

# **Consecuencias para la salud de la sobreexposición al polvo respirable de carbón y sílice, y monitor personal de polvo**

**Agosto 2019**



# Polvo respirable en la minería de carbón

Polvo de un tamaño de menos de 10 micrones (no se puede ver a simple vista)

La sobrexposición puede causar enfermedad pulmonar.

La Ley Federal de Salud y Seguridad en las Minas de Carbón de 1969 reguló por primera vez la exposición de los mineros en los Estados Unidos:

- estableció un límite de 2.0 mg/m<sup>3</sup> de polvo respirable de mina de carbón;
- hizo obligatorio el muestreo ocupacional de polvo por MSHA y operadores de minas;
- estableció un programa de vigilancia mediante radiografías para los trabajadores de minas subterráneas;
- estableció un programa federal de beneficios para los afectados por la neumoconiosis de los mineros de carbón.

Se implementan tecnologías de control para reducir la exposición de los trabajadores.

# Enfermedades causadas por la inhalación del polvo de las minas de carbón

Enfermedades fibróticas: dañan o destruyen el tejido pulmonar

- neumoconiosis de los mineros de carbón (pulmón negro)
- silicosis

Enfermedades relacionadas con las vías respiratorias (enfermedad pulmonar obstructiva crónica, epoc): bloquean la entrada y salida de aire a los pulmones

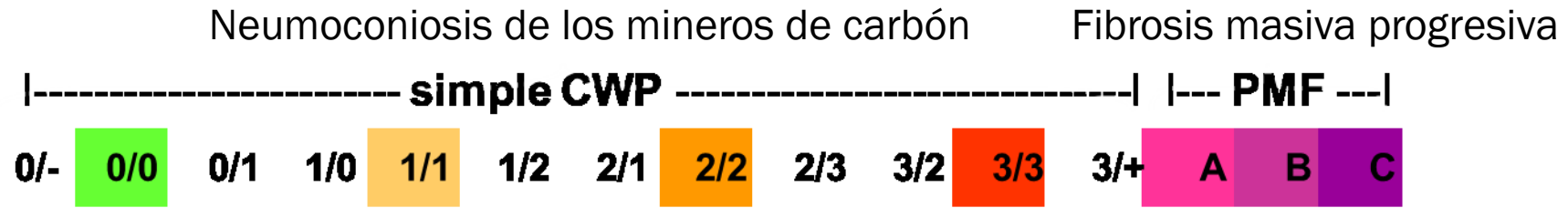
- bronquitis
- enfisema
- enfermedad de las vías respiratorias relacionada con el polvo mineral

# Enfermedades fibróticas pulmonares en los mineros

Neumoconiosis de los mineros de carbón y silicosis:

- Patrones similares en las radiografías de tórax.
- Formas simples y complicadas de las enfermedades.
- Forma complicada, conocida como fibrosis masiva progresiva (PMF).
- Se usan los estándares de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) para determinar la gravedad de estas enfermedades.
- **No se pueden curar, por lo tanto, es fundamental la prevención.**

# Clasificación de radiografías según la OIT



# Neumoconiosis de los mineros de carbón simple

La enfermedad generalmente se desencadena después de 10 años de exposición al polvo.

Los trabajadores podrían no presentar síntomas físicos al principio.

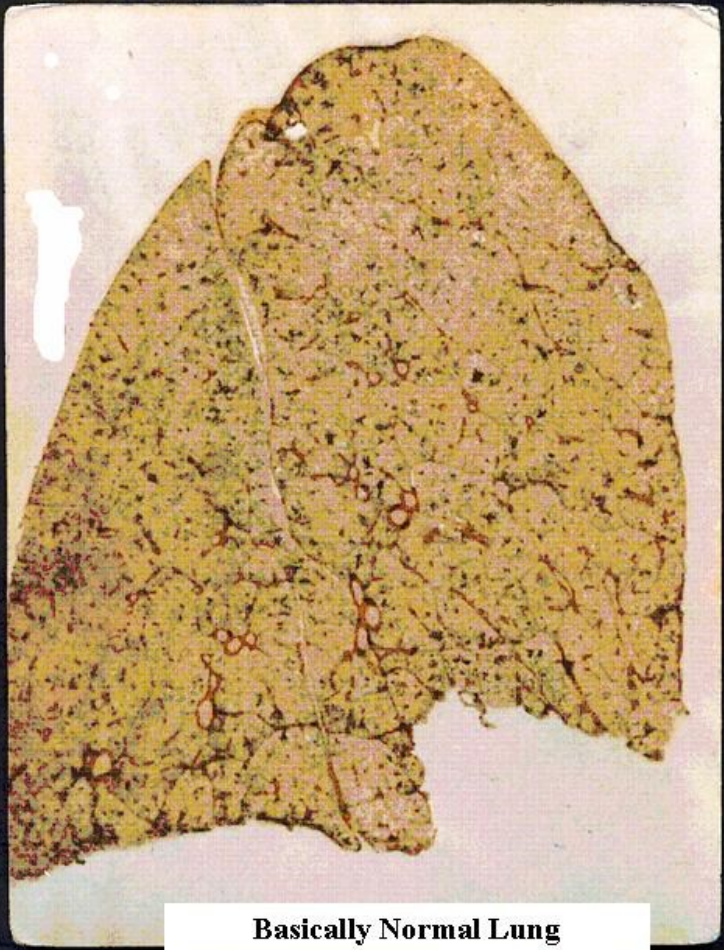
A medida que la enfermedad avanza, aparecen los síntomas:

- tos
- sibilancias
- dificultad para respirar (especialmente al hacer esfuerzo físico)

Mayor probabilidad de tener fibrosis masiva progresiva más adelante.



# Neumoconiosis de los mineros de carbón



Basically Normal Lung



Coal Worker  
Coal Workers' Pneumoconiosis  
(CWP)  
Black Lung Disease

# Neumoconiosis de los mineros de carbón complicada

Fibrosis masiva progresiva.

Se produce tejido fibroso en los pulmones.

Los pulmones se endurecen y pierden la capacidad de expandirse completamente.

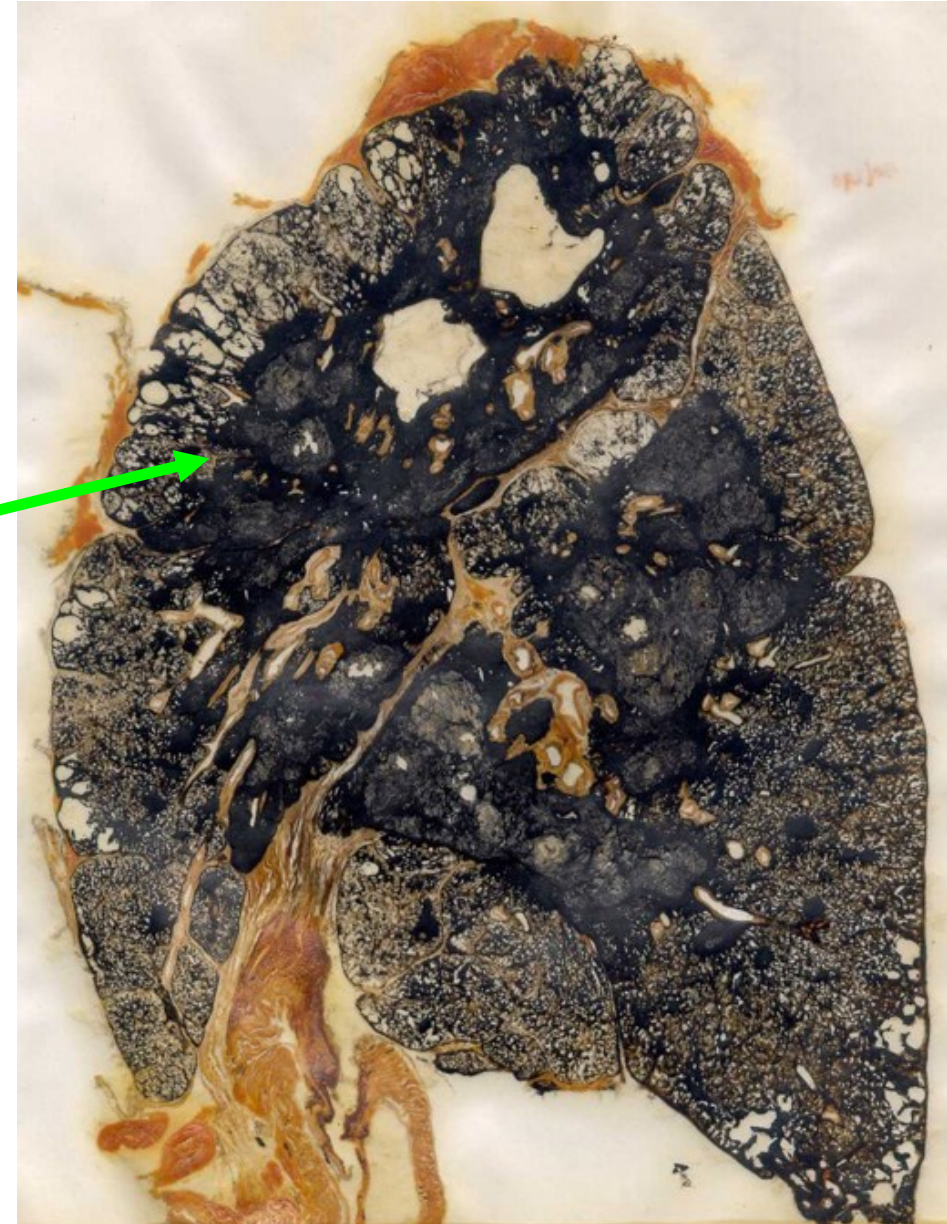
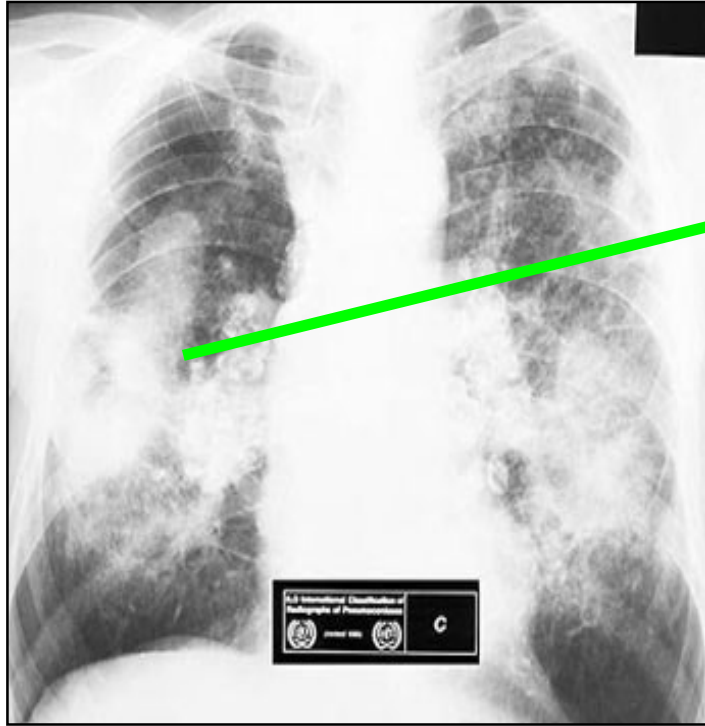
Se dificulta la respiración.

Los labios y las uñas podrían tener un tono azul.

Retención de líquido y signos de insuficiencia cardiaca.



# Neumoconiosis de los mineros de carbón complicada (o fibrosis masiva progresiva)



# Sílice cristalina respirable (cuarzo)

La sílice es más tóxica que el carbón (se limitó su exposición a 1/20.<sup>a</sup> parte del límite de exposición al carbón en la Ley Federal del Carbón de 1969).

La sílice recientemente fracturada es más tóxica que la más antigua.

Las partículas más pequeñas son más tóxicas.

Consecuencias de la sobreexposición a la sílice:

- silicosis
- enfermedades de las vías respiratorias
- tuberculosis pulmonar
- enfermedad renal crónica
- cáncer de pulmón

# Tipos de silicosis

## Crónica:

- ocurre después de 10 años o más de exposición
- inflamación en los pulmones
- dificultad para respirar similar a la de la epoc

## Acelerada:

- se desencadena en entre 5 y 10 años
- los síntomas se presentan más rápido que con la silicosis crónica

## Aguda:

- se desencadena en menos de 5 años
- los pulmones se inflaman y llenan de líquido
- dificultad grave para respirar y niveles bajos de oxígeno en la sangre

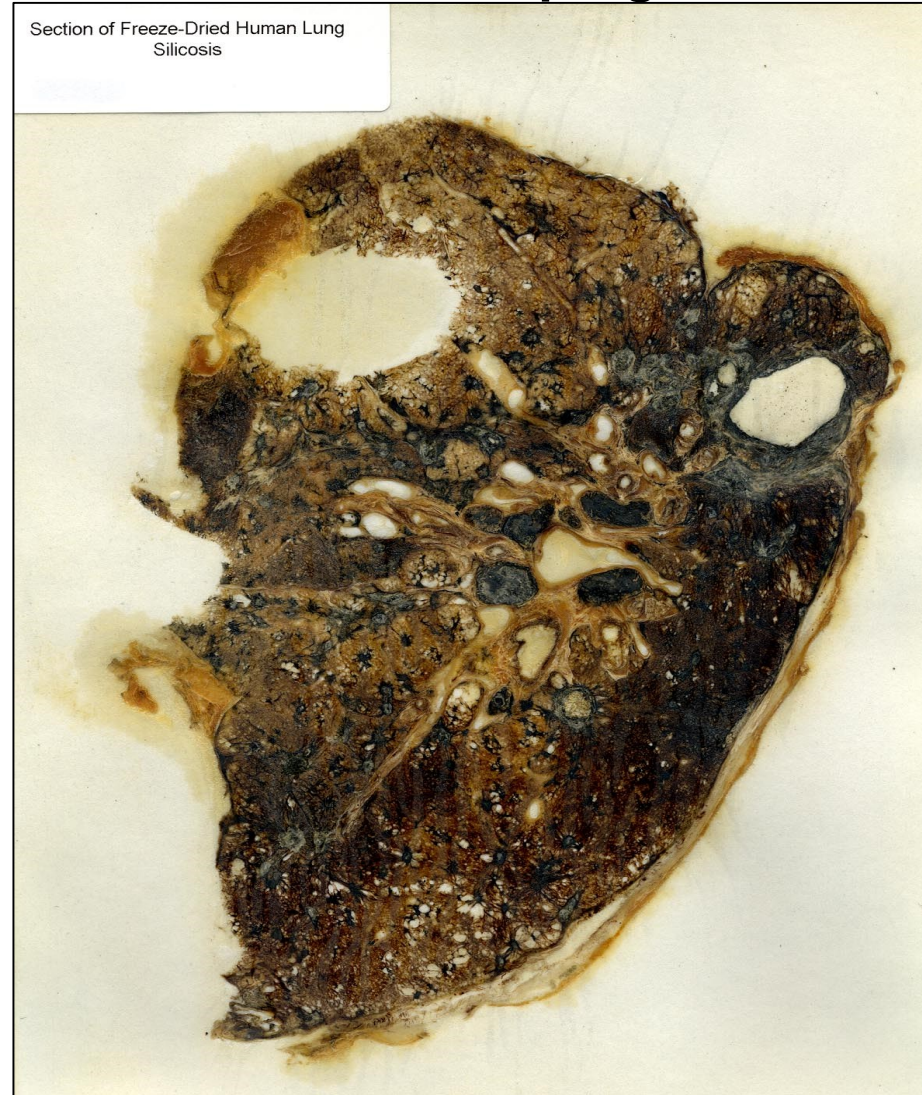


# Silicosis

## Simple



## Fibrosis masiva progresiva



# Tratamiento de la neumoconiosis de los mineros de carbón o la silicosis en los mineros de carbón

Ningún medicamento puede revertir el daño causado por el polvo.

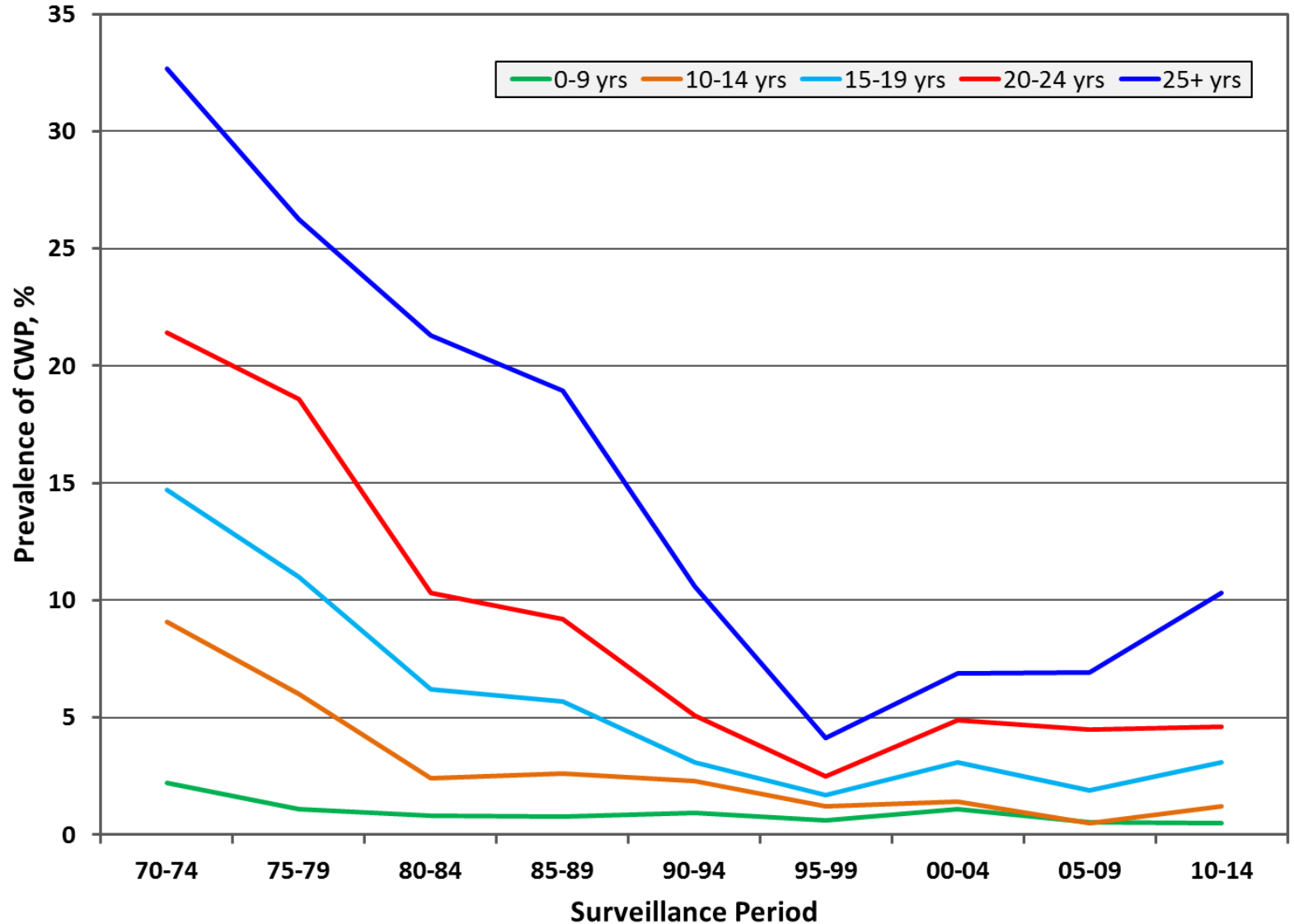
El objetivo del tratamiento es reducir los síntomas y prevenir las complicaciones:

- vacunas contra la influenza y la neumonía
- antibióticos para las infecciones y la congestión
- broncodilatadores para los espasmos de las vías respiratorias
- administración de oxígeno
- tratamiento para la insuficiencia cardiaca

El trasplante de pulmón es el último recurso.

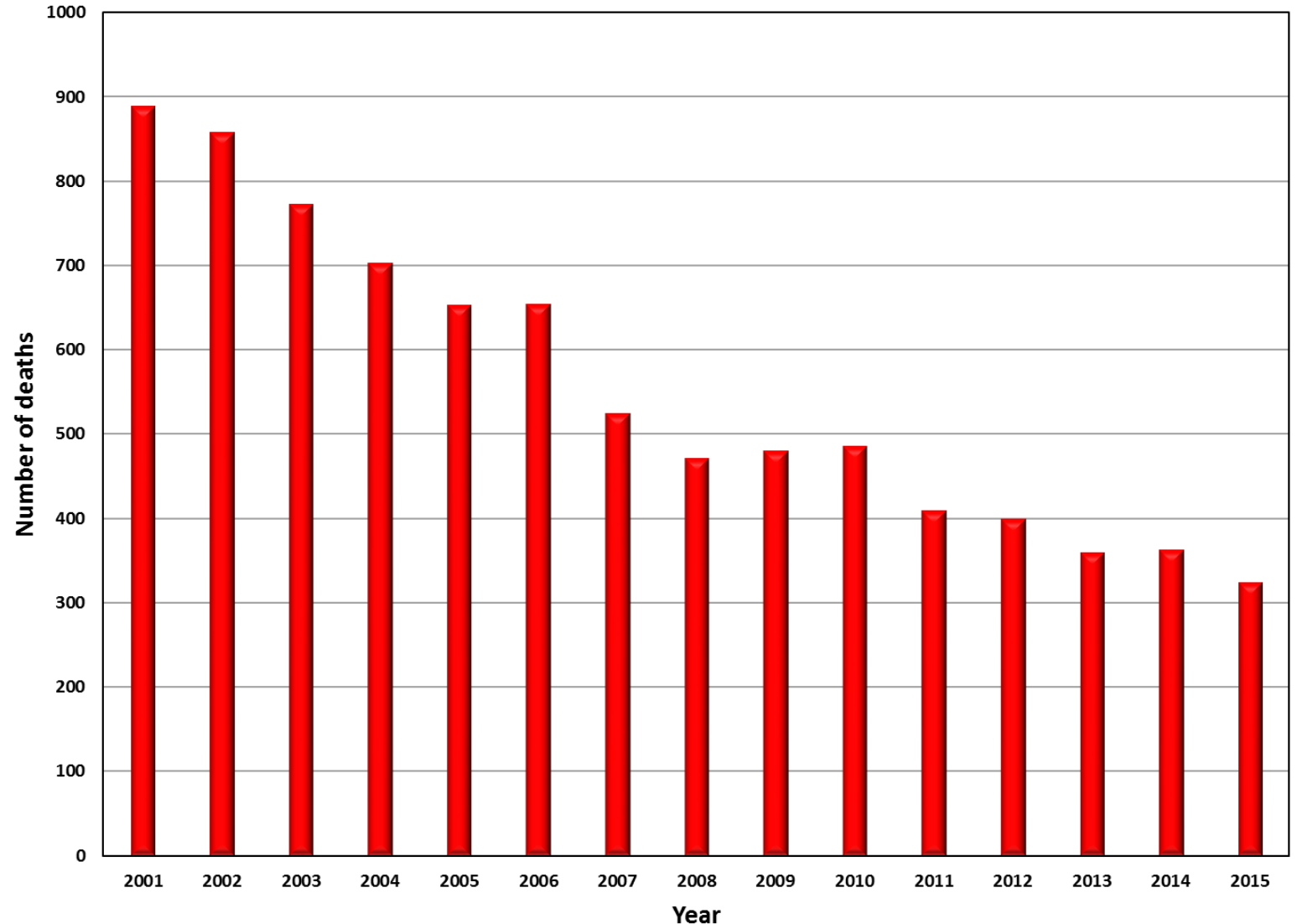
# Porcentaje de mineros con neumoconiosis de los mineros de carbón de categoría 1 o mayor examinados, por antigüedad en la minería del carbón

Programa de Vigilancia de la Salud de los Mineros de Carbón de NIOSH, 1970 – 2014



# Muertes de mineros cuya causa subyacente o contribuyente fue la neumoconiosis de los mineros de carbón

Cantidad total de muertes desde 1970 hasta el 2015 = 74 878



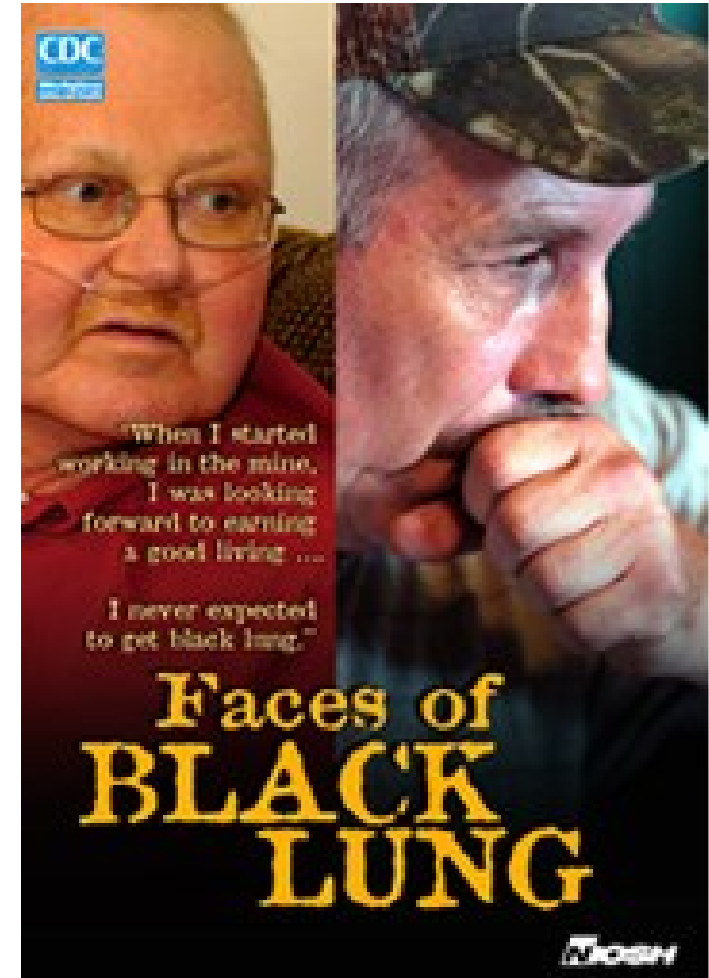


# DVD: Las caras de la neumoconiosis de los mineros de carbón

La División de Salud Respiratoria de NIOSH entrevistó a dos mineros que contrajeron la neumoconiosis de los mineros de carbón.

Los mineros hablan sobre la importancia de protegerse contra la exposición al polvo.

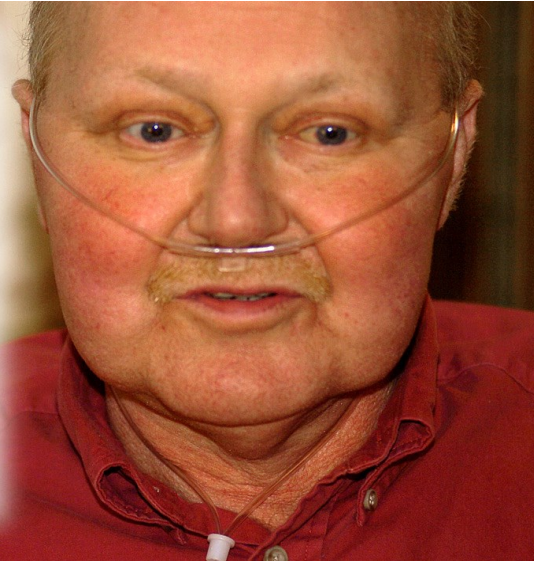
Hay copias disponibles en el sitio web de NIOSH en <http://www.cdc.gov/niosh/docs/video/2008-131/default.html>.



# Mensajes importantes...

Carl Bailey

Tiene 58 años.  
Trabajó 28 años en minas en Virginia Occidental; realizó la mayoría de sus tareas en el frente de trabajo



*“Y siempre recuerden: Lo que tienen en la cara se puede lavar, pero lo que tienen en los pulmones, no. Así que, tengan cuidado y cuídense”.*



Chester Fike

Tiene 55 años.  
Trabajó 34 años en minas en Virginia Occidental y Maryland y operó un minador continuo durante 27 años.

*“Siempre me capacitaron para evitar las lesiones y le debí haber prestado más atención al polvo”.*

# Creación del monitor personal de polvo

**Objetivo:** crear un muestreador que se pueda llevar puesto para que les proporcione información sobre la exposición al polvo respirable en tiempo real a los mineros y los operadores a fin de prevenir las sobrexposiciones.

En consulta con las partes interesadas, NIOSH lideró el desarrollo de una tecnología de monitoreo de medición de masa para la minería de carbón:

- trabajadores (United Mine Workers of America)
- sectores (National Mining Association y Bituminous Coal Operators of America)
- organismos reguladores (Mine Safety and Health Administration)
- fabricantes (Rupprecht & Patashnick/Thermo Fisher Scientific)

Las partes interesadas colaboraron en los pasos del desarrollo del monitor personal de polvo y revisaron los protocolos de muestreo y las publicaciones relacionadas con la prueba del instrumento.

# Desarrollo del monitor personal de polvo modelo 3600

La unidad que se lleva en el cinturón, tiene la función doble de lámpara minera y muestreador de polvo gravimétrico.

Monitorea el polvo respirable de manera continua y le proporciona al minero los resultados en tiempo real.

Registra las lecturas del nivel de polvo y los parámetros de operación del instrumento (a cada minuto).

Proporciona una lectura precisa de fin de turno laboral de las concentraciones de polvo.





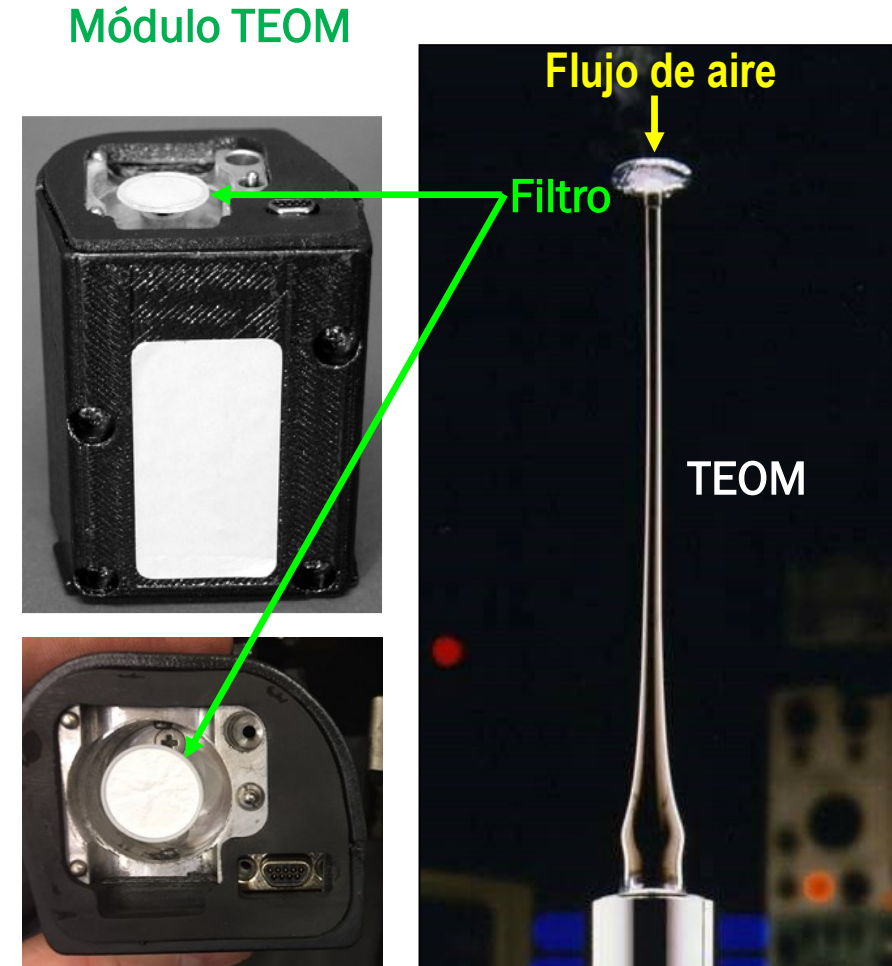
# Principio de medición de masa en el monitor personal de polvo

El cartucho del filtro se monta sobre la microbalanza oscilante de elemento cónico (TEOM).

Esta microbalanza oscila a una frecuencia inicial.

La frecuencia cambia en relación *directa* con la masa recogida sobre el filtro.

El principio de medición *no* responde a las otras características de las partículas, como sus propiedades ópticas, su composición o distribución de tamaño.



# Se puede acceder a la visualización de pantallas múltiples en el monitor personal de polvo

exposición de 30 minutos  
exposición acumulativa



límite de exposición permisible  
porcentaje alcanzado del límite de exposición permisible



gráfico en el que cada barra que representa un promedio de 30 minutos



# Precisión del monitor personal de polvo

Pruebas en el laboratorio y en el sitio minero realizadas para mostrar que se cumplieron los criterios de precisión de NIOSH.

Se determinó la equivalencia al polvo de mina de carbón de la unidad de muestreo personal (multiplicador de 1.05).

El monitor recibió la certificación de la MSHA (seguridad) y de NIOSH (desempeño).

Los usuarios pueden hacer revisiones periódicas para verificar que funcione correctamente:

- chequeo de filtraciones
- flujo de aire de la bomba
- K cero (factor de calibración)
- inclinación (corrección de la masa)
- calibración de fábrica

Directrices de Thermo

Mantenimiento	Frecuencia
Revisión de flujo	Mensual
Revisión de K cero	Anual
Revisión de inclinación	Anual
Calibración de fábrica	Anual



# Precisión del monitor personal de polvo

Se monitorean y registran varios parámetros de operación, y se generan “códigos de estado” si los parámetros están fuera del rango deseado.

## Ejemplos:

- **Código de estado = Flujo fuera de rango (“Flow out of range”).** Monitorea el volumen de flujo de aire e identifica las desviaciones (tubo de muestreo pinzado).
- **Código de estado = Compensación de masa (“Mass offset”).** Monitorea la masa en el filtro e identifica los aumentos y las pérdidas grandes que ocurran en poco tiempo (si se cae la toma del filtro en una pila de polvo o se cae el instrumento, lo cual causaría que se caiga polvo del filtro).

*La MSHA usa esta información para ayudar a determinar la validez de las muestras.*

# Nivel de polvo respirable al final del turno de trabajo e información registrada

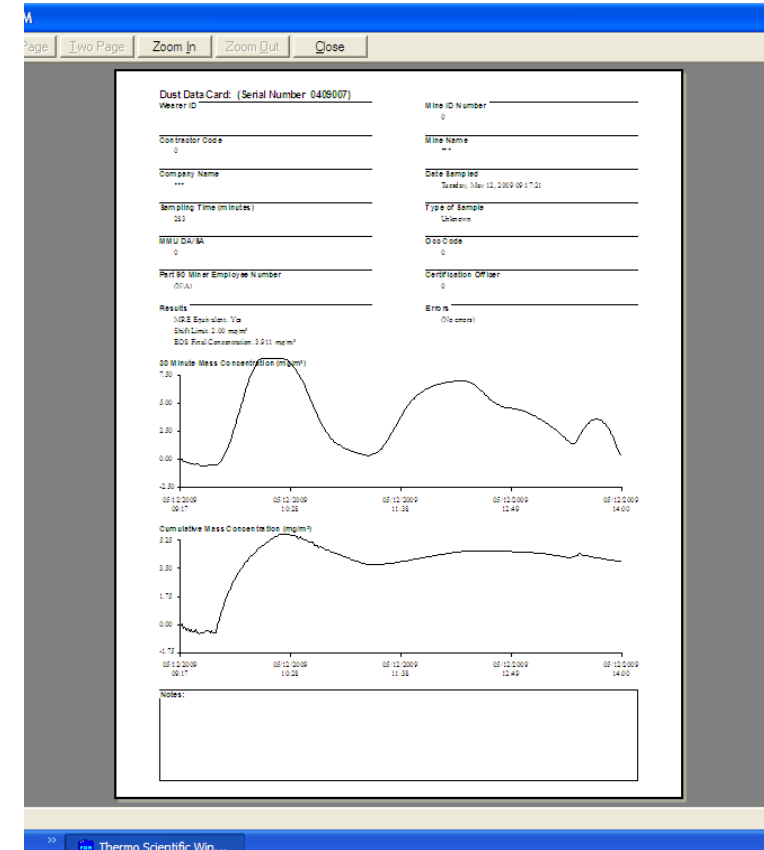
El monitor personal de polvo registra datos a cada minuto durante el periodo de muestreo.

Los datos se almacenan internamente y pueden ser descargados (tarjeta de datos sobre el polvo y archivo CSV).

Los datos guardados proveen un registro de las exposiciones al polvo en relación con el tiempo.

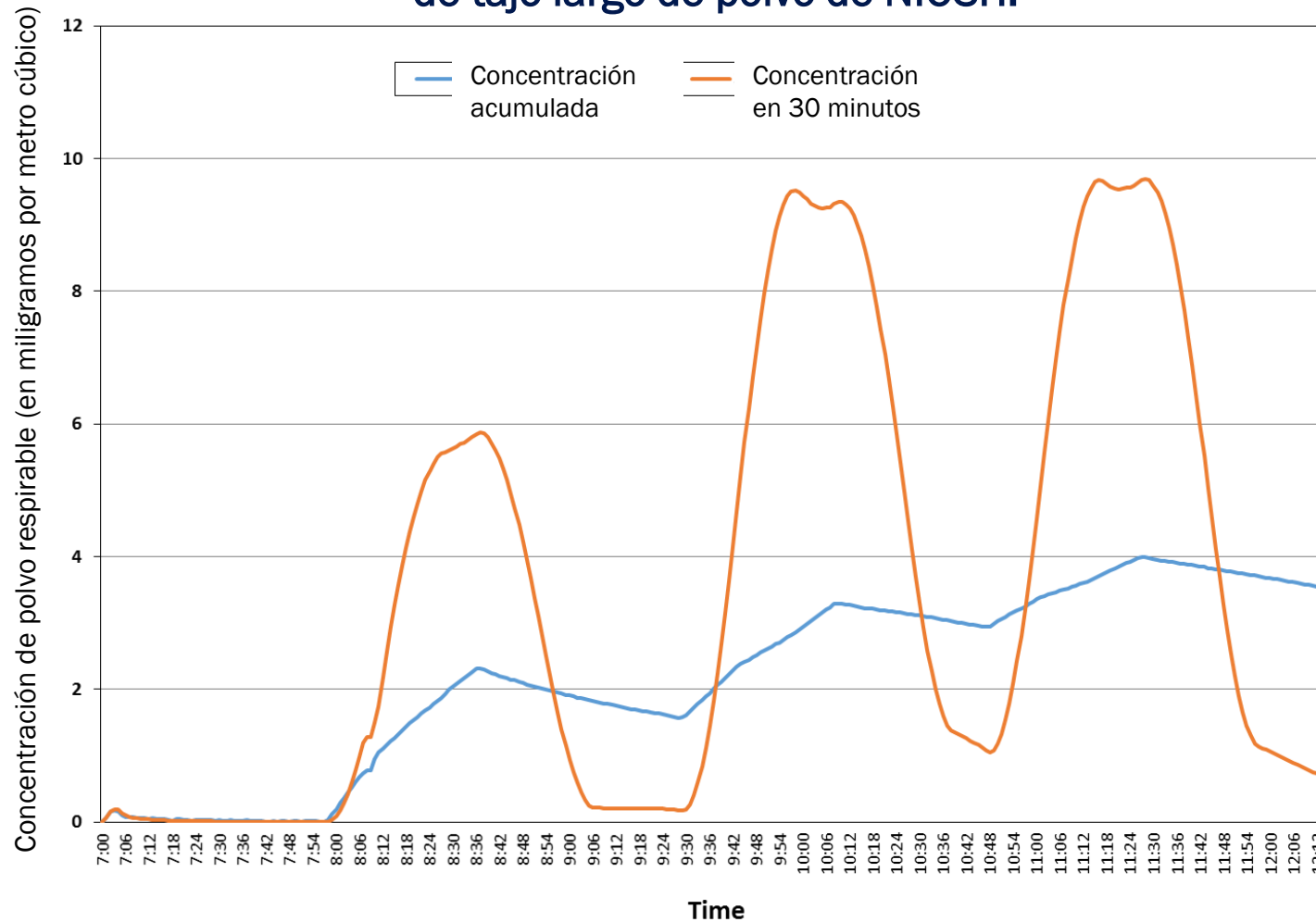
Cuando se agregan a la información operativa, se pueden identificar las fuentes del polvo y se pueden evaluar el impacto del posicionamiento del trabajador o las tecnologías de control.

tarjeta de datos sobre el polvo



# Las concentraciones registradas en el monitor personal de polvo pueden identificar las fuentes de exposición

Ejemplo de datos de una prueba realizada en la galería de tajo largo de polvo de NIOSH.



# Comparación de los monitores personales de polvo modelos 3600 y 3700

Las lámparas mineras compactas reemplazaron a las que se llevaban en el cinturón, y las minas solicitaron que se quitaran las lámparas mineras y las pilas.

Se movió a la solapa la ubicación de las tomas de muestreo.

Se redujo el peso a 4.4 libras (2 kg).

El modelo 3700 recibió la certificación de la MSHA y NIOSH en el 2014.

lámparas mineras compactas,  
sin cable



3600



3700



nuevo diseño  
de toma

# Nueva norma sobre el polvo respirable para la minería de carbón en los EE. UU.

Reducción de la exposición de los mineros al polvo respirable de las minas de carbón, que incluye el uso de monitores personales de polvo continuos, 2014





# Uso de monitores personales de polvo continuos de la nueva norma sobre el polvo

Se hizo obligatorio el muestreo con monitores personales de polvo continuos en las minas subterráneas, opcional en la minería en superficie.

Muestreo trimestral obligatorio para “determinadas ocupaciones” y “otras ocupaciones determinadas”.

Exigencia de 15 turnos de muestreo válidos consecutivos para cada ocupación.

Transmisión segura del archivo de datos a la MSHA mediante el programa WinPDM.

Monitores personales de polvo continuos en el cinturón, un estuche en el cinturón, una mochila o un harnés para binoculares.



# ¿Tiene preguntas?

Clara Seaman  
[CESeaman@cdc.gov](mailto:CESeaman@cdc.gov)

**National Institute for Occupational Safety and Health  
Pittsburgh Mining Research Division  
626 Cochrans Mill Road  
Pittsburgh, PA 15236 USA**

**Para obtener más información, escriba a [mining@cdc.gov](mailto:mining@cdc.gov)**



**Programa de Minería de NIOSH**  
[www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/mineria.html](http://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/mineria.html)

