

NOTA TÉCNICA

Recomendaciones para el mejoramiento de los sistemas de extracción neumática de residuos de madera

Rafael Serrano Montero¹

Resumen

Se ofrece una serie de soluciones sencillas para ser aplicadas en los sitios donde se han construido sistemas de extracción neumática de residuos granulados de madera (polvo, aserrín, virutas y otros similares), los cuales presentan deficiencias en su diseño.

Palabras claves: Madera, Sistemas de extracción neumática, Manejo de residuos granulados, Tuberías de succión, Campanas, Abanicos, Ciclones.

Abstract

Recommendation for the improvement of the exhaust systems for wood residues. Simple solutions are offered in order to be applied on sites where pneumatic extraction systems of grained woody residues has been constructed (dust, saw dust, wood shaves and others), that present deficiencies in design.

Key words: Wood, Local exhausting systems, Grained residues handling, Exhausting pipelines, Hoods, Fans, Cyclones.

PRESENTACIÓN

Este documento contiene recomendaciones sencillas, que permitirán mejorar las instalaciones neumáticas de extracción de algunos residuos producidos en las industrias, como lo son el polvo, el aserrín, las virutas, entre otros. La experiencia desarrollada en varios proyectos, así como las visitas realizadas a industrias de la madera, evidencian la necesidad de optimizar estas instalaciones, dado el nivel empírico con que han sido construidas.

Cuando se tenga dudas sobre la aplicación de las recomendaciones, o si se desea rediseñar o cambiar el sistema actual, puede también contactar al Centro de Investigación en Integración Bosque Industria del Instituto Tecnológico de Costa Rica (506 550 2266).

JUSTIFICACIÓN

El diseño y la implementación de un sistema de extracción de residuos de madera (polvo, aserrín, viruta), se hace indispensable y necesario hoy en día por las siguientes razones:

¹ Instituto Tecnológico de Costa Rica, jserrano@itcr.ac.cr

1. Es imprescindible el bienestar y seguridad de los trabajadores, protegiéndoles de afecciones en las vías respiratorias, alergias y otras enfermedades.
2. La eliminación del ruido en la planta, redundará en beneficio de los trabajadores.
3. El incremento en la vida útil de la maquinaria, el logro de la calidad del producto y de la seguridad industrial.
4. Cuando la planta está ubicada en una zona urbana, da lugar a problemas para los pobladores, tanto por la contaminación como por el ruido que se genera cuando las máquinas no tienen adaptado un sistema de extracción eficiente y efectivo.
5. Con la instalación de un sistema de extracción, se facilita la venta los desechos, que van a estar almacenados en un silo, propiciándose mayor facilidad en el transporte, lo que redundará en ingresos económicos adicionales.

RECOMENDACIONES

Distribución de la planta

Cuando se hace el diseño del sistema de extracción, es recomendable que la maquinaria mantenga su lugar dentro de la planta, ya que el cambio de lugar de una máquina puede conllevar generalmente a un cambio total del sistema de tuberías de extracción. Igualmente, se debe fijar el lugar donde se descargarán los desechos, con el fin de evitar gastos innecesarios de tubería, al colocar el silo en un sitio alejado de la planta.

Si no se acatan los pasos anteriores, conllevaría a invertir recursos económicos adicionales por la compra de tuberías, accesorios u otros materiales.

Tipos de sistemas de extracción neumática

El movimiento de las partículas de madera se produce dentro de las tuberías, debido a la diferencia de presión entre el comienzo y el final de los ductos. De acuerdo con esta diferencia de presión, las instalaciones más utilizadas en la industria de maderas se dividen en:

- **Succión-impulsión:** el material se transporta por succión en la parte delantera de la máquina generadora de residuos hasta el abanico y en la parte restante por impulsión (Figura 1). Este sistema tiene como desventaja que el material pasa por el abanico, con el consiguiente desgaste de éste y el eventual desbalance de las paletas o aspás. Algunas veces no se tiene ciclón separador de las partículas, el cual se sustituye por un depósito rectangular o cuadrado (silo) de gran tamaño, en el cual la descarga se hace a cierta altura para que el material caiga por gravedad y se coloca una ventana superior para la evacuación del exceso de aire.
- **Succión total:** un abanico es el último componente del sistema y el ciclón separa el aire del material residual; en el centro del ciclón se forma una corriente de aire limpio y por las paredes viaja el material que cae por gravedad al silo, que debe tener un sello hermético (Figura 1).

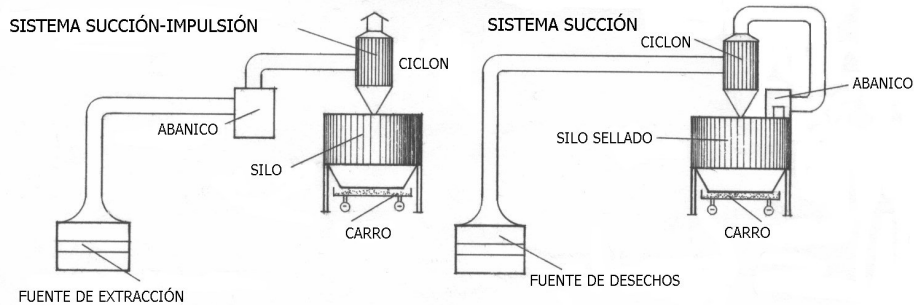


Figura 1. Sistema de succión-impulsión y succión total.

- **Impulsión con tubo Venturi:** al contrario del sistema de succión total, el abanico es el primer componente (Figura 2); tiene la desventaja de que la succión es un tanto baja, por lo que se usan generalmente para la evacuación de residuos en una sola máquina, por ejemplo, la sierra cinta del aserradero.

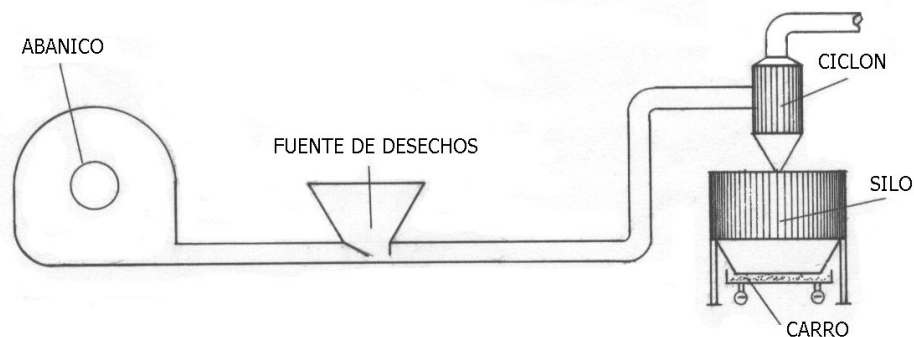


Figura 2. Sistema de impulsión con Venturi.

- **Independientes:** Sistemas móviles con abanico y accesorio para separar el material granulado del aire, tienen bolsa de tela filtrante.

Principios básicos del diseño de campanas

Los colectores o campanas para maquinarias madereras están adaptados para eliminar residuos, más que para captar partículas en suspensión en el aire; por lo tanto, el colector está diseñado para adaptarse a la trayectoria del aserrín y las virutas.

Las máquinas modernas traen estos colectores o campanas incorporados, en este caso debe respetarse sus direcciones de salida, tratando de no producir variaciones bruscas. Las siguientes recomendaciones son válidas para los sistemas de extracción neumática de residuos de madera:

- Ubicar el colector o campana, tan cerca de la fuente como sea posible y a la vez requiere que se cubra totalmente. En caso de existir el colector, conectarse al ducto del mismo en forma hermética.
- Las partículas deben dirigirse directamente al ducto (Figura 3) que es donde se tiene mayor velocidad de transporte.

- La velocidad del aire en la fuente y entrada del colector, debe ser mayor que la velocidad de proyección de las partículas.
- Al colocar bridas (o “flangers”) en las campanas se elimina succión de áreas innecesarias (en áreas adyacentes sin contaminación) y además se reducen los requerimientos de aire en la campana (Figura 3).

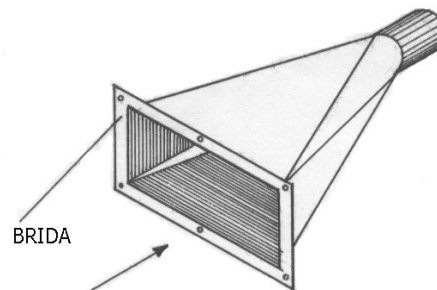


Figura 3. Ducto con campana y brida.

MATERIALES Y ACCESORIOS

Tubería flexible

Es necesario colocar un tubo flexible en la salida de las máquinas, para evitar tanto el ruido como el deterioro del tubo metálico, provocado por la vibración de las máquinas.

Compuertas

Se deben colocar compuertas en todas las máquinas, para eliminar succión innecesaria de las máquinas que no están operando, propiciando así el ahorro energético; además; la colocación de compuertas crea cierta resistencia necesaria para equiparar presiones estáticas, lográndose una succión adecuada en todas las máquinas.

Tuberías

Es importante que no se use tubería menor de 100 mm de diámetro (4”), ya que se dan muchas pérdidas de presión y velocidad por fricción o roce.

Los materiales que se emplean para la fabricación de la tubería pueden ser:

- Hierro galvanizado.
- Hierro negro.
- PVC (policloruro de vinilo o simplemente vinilo). Si se utiliza este material, debe tomarse en cuenta que no esté cerca de líneas de conducción eléctrica, para no generar campos eléctricos que puedan causar accidentes.

Las velocidades recomendadas para diferentes partículas se localizan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Velocidades recomendadas de acuerdo a los materiales.

Material	Ámbitos de velocidad recomendados	
	m/seg	pies/min.
Polvo de madera	7,62 - 10,80	1500 - 2000
Aserrín seco, liviano	10,80 - 15,24	2000 - 3000
Aserrín húmedo, pesado	15,24 - 20,33	3000 - 4000
Viruta seca, liviana	10,80 - 15,24	2000 - 3000
Recortes madera verde	17,78 - 22,87	3500 - 4500
Madera triturada	17,78 - 22,87	3500 - 4500
Polvo de esmeril	15,24 - 20,33	3000 - 4000

Para el diseño de tuberías en las fábricas de elaboración de productos de madera, es usual la utilización de una velocidad de 19.3 m/s (3800 pies/min). No es conveniente permitir velocidades menores a 17.8 m/s (3500 pies /min).

Codos

Los codos deben tener un radio mínimo de 2 ó 2.5 veces el diámetro del ducto, para evitar pérdidas por el roce y las turbulencias durante el paso del material. Además, deben tener un número de secciones de acuerdo al radio del codo, para evitar al máximo la fricción ó el roce por las paredes del codo; cuanto mayor sea el número de secciones se produce menor pérdida de presión y velocidad como consecuencia del roce (Figura 4).

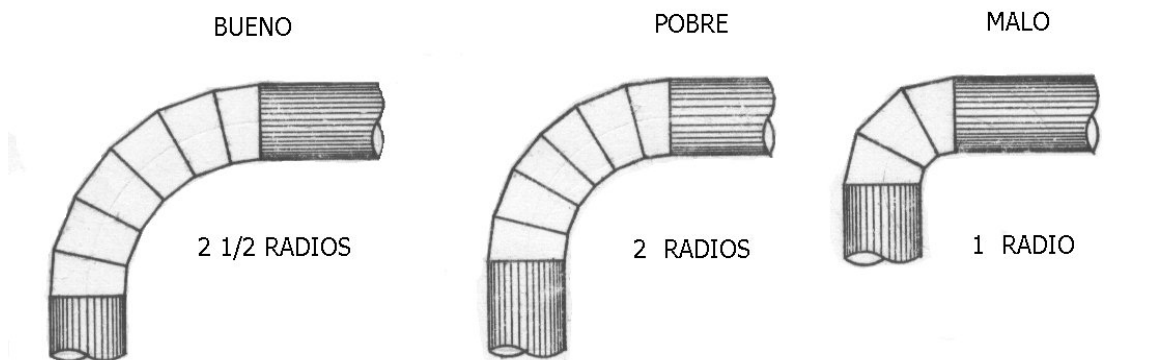


Figura 4. Codos y sus respectivos radios.

Entradas a las tuberías primarias

En lo posible se debe evitar la entrada de un ramal, a una tubería primaria con un diámetro pequeño. Es recomendable que esa área de entrada no sea menor que dos veces el área de la tubería principal (Figuras 5, 6 y 7).

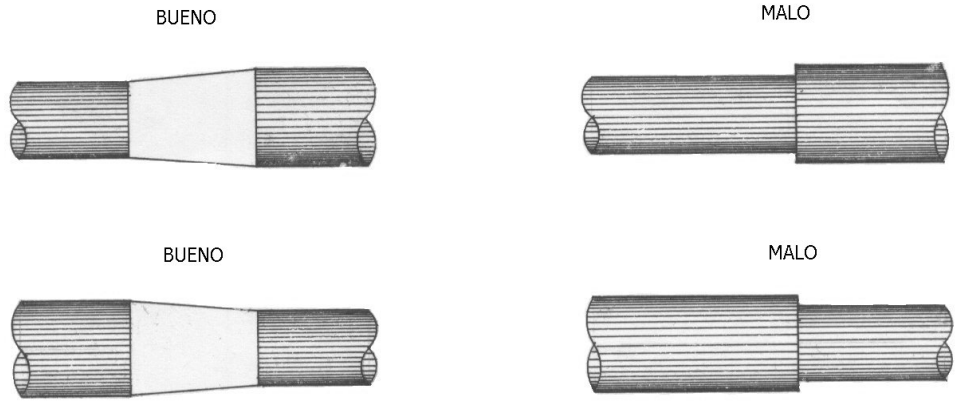


Figura 5. Entradas con ampliación.

Se recomienda evitar las entradas verticales debido a la turbulencia que causarían. Por lo tanto, se debe procurar un ángulo de entrada a la tubería principal que comprenda entre los 15 a 30 grados; eliminando así muchas pérdidas de presión y velocidad por la turbulencia generada (Figura 6 y 7).

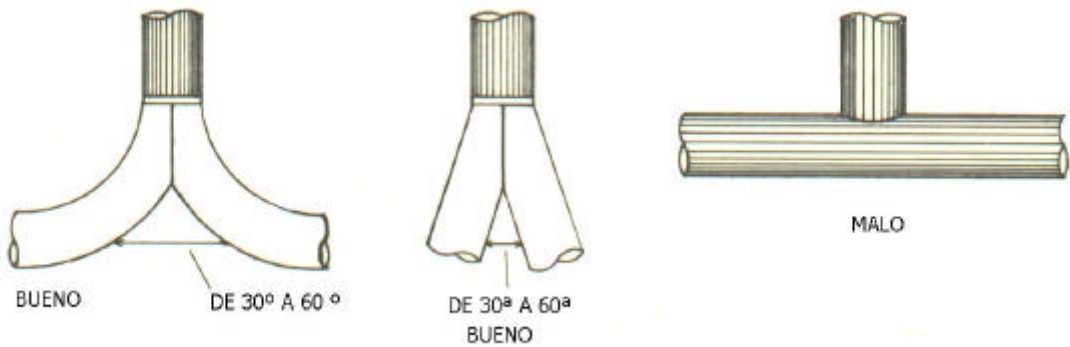


Figura 6. Entradas con ángulos.

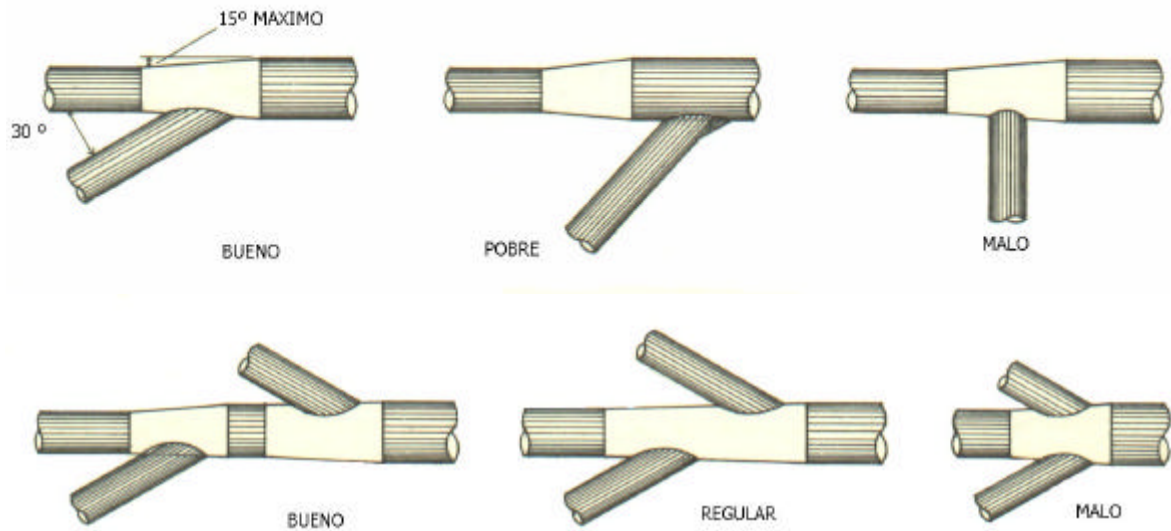


Figura 7. Entradas con ángulos.

Ciclones

Los ciclones son implementos destinados a separar el exceso de aire de las partículas que éste trae en suspensión. Se instalan por lo general a la salida del sistema neumático y constituyen un implemento de gran importancia para el sistema (Figura 8).

Se recomienda que la velocidad de entrada de los residuos al ciclón sea de 15.2 m/s (3000 pies/min). Existen ciclones de baja pérdida y los dos diseños de la Figura 8 muestran la solución al problema de la turbulencia en la entrada, reduciendo la pérdida de velocidad del ducto en esa área. Los ciclones más usados para este tipo de instalaciones son los de gran diámetro.

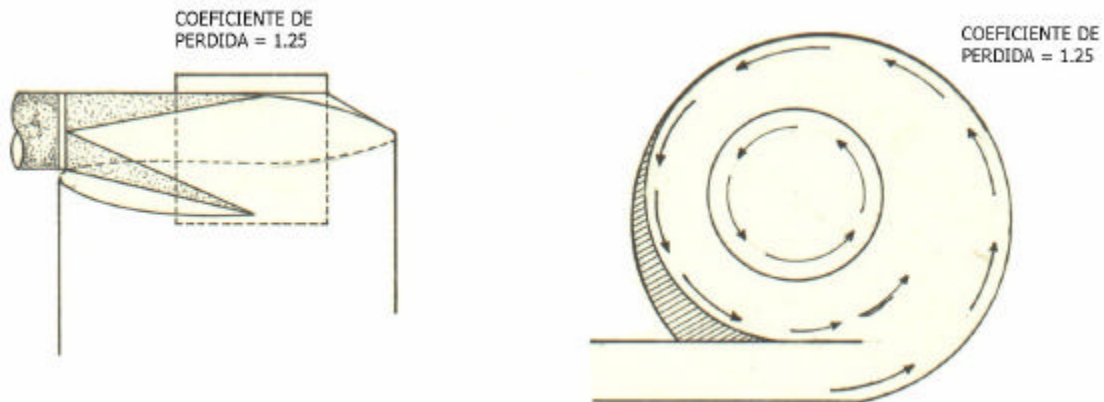


Figura 8. Separador del material en suspensión y del aire del tipo ciclónico.

Hay que tomar en cuenta que el ciclón es el elemento que ofrece mayor resistencia dentro del sistema, por lo que su escogencia debe ser cuidadosa, permitiendo que ejerza una buena separación de los diferentes tipos de residuos y a su vez que no cause grandes pérdidas de presión y velocidad. El tamaño del ciclón se determina de acuerdo al caudal de aire, factor que permite la eficiencia en la separación del material.

Los ciclones no tienen la capacidad de separar totalmente los residuos que viajan con el aire en los ductos, su eficiencia usualmente varía entre el 95% y el 99%. Las partículas más finas logran escapar al ambiente y son las que causan mayor molestia y afecciones entre los pobladores cercanos. Por esta razón, en aquellos casos donde la ubicación de la empresa esté en un sitio con residencias cercanas, es necesario colocar adicionalmente filtros para eliminar dichas partículas finas.

La instalación del ciclón se puede omitir en aquellos casos en que la descarga se realiza a la atmósfera o en grandes depósitos abiertos, donde el efecto soplante del sistema no introduce perturbaciones. Sin embargo, esta práctica debe evitarse por la contaminación que produce al medio.

Abanicos

Existen dos tipos de abanicos:

- Abanicos axiales: se caracterizan porque la dirección del aire fluye paralela al eje de éste.
- Abanicos centrífugos: el flujo es radial, esto es que la salida del aire se da en forma perpendicular con respecto a su ingreso.

Los abanicos se rigen por tres leyes fundamentales:

- El caudal varía directamente según la cantidad de revoluciones por minuto (rpm) de la propela del abanico, es decir, a mayor caudal, requiere mayor cantidad de rpm.
- La presión total y la presión estática varían con el cuadrado de la velocidad de la propela.
- Los caballos de fuerza HP (KW) o amperaje varían con el cubo de la velocidad de la propela. El aumento de la velocidad del abanico conlleva un significativo aumento del consumo energético.

Los abanicos deben disponer y cumplir con los siguientes requerimientos técnicos mínimos:

- La capacidad en cuanto al caudal que puede manejar.
- La capacidad en cuanto a la presión estática.
- Las revoluciones por minuto con las que debe operar.

La selección de un abanico adecuado es de vital importancia y tiene que responder correctamente a los requerimientos para un determinado sistema de extracción de residuos.

Silos

En este caso, los silos permiten depositar el material residual o de desecho. Existen básicamente dos tipos de silos:

- Los no herméticos, es decir, aquellos en que la tubería de descarga de aire limpio puede estar abierta al ambiente, sin causar problema al sistema de extracción, como en el caso del sistema de succión-impulsión (Figura 1).



- Los herméticos, se caracterizan por ser completamente cerrados, para no permitir la reducción de caudal en la fuente de desechos, como en el caso de un sistema de succión total (Figura 1).

AGRADECIMIENTO

El autor desea agradecer la colaboración de la Ing. Ana Cristina Alpizar en la recopilación de la información técnica, al técnico José Manuel Guzmán por la confección de los dibujos y a la D.I. Marta Sáenz por el montaje y secuencia del documento.

BIBLIOGRAFÍA

- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, USA). 1982. Industrial Ventilation: A manual of recommended practice. 17th ed. Lansing, Michigan, US, Committee on Industrial Ventilation. 14 Chapters, variable p.
- McDermott, HJ. 1985. Handbook of ventilation for contaminant control. 2nd ed. Boston, Massachusetts, US. 402 p.
- Rojo, R. 1974. Extracción neumática de residuos de elaboración de maderas. Informe Técnico N° 47, 69 p. (Instituto Forestal, CL).