** Estos elementos de protección cubren la nariz y la boca; están constituidos por una pequeña bolsa que va ajustada a la cabeza por medio de bandas especiales. Podemos clasificarlos en:

- ***Barbijos de tela simple:*** están contruidos en tela simple de algodón, brin o frisa. Se usan en ambientes higiénicos (médicos, odontólogos, etc.). No sella a la cara del usuario. Son descartables. **NO se considera un EPR** (Elementos de Protección Respiratoria).



- ***Barbijos de confort***

No protege las vías respiratorias, no están certificados como un APR (por ningún ente de certificación), No autorizado por ANMAT/ FDA, no ensayada para evaluar su desempeño, usualmente una banda de sujeción, no sella a la cara del usuario. Son descartables



- **Barbijos de fibra celulósica o mascarara quirúrgica:** se diferencian de los de tela simple por el material del elemento filtrante, están confeccionados de géneros no tejidos (plásticos). Generalmente se construyen con tres capas SMS (ver figura). Puede tener un clip nasal.

Una máscara quirúrgica es un dispositivo de control de infecciones diseñado para ayudar a prevenir la propagación de la infección del aliento, gotas, exhalado **del usuario a personas** potencialmente susceptibles. Una máscara quirúrgica (puede estar autorizada por ANMAT/FDA para uso hospitalario) o sea cumplir ASTM F1862-07 o EN 14683.2019, puede ayudar a reducir la contaminación del ambiente al proporcionar una barrera para las gotas grandes expulsadas por el usuario. Sin embargo, dado que las máscaras quirúrgicas no se prueban de la misma manera que los respiradores, cualquier afirmación de "eficiencia de filtración" no se puede comparar directamente con los de un respirador. No sella a la cara. Son desechables. **NO se considera un EPR** por no estar certificado por NIOSH u otro organismo certificador.

**SMS = SPUNBOND/MELTBLOWN/SPUNBOND**



- **Respiradores livianos:** Los respiradores, **protegen al usuario** de partículas potencialmente peligrosas que se generan en el entorno de trabajo. Están compuestos por un respirador de género no tejido similar al anterior, provistos o no de una válvula unidireccional para una fácil exhalación y una sensación de frescura y comodidad. Posee un clip nasal, que se ajusta fácilmente. Algún modelo posee capas de carbón activado que eliminan muchos olores molestos brindando una mayor comodidad y productividad. Poseen bandas de sujeción. Las fibras pueden estar cargadas electrostáticamente para atrapar las partículas. Para personal de la salud se utilizan los **respiradores quirúrgicos**. **Son considerados EPR.**



### **Respirador quirúrgico**

Aprobado por NIOSH y ASTM F1862-07 o EN 14683:2019, está autorizado por ANMAT/FDA, sella a la cara del usuario, se utiliza para un procedimiento específico y luego se desecha. Posee dos correas de sujeción y clip nasal.

Todos estos respiradores la protección que brindan, es de acuerdo a como fueron **CERTIFICADOS**, según NIOSH, CE, NBR o bien por CHINA. Son descartables.

### **Ejemplo: Respirador 1860 3M**

Es resistente a los fluidos con el propósito de reducir la exposición a sangre y fluidos corporales para el personal



al cuidado de la salud, por lo que puede ser utilizada en cirugías.

- No contiene componentes de látex o hule natural.
- Puede ser utilizado durante la administración de fármacos a pacientes con SIDA
- Cuando se usa en forma correcta y en combinación con protección para los ojos cumple con el standard de OSHA para patógenos en la sangre.
- Proporciona una excelente filtración bacterial, protegiendo contra partículas generadas por el usuario

Los **respiradores certificados** **EPR** deben usarse en concentraciones que no superen la concentración de **10X T.L.V (CMP)**. Esto significa que quienes la utilizan sólo pueden exponerse a contaminantes específicos que tengan una concentración de 10 veces o menos de los límites permitidos por el Valor Umbral Límite (TLV) o el Límite de Exposición Permisible (PEL), como se establece en las Hojas de Datos Sobre la Seguridad de los Materiales (MSDS) o en las etiquetas de los recipientes de pesticidas y otras sustancias. La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) determina el TLV, y la Administración de la Salud y Seguridad Ocupacionales (OSHA) determina el PEL para sustancias peligrosas.

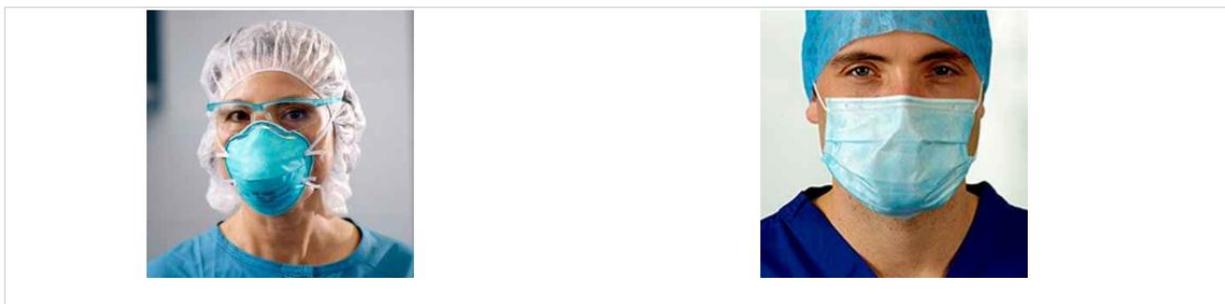
$$\text{Factor de protección} = \frac{\text{Concentración exterior de la sustancia de prueba}}{\text{Concentración interior de la sustancia de prueba}}$$

## **DIFERENCIA ENTRE RESPIRADOR CERTIFICADO y BARBIJO**

Si bien los **RESPIRADORES** desechables (*se dicen que son desechables por no tener pizas para cambiar*) tienen un aspecto similar a las mascarillas de uso médico o quirúrgico, estas están diseñadas para propósitos muy diferentes.

## RESPIRADOR CERTIFICADO

## BARBIJO



Los dos tipos de mascarillas también se ajustan de manera diferente. Los respiradores se ajustan herméticamente al rostro, mientras que las mascarillas de uso quirúrgico quedan más flojas. Los respiradores incluyen un filtro específico, mientras que las mascarillas de uso quirúrgico normalmente no lo incluyen. También difieren en cuanto al tiempo de desgaste y ciertas normas regulatorias.

### **b) Semimáscaras**

Estos elementos de protección cubren la nariz, boca y barbilla. Están equipadas, ya sea con cartuchos que atrapan gases y vapores, o filtros que atrapan partículas y purifican el aire al respirar.

Cada cartucho o filtro está hecho para un gas, vapor o partícula peligrosa específica. Algunos protegen contra una combinación de peligros.

Este tipo de respirador no suministra aire y **no se puede usar** en ambientes donde hay una deficiencia de oxígeno, en los llamados ambientes de Peligro Inmediato para la Salud y la Vida (IDLH) o en espacios cerrados.

Están compuestas por:

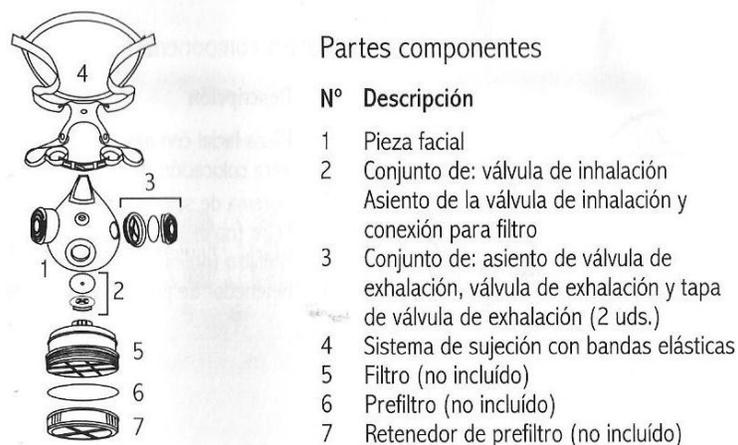
- Cuerpo de caucho modelado o PVC; debe ser flexible, anatómico, fácilmente higienizable, y es importante que no produzca alergias.
- Bandas de sujeción, elásticas o de caucho; son reguladas por medio de hebillas correderas.

- Válvula inhaladora; ésta evita que el aire exhalado pase a través del filtro, humedeciéndolo.
- Válvula exhaladora; es la salida del aire exhalado.
- Filtro; éste purifica el aire proveniente del medio ambiente. Está sujeto por un portafiltro, el cual puede contener uno o dos filtros.



El respirador purificador de aire de Semimáscara o media mascarilla tiene un factor de protección (PF) de **10**.

### Componentes de una Semimáscara de una vía.



### c) Máscaras

Son respiradores de cara completa proporcionan mayor protección que los de semimáscara, porque tienen una forma que permite que selle mejor alrededor de la cara y un protector facial que protege los ojos de sustancias peligrosas. El respirador de cara completa utiliza **el mismo** tipo de cartuchos y filtros que el de media cara. Los respiradores purificadores de aire de cara completa tienen las mismas limitaciones que los de media cara. Debido a que no suministran aire, no pueden usarse en ambientes con deficiencia de oxígeno, en ambientes IDLH o en espacios cerrados.

El respirador purificador de aire de cara completa tiene un factor de protección de **50**, lo que permite a quien lo usa exponerse a un contaminante específico en concentraciones de 50 veces o menos de los límites permisibles por el TLV o PEL.

Estos elementos de protección están compuestas por:

- Cuerpo de caucho natural sintético o PVC; soporta el visor y las válvulas, debe ser resistente y no debe degradarse al ser expuesto a los agresores.
- Superficie; debe ser suave, para asegurar un contacto hermético y cómodo para el rostro.
- Visor; debe estar construido con material inastillable, con cierta resistencia a los impactos y al ataque de agresores químicos. No debe distorsionar la visión y se construye con acetato o policarbonato.
- Marco de sujeción; debe estar construido con material metálico o plástico. Sujeta el o los visores a la máscara, por medio de un tornillo y una tuerca.
- Válvula exhaladora; es la salida obligatoria del aire exhalado;
- Válvula inhaladora; evita que el aire exhalado pase a través del filtro, humedeciéndolo.

- Arnés, por medio del cual se fija la máscara a la cabeza del operario; es construido con caucho moldeado o sintético.
- Deflector, dispositivo que direcciona el aire exhalado hacia la válvula correspondiente, para evitar el empañamiento del visor.
- Válvula fónica; es una membrana elástica que permite comunicarse con el exterior;
- Conexión, por medio de una rosca.



## **FILTRO**

Es un elemento que purifica el aire proveniente del medio ambiente; el tipo de filtro a utilizar va a depender del medio ambiente en el cual va a ser usado. Está compuesto por cartuchos plásticos o metálicos. Si la concentración de oxígeno está por debajo de 19,5% NO se debe utilizar filtros.

Se clasifica en tres tipos:

- a) **De retención mecánica:** se utiliza para retener material particulado.
- b) **De retención química:** se utiliza para retener gases o vapores.
- c) **De retención combinada:** se utiliza para retener material particulado y gases o vapores, ejemplo aerosoles.

Cuando la capacidad de los filtros es superior a los 500 cc, se sujetan al cuello por medio de un arnés y se conectan a la máscara por medio de una manga de caucho corrugado.

Los filtros de gran volumen tienen detectores por uso o por saturación; deben tener un rótulo en el cual se indiquen: fecha de fabricación, fecha de vencimiento (sin uso), concentración máxima.

### **Elección del respirador apropiado**

Debe basarse en:

- La naturaleza de la operación o del proceso peligroso;
- La clase del peligro respiratorio (incluye propiedades físicas y químicas, efectos psicológicos sobre el organismo, etc.);
- La ubicación del área de peligro con respecto a aquellas áreas que tengan aire respirable;
- El período durante el cual será necesario contar con protección respiratoria;
- Las actividades de los operarios en el área de peligro;
- El funcionamiento y las características físicas de los distintos tipos de respiradores.

### **Respiradores con filtro mecánico**

Ofrecen protección contra las sustancias presentes en el aire en forma de partículas, incluyendo polvos, nieblas, virus, bacterias, humos metálicos y carbonosos. No ofrecen protección contra gases, vapores o deficiencia de oxígeno.

Existen muchas clases de respiradores con filtro mecánico, especialmente diseñados para brindar protección contra distintos tipos de sustancias en forma

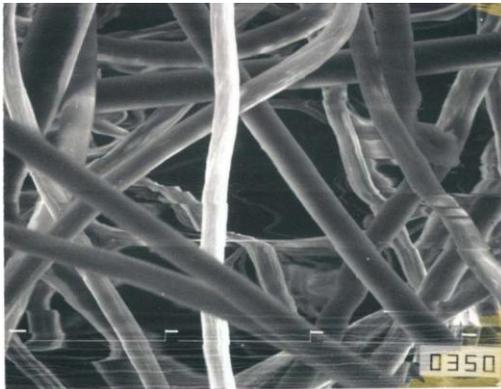
de partículas; en realidad, podría fabricarse un solo respirador, que ofreciera una protección efectiva contra toda clase de partículas, pero resultaría muy costoso y, quizá, demasiado molesto para la mayor parte de los usuarios. Es por eso que existen muchos tipos de respiradores, cada uno de ellos para un agente especial; esto se hace con el objeto de proporcionar la protección necesaria, pero de una manera más económica y eficiente.



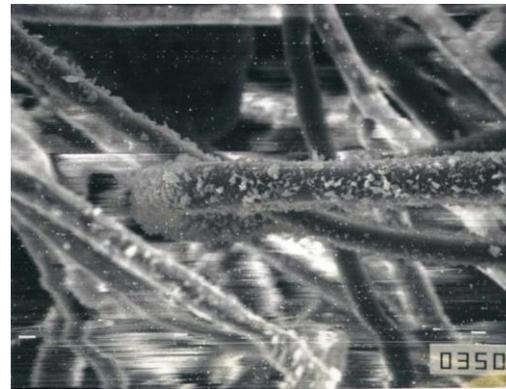
A tener en cuenta que tanto la estructura de los respiradores como los filtros son tejidos entrelazados con una estructura abierta de fibras orientadas al azar.

Otras consideraciones importantes:

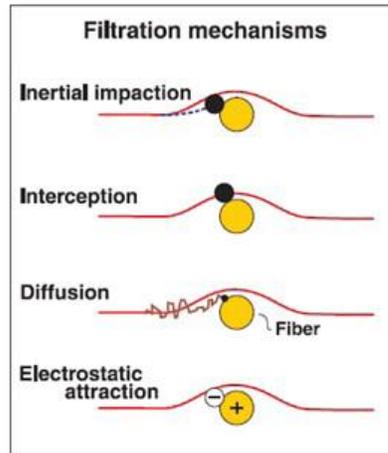
- Un filtro no es una malla tejida o red.
- Las partículas no son colectadas en la superficie del filtro.
- Partículas retenidas en las fibras, dentro del medio filtrante.



Observar espacio entre fibras



Observar las partículas atrapadas entre las fibras



### Respiradores con cartucho químico

Ofrecen protección contra concentraciones de ciertos gases y vapores (10 a 100 ppm en volumen de contaminante en el aire). Difieren de los respiradores de filtro mecánico, en los que llevan cartuchos conteniendo carbón activado con sustancias químicas en su interior que retienen los gases y vapores tóxicos por *adsorción*.

Existen cinco contraindicaciones para el uso de los cartuchos químicos; ellas son:

- No usarlos para protección contra materiales gaseosos que sean extremadamente tóxicos.
- No usarlos para exposiciones a sustancias gaseosas que no puedan ser detectadas claramente por su olor.
- No usarlos contra ningún material gaseoso en concentraciones que resulten muy irritantes para los ojos, sin llevar una protección ocular adecuada.
- No pueden ser empleados para la protección contra sustancias gaseosas que no sean interceptadas por los rellenos químicos usados (independientemente de su concentración).
- No usarlos cuando sea bajo el porcentaje de oxígeno en el ambiente.



### **Respiradores con combinación de filtro mecánico/químico**

Son aparatos que utilizan filtros para polvos, nieblas y humos, junto con un cartucho químico para exposiciones duales o múltiples. Dentro de esta categoría se usan respiradores con filtros mecánicos independientemente reemplazables, puesto que, normalmente, el filtro de polvo se tapa antes de que se agote el filtro químico.



## **DURACIÓN DE LOS ELEMENTOS FILTRANTES**

### **Polvos**

Todo elemento filtrante es desechable, ya sea un barbijo o un filtro. Cuanto más se satura uno de estos elementos, menor es el tamaño de partículas que se filtran. No obstante, la saturación se produce con cierto grado de humedad, y esto hace que se apelmace el polvo con las fibras del filtro, dificultando de ese modo la respiración; es en este momento cuando el elemento filtrante debe ser cambiado.

### **Gases**

La duración de estos filtros depende de varios factores, que son:

- Tipo del agresor.
- Concentración del agresor.
- Humedad relativa ambiente.
- Temperatura ambiente.
- Frecuencia respiratoria del usuario

### ¿Cómo trabajan los Filtros para Partículas?

Estos filtros cuentan con fibras cargadas electrostáticamente (medio electrostático avanzado) para atrapar partículas dentro del medio filtrante.

NIOSH 42CFR84 clasifica a los filtros para partículas en categorías basadas en la eficiencia mínima de filtración del respirador y el tipo de aerosol (sin aceite o con aceite) presentes en el medio ambiente de trabajo. La siguiente tabla muestra las nueve categorías.

			Eficiencia mínima de filtración		
Clase de filtro	Descripción	Aerosol de prueba	95%	99%	99,97%
N	"No para aceite"	Cloruro de Sodio - NaCl (sal)	N95	N99	N100
R *	"Resistente al aceite" Uso máximo de 8 hs. en ambientes oleosos	Di-octil ftalato - DOP (aceite)	R95	R99	R100
P *	"A Prueba de aceites" Ver recomendaciones del fabricante acerca de la duración de uso	Di-octil ftalato - DOP (aceite)	P95	P99	P100

\* Tienen restricción en el tiempo de uso en atmósferas que contienen aerosol de aceite

La primera parte de la clasificación de los filtros usa las letras N, R o P para indicar su capacidad de funcionamiento cuando se los expone a aceites.

"N" significa No resistente al aceite;

"R" significa relativamente Resistente al aceite; y

"P" significa muy resistente al aceite, o a Prueba de aceite.

Esta clasificación solo es importante en entornos de trabajo en que puede haber aceites, ya que en algunos casos pueden reducir la eficacia de los filtros. La segunda parte de la clasificación, el número, se refiere a la capacidad del filtro para eliminar el tamaño de partículas más penetrante durante las pruebas del peor de los casos posibles. Los filtros que eliminan al menos el 95 por ciento de esas partículas reciben una calificación de 95. Los que filtran al menos el 99 por ciento reciben una calificación de 99, y los que filtran al menos el 99.97 por ciento casi el 100 por ciento, reciben una calificación de 100. Con este método de clasificación vemos que un filtro N95 no es resistente al aceite y elimina al menos el 95 por ciento de las partículas más penetrantes.

Para determinar la eficiencia se prueban con partículas de 0,3 micras (son consideradas el tamaño de partículas más difíciles de filtrar).

En la actualidad la clasificación es de 7 se sacaron de circulación los filtros R99 y R100.

### **¿Cuándo debo reemplazar los filtros?**

Cuando se vuelva difícil respirar confortablemente (esto podrá variar de individuo a individuo).

- › El filtro se encuentra sucio u ocurre cualquier daño físico al filtro.
- › Si es utilizado en ambientes que contengan aerosoles de aceite, deseche los filtros de la Serie P después de 40 horas de uso o 1 mes, lo que ocurra primero.

## ¿Cómo trabajan los Cartuchos para Gases y Vapores?

Estos cartuchos contienen carbón activado para *adsorber* moléculas de gases o vapores. Se pueden agregar diferentes tratamientos químicos a la superficie del carbón activado para adsorber diferentes tipos de gases y vapores. Cuando los cartuchos alcanzan su capacidad, los gases o vapores pasan a través del mismo y llegan al usuario. Esto es conocido como “punto de saturación.”

## ¿Cuándo debo reemplazar los cartuchos para gases y vapores?

- › Cuando el cartucho haya pasado su fecha de vencimiento.
- › Cuando el contaminante pueda ser detectado dentro del respirador por el sentido del gusto o del olfato.

Para evitar el uso del Cartucho de Gases y Vapores más allá del tiempo de vida útil, tome las siguientes acciones:

- › Antes de su uso, verifique la fecha de expiración del cartucho.
- › Escriba la fecha en los cartuchos cuando los retire de su empaque.
- › Si en cualquier momento, usted detecta al contaminante por el gusto, el olfato o por alguna irritación abandone inmediatamente el área contaminada, y trate de ajustar su respirador, y/o cambiar los cartuchos del respirador.
- › Tome nota de cuánto tiempo duraron los cartuchos comparando la fecha de cambio de los mismos con la fecha registrada en ellos.

**Aclaración:** los filtros de partículas, filtros químicos y los respiradores tienen fecha de vencimiento, generalmente son de 5 años.

## REQUISITOS PARA LA PRUEBA DE AJUSTE

Sólo un respirador que se ajuste a la medida puede protegerle. La forma de la cara, el vello facial, los anteojos, dentadura postiza que no se lleva puesta,

pérdida o aumento de peso y algunas condiciones de la piel pueden afectar la forma en la que se ajusta el respirador. Toda persona a quienes les requiera el uso de equipo para protección de la respiración debe someterse a una prueba de ajuste antes de que se le entregue el equipo. Además, debido a que el sello de la mascarilla de respiración podría verse afectada, dicha prueba debe repetirse si la persona:

- Ha experimentado un cambio de peso de 10 kg o más.
- Tiene cicatrices faciales significativas en el área donde va el sello.
- Tiene cambios significativos en la dentadura (extracciones múltiples, sin reemplazar con dentadura postiza).
- Cirugía reconstructiva o cosmética.
- Cualquier otra condición que pueda interferir con el acoplamiento de la mascarilla.

### Ajuste del respirador

Solo un respirador bien ajustado puede protegerlo. Antes de usar cualquier respirador se requieren pruebas de ajuste



Si no se dispone de un buen ajuste no se debe entrar al área contaminada.

## Ajuste de respirador Semimáscara

Un respirador no funciona correctamente a menos que el ajuste sea perfecto a la cara, de lo contrario pasara aire contaminado por alrededor de sus bordes. Se debe realizar pruebas de ajuste positivas y negativas, con la finalidad de detectar filtraciones antes de entrar a la zona contaminada.



**Si se detecta fugas de aire, se debe realizar un reajuste de la tensión de las correas. Si no se puede lograr un buen ajuste, no entrar al sector.**

## MARCACION DE FILTROS SEGÚN CE

### Filtros de Partículas

Se codifican, según la norma europea, con el color blanco y con el símbolo P.

Se clasifican según la eficacia de filtración (% de penetración):

P1: Eficacia baja

P2: Eficacia media

P3: Eficacia alta

## Certificación europea, EN 149:2001 +A1:2010

Categorías	% de penetración a través del filtro		Invasión total de partículas %
	NaCl	Aceite de parafina	
FFP1	20	20	22
FFP2	6	6	8
FFP3	1	1	2

- Se clasifican en función de su rendimiento y de su fuga hacia el interior total máxima.
- Todos los respiradores libres de mantenimiento tienen que superar los ensayos relativos a filtros para aerosoles sólidos y líquidos base agua y aerosoles líquidos base aceite.
- Por ejemplo:

**FFP2:** que retienen más del 92% de las partículas, con una fuga hacia el interior  $< 11\%$  y  $< 8\%$  (para 46/50 y 8/10, respectivamente). Protegen en ambientes contaminados con hasta 10 veces el TLV/CMP.

**FFP3:** que retienen más del 99% de las partículas, con una fuga hacia el interior  $< 5\%$  y  $< 2\%$  (para 46/50 y 8/10, respectivamente). Protegen en ambientes contaminados con hasta 50 veces el TLV/CMP.

La mayoría de los protectores respiratorios pueden ser utilizados durante una sola jornada laboral, debiendo recambiar el protector para la próxima jornada. Ello viene indicado en la notación FFP según el siguiente esquema. Al adquirir el protector deberá solicitar al vendedor las especificaciones para verificar si el mismo es reutilizable o no.



Nota: Consulte la norma EN 529 para obtener más detalles

Según las normas EN

Tipo de equipo de protección respiratoria	Clase	FPN	FPA Fin	FPA A	FPA It	FPA Sue	FPA RU
Semimáscara con filtro EN 149	FFP1	4	4	4	4	4	4
	FFP2	12	10	10	10	10	10
	FFP3	50	20	30	30	20	20
Semicareta EN 140	P1	4	4	4	4	4	4
	P2	12	10	10	10	10	10
	P3	48		30	30		20
	GasX	50	20	30	30	20	10
Máscara EN 136	P1	5	4	4	4	4	4
	P2	16	15	15	15	15	10
	P3	1000	500	400	400	500	40
	GasX	2000	500	400	400	500	20

**FF** significa máscara filtrante del inglés “filtering facepiece”.

**FPN:** factor de protección nominal

**FPA:** factor de protección asignado

**De que nos protegen**

**FFP1:** Protección de tipo atóxico y no fibrogénicos de polvo. La inhalación puede afectar en el desarrollo de las condiciones de salud; también pueden irritar las vías respiratorias y causar olores desagradables. Poseen bandas de sujeción de color amarillo.

**FFP2:** Protección a polvo, humo y aerosoles. Estas partículas pueden ser fibrogénica, lo que significa que irritan el sistema respiratorio en el corto plazo y pueden resultar en la reducción de la elasticidad del tejido pulmonar en el largo plazo. Poseen bandas de sujeción de color azul.

**FFP3:** Protección frente a los tipos venenosos y perjudiciales de polvo, humo y aerosoles. Sustancias o agentes patógenos tales como virus, bacterias y

esporas de hongos oncogénicos y radiactivas se filtran por esta clase de protección de máscaras respiratorias. Poseen bandas de sujeción de color rojo.

Ejemplo

Si tengo un protector respiratorio que indique: **FFP3 NR** quiere decir que se trata de una media máscara filtrante (respirador), tipo P (partículas), Clase 3.

NR: no reutilizable

### Tabla comparativa de eficiencia

La eficiencia de filtración es uno de los requisitos de desempeño evaluados para la certificación. Estas pruebas están diseñadas para ser muy rigurosas. La tabla A contiene algunos de los requisitos mínimos de filtración de acuerdo con los estándares de EUA, Europa y China. Hay muchas variables de prueba que afectan el desempeño como el tipo de aerosol, el tamaño de partícula, caudal, si la carga electrostática del aerosol ha sido neutralizada al estado de equilibrio de Boltzmann, etc.

**Table A.** Requisitos de Filtración de acuerdo con los Estándares de EUA, Europa, y China

Estándar	Clasificación	Eficiencia de Filtro
NIOSH 42 CFR 84	N95	≥ 95%
NIOSH 42 CFR 84	N99	≥ 99%
NIOSH 42 CFR 84	N100	≥ 99.97%
EN 149:2001	PPF1 (pieza facial filtrante)	≥ 80%
EN 149:2001	PPF2 (pieza facial filtrante)	≥ 94%
EN 149:2001	PPF3 (pieza facial filtrante)	≥ 99%
EN 143:2000, EN 140:1999, EN136:1998	P1 (pieza facial elastomérica)	≥ 80%
EN 143:2000, EN 140:1999, EN136:1998	P2 (pieza facial elastomérica)	≥ 94%
EN 143:2000, EN 140:1999, EN136:1998	P3 (pieza facial elastomérica)	≥ 99.95%
GB2626-2006	KN/KP90	≥ 90%
GB2626-2006	KN/KP95	≥ 95%
GB2626-2006	KN/KP100	≥ 99.97%

## Filtros contra gases y vapores

Al contrario de lo que ocurre con los filtros para partículas, los filtros frente a gases son específicos para los contaminantes. Los filtros contra gases y vapores se clasifican en clase: capacidad de protección (tiempo de saturación) pueden ser clase 1, clase 2 y clase 3, según sean de eficacia baja, media o alta. Se codifican con los siguientes colores y símbolos,



### Codificación de filtros según UNE-EN 14387

TIPO	CLASE	COLOR	USO/PARTICULARIDADES
A	1, 2 ó 3	Marrón	Gases y vapores orgánicos de punto de ebullición > 65°C
AX	-----	Marrón	Gases y vapores orgánicos de punto de ebullición ≤ 65°C. No reutilizable
B	1, 2 ó 3	Gris	Gases y vapores inorgánicos
E	1, 2 ó 3	Amarillo	Dióxido de azufre y otros gases y vapores ácidos
K	1, 2 ó 3	Verde	Amoniaco y sus derivados
P	1, 2 ó 3	Blanco	Partículas
SX	-----	Violeta	Gases específicos. Debe figurar el nombre de los productos químicos y sus concentraciones máximas frente a los que el filtro ofrece protección
NO-P3	-----	Azul	Óxidos de nitrógeno. No reutilizable
		Blanco	
Hg-P3	-----	Rojo	Vapores de mercurio. Duración máxima 50 horas
		Blanco	

### Codificación de filtros según NIOSH

Vapores Orgánicos	Negro	●
Gases Ácidos	Blanco	●
Vapores Orgánicos y Gases Ácidos	Amarillo	●
Amoniaco/Metilamina	Verde	●
Formaldehído	Oliva/Negro	●
Multi Gases/Vapores	Oliva	●

## **CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA INDEPENDIENTES DEL MEDIO AMBIENTE**

### **a) Equipos autónomos**

#### *❖ De circuito cerrado*

- Circuito cerrado con generador de oxígeno.
- Circuito cerrado o recirculación con oxígeno.

#### *❖ De circuito abierto*

- Circuito abierto de un cilindro.
- Circuito abierto de dos cilindros.

### **b) Equipos semiautónomos**

#### **b<sub>1</sub>) Sin asistencia de aire**

- *Equipos de aire atmosférico con mangas de aspiración.*
- *Equipos de aire atmosférico con manga de flujo de aire.*

#### **b<sub>2</sub>) Con asistencia de aire**

- *Equipos de aire comprimido proveniente de cilindro.*
- *Respirador con suministro de aire a distancia (compresor).*

### **a) EQUIPOS AUTÓNOMOS**

#### **Equipos de circuito cerrado con generador de oxígeno**

El equipo consiste en un circuito cerrado de regeneración del aire respirado basado en oxígeno químico. La regeneración del aire respirado se realiza mediante hiperóxido de potasio (canister regenerador).

Estos equipos constan de:

- Máscara facial
- Manga de aspiración.
- Manga de exhalación.

- Bolsa respiratoria.
- Canister regenerador.

### **Funcionamiento**

Cuando está en funcionamiento, el aire exhalado se transfiere a los cartuchos que contienen el hiperóxido de potasio (canister). El hiperóxido de potasio reacciona con la humedad y el dióxido de carbono del aire exhalado generando oxígeno y calor. La cantidad de oxígeno resultante depende de la intensidad de la respiración (en todo momento se produce más oxígeno del que se consume) Al aumentar el ritmo de respiración (más dióxido de carbono y más humedad) se incrementa la formación de oxígeno, y viceversa.

La temperatura del aire respirado se reduce por medio de refrigeradores situados antes del saco de inhalación.

### **Ventajas y desventajas**

- Son equipos de 15kg
- Tienen 45 minutos de autonomía.
- Son de manejo y mantenimiento sencillos.
- No pueden usarse en ambientes con alta temperatura.



### **Mantenimiento**

El canister, una vez utilizado, se debe recambiar. Los equipos deben resguardarse en una caja protectora, y el canister en desuso debe ser destruido, pues al entrar en contacto con excesiva humedad se provoca una reacción exotérmica muy rápida, que da lugar a explosiones muy peligrosas, con graves consecuencias para quien los manipule.

## Equipos de circuito cerrado o recirculación con oxígeno

Estos equipos son similares a los descritos anteriormente, pero constan de otros elementos que los superan y aseguran un mejor funcionamiento; éstos son:

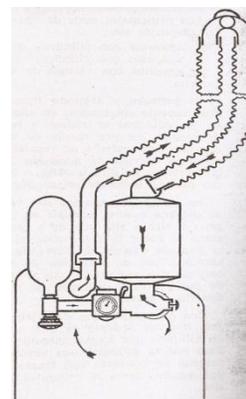
- Máscara facial.
- Manga de aspiración.
- Manga de exhalación.
- Canister purificador.
- Cilindro de oxígeno.
- Válvula reguladora y dosificadora.
- Bolsa respiradora.
- Manómetro indicador de presión.



### Funcionamiento

Al abrir la válvula del cilindro de oxígeno, se llena la bolsa. Por medio de una válvula especial, a una determinada presión, se corta la entrada de oxígeno. Se coloca el equipo y se comienza a respirar; el aire aspirado pasa de la bolsa a la máscara, a través de la manga de respiración.

Una vez exhalado el aire por la válvula de exhalación, el aire impuro pasa al canister, donde se retienen el monóxido de carbono y la humedad, para luego ingresar a la bolsa, enriqueciéndose con oxígeno del tubo, para comenzar nuevamente el ciclo.



## **Mantenimiento**

Una vez usados, debe recargarse el cilindro únicamente con oxígeno y cambiarse el canister cada vez que sea necesario; no hay que usar aceite ni grasa en las válvulas.

## **Ventajas y desventajas**

- Son equipos de poco peso y gran autonomía.
- Son aptos para tareas de duración no prevista.
- Son de simple manejo;
- Son de mantenimiento complejo;
- Algunos componentes trabajan en depresión;
- No es recomendable usarlos con alta temperatura.

## **Equipos de circuito abierto**

Se denominan así debido a que el aire exhalado es expulsado al medio ambiente; los componentes básicos de estos equipos son:

- Cilindro de aire comprimido.
- Válvula reguladora y de demanda.
- Manómetro indicador.
- Manga de aspiración.
- Máscara facial antigás.

## **Funcionamiento**

Al abrir la válvula de cabeza del cilindro, el aire comprimido de alta presión pasa a través de la manguera de alta a la válvula automática; en ésta se produce la reducción de la presión del aire, a una de régimen.

Al efectuarse la aspiración, se acciona un diafragma en el interior de la válvula y se forma el pasaje de aire demandado; el mismo se corta al producirse la exhalación, evitándose así la pérdida de aire durante el tiempo que dura dicha exhalación. El aire aspirado pasa por la manga de aspiración y llega a la máscara; una vez exhalado, pasa al exterior a través de válvulas especiales. Al comenzar una nueva aspiración, se completa el ciclo.

El cilindro contiene en su interior aire comprimido de alta presión (150/200 kg/cm); está provisto de su correspondiente válvula de cabeza, y de acuerdo a la capacidad, varía la autonomía del equipo.

La mochila es de metal liviano, con formación anatómica; consta de correas de nylon para sujetarla a los hombros y a la cintura.

### **Ventajas y Desventajas**

- Su peso es considerable.
- Su autonomía varía.
- Su mantenimiento es simple.
- Pueden usarse con altas temperaturas.
- No trabajan en depresión.



## **Equipos de circuito abierto de dos cilindros**

Como alternativa de los equipos anteriores, podemos emplear equipos bicilíndricos, cuya descripción es la siguiente:

- Cilindros de aire comprimido.
- Válvulas reguladoras de entrada (2).
- Manómetros de demanda.
- Máscara facial antigás.
- Silbato.
- Bypass.
- Válvula de seguridad.

## **b) EQUIPOS SEMIAUTÓNOMOS**

### **b<sub>1</sub>) Sin asistencia de aire**

#### **Equipos de aire atmosférico con mangas de aspiración**

Estos equipos se componen de:

- Máscara facial antigás;
- Manga corrugada de aspiración (1º etapa);
- Máscara de aspiración (2º etapa);
- Conexión (rosa o click-on; bayoneta);
- Cinturón de arrastre;
- Filtro y sistema de anclaje;
- Caja contenedora.

#### **Funcionamiento**

Estos equipos están constituidos por una máscara facial y una manga de aspiración; es por intermedio de esta última que el operador puede respirar el

aire atmosférico no contaminado de un lugar alejado del sitio en el cual está trabajando.

### **Precauciones**

- Evitar nudos o curvas muy cerradas en la manga de la 2º etapa, que puedan producir deformaciones del helicoide de alambre.
- Comprobar periódicamente la estanqueidad de la máscara y sus componentes.

### **Ventajas y Desventajas**

- Su autonomía es por tiempo ilimitado.
- Poseen una libertad de movimientos aceptable.
- Tienen mantenimiento sencillo.
- Es rápida la capacitación del personal afectado para su uso.
- Son de fácil transporte.
- Tienen escaso radio de acción.
- Existe posibilidad de cortaduras y/o pinchaduras en la manga de aspiración.

### **Equipos de aire atmosférico con manga de flujo de aire**

Estos equipos resultan semejantes a los descritos en el punto anterior; están compuestos por:

- Máscara facial antigás.
- Máscara corrugada de aspiración (1º etapa).
- Conexión.
- Cinturón de arrastre.
- Máscara de aspiración (2º etapa).
- Soplador o turbina.
- Caja contenedora.

## **Funcionamiento**

Estos equipos llevan incorporados una turbina o un soplador de aire, que son accionados manualmente o por medio de un motor eléctrico, enviando aire a través de la manga. El soplador o la turbina son los encargados de abastecer de aire a la máscara; los modelos más comunes son a manivela y permiten el empleo de hasta dos máscaras. Para realizar su accionamiento manual, están provistos de manija.

Los modelos eléctricos o a batería más recientes poseen variaciones de presión y caudal, permitiendo abastecer una, dos, tres o más máscaras.

## **Precauciones**

- Colocar al mismo tiempo cinturón y máscara.
- Conectar la manga de aspiración de 1º etapa a la de 2º etapa, sólo cuando el aire del soplador haya llegado a la conexión.
- Para las mangas rigen las mismas pautas que en el caso del respirador de aire atmosférico simple.
- También la máscara observa las mismas precauciones.

## **Ventajas y Desventajas**

- Su autonomía respiratoria es limitada.
- Se tiene amplia libertad de movimientos corporales.
- El radio de acción es mayor que en el equipo de aspiración simple.
- Tienen la posibilidad de utilizar dos o más máscaras, según el tipo de soplador.
- Deben ser operados siempre por dos personas para el empleo del soplador.
- Su autonomía también es limitada en el caso de ser operados mediante batería.
- Se debe poseer red eléctrica cercana si son operados eléctricamente.

- Se deben utilizar las mismas vías de entrada para proceder a la salida del recinto.

## **b<sub>2</sub>) Con asistencia de aire**

### **Equipos de aire comprimido proveniente de cilindro**

Estos equipos se deben usar para protección respiratoria en atmósferas con deficiencia de oxígeno, o con vapores o gases que no envenenen por absorción cutánea. En este caso, se debe proveer un vestuario adecuado.

Se componen de los siguientes elementos:

- Cilindro.
- Válvula del cilindro.
- Válvula de seguridad.
- Volante de la válvula y manguera.
- Manguera de alta.
- Válvula by-pass o derivación.
- Manómetro.
- Válvula reguladora de presión.
- Válvula de demanda.
- Manga inhaladora.
- Máscara facial.

### **Conservación**

Después de ser utilizados, los equipos deben ser examinados cuidadosamente; si no se encuentra ningún desperfecto en las unidades, debe procederse a higienizar la máscara y las mangas.

El cilindro usado debe ser reemplazado por otro totalmente cargado, debiéndose verificar tanto el estado de su válvula como la presión del aire comprimido, mediante el manómetro.

Luego de esto, se debe cerrar la válvula y verificar que la aguja del manómetro quede inmóvil, para asegurar que no exista la posibilidad de pérdidas; es importante conservar la caja en forma horizontal y mantenerla en un lugar fresco y seco.

### **Precauciones**

Estos equipos se deben usar únicamente para protección respiratoria en atmósferas con deficiencia de oxígeno, o con vapores o gases que no envenenen por absorción cutánea.

El cilindro de aire comprimido debe ser cargado por el fabricante o por envasadores de gases comprimidos, de probada responsabilidad, y cuando el porcentaje de oxígeno no sea inferior al 20,50% y el monóxido de carbono no supere el 0,005%.

### **Respirador con suministro de aire a distancia (semiautomático)**

Este equipo se utiliza cuando se deben realizar trabajos permanentes o de gran duración en ambientes con contaminantes gaseosos, particulados o con deficiencia de oxígeno. Es preciso utilizar respiradores con suministro de aire a distancia. Este equipo se utiliza en los siguientes trabajos:

- Arenado o granallado.
- Cabinas de pinturas.
- Limpieza y/o reparación de tanques.
- Limpieza y/o reparación de grandes depósitos.
- Cisternas de buques.
- Tratamientos térmicos.
- Reparación de hornos.

En estas tareas no es posible utilizar equipos con aire proveniente de cilindros, debido a que éstos tienen una duración limitada por su capacidad. Tampoco se

pueden emplear filtros purificadores, ya que está probada su ineficacia ante estas altas concentraciones.

Ante estos problemas, nos vemos obligados a utilizar los respiradores con **suministro de aire a distancia proveniente del compresor**; para describir con mayor exactitud este tipo de equipos, podemos dividir su totalidad de la siguiente manera:

- fuente de aire;
- sección fija;
- equipo personal;
- sistema de emergencia.



### **Fuente de aire**

En estos casos, la fuente proveedora de aire es un compresor, que según la tarea puede ser fijo o portátil. Los fijos se encuentran, frecuentemente, cuando los trabajos se realizan en planta; los portátiles se utilizan para efectuar trabajos fuera de planta, como, por ejemplo, tareas en buques o limpieza de tanques.

Entre los compresores más comunes se suelen emplear los eléctricos de combustión interna, rotativos o a diafragma.

En el caso de utilizar aire comprimido para máscaras debería preferirse que el aire sea suministrado por un **soplador** en lugar de un compresor.

### **Sección fija**

Teniendo como fuente alimentadora un compresor de aire, existe la gran posibilidad de que dicho aire esté contaminado con agua, aceite y/o monóxido de carbono, por lo cual debemos proceder a su purificación y desodorización; este inconveniente depende del tipo de compresor, de su antigüedad y de su estado de mantenimiento.

En consecuencia, la sección fija del equipo son los componentes destinados a filtrar, desodorizar, purificar, regular, trasladar, distribuir o almacenar el aire proveniente del compresor.

Estos elementos son los que detallamos a continuación:

#### *- Filtro mecánico*

Está destinado a la retención de agua o aceite, y partículas sólidas; puede ser:

- De retención: en este caso, la retención se produce haciendo pasar el aire a través de un tamiz de características determinadas;
- Ciclónico: las partículas que traen el agua y el aceite decantan, debido a la fuerza centrífuga que adquiere el aire al penetrar en dicho filtro.

#### *- Filtro químico*

Este tipo de filtro actúa por adherencia de los contaminantes, cuando pasan a través de ciertas sustancias químicas. Según el tipo de contaminante, será la droga que se utilizará; la más empleada es la de carbón activado. En el caso del monóxido de carbono, debemos utilizar un fijador especial.

#### *- Filtro especial*

Está destinado a retener químicamente agresores ajenos al compresor mismo. Este filtro tiene una vida útil que depende del grado de impurezas que contenga el aire despedido por el compresor, por lo cual se requiere un mantenimiento periódico.

Con el empleo de los filtros mecánicos y químicos, se ha solucionado el problema de purificación y desodorización del aire, pero se puede presentar el caso de contaminación del aire debido a la cercanía del compresor a una zona de aire ya contaminado, por ejemplo, si la toma del compresor se encuentra cerca de donde en algún momento pudiesen existir vapores tóxicos.

Es por ese motivo que se emplea el filtro especial. Es importante recordar que los filtros mecánicos deben poseer una válvula de purga, y los filtros químicos deben ser vaciados y recargados cada vez que sea necesario.

#### *- Válvula reguladora de presión*

Generalmente, los compresores no se utilizan sólo para alimentar con aire comprimido a este tipo de equipos, sino también para la alimentación de máquinas neumáticas, arenado, cabinas de pinturas, etc.; debido a esto, es necesario colocar una válvula reguladora de presión, dado que no es conveniente que las máscaras o los capuchones sean utilizados con más de 5 a 7 kg/cm<sup>2</sup> de presión. Esta válvula debe ubicarse detrás del equipo de purificación, evitando de esa manera que a través de ellas pase aire con las impurezas del compresor; con esto se logra aumentar la vida útil de dicha válvula.

#### *- Sistemas de distribución de aire*

Son dos los sistemas de distribución y dependen de la cantidad de operarios que abastece el compresor; ellos son:

- *Colector*: abastece a tres o más personas. Este sistema de aire consiste en tres válvulas de paso, conectadas a la salida de la cañería de aire, las cuales cuentan con sus respectivos acoples rápidos.

- *Tanque de almacenamiento de aire*: es empleado como pulmón del sistema para los casos en que trabajen tres personas. Dicho tanque tendrá en su interior un compartimiento destinado a retener la humedad; contará con un manómetro indicador de la presión interna, una válvula de seguridad y otra de purga, y una serie de conexiones para mangueras de aire.

Si el compresor pertenece al sistema de aire de la planta, el traslado del aire hasta la zona donde se va a utilizar se efectuará a través de una cañería rígida (hierro galvanizado o cobre), y el conjunto de elementos que componen la sección fija estará ubicado en un lugar próximo a aquel en que va a ser utilizado el aire.

Si las dimensiones de la planta son considerables (por ejemplo, destilerías), y estos equipos deben ser utilizados en varios lugares, el sistema fijo debe ubicarse dentro de una caja o valija metálica, fácilmente transportable; en este caso, y por razones de peso y maniobrabilidad, los componentes del sistema serían filtros (mecánico, químico, especial), válvula reguladora y colector.

En cambio, si el compresor es portátil, el traslado del aire se efectuará a través de una manguera, y la sección fija estará acoplada a la salida de aire de aquél.

### **Equipo personal**

Está constituido por todos aquellos elementos que porta el operario, que son:

- Manguera.
- Cinturón de arrastre.
- Válvulas de cintura, que son tres:
  - De demanda

- De flujo
- Tubo vórtice o acondicionador de aire de cintura.
- Caño corrugado.
- Semimáscaras.
- Máscara facial.
- Capuchón.

### **Manguera**

Es el elemento que efectúa la unión entre el tanque de almacenamiento, o colector, y la válvula de cintura del operario. Generalmente, se emplean mangueras de poco diámetro (6,5 a 10 mm), de PVC con refuerzo de nylon o de caucho con refuerzo de tela. En caso de que las mangueras puedan tener contacto con materiales con altas temperaturas, se utilizan estas mangueras, pero se las forra con amianto o con amianto aluminizado; para aquellos casos en que pueda existir peligro de obstrucción debido a grandes pesos, se emplearán mangueras malla.

### **Cinturón de arrastre**

Es, generalmente, de fibra sintética; cumple tres funciones:

- Sostiene la válvula de cintura del operario.
- Efectúa el tiraje de la manguera desde la cintura, evitando que por accidente pueda desprenderse la máscara del operario.
- Por medio de un dado de acero forjado, permite el enganche de una cuerda de seguridad.

### **Válvulas de cintura**

Según el caso, se puede optar por:

- *Válvula de demanda*: ésta suministra aire cuando el operario lo solicita; cuando éste aspira, deja pasar el aire, y cuando éste exhala, corta el suministro

del mismo. Estos efectos son producidos por medio de resortes, agujas y diafragmas de goma.

- *Válvula de flujo*: es una válvula que dosifica el aire que entra en la máscara o en el capuchón. Regula la entrada de aire por medio de un tornillo que obtura un orificio en el interior de la misma.

- *Tubo vórtice*: también es llamado acondicionador de aire de cintura. Cumple la función de refrigerar el aire que entra en el capuchón por medio del llamado efecto de vórtice; es utilizado únicamente con capuchones.

Todas estas válvulas poseen un acople rápido de conexión a las respectivas mangueras de aire.

### **Caño corrugado**

Es una manguera de caucho o de caucho sintético flexible, que permite el libre movimiento de la cabeza y hace de conexión entre la válvula de cintura y la máscara o el capuchón.

Según el tipo de tarea, podemos emplear diversos tipos de protectores, como por ejemplo:

- Semimáscaras.
- Máscara facial.
- Capuchón.

### **SISTEMAS DE EMERGENCIA**

Se emplean en el caso en que se produzca un corte de suministro de aire; pueden ser dos:

- General.
- Individual o personal.

## **General**

Consiste en un cilindro de gran capacidad que contiene aire comprimido y que está conectado a la línea de abastecimiento proveniente del compresor.

Dicha conexión debe efectuarse después de la válvula reguladora y antes del colector o tanque de almacenamiento; entre la válvula reguladora y la conexión del cilindro, se debe colocar una válvula contra retrocesos, para evitar que el aire del cilindro se dirija hacia el compresor.

Este tipo de cilindros debe contar con los siguientes elementos:

- válvula reguladora de presión del aire del interior del cilindro;
- sistema de alarma auditiva para dar aviso a los operarios del cese de suministro de aire del compresor.

## **Individual o personal**

Consta de un pequeño cilindro con regulador de presión y acople rápido, que está ubicado en la cintura del operario. En el caso en que se corte el suministro de aire del compresor, utilizaremos este sistema de emergencias sólo para retirar a los operarios del lugar, lo más rápido posible; bajo ningún pretexto se seguirá trabajando con éste.

## **Ventajas y Desventajas**

- No permiten la diversificación de recorrido, en caso de trabajar varios operarios (riesgo de entrecruzar mangueras).
- No permiten el regreso por otra vía que no sea la utilizada para entrar en el ambiente contaminado.
- Debe tenerse especial cuidado con los filtros purificadores.
- Permiten gran facilidad de movimientos, debido a su poco peso.
- Son de autonomía ilimitada (en tiempo y espacio).

- Permiten pasar por lugares de difícil acceso, y son de manejo y mantenimiento sencillos.

### **Control y mantenimiento**

- Deben efectuarse el control y el mantenimiento del compresor;
- Se controlará el estado de los filtros y se verificará que los mismos no estén saturados o que sus sustancias no estén apelmazadas;
- Debe controlarse que la válvula reguladora funcione de acuerdo a lo que indique el manómetro;
- Debe verificarse periódicamente el estado de los tanques de almacenamiento;
- Se debe controlar el estado de las mangueras y verificar que las mismas no estén pinchadas o cortadas;
- Se debe verificar el perfecto funcionamiento de los sistemas de emergencia;
- Se controlará el buen estado de las semimáscaras, las máscaras y los capuchones.

Dadas las características constructivas de estos equipos, trabajan permanentemente con presión positiva, lo cual evita que el agresor ingrese al sistema. En el caso de que se produjeran pinchaduras, cortes o desperfectos, pudiendo afectar a los operarios, aun actuando con los sistemas de emergencia, el equipo funciona con presión positiva.

### **Ventajas y Desventajas**

- No permiten la diversificación de recorrido, en caso de trabajar varios operarios (riesgo de entrecruzar mangueras).

- No permiten el regreso por otra vía que no sea la utilizada para entrar en el ambiente contaminado.
- Debe tenerse especial cuidado con los filtros purificadores.
- Permiten gran facilidad de movimientos, debido a su poco peso.
- Son de autonomía ilimitada (en tiempo y espacio).
- Permiten pasar por lugares de difícil acceso, y son de manejo y mantenimiento sencillos.

### **Capuchones**

Son aquellos dispositivos que se utilizan para proteger la cabeza, la cara y el cuello. En algunos casos, llegan hasta la cintura; están contruidos con material adecuado y con ventilación de aire por inyección.

Los capuchones más utilizados en la industria son aquellos para proteger a los trabajadores contra salpicaduras o emanaciones de sustancias corrosivas, y aquellos otros empleados en la limpieza de fundición por medio de un chorro de arena o granallado. Desde luego que la mejor protección sería el uso de aparatos que no requieran que el operario esté expuesto a partículas volantes ni a polvo. En las industrias en que se realizan este tipo de tareas, regularmente se utilizan cabinas especiales, diseñadas para que el operario no esté en contacto con estas sustancias.

*Es importante, al seleccionar el equipo para un trabajo específico, prestar atención a los siguientes puntos:*

- *Que el trabajador se sienta cómodo respecto al peso y al equilibrio del equipo; éste debe pesar no más de 2 1/2 kg. Para lograr un buen equilibrio, se debería llevar en la parte superior del cuerpo; se requiere una igual distribución del peso entre la cabeza y los hombros. Es necesario un ajuste*

*perfecto entre el equipo y el operario, ya que este equipo es usado, por lo general, por períodos largos y bajo grandes esfuerzos.*

- *Para una buena visión, los cristales de las ventanillas deben estar protegidos contra rayaduras y otros defectos que puedan ocasionar el material y las partículas volantes.*

### **Capuchón para trabajar con ácido**

Este se emplea cuando la manipulación o el trabajo con sustancias tóxicas se hacen en grandes cantidades, y cuando existe el peligro de que dichas salpicaduras o emanaciones puedan dañar el organismo.

Este tipo de capuchón es fabricado con material resistente a sustancias químicas; está equipado con ventanas de cristal o plástico, bien ajustadas al capuchón, para evitar la penetración de filtraciones o emanaciones.

### **Capuchón antiácido**

Este capuchón es resistente al ácido y al ácido cáustico. Tiene una lente de plástico vinílico; tanto la lente como el respirador son independientes, de fácil reemplazo y limpieza.



### **Capuchón fabricado en caucho rojo**

Este capuchón tiene cierre, que está cubierto por una solapa que previene la penetración del líquido. Está fabricado en cuero o entelado, con un soporte confortable. Tiene un tipo de gorra ajustable a la cabeza. También se fabrica

en goma, cuero y tela con caucho. Posee un sistema de ventilación antiempañante por sobre la cabeza del operario.

### **Capuchón para arenado o granallado**

Su formato es conveniente, blando y resistente al arenado y granallado. El capuchón es flexible; protege la cabeza y los hombros ante los rebotes de abrasivos, y posee pantalla perforada de fácil reposición. Se pueden encontrar capuchones de cuero y lona, con un sistema de ventana con vidrios laminados, malla fina interior y cubierta de caucho retenedora con pantalla externa.



### **Capuchón para polvo**

Protege los ojos, la cabeza y el cuello. Está fabricado con un material plástico vinílico blando. Los filtros pueden ser reemplazados en el respirador cuando sea necesario, sin sacarse la capucha.



### **Capuchón plástico vinílico transparente**

Esta capucha está disponible para las más azarosas áreas de trabajo. Es liviano; no obstante, está fabricado para tareas de gran duración. No se pegotea cuando se trabaja dentro de los límites de calor y frío; no tiene olor, lo cual incrementa su uso. Esta capucha es adecuada para limpiar chimeneas, calderas, hornos, etc.

### **Capuchón autónomo 7' autosalvamento flujo continuo**

Es un respirador de uso continuo con cilindro y reducción de presión, apto para suministrar aire puro en situaciones de escape.

Un orificio limita la salida de aire; aproximadamente, 3 l/min. Está compuesto por un capuchón vinílico transparente, con mangueras; en uno de sus extremos se genera una cortina de aire descendente desde el tope frontal del capuchón, que mantiene la visión sin empañarse y escapa a través del cuello de jersey; el otro extremo va conectado al reductor. El cilindro contiene desde 225 litros de aire comprimido, a 150 kg/cm<sup>2</sup>, que va acoplado manualmente al reductor; un arnés tipo sable con bandolera de fibras poliamídicas completa el equipo.

El tiempo nominal de escape es de 7' con cilindro a plena carga; este equipo se encuentra dentro de una valija metálica compacta de color amarillo.

### **Autoacondicionador**

Para los trabajadores que realizan tareas con la protección de capuchones, se ha creado un autoacondicionador para suministrarles aire fresco en forma individual a aquellos operarios que, por el tipo de protección, sufren las consecuencias del calor, con la correspondiente falta de lucidez, menor rendimiento y propensión a los accidentes.

Este equipo funciona por medio de aire comprimido proveniente de un compresor (60 a 90 lb). Reduce la temperatura del aire suministrado al operario a 17 °C aproximadamente; no tiene desgaste ni requiere mantenimiento. Se aconseja utilizar filtros purificadores para el filtrado del aire antes de que este último se le suministre al operario. La retención de gases y de partículas tóxicas sólidas y líquidas puede ser perjudicial; además, éstas obstruyen el funcionamiento del autoacondicionador.

### **PARA MANTENER UN PROGRAMA DE PROTECCIÓN RESPIRATORA EN FORMA SATISFACTORIA DEBEMOS:**

- Seleccionar adecuadamente los protectores para cada sector de trabajo en función a los agresores presentes.
- Entrenar convenientemente a los operarios en su uso y mantenimiento.
- Establecer un procedimiento periódico de revisión de los equipos de protección y de verificación de los agentes agresores.
- Realizar los controles de calidad de los elementos que se adquieren.
- Llevar todas las actividades mencionadas debidamente registradas.