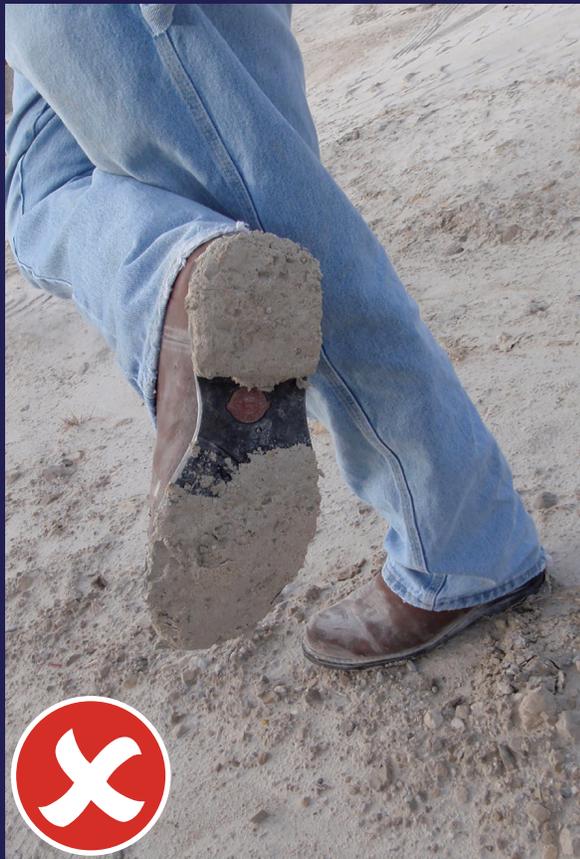


# SOLUCIONES SIMPLES

## PARA ENTORNOS CON POLVO EN MINAS METÁLICAS Y NO METÁLICAS



## CÓMO REDUCIR LAS EXPOSICIONES AL POLVO Y MEJORAR LA ERGONOMÍA



Centers for Disease Control  
and Prevention  
National Institute for Occupational  
Safety and Health

**Este documento es de dominio público y se puede reproducir o reimprimir libremente.**

## **Descargo de responsabilidad**

La mención de cualquier empresa o producto no constituye respaldo alguno del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), que forma parte de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). Además, la cita de sitios web externos a NIOSH no constituye un respaldo por parte de NIOSH a las organizaciones patrocinadoras ni a sus programas o productos. De igual manera, NIOSH no se responsabiliza por el contenido de esos sitios web. Hasta la fecha de publicación de este documento se podía ingresar a todos los sitios web mencionados como referencia.

## **Información para hacer pedidos**

Para recibir documentos de NIOSH o más información sobre temas de seguridad y salud ocupacional, comuníquese con NIOSH:

Teléfono: **1-800-CDC-INFO** (1-800-232-4636)

TTY: 1-888-232-6348

CDC INFO: [www.cdc.gov/info](http://www.cdc.gov/info)

o consulte el sitio web de NIOSH: [www.cdc.gov/niosh](http://www.cdc.gov/niosh).

Para recibir actualizaciones mensuales de NIOSH, suscríbese a *NIOSH eNews* en [www.cdc.gov/niosh/eNews](http://www.cdc.gov/niosh/eNews)

## **Cita recomendada**

NIOSH [2021]. Simple solutions for dusty environments at metal/nonmetal mines. By Patts JR, Pollard JP, Cecala AB, Dempsey PG, Louk AK, Schall J. Pittsburgh PA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2022-107. <https://doi.org/10.26616/NIOSH PUB2022107>

DOI: <https://doi.org/10.26616/NIOSH PUB2022107>

DHHS (NIOSH) Publication No. 2022-107

Diciembre del 2021

# Índice

---

Prólogo .....	1
Factores comunes que contribuyen a la exposición al polvo.....	2
Factores de riesgo de trastornos musculoesqueléticos y lesiones traumáticas .....	3
Subida de escaleras .....	4
Paletizado manual .....	5
Cambio de cribas .....	6
Limpieza de las botas de trabajo .....	7
Manejo de mangueras.....	8
Limpieza de los pisos .....	9
Accesibilidad de los filtros .....	10
Cintas transportadoras .....	11
Salas de control cerradas.....	12
Embolsado a granel .....	13
Eliminación de bolsas rotas .....	14
Recursos adicionales .....	15

# Prólogo

---

Este folleto, Soluciones simples para entornos polvorientos en minas metálicas y no metálicas, está diseñado para proporcionar ejemplos de los tipos de soluciones que usted puede aplicar para reducir la exposición al polvo en minas e instalaciones a cielo abierto. En el folleto se presentan controles prácticos que no solo reducen la exposición al polvo, sino que también disminuyen los riesgos de trastornos musculoesqueléticos (TME) y de lesiones traumáticas (por ejemplo, resbalones, tropiezos y caídas). Más allá de los beneficios obvios para la salud, puede resultar más fácil justificar los controles e intervenciones de ingeniería cuando se puede lograr un mayor impacto.

Mientras que las lesiones traumáticas se producen de forma repentina, tanto los trastornos musculoesqueléticos como las enfermedades respiratorias suelen ser resultado de sobreexposiciones acumulativas. Las exposiciones tanto en el hogar como en el lugar de trabajo pueden combinarse y manifestarse en los últimos años de su vida profesional, según sus índices de exposición y del estrés acumulado.

Este folleto ofrece información basada en la experiencia adquirida en el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) y destaca soluciones que tienen un costo relativamente bajo y son fáciles de implementar. Las soluciones para el control del polvo que son prácticas para mantener tienen el mayor potencial de uso sostenido y, en última instancia, de mejora de la salud y la seguridad de los trabajadores de las minas. La información proporcionada es solo una introducción sobre el control del polvo y la prevención de lesiones en las operaciones de minería metálica y no metálica. Para obtener una cobertura más completa de estos temas, consulte la sección “Recursos adicionales” al final de este folleto.

# Factores comunes que contribuyen a la exposición al polvo

---

Aunque cualquier situación que libere polvo en el aire que respiran los trabajadores provoca una exposición, los investigadores han acumulado un caudal de experiencia (consulte la sección “Recursos adicionales” al final de este folleto) que apunta a varios factores comunes que contribuyen a esto, como se describe a continuación. Aunque este documento se centra en los polvos respirables, los controles de ingeniería que son capaces de reducir estos polvos más finos también deberían funcionar eficazmente con respecto a polvos más gruesos (inhalables y torácicos). A lo largo de este documento se puede suponer que “polvo” se refiere a cualquier rango de tamaño, pero se entiende que los efectos más perjudiciales para la salud son causados por los polvos respirables. La adopción de medidas para reducir las emisiones de estas fuentes de polvo puede disminuir el potencial de los impactos crónicos sobre la salud que se derivan de la exposición al polvo respirable.

- La **limpieza inadecuada** puede adoptar muchas formas y tiene un impacto en cualquier lugar donde el material acumulado se libera en el aire.
  - Acumulación de material en las estructuras interiores (vigas, paredes, techos de los recintos interiores), así como dentro de las estructuras interiores (gabinetes y estantes de equipos, etc.).
  - Acumulación de material derramado en cintas transportadoras, puntos de transferencia, etc.
  - Exceso de material en el suelo, introducido por los equipos móviles.
- La **falta de una ventilación eficaz por aspiración local** puede permitir que el polvo se extienda por toda la planta.
  - Sistemas locales de ventilación por aspiración que no funcionan, que faltan, que están bloqueados o que tienen agujeros en los conductos, lo cual compromete su rendimiento.
  - Insuficiente extracción (presión negativa) para eliminar el polvo.
  - Campanas o entradas mal diseñadas u orientadas demasiado lejos de la fuente.
- La **falta de ventilación en toda la estructura** puede aumentar las concentraciones de polvo en los espacios interiores, lo cual provoca exposiciones elevadas.
  - Ventiladores apagados o que no funcionan.
  - Ventiladores instalados demasiado abajo en el edificio.
  - Entradas de aire exterior situadas cerca de fuentes de polvo, lo cual permite la entrada de aire polvoriento en la estructura.
- La **falta de una filtración eficaz en las estructuras cerradas** puede provocar la exposición al polvo en los trabajadores que pasan la mayor parte de su turno dentro de cabinas y salas de control cerradas.
  - Uso de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado ("HVAC") ineficaces; unidades residenciales de aire acondicionado sin la filtración adecuada.
  - Uso de filtros demasiado restrictivos que pueden reducir el flujo de aire y obstruirse demasiado rápido.
  - Falta de monitores de presión en la cabina que proporcionen información en tiempo real sobre el sellado de la cabina y el funcionamiento del sistema.
- Las **malas prácticas de los trabajadores** pueden dar lugar a exposiciones innecesarias al polvo, ya que permiten que sus hábitos y comportamientos laborales los expongan a polvos respirables.
  - Aplaudir para “limpiar” los guantes.
  - Permitir que la cara esté demasiado cerca de las emisiones de polvo (mientras ata y sella las bolsas, limpia con manguera, etc.).
  - Manejo de equipos, bolsas, cajas, pantallas, etc. que tengan polvo.

**Tenga en cuenta: puede haber múltiples fuentes de polvo respirable al mismo tiempo. Esta lista no es exhaustiva, sino que sirve como punto de partida para una evaluación completa del polvo.**

# Factores de riesgo de trastornos musculoesqueléticos y lesiones traumáticas

---

Un factor de riesgo de trastornos musculoesqueléticos es una acción o condición que se ha establecido que contribuye a lesiones musculoesqueléticas. Los trastornos musculoesqueléticos pueden caracterizarse por molestias, dolor y limitaciones en la movilidad y la destreza, las cuales pueden afectar la capacidad de trabajo de las personas. A continuación se describen cinco factores de riesgo fundamentales, con ejemplos.

- El **trabajo enérgico** es toda tarea o actividad en la que el cuerpo debe realizar niveles altos de esfuerzo.
  - Levantar o cargar objetos pesados.
  - Jalar, empujar o levantar enérgicamente.
  - Agarrar con fuerza.
- Las **malas posturas** ocurren cuando los trabajadores utilizan cualquier posición que no es una postura neutra, lo cual reduce su capacidad para generar fuerza y puede provocar un pinzamiento de los nervios. Las malas posturas también se conocen en general como posturas “incómodas”.
  - Agacharse para alcanzar objetos por debajo de la altura de los nudillos.
  - Torcer la parte superior del cuerpo o la cabeza.
  - Trabajar con los codos levantados sobre la altura de los hombros.
  - Estirarse hacia adelante o atrás.
  - Arrodillarse o ponerse en cuclillas.
  - Postura estática: incluso una postura buena puede ser perjudicial cuando se mantiene durante un periodo prolongado.
- El **trabajo repetitivo** ocurre cuando los trabajadores usan reiteradamente los mismos músculos y tejidos para realizar una tarea o actividad, con lo cual se irritan los tendones, se aumenta la presión en los nervios y se evita que el cuerpo sane como corresponde.
  - Presionar el cierre de bolsas para cerrarlas.
  - Apretar tornillos manualmente.
  - Usar controles de equipos móviles, como palancas de mando (*joysticks*).
  - Usar pistolas de engrase manuales.
  - Trabajo prolongado con la computadora en estaciones que no tienen en cuenta la ergonomía.
- La **exposición a vibración** se manifiesta de dos formas: en la mano y el brazo, y en todo el cuerpo. La exposición a la vibración puede disminuir el flujo sanguíneo, dañar los nervios, contribuir a la fatiga muscular y provocar dolor en la parte inferior de la espalda.
  - Conducir un camión de volteo (volqueta) todoterreno u otra maquinaria móvil en terreno disparejo.
  - Operar una trituradora.
  - Utilizar un martillo neumático.
- Los **resbalones, tropezones y caídas** son la segunda causa más importante de lesiones en las minas a cielo abierto.
  - Contaminantes en las superficies de paso (grasas y aceites, derrames excesivos, etc.)
  - Superficies de trabajo inestables.
  - Barreras inadecuadas.

**Tenga en cuenta: puede haber múltiples factores de riesgo de trastornos musculoesqueléticos al mismo tiempo. El riesgo de lesiones aumenta a medida que se incrementa la cantidad de factores de riesgo.**

# Subida de escaleras

Cuando un trabajador sube o baja por una escalera en un entorno polvoriento, puede liberar polvo al sujetarse o pisar los peldaños. Este polvo puede caer directamente en la zona de respiración del trabajador y aumentar su exposición. Las escaleras polvorientas también pueden representar un riesgo de resbalones y caídas, ya que el polvo acumulado disminuye la fricción disponible en los peldaños y los pasamanos.

**Factores de riesgo.** Polvo: limpieza inadecuada; trastornos musculoesqueléticos y lesiones traumáticas: riesgos de resbalones, tropiezos y caídas



Fotografía de NIOSH

**El problema:** el polvo se libera en el aire desde la escalera cuando los trabajadores se sujetan o pisan cada peldaño mientras suben o bajan.



**La solución:** cuando sea posible, utilice escaleras en ángulo (en azul, a la derecha) en lugar de escaleras verticales (foto superior). Cuando el espacio sea limitado, considere las escaleras de peldaños alternados (la amarilla, a la izquierda), que requieren un espacio mucho más reducido y ofrecen algunas de las ventajas ergonómicas y de seguridad de las escaleras tradicionales. Un estudio de caso no publicado parece indicar que ambos tipos de escaleras reducen las posibilidades de que el polvo se libere en la zona de respiración del trabajador.



**Otras mejoras:** una buena limpieza es vital para reducir la exposición de los trabajadores al polvo respirable. Las superficies para caminar y los pasamanos deben lavarse con una manguera para reducir la acumulación de polvo.

**Tenga cuidado con estas superficies mojadas hasta que se hayan secado.**

# Paletizado manual

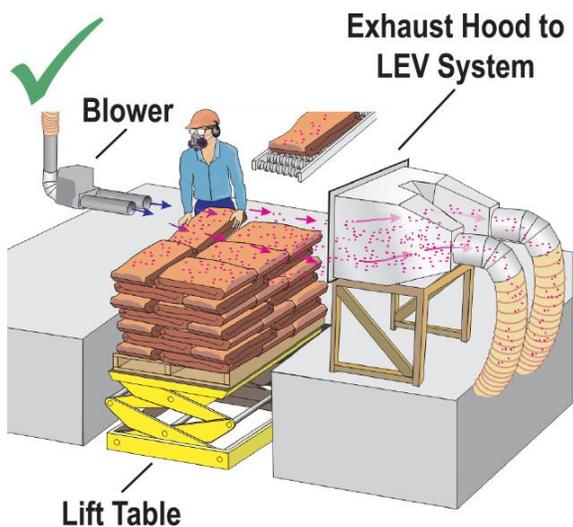
Durante el proceso de llenado de las bolsas, su superficie exterior puede contaminarse con polvo. Este polvo puede liberarse al aire cuando los trabajadores que realizan manualmente las tareas de paletización manipulan las bolsas. Levantar y bajar bolsas con frecuencia también puede provocar fatiga y lesiones. Los riesgos de lesión aumentan cuando la ubicación de las paletas no es ideal o el peso de las bolsas es excesivo. Además, el polvo que se deposita en la superficie de paso de la zona de paletización con frecuencia puede volver resbaladizo el piso, lo cual aumenta la posibilidad de un resbalón o una caída.

**Factores de riesgo.** Polvo: falta de ventilación por aspiración local eficaz; trastornos musculoesqueléticos y lesiones traumáticas: malas posturas; riesgos de resbalones, tropiezos y caídas



Fotografía de NIOSH

**El problema:** el paletizado manual de las bolsas con frecuencia requiere posturas incómodas. Inicialmente, las bolsas deben colocarse encima de una paleta vacía por debajo de la altura de la cintura, mientras que, a medida que la paleta se llena, los trabajadores podrían extender las manos por encima de los hombros para colocar las bolsas en la paleta. Las bolsas sucias y las fugas de las bolsas, junto con una ventilación mínima, también exponen a los trabajadores al polvo respirable. Además, el polvo puede contaminar la ropa de los trabajadores y crear una fuente secundaria de exposición.



**La solución:** los sistemas semiautomáticos incluyen trabajadores y un sistema automático para efectuar el proceso de apilamiento de bolsas. La mesa elevadora que se ilustra en amarillo permite que las bolsas permanezcan aproximadamente a la altura de los nudillos para que el trabajador las apile; esta es la altura de carga más ergonómica. Un sistema de ventilación equilibrado recoge el polvo liberado durante el proceso de apilado en un sistema de ventilación por aspiración local, lo cual evita que entre en la zona de respiración del trabajador.



**Otras mejoras:** considere la posibilidad de utilizar soluciones de embolsado totalmente automáticas, como los sistemas de formación, llenado y sellado, los cuales (1) aíslan el llenado de bolsas en un área alejada del trabajador y (2) eliminan por completo la manipulación de las bolsas gracias a la formación, el llenado, el sellado y el transporte totalmente automáticos de las mismas. Para obtener más información sobre los sistemas de formación, llenado y sellado, consulte el siguiente recurso:

<https://www.cdc.gov/niosh/mining/UserFiles/works/pdfs/2019-124.pdf#page=272>

# Cambio de cribas

Las cribas se utilizan en las operaciones de procesamiento de minerales para separar el material según su tamaño, lo cual casi siempre genera grandes cantidades de polvo en el entorno de trabajo, sobre todo durante el mantenimiento y el cambio de cribas. Las cribas deben recibir mantenimiento y remplazarse cuando sea necesario, y la atención cuidadosa en este trabajo reducirá el riesgo de polvo para los trabajadores. Los marcos de las cribas son pesados, grandes y difíciles de manipular. Además, hay que retirar cuidadosamente las cribas usadas y almacenar e instalar cribas nuevas.

**Factores de riesgo:** exposición al polvo: prácticas laborales deficientes; limpieza inadecuada; trastornos musculoesqueléticos y lesiones traumáticas: malas posturas; trabajo enérgico



Fotografía de NIOSH

**El problema:** la limpieza y el cambio de cribas implican la exposición a grandes cantidades de polvo. Las plataformas de cribado tradicionales son grandes y pesadas, y es necesario desengancharlas y engancharlas repetidamente; por lo tanto, si estas tareas no se realizan correctamente, pueden ser una fuente de exposición al polvo, además de hacer que los trabajadores ejerzan mucha fuerza, se estiren demasiado y trabajen en posiciones incómodas.



Fotografía de NIOSH

**La solución:** los trabajadores pueden manipular con más facilidad las nuevas plataformas de cribado con varios paneles. Estas nuevas plataformas eliminan la necesidad de realizar el proceso de enganche, y la malla de la criba reduce la exposición del trabajador a los polvos. Aunque la protección respiratoria suele aplicarse solo como último recurso cuando no se pueden utilizar controles de ingeniería, la liberación de polvo durante el mantenimiento de las cribas puede ser peligrosa y difícil de controlar. Por lo tanto, se debe utilizar protección respiratoria al realizar esta tarea.



**Otras mejoras:** almacene las cribas nuevas donde estén protegidas para que no se acumulen depósitos de polvo en su superficie que puedan exponer aún más a los trabajadores cuando las instalen. Considere la posibilidad de utilizar un espacio de trabajo independiente equipado con un sistema de ventilación por aspiración local para el mantenimiento de las plataformas de cribado. Los montacargas y dispositivos elevadores pueden reducir el esfuerzo de los trabajadores cuando instalen cribas más grandes.

# Limpieza de las botas de trabajo

Las botas de trabajo sucias pueden ser una fuente de exposición al polvo ambiental para los trabajadores; esto se produce cuando el trabajador camina sobre polvo húmedo, el terreno de recubrimiento o el lodo y el material se adhiere a las botas de trabajo. Una vez que las botas del trabajador se ensucian con el material, este se esparce por todas partes hasta que se desprende o las botas se limpian. Las botas de trabajo enlodadas también han sido identificadas por los trabajadores de las minas como un factor de riesgo de resbalones y caídas al entrar y salir de los equipos móviles.

**Factores de riesgo.** Polvo: limpieza inadecuada; malas prácticas de los trabajadores; trastornos musculoesqueléticos y lesiones traumáticas: riesgos de resbalones, tropiezos y caídas



Fotografía de NIOSH

**El problema:** las botas de trabajo sucias pueden llevar tierra a las cabinas de los equipos móviles. Esto conduce a la acumulación de polvo en el piso de las cabinas, lo que puede provocar exposición al polvo mientras se opera el equipo.



Fotografía de NIOSH

**La solución:** proporcione senderos designados y cepillos para botas en las áreas de estacionamiento de equipos móviles para ayudar a los trabajadores a eliminar los contaminantes de sus botas antes de subirse al equipo. Los cepillos para botas deben colocarse siempre en el exterior para evitar la exposición al polvo reaerosolizado.



**Otras mejoras:** se deben proporcionar senderos designados y se les debe dar mantenimiento para que estén libres de contaminantes. Se pueden utilizar pasarelas de rejilla metálica para ayudar a eliminar las acumulaciones de las botas y evitar el encharcado de contaminantes líquidos.

# Manejo de mangueras

El manejo de las mangueras para las actividades de lavado o limpieza puede representar un riesgo de polvo respirable, ya que la propia cubierta de la manguera puede acumular polvo que se libera cuando los trabajadores deslizan sus manos sobre ella. Las mangueras largas que se requieren normalmente en las minas no solo acumulan más polvo sedimentado, sino que ejercen una presión excesiva sobre la espalda del trabajador debido a su peso.

**Factores de riesgo.** Polvo: malas prácticas de los trabajadores; limpieza inadecuada; trastornos musculoesqueléticos y lesiones traumáticas: malas posturas; riesgos de resbalones, tropiezos y caídas



Fotografía de NIOSH

**El problema:** la gran área de superficie de las cubiertas de las mangueras puede acumular cantidades considerables de polvo respirable y los trabajadores deben manejarlas directamente al realizar las operaciones de lavado. Los trabajadores suelen manejar las mangueras cerca de su zona de respiración, lo cual agrava el problema.



Fotografía de NIOSH

**La solución:** la manguera enrollada se debe rociar antes de desenrollarla para eliminar y humedecer el polvo residual. Sujetar la manguera en una posición ergonómica (aproximadamente a la altura de los nudillos) también mantendrá el polvo liberado más alejado de la zona de respiración del trabajador.



**Otras mejoras:** considere la posibilidad de colocar un pequeño techo horizontal o una cubierta sobre el carrete de la manguera para reducir la cantidad de polvo que puede acumularse en la misma. Para reducir la tensión muscular, considere la posibilidad de utilizar más mangueras cerca de las áreas de lavado, en lugar de menos mangueras que deban arrastrarse por toda la planta.

# Limpieza de los pisos

Una limpieza eficaz es vital para garantizar un entorno de trabajo seguro. Debido al tráfico que se produce en los pisos de la planta, la limpieza eficaz debe incluir la eliminación de material suelto (que es una futura fuente de polvo) de los pisos. La limpieza y el mantenimiento rutinarios no solo eliminan las acumulaciones de polvo que pueden desprenderse e inhalarse, sino también otros contaminantes (como el aceite, la grasa, etc.) de las superficies de paso y de trabajo que aumentan el potencial de resbalones, tropiezos o caídas.

**Factores de riesgo.** Polvo: limpieza inadecuada; trastornos musculoesqueléticos y lesiones traumáticas: riesgos de resbalones, tropiezos y caídas



Fotografía de NIOSH

**El problema:** aunque el lavado con manguera de las áreas de trabajo es una forma eficaz de eliminar la acumulación de polvo, debe realizarse al final de los turnos de trabajo para que los senderos encharcados y las superficies mojadas tengan más tiempo para secarse antes de que se inicie el siguiente turno. Las mangueras pueden representar un peligro de tropiezo durante su uso y cuando no se almacenan correctamente.



Fotografía de NIOSH

**La solución:** el lavado con manguera debe comenzar utilizando una boquilla con un patrón de abanico amplio, como se muestra, para mojar inicialmente el material, y luego continuar con chorros más estrechos para empujar el material hacia los desagües o hacia el exterior del edificio. El uso de un chorro estrecho y concentrado puede hacer que el polvo acumulado se disperse en el aire antes de que se haya humedecido.



Fotografía de NIOSH

**La solución:** para la limpieza durante el turno, se pueden utilizar barredoras de piso con conductor para limpiar el piso polvoriento sin introducir agua en exceso, que puede provocar encharcamiento y aumentar el riesgo de resbalones.



**Otras mejoras:** si se utilizan rociadores para lavar con manguera las áreas con polvo acumulado, asegúrese de que haya un drenaje adecuado para alejar el agua de las áreas de paso.

## Accesibilidad de los filtros

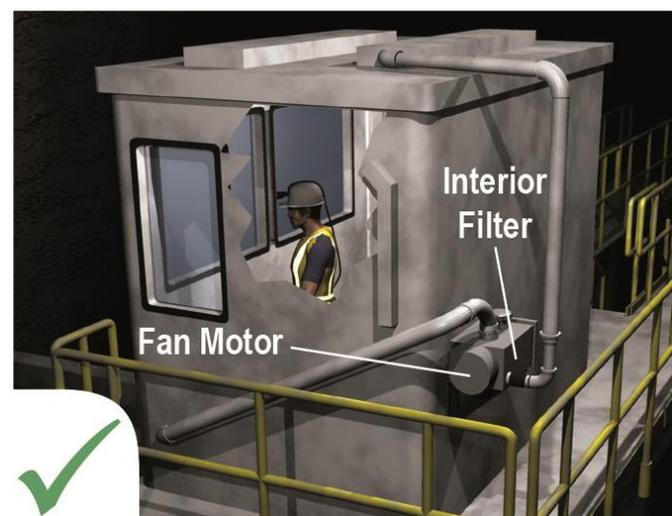
Los sistemas de filtración en las estructuras cerradas, ya sea en maquinarias móviles o fijas, tienen el potencial de reducir en gran medida los niveles de polvo dentro de la estructura cerrada donde los trabajadores pasan gran parte de su tiempo realizando sus tareas. Sin embargo, estos sistemas son solo tan buenos como su diseño inicial, y requieren un mantenimiento rutinario para mantener su eficacia. Hay que prestar mucha atención al diseño y la ubicación de estos sistemas para asegurarse de que su mantenimiento sea fácil y no represente un peligro ergonómico o de polvo en sí mismo.

**Factores de riesgo.** Polvo: filtración ineficaz de recintos; trastornos musculoesqueléticos y lesiones traumáticas: malas posturas; riesgos de resbalones, tropiezos y caídas



Fotografía de NIOSH

**El problema:** las cámaras del sistema de ventilación están situadas en la parte superior de la estructura, por lo que es necesario utilizar una escalera (lo que supone un riesgo de caída) y se puede exponer al trabajador al polvo depositado.



**La solución:** el sistema de filtrado que se ilustra está situado a la altura de la cintura en un lugar de fácil acceso al lado de la cabina. Solo se necesita una herramienta sencilla para abrir la caja del filtro.



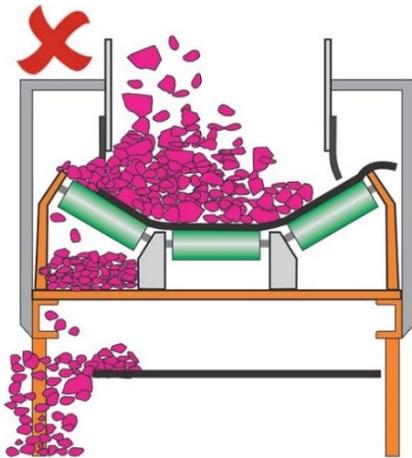
**Otras mejoras:** considere la posibilidad de utilizar filtros MERV 16 en lugar de filtros HEPA. En las aplicaciones de minería con niveles de polvo muy elevados, los filtros MERV 16 se llenan con menos rapidez, manteniendo alta la cantidad de flujo de aire, pero con una capacidad de retención de polvo relativamente alta. Para obtener más información, descargue esta información gráfica:

<https://www.cdc.gov/niosh/mining/works/cover-sheet2109.html>.

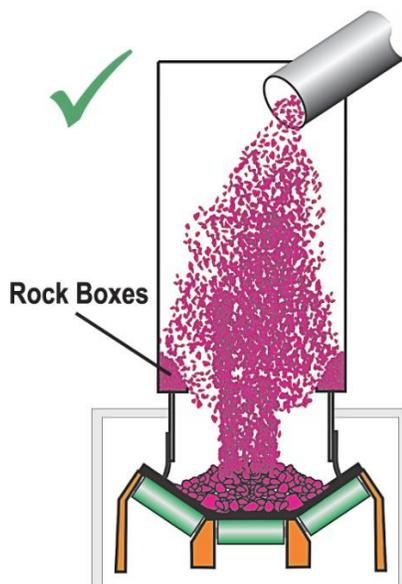
# Cintas transportadoras

Los derrames de material a lo largo de las cintas transportadoras, y especialmente en los puntos de transferencia, se deben a un control inadecuado del material. Estos derrames no solo pueden dar lugar a un aumento de la exposición al polvo, sino que su limpieza manual puede exponer a los mineros a factores de riesgo por trastornos musculoesqueléticos en los hombros y la espalda.

**Factores de riesgo.** Polvo: limpieza inadecuada; trastornos musculoesqueléticos y lesiones traumáticas: trabajo energético; riesgos de resbalones, tropiezos y caídas



**El problema:** cargar de forma deficiente el material en una cinta transportadora produce derrames y, en última instancia, daños en la cinta. Los derrames en los senderos pueden aumentar la exposición al polvo, presentan un riesgo de resbalones y caídas para los trabajadores cercanos y, en última instancia, deben retirarse con una pala, lo cual puede provocar tensión en la espalda y exposición al polvo.



**La solución:** se pueden utilizar cajas para rocas que suavicen la caída y redirijan el flujo del material que cae hacia el centro de la cinta.



**Otras mejoras:** para controlar eficazmente los derrames en los puntos de transferencia, asegúrese de cumplir los siguientes requisitos: (1) que el material se alimente hacia el centro de la cinta, (2) que se minimice la distancia de caída vertical del material, (3) que el material de transferencia esté bien contenido, y (4) que la distancia de transferencia se reduzca en la medida de lo posible.

# Salas de control cerradas

Muchas operaciones, durante procesos que van desde la trituración primaria hasta la carga y descarga, pueden generar cantidades considerables de polvo. Además de la exposición al polvo, los trabajadores también pueden quedar expuestos a altos niveles de ruido y a vibraciones de todo el cuerpo, sobre todo dentro de las salas de control cerradas.

**Factores de riesgo.** Polvo: filtración ineficaz del recinto; trastornos musculoesqueléticos y lesiones traumáticas: exposición a las vibraciones



Fotografía de NIOSH

**El problema:** los aires acondicionados de ventana que suelen instalarse en las salas de control o en las cabinas de los operarios no proporcionan una filtración de aire adecuada. Estas unidades se instalan por lo general en una abertura irregular (no sellada) y no tienen suficiente flujo de aire (en pies cúbicos por minuto) ni eficacia de filtración (medios filtrantes dedicados) para reducir las concentraciones de polvo respirable. Además, las salas de control y las cabinas deben estar selladas y presurizadas para evitar que penetre el polvo transportado por el viento, y deben tener instalado un sistema de filtración y presurización de aire de alta eficiencia. A menudo, las cabinas de control están montadas directamente sobre plataformas o estructuras que vibran con las actividades de trituración, lo cual produce mucho más polvo dentro de la cabina debido a la vibración.



Fotografía de NIOSH

**La solución:** proporcionar una sala de control separada y con presión positiva para los trabajadores puede ofrecer una reducción sustancial de la exposición al polvo. Además, cuando el trabajador está aislado del equipo circundante, también puede reducirse su exposición al ruido y a las vibraciones de todo el cuerpo.



**Otras mejoras:** considere la posibilidad de pedirle a su proveedor de cabinas o sistemas de climatización que verifique el rendimiento de la cabina del operador. Haga la pregunta fundamental: ¿en qué medida protege del polvo a los ocupantes y cómo se mide esa protección?

# Embolsado a granel

El embolsado a granel con contenedores intermedios flexibles (*flexible intermediate bulk containers, FIBC*) se utiliza comúnmente en muchas operaciones industriales de minerales durante la preparación de envíos por camión a los clientes. Las tareas de llenado con contenedores intermedios flexibles colocan a los trabajadores muy cerca del punto de carga y transferencia del material. Tanto el polvo como la ergonomía pueden optimizarse cuando se realiza un análisis laboral completo de las operaciones de embolsado, incluidas las prácticas de embolsado a granel por parte de los trabajadores.

**Factores de riesgo.** Polvo: malas prácticas de los trabajadores; trastornos musculoesqueléticos y lesiones traumáticas: malas posturas



Fotografía de NIOSH

**El problema:** el atado de las aberturas de las bolsas puede exponer a los trabajadores al polvo, ya que el aire se expulsa desde el área de la abertura, en particular si la abertura está en la zona de respiración del trabajador. Observe en la foto cómo la abertura de la bolsa está directamente en la zona de respiración del trabajador, como indica la flecha roja.



Fotografía de NIOSH

**La solución:** las aberturas de las bolsas deben atarse tan alejadas como sea posible de la zona de respiración del trabajador. La abertura de la bolsa debe estar alejada de la cara, y la cabeza debe mantenerse hacia atrás y alejada de la bolsa. Observe cómo la abertura de la bolsa está a unos pies de la zona de respiración del trabajador, como indica la flecha verde.



**Otras mejoras:** cuando sea posible, minimice la distancia de caída del material a las bolsas a granel para reducir las emisiones de polvo. Utilice plataformas de trabajo ergonómicas que eleven o bajen la bolsa a la altura de trabajo cómoda del trabajador y mantengan su zona de respiración alejada del área de llenado en la medida de lo posible. Instale un sistema de ventilación por aspiración local para capturar el polvo alrededor del punto de transferencia de material.

# Eliminación de bolsas rotas

En ocasiones, las bolsas llenas de material se rompen y deben desecharse. Esto puede representar una importante fuente de polvo para los trabajadores del área de carga y apilamiento de bolsas, y puede requerir un manejo manual adicional de las bolsas (levantarlas, transportarlas). También puede ser necesario que el trabajador levante las bolsas que se rompen al caerse de las cintas transportadoras; el trabajador deberá agacharse y torcer la espalda, lo cual aumenta el riesgo de lesiones. El método que utilicen los trabajadores para desechar las bolsas rotas y el manejo cuidadoso de las mismas garantizarán que los riesgos se reduzcan al mínimo.

**Factores de riesgo.** Polvo: malas prácticas de los trabajadores, falta de ventilación por aspiración local eficaz; trastornos musculoesqueléticos y lesiones traumáticas: mala postura



Fotografía de NIOSH

**El problema:** las bolsas rotas que se desechan en un contenedor pueden provocar la acumulación de material tanto sobre el contenedor como en el suelo y convertirse en una fuente de polvo dentro de la planta. El polvo puede liberarse en el entorno de trabajo y contaminar a múltiples trabajadores. El transporte de las bolsas al contenedor se realiza a menudo de forma manual y aumenta el riesgo de trastornos musculoesqueléticos.



Fotografía de NIOSH

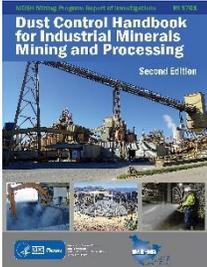
**La solución:** las bolsas rotas deben manejarse con cuidado y, cuando sea posible, llevarse a una estación ventilada de recuperación de materiales o al exterior de la planta.



**Otras mejoras:** solucionar los defectos de las bolsas, los problemas de ventilación, el manejo brusco, etc., y corregir las circunstancias que provocan la rotura de las bolsas. Una vez reciclado el material recuperable, la bolsa vacía con sus residuos debe depositarse en un contenedor situado bajo una campana extractora. Asegúrese de que los trabajadores reciban capacitación sobre las técnicas adecuadas de eliminación y de que los supervisores hagan un seguimiento de la cantidad de bolsas rotas para poder reducir su frecuencia. Considere la instalación de un diseño óptimo, es decir, un sistema automático que no requiera que los trabajadores manipulen las bolsas.

# Recursos adicionales

El Programa de Minería de NIOSH dispone de una serie de recursos pertinentes para reducir y eliminar la exposición al polvo, los trastornos musculoesqueléticos y los riesgos de resbalones, tropezos y caídas en las operaciones mineras.



**Manual de control de polvo en la minería y el procesamiento de minerales a nivel industrial**  
Este manual proporciona información detallada sobre las tecnologías de control para abordar todas las etapas del proceso de manejo de minerales, incluidos la perforación, la trituración, el cribado, el transporte, el embolsado, la carga y el transporte. El objetivo del manual es facultar al personal de la industria minera para que aplique la tecnología de control de polvo más avanzada, a fin de ayudar a reducir o eliminar la exposición de los trabajadores de minas y molinos a concentraciones de polvo peligrosas.

Descargue: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/works/coversheet2094.html>



## ErgoMine

Esta herramienta de auditoría ergonómica está diseñada específicamente para la minería. Comprende auditorías para el proceso de guardar en bolsas, el transporte en camiones de volteo (volquetas) todoterreno, así como las operaciones de mantenimiento y reparación en la minería a cielo abierto y las instalaciones de procesamiento. Con base en las respuestas a las preguntas de la auditoría, ErgoMine brinda recomendaciones cuando hay una oportunidad para mejorar la ergonomía. ErgoMine se puede descargar en forma gratuita en dispositivos Android de la tienda de Google Play.

Descargue: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/works/coversheet1906.html>



## Soluciones simples para trabajadores de minas a cielo abierto

Este folleto está diseñado para brindar ejemplos de los tipos de soluciones e ideas para el diseño de tareas que se pueden emplear para reducir la exposición a los factores de riesgo de trastornos musculoesqueléticos, así como resbalones, tropezos y caídas. Puede descargar Soluciones simples para trabajadores de minas a cielo abierto en el sitio web de minería de NIOSH. También puede enviar un correo electrónico a [mining@cdc.gov](mailto:mining@cdc.gov) para solicitar una versión impresa.

Descargue: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/works/coversheet2036.html>



## Prevención de resbalones, tropezos y caídas en la minería

Esta página web contiene amplia información de referencia y recursos relacionados con la minería para prevenir resbalones, tropezos y caídas.

Consulte: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/content/STFprevention.html>



Promoción de lugares de trabajo productivos mediante investigaciones  
sobre seguridad y salud

DHHS (NIOSH) Publication No. 2022–107

DOI: <https://doi.org/10.26616/NIOSH PUB2022107>