



Aspiración de residuos sólidos pulverulentos

1. INTRODUCCIÓN

De todos es conocida la necesidad de un aire limpio y sin contaminación en el ambiente de trabajo industrial.

Las nuevas tecnologías con la complejidad de procesos y operaciones han incrementado el número de materiales, sustancias y preparados, que al ser utilizados dan lugar a un ambiente de trabajo en el que están presentes partículas que, en muchos casos, exceden los niveles de seguridad.

La presente guía pretende proporcionar información de los medios empleados actualmente a nivel industrial para lograr un control de los residuos sólidos pulverulentos generados en ciertos procesos industriales, obteniéndose un aire limpio y un ambiente de trabajo saludable.

2. MÉTODOS GENERALES DE CONTROL

En general, el momento más apropiado para la instalación de los diferentes controles en los procesos es en la fase de diseño y construcción de la instalación productiva, y siempre con el criterio de mantener los niveles de desechos por debajo de los niveles peligrosos.

En general la actuación se puede realizar sobre:

- el foco de generación,
- el medio de difusión,
- el receptor (operario).



Actuar sobre el **foco** implica una actuación sobre el proceso (modificándolo, encerrándolo, aislándolo, métodos húmedos, correcto mantenimiento, extracción localizada) o sobre el producto (sustituyéndolo).

Si la actuaciones se centran sobre el **medio**, se debe incrementar la limpieza, la distancia entre emisor y receptor, instaurar sistemas de alarma o ventilación general.

Finalmente, al **operario** se le debe formar e informar, disminuir sus tiempos de exposición, proceder a su aislamiento o proporcionarle los equipos de protección individual necesarios.

A continuación se van a desarrollar los dos medios principales de control de residuos sólidos pulverulentos en estado sólido: la extracción localizada, de mayor implantación en el uso industrial, y la ventilación general.

3. EXTRACCIÓN LOCALIZADA

Los sistemas de extracción localizada se basan en el principio de capturar el residuo sólido pulverulento en, o muy cerca de su origen. Presenta gran eficacia y, al emplear caudales pequeños, redonda en menores costes en relación a la

ventilación general.

A continuación se detallan cada uno de los componentes que forman un sistema de extracción localizada.

3.1 Campana de captación

Una campana es un elemento de captación con una abertura por la que se produce la succión de aire que interviene en una operación generadora de un contaminante, atrapándolo en una corriente de aire dirigida hacia dicho elemento de captación, antes de que el contaminante se difunda al ambiente general del local.

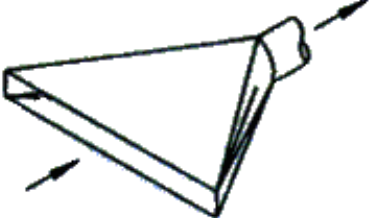
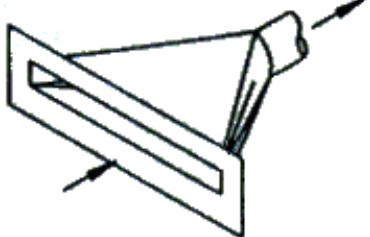

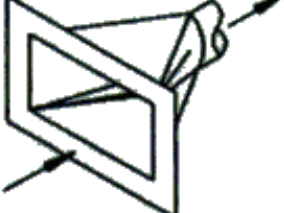
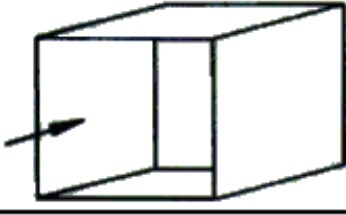
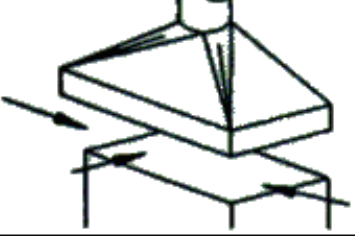
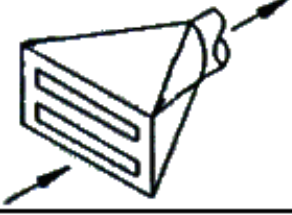
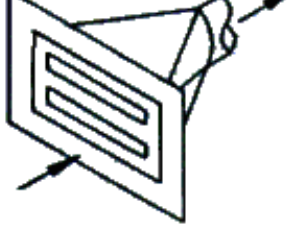
Su importancia radica en que si no hay captación del contaminante el resto del proceso se torna inútil.

Las campanas pueden estar clasificadas en los siguientes grupos:

- **Campanas de techo.** Consiste en una bóveda situada por encima del lugar de trabajo.



- **Cabinas.** Por medio de un gran hueco se consigue que la operación contaminante se realice dentro de la campana. La circulación de aire generalmente se realiza en sentido horizontal.
- **Campana de rendija lateral.** Es similar a la cabina pero con el hueco más pequeño. Esta campana necesita gran cantidad de aire y se trabaja enfrente de ella.
- **Campana extractora alargada.** Es una campana de rendija lateral en la que la relación lado mayor - lado menor es muy grande.
- **Campana de aire descendente.** El aire circula de arriba a abajo.

Tipo de campana	Descripción
	Rendija
	Rendija con pestaña
	Campana simple
	Campana simple con pestaña
	Cabina
	Campana elevada
	Rendija múltiple. 2 ó más rendijas
	Rendija múltiple con pestaña. 2 ó más rendijas

3.2 Sistema de conductos

Son las conducciones que transportan el aire contaminado desde la campana hasta el separador

(depurador).

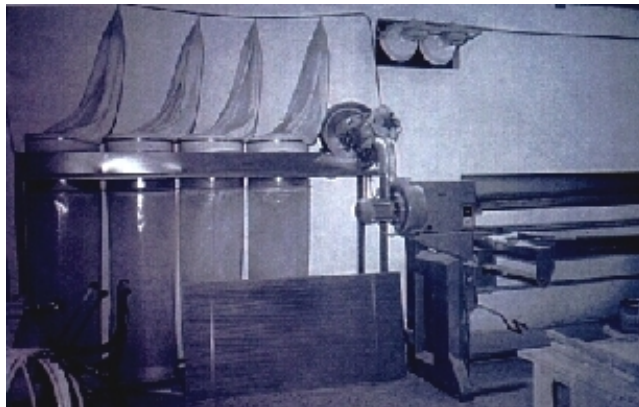


En el caso de extracción de polvo se debe poner especial atención a:

- La velocidad de circulación del aire por la posibilidad de atascos de la tubería.
- Los peligros de corrosión y erosión.
- La pérdida de energía provocada por la fricción del aire al circular por la tubería. Este hecho hay que tenerlo presente a la hora de elegir el ventilador idóneo.

3.3 Separador del residuo del aire: depurador

La misión del separador es recolectar el polvo del aire, pues el vertido directo al exterior ocasionaría otro problema de contaminación atmosférica. También puede ser rentable la recuperación del contaminante o la necesidad, por razones caloríficas, de revertir el aire de nuevo al interior, aunque ya limpio.



La eficacia del separador viene dada por la relación entre la cantidad de materia recogida y la cantidad que entra en el mismo. En algún caso, esta eficacia puede llegar hasta el 99,9%.

Existe amplia variedad de diseños capaces de cumplir los más variados requisitos de depuración del aire. Estos aparatos de depuración se dividen en dos grupos básicos: **filtros de aire** y **captadores de polvo**. Los primeros están diseñados para tratar aire con concentraciones de polvo bajas, en cambio, los captadores de polvo se emplean para concentraciones más grandes y son los empleados en los procesos de extracción localizada.

Los factores a considerar en la selección del equipo son:

- Concentración del contaminante.
- Eficacia necesaria.
- Características del aire portador del contaminante.
- Características del contaminante.
- Consideraciones energéticas: coste y disponibilidad de energía.
- Recogida del polvo continua o discontinua.



Los principales modelos de captadores de polvo son:

- **Precipitadores electrostáticos.** Por medio de electrodos se cargan eléctricamente las partículas de polvo que se depositan en placas conectadas a tierra posteriormente son recogidas por medio de lavado, vibración o caída libre.

Aunque su costo es muy elevado se consigue una insignificante pérdida de carga y por tanto los requerimientos energéticos son significativamente menores que los de cualquier otro tipo de captador de polvo.



- **Filtros de tela.** Los filtros de tela eliminan las partículas mediante obstrucción, impacto, interceptación, difusión o atracción electrostática, empleando cualquier material fibroso, tanto natural como artificial (algodón, tergal, fieltro punzonado, etc.). A través del filtro circula el aire quedando retenidas las partículas en la tela con eficacias cercanas al 99,9%.

En función del sistema de limpieza del tejido filtrante se tiene:

- a. Filtro automático. Una inyección de aire comprimido infla la manga filtrante cilíndrica desprendiendo la torta de polvo. Puede funcionar las 24 horas al día y permite recuperar y recircular productos.
- b. Filtro de limpieza por vibrador. Se emplea en trabajos discontinuos. Al final de su funcionamiento unas sacudidas producidas por un motor desprenden la torta de polvo de las mangas cilíndricas o del filtro de saco filtrante.
- c. Filtro de limpieza por sacudida manual. Un filtro de bolsa filtrante con un dispositivo de sacudida manual. Se emplea para uso individual en puestos de trabajo.



- **Depuradores húmedos.** La característica principal de estos depuradores es su capacidad para humidificar el aire, añadiendo vapor de agua a una corriente de aire mediante evaporación.



Los principales modelos de depuradores húmedos son:

- **Torres o cámaras de lavado.** Se basa en el impacto de las partículas de polvo en las gotas de agua dentro de una cámara rectangular o cilíndrica.
- **Torres de relleno.** Las corrientes de gas y de agua circulan en la misma dirección. No se suele emplear para partículas sólidas.
- **Depuradores centrífugos por vía húmeda.** Por la fuerza centrífuga se aceleran las partículas de polvo lanzándolas contra una superficie mojada que actúa de colector.
- **Precipitadores dinámicos húmedos.** La corriente de aire sucio impacta sobre las palas de un ventilador que se mantienen mojadas.
- **Depuradores húmedos de rendija.** El aire que atraviesa el depurador se pone en contacto con una lámina de agua en un estrangulamiento o rendija.
- **Venturi.** Emplea un estrangulamiento para obtener grandes velocidades y provoca un contacto entre las partículas de gas y el agua de lavado.



Inconvenientes: un excesivo mantenimiento, presenta más problemas de corrosión y de formación de hielo cuando esta instalado a la intemperie, puede producir contaminación de aguas si no se tratan adecuadamente los residuos.

Ventajas: no existe el problema de generación secundaria de polvo al manipular o transportar el material recogido en el filtro, evita o disminuye el riesgo de incendio y explosión, evita problemas de contaminación atmosférica, se precisan ventiladores de menor consumo de potencia.

- **Separadores centrífugos por vía seca.** Eliminan las partículas contenidas en una corriente de aire mediante la acción de fuerzas centrífugas, gravitacionales o de inercia.

La eficacia de captación dependerá del tamaño, forma y peso de la partícula, del diseño y tamaño del separador, de la velocidad y de la concentración de polvo.

- **Cámaras de sedimentación.** Se hace decrecer rápidamente la velocidad de la corriente gaseosa, de forma que las partículas sedimentan por gravedad.
- **Separadores iniciales.** Se basan en la dificultad que tienen las partículas para realizar cambios bruscos de dirección ya que su inercia es mayor que la del gas portador.
- **Precipitador mecánico.** Un ventilador aspira el aire sucio comunicándole un giro de 180 grados antes de enviarlo limpio a la abertura de salida. Las partículas de polvo son conducidas por fuerza centrífuga a los extremos de las palas.
- **Ciclón.** Se basa en la fuerza centrífuga que imprime a las partículas, arrastrándolas en forma de espiral al fondo del ciclón. Su eficacia decrece con el diámetro del polvo y además no consigue recoger las partículas pequeñas.
- **Ciclones de alta eficacia.** Se diseñan para obtener mayores fuerzas centrífugas mediante: aumento de la velocidad de entrada, alargamiento del cuerpo del ciclón, montando varios ciclones de poco diámetro en paralelo o colocando varias unidades en serie.

3.4 Ventilador para circulación del aire

El ventilador, o el eyector, es el dispositivo que se encarga de proporcionar la energía necesaria para el movimiento del aire en el interior del sistema, venciendo, al mismo tiempo, las pérdidas debidas al rozamiento, la entrada a la campana y las uniones de conductos.

Los equipos de movimiento de aire se clasifican en:

- a. **Eyectores.** Se emplean cuando no es conveniente que el aire contaminado circule por el equipo generador de movimiento, como sería el caso de materiales corrosivos, inflamables, explosivos o pulverulentos que pudiesen dañar.
- b. **Ventiladores:**
 - **Axiales.** El aire se desplaza en el sentido del eje de rotación de la hélice. Pueden ser de tres tipos: Helicoidal, Tubular o Tubular con directrices.

- **Centrífugos.** El aire entra axialmente y sale en dirección radial. Es más caro y proporciona mayor flexibilidad en su empleo. Pueden ser de tres tipos: Centrífugos radiales, De palas curvadas hacia adelante y De palas curvadas/inclinadas hacia atrás.



- **Ventiladores Especiales.** Entre estos se encuentran los Centrífugos de flujo axial, Extractores de techo y Combinación de ventilador y colector de polvo.

La elección del ventilador vendrá determinada por:

- Capacidad. Viene definida por el caudal y la presión necesarios en el sistema.
- Corriente de aire. El material que circula a través del ventilador.
- Limitaciones de espacio y acceso para mantenimiento.
- Disposiciones de la transmisión: acoplamiento directo o por correas.
- Ruido.
- Seguridad y accesorios. Se deben tener en cuenta los resguardos, los accesorios, la regulación del caudal con compuertas.

4. VENTILACIÓN GENERAL

Cuando lo que se pretende es mantener las condiciones predeterminadas (temperatura, velocidad del aire) y la pureza del aire, por medio de grandes cantidades de aire, se emplea la ventilación general. Normalmente se utiliza cuando no es posible el empleo de extracción localizada por ser menos satisfactoria que ésta para controlar los riesgos para la salud y por la gran cantidad de aire que es necesario para sustituir el aire extraído. Debe tenerse en cuenta que aunque en determinadas circunstancias la ventilación general proporciona el mismo nivel de protección que la extracción localizada, no ocurre lo mismo al considerar el coste de funcionamiento, puesto que se extraen cantidades grandes de aire cuya reposición incrementa el coste total.

En el caso de que las renovaciones de aire se realicen con ventiladores se denomina ventilación general mecánica.

El objetivo de la ventilación general para el control de residuos sólidos pulverulentos es incrementar la concentración de aire exterior y provocar así la dilución de las impurezas hasta la concentración máxima admisible. Así, se extrae aire viciado del interior sustituyéndolo por aire exterior.

La ventilación general por dilución es aplicable para los siguientes casos:

- Cantidades pequeñas de contaminante, pues en caso contrario se necesitarían cantidades excesivas de aire.
- Los trabajadores deben estar suficientemente alejados del foco o la dispersión debe producirse lo bastante baja, de forma que la exposición de los trabajadores no supere los valores límite.
- La toxicidad del contaminante debe ser baja y su dispersión, uniforme.

4.1 Principios básicos

En la concepción de la instalación se deben tener en cuenta los siguientes principios:

- Asegurarse de que es técnicamente posible su instalación y calcular correctamente la cantidad de aire necesaria para conseguir una dilución satisfactoria del contaminante.
- Situar los puntos de extracción lo más cerca posible de los focos contaminantes, a fin de beneficiarse de la "ventilación puntual".
- Evitar la ubicación de operarios entre la extracción y las fuentes contaminantes.
- El flujo circulará desde las zonas limpias a las zonas contaminadas produciéndose la máxima circulación de aire en las zonas contaminadas. Se evitarán puntos de flujo muerto y otros flujos de aire; como corrientes de aire o el efecto convectivo del aire caliente.
- Equilibrio entre la cantidad de entrada y salida de aire, evitando que el aire extraído vuelva a introducirse en el local descargándolo a una altura suficiente por encima de la cubierta o asegurándose de que ninguna ventana, toma de aire exterior u otra abertura se encuentra situada cerca del punto de descarga.
- Utilizar preferentemente ventilación mecánica y sino al menos con extracción mecánica.

5. **CONSIDERACIONES SOBRE SEGURIDAD**

El estado de disgregación de productos combustibles puede producir **incendio** por combustión espontánea, sin embargo el estado pulverulento determina la presencia de un nuevo riesgo: la explosión por deflagración del polvo en el aire.

La posibilidad de que se produzca una **explosión** de una nube de polvo depende principalmente de la naturaleza del polvo (el combustible) y del gas en el que se encuentra suspendida la nube (el comburente), sin embargo las características del desarrollo vendrán determinadas por la dimensión de las partículas, la concentración, las impurezas, la concentración de oxígeno, la potencia de la fuente de ignición y la temperatura y la presión existente.

Las medidas básicas para prevenir una deflagración serán la inertización y evitar la existencia de fuentes de ignición.

Las campanas y los conductos deben construirse en materiales no combustibles, las conducciones no deben atravesar muros resistentes al fuego que delimiten sectores de incendio y en conducciones de más de tres metros de longitud deben existir válvulas de alivio.

Se debe conectar toda la instalación a tierra para evitar la carga electrostática que generará el paso del polvo por ella y así evitar descargas. La limpieza del aire y la recogida del aire deben hacerse en un lugar seguro, preferiblemente fuera y lejos del edificio.

Los ventiladores deberán situarse de forma que circule aire limpio a través de ellos reduciendo el riesgo de ignición, y tendrán las aletas bien equilibradas para evitar el roce con los conductos. Su motor estará fuera del circuito.

Además de estas medidas preventivas es preciso disponer de medios adecuados para anular o limitar los efectos de la explosión. Son cuatro los medios principales para evitar o reducir los efectos de una explosión.

- **Confinamiento** de la explosión en recintos, mediante diseños que soporten o aíslen dicha explosión.
- **Separación de recintos explosivos** de forma que la explosión de una parte de la instalación no dañe a las otras ni cause lesiones al personal.
- **Alivio de la presión** causada por una explosión desviando la fuerza de la carga de forma que cause el menor daño posible.
- **Supresión** de la explosión utilizando la presión liberada en las primeras etapas de una explosión para liberar una reacción química que suprima la explosión.

Otras consideraciones de seguridad son:

- **Seguridad en el Trabajo.** Se deben instalar resguardos en todos los puntos de riesgo, como pueden ser las entradas y salidas de aire del ventilador. También son importantes las barandillas de seguridad en los elementos aliviadores y la señalización.
- **Materiales Corrosivos.** Puede ser necesario el empleo de recubrimientos anticorrosivos o de materiales especiales de construcción (acero inoxidable, fibra de vidrio, etc.) en los componentes de la instalación.

- **Toxicidad.** Cuando se trabaje con materiales tóxicos, los equipos tendrán las siguientes características: alta eficacia, bajo mantenimiento y tratamiento seguro de los residuos.

A continuación se muestran algunos productos con su temperatura de inflamación para dar una idea de cuando producen explosión:

PRODUCTO	TENDENCIA A LA COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA
Cacahuets sin cáscara	Muy ligera o despreciable
Carbón vegetal	Alta
Cereales (varias clases)	Muy ligera
Desperdicios de lana	Moderada
Desperdicios de papel	Moderada
Estiércol	Moderada
Fertilizantes mixtos sintéticos que contengan nitratos y otras materias orgánicas	Moderada
Fertilizantes orgánicos, inorgánicos y combinados	Moderada
Harina de alfalfa	Alta
Harina de pescado	Alta
Huevos en polvo	Muy ligera
Piensos de harina de maíz	Alta
Piensos varios	Moderada
Polvos metálicos	Moderada
Semilla de algodón	Baja
Serrín	Posible
Trapos	Variable
Virutas de metal	Prácticamente ninguna

[volver arriba](#)