

CAPÍTULO I EL POLVO INDUSTRIAL.

El polvo se encuentra en todas partes de la atmósfera terrestre y frecuentemente las personas dedicadas a trabajos donde está presente, pueden tener consecuencias en su salud. Éste es responsable de una enfermedad del pulmón denominada: Neumoconiosis¹. Todos estos riesgos han determinado la adopción de un número de reglamentos que regulan las condiciones ambientales en los lugares de trabajo.

El polvo está compuesto por partículas sólidas, suficientemente finas para flotar en el aire; si analizamos la industria veremos que su producción generalmente se debe a trituraciones, perforaciones, molidos y dinamizaciones de roca.

El problema señalado no es una consecuencia de la moderna industrialización. Hipócrates ya hacía mención del mismo cuando hablaba de "povos fatales" y, en épocas menos remotas, la prevención contra el polvo por medios húmedos ya era promovida por Thomas Benson en el año 1715, en favor de los afiladores que según se decía entonces, perdían su capacidad de trabajo en menos de dos años, como consecuencia del afilado con sílex².

Es un contaminante particular capaz de producir enfermedades que se agrupan bajo la denominación genérica de neumoconiosis, tal como se mencionó anteriormente. Para los expertos de la OIT³, la enfermedad es la consecuencia de la acumulación de polvo en los pulmones y de la reacción de los tejidos a la presencia de éstos cuerpos exógenos.

1.- Neumocosis: Cualquiera de un grupo de enfermedades pulmonares que resulta de la inhalación de partículas de sustancias industriales, como el polvo mineral, hierro o carbón, y el depósito permanente de tales partículas en los pulmones

2.- Sílex: variedad de cuarzo

3.- OIT: Organización mundial del trabajo

Existen varias clasificaciones del polvo, sin embargo se puede hacer dos que se estiman de gran importancia:

- Clasificación de acuerdo a su efecto fisiopatológico⁴.
- Clasificación de acuerdo a los efectos sobre el organismo.

1.1 Clasificación del polvo de acuerdo a su efecto fisiopatológico.

Se basa en el efecto fisiopatológico de los polvos y consta de lo siguiente:

- Polvos, como el plomo, que producen intoxicaciones.
- Polvos que pueden producir alergias, tales como la fiebre de heno⁵, asma⁶ y dermatitis.
- Polvos de materias orgánicas, como el almidón.
- Polvos que pueden causar fibrosis pulmonares, como los de sílice
- Polvos como los cromatos que ejercen un efecto irritante sobre los pulmones y pueden producir cáncer.
- Polvos que pueden producir fibrosis pulmonares⁷ mínimas, entre los que se cuentan los polvos inorgánicos, como el carbón, el hierro y el bario.

4.- Fisiopatológico: La Fisiología es la ciencia biológica que se ocupa del estudio de las funciones orgánicas de los seres orgánicos. Lo que hace esta disciplina es reunir los principios de las ciencias exactas e ir otorgándoles sentido a las interrelaciones e interacciones de los elementos básicos que componen un ser vivo, con su entorno, explicando además el porqué de las diferentes situaciones en las que se puedan encontrar estos elementos.

5.- Fiebre de heno Alergia provocada por el polen de flores, hierbas y árboles. Se produce una inflamación de la mucosa que recubre la nariz, y en algunos casos de la conjuntiva. Otros síntomas son los estornudos, la congestión nasal, irritación de los ojos y lagrimeo, causados por la liberación de histamina.

6.- Asma: Enfermedad que provoca la obstrucción de los bronquios de los pulmones de forma variable y reversible como reacción a ciertos estímulos (alergias, medicamentos, ejercicio, aire frío, humo). En una crisis de asma los bronquios están inflamados y son hipersensibles a estos estímulos, provocándose una contracción de la musculatura bronquial y la obstrucción

7.-Fibrosis pulmonar: Proliferación de tejido conectivo fibroso en los pulmones que forma cicatrices. Se produce a consecuencia de un proceso inflamatorio crónico o una enfermedad pulmonar. Hay una pérdida irreversible de la capacidad de intercambio de gases en los alvéolos pulmonares.

1.1.1 Clasificación del polvo de acuerdo a los efectos causados en el organismo.

Si se consideran sus efectos sobre el organismo es clásico diferenciar las partículas en cuatro grandes categorías:

- Partículas Tóxicas.
- Polvos Alérgicos.
- Polvos Inertes.
- Polvos Fibrógenos

1.1.2 Partículas Tóxicas.

Las partículas tóxicas, entre las que se pueden citar las de origen metálico (plomo, cadmio, mercurio, arsénico, berilio, etc.), son capaces de producir una intoxicación aguda o crónica por acción específica sobre ciertos órganos o sistemas vitales. La rapidez de la manifestación dependerá en gran parte de la toxicidad específica de las partículas, así como de su solubilidad. Por otra parte, como la absorción de una sustancia depende de la vía de entrada en el organismo, muchos tóxicos pasarán rápidamente en forma ionizada a la sangre, si su estado de división es adecuado; mientras que si se detienen en las vías respiratorias superiores la absorción puede ser mucho más lenta.

1.1.3 Polvos Alérgicos.

Los polvos alérgicos, son de naturaleza muy diversa y son capaces de producir asma, fiebre, dermatitis, etc.; principalmente en sujetos sensibilizados, mientras que otros no manifiestan reacción alguna. Su acción depende, por tanto, más de la predisposición del individuo, que de las características particulares del polvo. En esta categoría se pueden citar el polen, polvo de madera, fibras vegetales o sintéticas, resina, etc.

1.1.4 Polvos inertes.

Los polvos inertes, al acumularse en los pulmones, provocan después de una exposición prolongada, una reacción de sobrecarga pulmonar y una disminución de la capacidad respiratoria. Su acción es consecuencia de la obstaculización de la difusión del oxígeno a través de la membrana pulmonar. Los depósitos inertes son visibles por rayos X, si el material es opaco y no predispone a tuberculosis. Dentro de este grupo se pueden mencionar: el carbón, abrasivos y compuestos de bario, calcio, hierro y estaño.

1.1.5 Polvos Fibrógenos.

Los Polvos Fibrógenos, son lo que por un proceso de reacción biológica originan una fibrosis pulmonar o neumoconiosis evolutiva, detectable por examen radiológico y que desarrolla focos tuberculosos preexistentes con extensión al corazón en los estados avanzados. A esta categoría pertenece el polvo de sílice, amianto, silicatos con cuarzo libre (talco, coalín, feldespato, etc.) y los compuestos de berilio.

1.2 Otras categorías de polvo.

Existen igualmente polvos que sin alcanzar las vías respiratorias inferiores pueden producir una marcada acción irritante de las mucosas.

Dentro de esta categoría merecen gran interés las nieblas ácidas o alcalinas con reconocidas propiedades cancerígenas (amianto, cromo, partículas radioactivas, etc.).

La exposición al polvo no tiene siempre como consecuencia el desarrollo de una neumoconiosis, ya que esto ocurre solamente en ciertas condiciones, dependiendo de la naturaleza de las partículas inhaladas, y por otra el potencial defensivo del organismo en relación con las características anatómicas y los mecanismos fisiológicos de defensa, que el aparato respiratorio hace intervenir para defenderse de la agresión.

1.3 Principales afectaciones del polvo.

Al tratar el aspecto de higiene industrial del polvo, no puede dejarse de mencionar una de las peores consecuencias del mismo: la silicosis⁸

Estas partículas que generan esta enfermedad son de diversos tamaños, siendo de dimensiones entre 1 y 3 μm ⁹ las cuales se alojan en los pulmones, lo que origina la formación de lesiones, partículas de mayor dimensión difícilmente llegan a ellos según ha podido comprobarse.

En cuanto a la clase de polvo, evidentemente son los derivados de la sílice uno de los más nocivos su efecto se presenta después de un periodo de largo tiempo, dado que actúa silenciosamente en el organismo. Por ello, cuando se manifiesta en las primeras radiografías, aun sin presentar síntomas anteriores, la lesión ya se ha producido y la silicosis no sólo es irreversible sino que además es de dudosa estabilización y puede dar lugar a complicaciones pulmonares e incluso cardiovasculares.

Entre las distintas actividades que pueden ser causantes de silicosis, se pueden nombrar las siguientes:

- Trabajos en minas, túneles, canteras, galerías.
- Trabajos en cantería, tallado y pulido de rocas silíceas.
- Fabricación de carborundo, vidrio, porcelana, loza y otros productos cerámicos.
- Fabricación y conservación de ladrillos refractarios a base de sílice.
- Trabajos de desmoldeo y desbardado en las fundiciones.
- Fabricación y conservación de abrasivos y de polvos detergentes.
- Trabajos de chorro de arena y esmeril.
- Fabricación de cementos.

8.- Silicosis: Es una enfermedad respiratoria causada por inhalar de polvo de sílice.

9) μm : micras de metro

1.4 Métodos más comunes en la captación y separación de polvos.

De acuerdo a sus características, se puede hacer una clasificación de los sistemas de captación de polvos como sigue:

1.4.1 Cámara de precipitación por gravedad.

El principio de estas cámaras se basa en la precipitación del polvo por gravedad cuando la velocidad del aire aspirado que lo conduce se reduce considerablemente al desembocar la corriente en una amplia cámara, de un volumen adecuado, para producir aquella pérdida de velocidad.

Precisamente, el volumen de estas cámaras es lo que, en la práctica, hace difícil y costoso este tipo de separador, pues siempre resulta de extraordinarias dimensiones. Por ello su empleo ha quedado relegado a casos poco frecuentes en la industria.

1.4.2 Separadores centrífugos a base de ciclones.

Bajo esta denominación genérica se incluyen, los ciclones que actualmente tienen una vasta gama de tipos y modalidades.

El principio del ciclón convencional que se puede ver representado esquemáticamente en la figura 1.1 (ver página 12) se basa en la precipitación del polvo por acción centrífuga, en una o varias cámaras llamadas ciclones, generalmente cilíndricas, de forma y dimensiones diseñadas y calculadas para producir aquella precipitación. La fuerza centrífuga imprimida a las partículas aspiradas son arrastradas en forma de espiral hacia el fondo del ciclón, es mucho mayor que en el caso de las cámaras de gravedad; por ello es más difícil establecer unidades de serie, como las que hay en los separadores en seco y en húmedo su mayor campo de acción en la separación de polvo grueso, de dimensiones entre 20 y 30 μm .

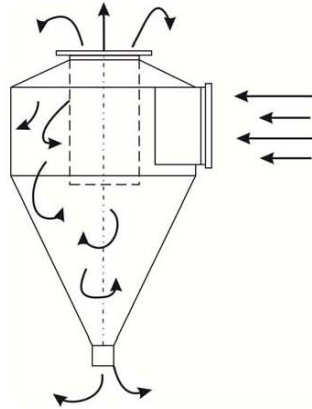


Figura 1.1. Esquema del funcionamiento de un ciclón de baja presión

El campo de construcción de los ciclones abarca, una gran variedad de tipos y su desarrollo es continuo.

1.4.3 Separadores en seco.

Son aquellos separadores que utilizan como elemento filtrante, materiales que trabajan habitualmente en un medio seco, como las mangas, paneles o placas de tejidos o materiales naturales, sintéticos o metálicos.

En estos separadores también se hace uso de múltiples combinaciones recurriendo al empleo de ciclones simples o multicelulares, a los que se asigna la misión de retener las partículas más gruesas, dejando a los elementos filtrantes la misión de captar las más finas. Es por ello que el costo de éstos se reduce considerablemente.

Una particularidad de este tipo de separador es la posibilidad de recuperar el polvo aspirado en el fondo de la cámara. En el tratamiento de minerales puede resultar conveniente esta técnica.

1.4.4 Separadores húmedos.

El agente depurador en estos separadores, es el agua en forma de turbulencia, cortina, proyección, goteo, neblina, etcétera, con o sin aditivos para mejorar su comportamiento como elemento filtrante.

1.4.5 Separadores electrostáticos.

El principio de la separación o precipitación electrostática se basa en hacer pasar el aire con polvo en suspensión por un campo eléctrico de ionización, en el cual las partículas sólidas toman una carga electrostática, por efectos de bombardeo y por difusión.

De acuerdo con las cargas, las partículas son atraídas por las placas, que actúan como colectores de polvo, donde se van separando por medios diversos, (por ejemplo: vibración) para finalmente capturarlos en tolvas. Estas placas constituyen los electrodos negativos, mientras que los electrodos positivos de alta tensión son alambres o varillas metálicas, llamados elementos de emisión.

Para su funcionalidad básicamente son cuatro etapas esenciales que son:

- La formación del campo de ionización.
- La carga y dirección de las partículas.
- Su precipitación y descarga.
- La separación con recogida final del polvo.

1.5 Consideraciones finales de los métodos de separación y captación de polvo.

Una separación precisa del polvo requiere la combinación de uno o más de estos métodos. El tipo de polvo nos marcará la pauta necesaria para realizar la correcta elección.

En cuanto al volumen de polvo a aspirar se puede ver en las tablas 1.1 y 1.2 (página 14 y 15) el contenido máximo admisible en el aire de polvos de productos y minerales corrientes en la industria por lo que de estos valores, puede deducirse el grado de intensidad de la aspiración.

Tabla 1.1. Valores límites admisibles para polvos de productos corrientes en la industria

Producto	$\frac{mg}{m^3}$ (aproximado)	Producto	$\frac{mg}{m^3}$ (aproximado)
Aceite (en forma de neblina)	5	Iodo	1
Ácido crómico y cromatos	0.1	Manganeso	5
Anhidrido fosfórico	1	Mercurio (compuestos orgánicos con Hg)	0.01
Antimonio	0.5	Molibdeno (Compuestos solubles con Mo)	5
Arseniato cálcico	1	Molibdeno (Compuestos insolubles)	15
Arseniato de cadmio	0.1	Nicotina	0.5
Arseniato de plomo	0.15	Niquelcarbónilo	0.007
Arsénico y sus compuestos	0.5	Óxido de cadmio (En humos)	0.1
Bario (Compuestos solubles)	0.5	Óxido de cal (Cal viva, cal anhidrida)	5
Bióxido de titanio	15	Óxido de hierro (En humos)	15
Bisulfuro de carbono		Óxido de cinc	5
Cianuros	5	Plata	0.05
Cobalto	0.5	Plomo	0.2
Dinitrofenol	1	Sosa cáustica	2
Estaño(compuestos orgánicos)	2	Tántalo	5

Estricina	0.15	Trietilamina	100
Ferrovandio(polvo)	1	Uranio (Compuestos solubles)	0.05
Fluoroacetato sódico	0.015	Uranio (Compuestos insolubles)	0.25
Fluoruros	2.5	Vanadio (Pentóxido, polvo V ₂ O ₅)	0.5
Furfural	20	Vanadio (En humos)	0.1
Hidroquinona	2	Zirconio (Como Zr)	5
Hidróxido sódico	2		

Tabla 1.2. Valores límite, admisibles para polvos de algunos minerales

Producto	Millones de partículas por m ³ de aire
Sílice	
Cristalina	8825
Cuarzo	% SiO ₃ +5
Cristobalita	Id.
Amorfa, incluida la tierra de diatomeas	700
Silicatos (con menos del 1% de sílice cristalina)	
Amianto	180
Cemento de Portland	1765
Esteatita	700
Grafito	530
Mica	700
Talco	700
Oxidó de aluminio	1770
Jabones minerales (con menos del 5% de sílice)	700

SCHWEITZER, Philip A. Handbook of separation techniques for chemical engineers. McGraw-Hill. New York, 1988.

El volumen o carga de polvo en la atmósfera a depurar, no siempre es fácil de determinar, ni aún mediante el análisis del ambiente en las zonas más próximas al elemento o máquina causante de aquella atmósfera.

Pero en la práctica, los mismos fabricantes de las instalaciones, máquinas o aparatos, son los que dan orientaciones sobre el volumen en m^3/h que debe tomarse como base del cálculo de la aspiración, en función de la cantidad y clase de polvo que el fabricante supone producirán aquellos elementos.

Existen actualmente numerosos tipos de aparatos para el análisis rápido del polvo en la atmósfera. Uno de los tipos más modernos es capaz de detectar, contar y registrar partículas desde 0.3 hasta 10 y más micras, con una concentración máxima de polvo de hasta 35×10^3 partículas/litro de aire.

En función del tamaño de las partículas de polvo se puede ver en la tabla 1.3 los tipos de separadores que en la práctica han venido siendo adoptados en los casos más comunes.

Tabla 1.3. Selección de separadores en función de la dimensión del polvo

Dimensión de polvo	Separador que puede ser utilizado
200 μm	Cámara de precipitación
20 a 60 μm	Separadores centrífugos a base de ciclones de gran diámetro.
10 a 30 μm	Separadores a base de ciclones de reducido diámetro, de más alto rendimiento.
1 a 5 μm	Separadores en seco con mangas.
0.5 a 5 μm	Separadores en húmedo.
0.001 a 1 μm	Separadores electrostáticos.

SCHWEITZER, Philip A. Handbook of separation techniques for chemical engineers. McGraw-Hill. New York, 1988.

En resumen y por lo que respecta a la clase de polvo, serán sus características físicas y químicas las que señalarán las posibles ventajas e inconvenientes de cada uno de los métodos de separación y en muchos casos también influirá la clase de materiales con los que se pueda construir la instalación de los aspiradores.

En la tabla 1.4 se puede ver una comparación de los distintos métodos en función del tipo de polvo.

Tabla 1.4. Sistema de aspiración.

Clasificación numérica					
1=Óptimo		6=Se emplea frecuentemente como separador complementario para filtro fino.			
2=Recomendable		7=El aire purificado en muchos casos, puede retornar a la sala de trabajo.			
3=No recomendable					
4=No aplicable					
5=Se emplea frecuentemente como separador previo					
Sistemas de aspiración					
Origen del polvo a aspirar	Separadores centrífugos a base de ciclones	Separadores en seco, con mangas de tejido	Separadores en seco, a base de tejidos metálicos y fibras	Separadores húmedos	Separadores electrostáticos
En industrias metalúrgicas					
Pulido de hierro y acero	2	2, 6, 7	3	1, 6, 7	4
Pulido de aluminio	2	3	3	1, 6, 7	4
Pulido de latón y cobre	2	2, 6, 7	3	1, 6, 7	4

Esmerilado de hierro y acero	1	1, 6, 7	2, 6, 7	1, 6, 7	4
Esmerilado de aluminio	2	3	3	1, 6, 7	4
Esmerilado de latón y cobre	2, 5	1, 6, 7	3	1, 6, 7	4
En fundiciones					
Horno	3	3	3	2	1
Preparación de arenas	2	3	3	1	1
Amolado.	2	3	3	1	1
Chorro de arena	2, 5	2,6	3	1	1
Limpieza	2, 5	1, 6, 7	2	1, 7	1, 7
Mesa de desbarbado	2, 5	1, 6, 7	2	1, 7	1, 7
Explotación de minerales y tierras de minas					
Trituradoras.	2	1	3	1	1
Cribas y transportadores.	2	1	3	1	1
Secadores	2	1	3	1	1
Hornos.	2	2	3	1	1
Industrias cerámicas					
Molido, cribado, transporte.	2, 5	1	2, 6	1	1
Esmerilado.	2, 5	1	2, 6	1	1
Vidriado, esmerilado por proyección	3	3	3	1, 7	1, 7

Industrias del cuero, plástico y goma.					
Mezcladoras.	2, 5	1, 7	2, 6, 7	1, 7	4
Esmerilado.	2, 5	1, 7	2, 6, 7	1, 7	4
Fresado.	2, 5	1, 7	2, 6, 7	1, 7	4
Industria de la madera.					
Sierras, fresadoras, cepilladoras.	1	1, 6, 7	2, 6, 7	3	4
Lijadoras.	3	2, 7	3	1, 7	4
Transportes viruta.	1	1, 6, 7	2, 6, 7	3	4

SCHWEITZER, Philip A. Handbook of separation techniques for chemical engineers. McGraw-Hill. New York, 1988.

REFERENCIAS:

SCHWEITZER, Philip A. Handbook of separation techniques for chemical engineers. McGraw-Hill. New York, 1988.

MASSUET Grau, Vicente. La lucha contra el polvo en la industria. Ediciones Cedel. Barcelona 1969.

<http://enciclopediasalud.com> Fecha de recuperación 19 de marzo de 2011