

This page in
English



Petición de ayuda para...

Cómo Prevenir la Silicosis y los Accidentes Mortales durante el Uso de Máquinas a Presión

ALERTA DEL NIOSH: Agosto de 1992
DHHS (NIOSH) Publicación de DHHS (NIOSH) No. 92-102

¡Advertencia!

La limpieza abrasiva con arenas que contienen sílice cristalino puede ocasionar enfermedad respiratoria grave o mortal.

El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacionales (NIOSH) solicita ayuda en prevenir la silicosis y la muerte en los trabajadores expuestos al sílice cristalino en el aire durante la operación de limpieza con maquina a presión. Los operarios de estas máquinas, los compañeros de trabajo expuestos y sus empleadores necesitan urgentemente información acerca de los peligros respiratorios asociados con la limpieza a presión. Su ayuda en esta iniciativa contribuirá a prevenir la silicosis y la muerte, meta nacional para la promoción de la salud y prevención de la enfermedad enunciada en Healthy People 2000 [DHHS 1990].

La Alerta describe 99 casos de silicosis debida a exposición al sílice cristalino durante la operación de limpieza a presión. De los 99 trabajadores notificados, 14 habían muerto ya de la enfermedad y los 85 restantes pueden morir con el tiempo por silicosis o sus complicaciones. El NIOSH solicita que los editores de las revistas especializadas, funcionarios de seguridad y salud, sindicatos y empleadores informen sobre las recomendaciones contenidas en esta Alerta a todos los trabajadores sometidos a riesgo.

ANTECEDENTES

Descripción y uso de limpieza con chorro abrasivo

Esta limpieza consiste en proyectar con fuerza un chorro de partículas abrasivas contra una superficie, con aire comprimido o vapor, generalmente. Debido a que la arena de sílice se utiliza comúnmente en este proceso, los trabajadores que realizan limpieza abrasiva se conocen frecuentemente como chorreadores de arena. Sus tareas incluyen lo siguiente:

- Limpiar la arena e irregularidades de las piezas de fundición.
- Limpiar y eliminar la pintura del casco de un buque, edificios de piedra, puentes de metal y otras superficies metálicas.
- Terminar lápidas, grabar o glasear vidrio y realizar ciertas labores artísticas.

Descripción de la silicosis

Cuando los trabajadores inhalan sílice cristalino crystalline silica* utilizado en la limpieza abrasiva, el tejido pulmonar reacciona desarrollando nódulos fibróticos y produciendo una costra alrededor de las partículas de sílice atrapadas [Comité de Enfermedades de Silicatos y Silicosis 1988]. Esta condición fibrótica del pulmón se llama silicosis. Si los nódulos crecen demasiado grandes, la respiración se hace difícil y puede resultar en muerte. Las víctimas de silicosis también están sometidas a alto riesgo de contraer tuberculosis activa [Myers et al. 1973; Sherson y Lander 1990; Bailey et al. 1974].

La arena de sílice utilizada en la limpieza abrasiva se fractura típicamente en partículas finas y pasa al aire (véase la Figura 1). La inhalación de dicho sílice parece producir una reacción pulmonar más aguda que el sílice que no está recién fracturado [Vallyathan et al. 1988]. Este factor puede contribuir a la aparición de formas de silicosis agudas y aceleradas entre los operarios de limpieza a presión de arena.



Figura 1. Limpiador a presión de arena trabajando en una atmósfera polvorienta creada por partículas aerotransportadas de arena de sílice.

Número de trabajadores expuestos

De acuerdo con las estimaciones, más de 1 millón de trabajadores estadounidenses están sometidos a riesgo de contraer la silicosis y más de 100,000 de estos trabajadores son empleados como operarios de limpieza a presión de arena [Shaman 1983]. Unos 59,000 del millón de trabajadores expuestos a sílice cristalino adquirirá con el tiempo silicosis [Shaman 1983]. Ninguna estimación publicada indica el número de chorreadores de arena que contraerán silicosis, pero un estudio de 1936 realizado en Gran Bretaña [Merewether 1936] notificó que 5.4% de ellos (24 de 441) murieron de silicosis o silicosis con tuberculosis en un periodo de 3.5 años. La Encuesta Nacional de Exposición Ocupacional indica que la industria de la construcción emplea al mayor número de limpiadores a presión de arena, con la mayor proporción en las industrias de labores especiales [NIOSH 1988b, c; 1990b].

Prácticas de protección respiratoria

La silicosis aguda es menos común hoy que en los años treinta debido a que se utilizan controles técnicos para reducir la exposición al sílice cristalino en el aire y debido a que el uso de abrasivos de alternativa está aumentando. No obstante, los datos indican que la mayoría de los operarios de chorreadoras abrasivas siguen trabajando sin protección respiratoria adecuada [NIOSH 1974a]. Además, los trabajadores adyacentes a las operaciones de limpieza abrasiva (por ejemplo, pintores, soldadores y trabajadores manuales) no llevan a menudo protección respiratoria [NIOSH 1990b].

Los controles de ventilación para reducir las exposiciones al sílice cristalino no se utilizan en la mayor parte de la industria [NIOSH 1990b]. Samimi et al. [1974] descubrieron que incluso en las operaciones a corto plazo de limpieza con chorro de arena (menos de 2½ horas de limpieza durante un día de trabajo de 8 horas), la concentración promedio de sílice cristalino fue de 764 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), con un contenido de sílice promedio de 25.5%. Esta concentración promedio de polvo fue el doble de la norma de 1974 establecida por la Administración de Salud y Seguridad Ocupacionales (OSHA).

En un estudio de 1974 de las prácticas de protección respiratoria durante la operación de limpieza abrasiva [NIOSH 1974a], los factores de protección para las máscaras respiratorias abastecidas con aire con cascos oscilaron entre 1.9 y 3,750. Esta amplia gama se atribuyó a las condiciones variadas del equipo más que a la superioridad de ninguna marca. El mantenimiento fue universalmente deficiente o inexistente, y las personas responsables de la protección respiratoria selectiva para la limpieza abrasiva estuvieron inadecuadamente informadas acerca del uso apropiado y el buen mantenimiento de dicho equipo. Los factores de protección más elevados estuvieron asociados con altas tasas de flujo de aire en el casco, pero éstas aumentaron los niveles del ruido como resultado de la turbulencia del aire. El estudio también indicó que las entradas de aire eran demasiado ruidosas y que los cascos de los operarios tendían a caerse de las espaldas de los usuarios cuando se inclinaban.

Prohibición del sílice en la limpieza a presión

Debido al alto riesgo de silicosis entre los limpiadores a presión de arena y la dificultad de controlar la exposición, el uso de sílice cristalino para las operaciones de limpieza con chorro se prohibió en Gran Bretaña en 1950 [Ley de Fábricas de 1949] y en otros países europeos en 1966 [ILO 1972]. En 1974, el NIOSH recomendó que la arena de sílice (u otras sustancias que contuvieran más de 1% de sílice libre) se prohibieran como material de limpieza abrasiva y que se utilizaran materiales menos peligrosos en las operaciones de limpieza con chorro [NIOSH 1974b].

LÍMITES ACTUALES DE EXPOSICIÓN

El límite actual de exposición permisible de OSHA (PEL) para el sílice cristalino en el aire (cuarzo) es de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio ponderado de 8 horas (TWA) [29 CFR** 1910.1000]. El límite de exposición recomendado por el NIOSH (REL) para sílice cristalino en el aire es de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como TWA para hasta 10 horas/día durante una semana de trabajo de 40 horas [NIOSH 1974b]. Este REL tiene por fin evitar la silicosis. Sin embargo, la evidencia indica que el sílice cristalino es un carcinógeno ocupacional potencial [NIOSH 1988a; IARC 1987; DHHS 1991], y el NIOSH está revisando los datos sobre carcinogenicidad.

EFFECTOS SOBRE LA SALUD DE LA EXPOSICIÓN AL SÍLICE CRISTALINO

Un trabajador puede adquirir cualquiera de tres tipos de silicosis, según la concentración aerotransportada de sílice cristalino:

- Silicosis crónica, que ocurre de ordinario después de 10 o más años de exposición al sílice cristalino con concentraciones relativamente bajas.
- Silicosis acelerada, que resulta de la exposición a altas concentraciones de sílice cristalino y se contrae de 5 a 10 años después de la exposición inicial.
- Silicosis aguda, que ocurre cuando las concentraciones de exposición son más elevadas y pueden ocasionar síntomas dentro de unas cuantas semanas a 4 ó 5 años después de la exposición inicial [Peters 1986; Ziskind et al. 1976].

La silicosis (en especial la forma aguda) se caracteriza por dificultad de respiración, fiebre y cianosis (piel azulada); puede diagnosticarse erróneamente como edema pulmonar (fluido en los pulmones), neumonía o tuberculosis. Las infecciones fúngicas o micobacterianas agudas complican a menudo la silicosis y pueden ser mortales en muchos casos [Ziskind et al. 1976; Owens et al. 1988; Bailey et al. 1974]. Se cree que las infecciones fúngicas o micobacterianas resultan cuando células macrófagas de los pulmones luchan contra estas enfermedades y son abrumadas con polvo de sílice e incapaces de destruir a las micobacterias y otros organismos [Allison and Hart 1968; Ng and Chan 1991]. Aproximadamente la mitad de las infecciones micobacterianas son ocasionadas por *Mycobacterium tuberculosis*, y la otra mitad son ocasionadas por *M. kansasii* y *M. avium-intracellulare* [Owens et al. 1988]. *Nocardia* y *Cryptococcus* también pueden ocasionar infecciones pulmonares en las víctimas de la silicosis [Ziskind et al. 1976]. Las investigaciones muestran de ordinario los pulmones llenos de sales de sílice y un material proteínico [Owens et al. 1988; Buechner and Ansari 1969].

INFORMES DE CASO

Caso No. 1— Una muerte

En enero de 1992, el Departamento de Salud de Ohio respondió al informe de un médico en la muerte de un trabajador de 55 años con silicosis acelerada y con infección *M. kansasii* asociada [ODH 1992]. El hombre era un operario de limpieza a chorro de arena en un taller de preparación de metales y se declaró que había estado realizando operaciones de limpieza abrasiva por 10 años, posiblemente sin protección respiratoria adecuada.

El Departamento de Salud de Ohio realizó una visita al lugar de trabajo en el taller de preparación de metales. La limpieza a chorro siempre se había realizado manualmente en una sala cerrada y era considerada como un paso necesario para eliminar “la piel de cebolla” que se formaba después de someter el metal a tensión de calor.

El propietario del taller empleaba a 17 trabajadores y operaba en tres turnos. Todos los turnos tenían un operario de la máquina de limpieza con arena al que se le entregaba una máscara respiratoria con suministro de aire con una caperuza. La limpieza a presión se realizaba durante unas 6 horas en cada turno. Durante el resto del turno, el operario de la máquina llevaba puesta una máscara respiratoria de partículas desechable y echaba con pala la arena usada a una depresión en el suelo para reciclado. Los trabajadores notificaron que los compañeros de trabajo habían tenido problemas mientras que trabajaban como operadores de la chorreadora de arena y el empleador contrataba característicamente de seis a siete nuevos operarios cada año para reemplazar a los que se marchaban.

Una muestra personal del turno completo recogida en la parte exterior del casco del operador de la chorreadora de arena indicó que la exposición potencial a sílice cristalino en el aire era mayor de 200 veces la REL del NIOSH de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [NIOSH 1974b]. El tipo de máscara respiratoria que llevaban los operarios durante esta operación tenía un factor de protección asignado de (APF) de 25 [NIOSH 1987b]. El APF, que se analiza más detenidamente en esta sección sobre protección respiratoria (página 9), es la protección mínima prevista proporcionada por una máscara respiratoria que esté en buenas condiciones de funcionamiento o una clase de respiradores a un porcentaje dado de usuarios capacitados y con equipo bien ajustado. Así pues, el llevar una máscara respiratoria con un APF de 25 proporcionaría en teoría una protección adecuada de concentraciones peligrosas de hasta 25 veces el REL del NIOSH—una protección mucho menor que la necesaria para una exposición potencial superior a 200 veces el REL.

Una muestra de aire de la zona recogida dentro de la sala de limpieza a chorro contenía aproximadamente 500 veces el REL del NIOSH para sílice cristalino. Una muestra del aire recogida inmediatamente fuera de la sala de limpieza a chorro contenía 8 veces el REL del NIOSH, lo que indica una contención deficiente del polvo por la habitación de

limpieza (que no estaba sellada) y una fuga de polvo peligrosa del equipo de limpieza con arena.

Se advirtieron otros problemas con respecto a las presiones de flujo de aire en el casco, ventilación inadecuada, uso esporádico de la máscara respiratoria y recogida de polvo. La salida de la tolva para el recolector de polvo dejaba caer un polvo fino directamente en el suelo de la planta. Este polvo se acumulaba y exponía a muchos trabajadores ya que estaba disperso por toda la planta. Un operario de una chorreadora de arena empleado en la actualidad declaró que, si bien la exposición era una molestia, él consideraba que el polvo era parte del trabajo.

Caso No. 2—Una muerte

En noviembre de 1988, un médico en la región occidental de Texas declaró tres casos de silicosis entre operadores de chorreadoras de arena al Departamento de Salud del Condado de Ector [CDC 1990]. Los tres pacientes habían estado empleados en una instalación en la que limpiaban con arena tuberías de perforación de yacimientos petrolíferos. Uno de los trabajadores, un hombre de 34 años, murió posteriormente como resultado de silicosis aguda.

Tras un informe posterior por el médico en enero de 1989, el Departamento de Salud del Condado de Ector y el Departamento de Salud de Texas se pusieron en contacto con médicos locales e identificaron a siete operadores de chorreadoras de arena adicionales que habían sufrido silicosis desde 1985. De los 10 trabajadores identificados, 9 habían trabajado en la misma instalación, que empleaba a unas 60 personas, aproximadamente.

Una investigación realizada por los departamentos de salud del condado y del estado incluyó un análisis del historial de cada trabajador. Los radiólogos locales evaluaron las radiografías torácicas. Para cuatro casos, un lector B*** también repasó la radiografía más reciente del pecho del paciente para tratar de detectar evidencia de pneumoconiosis utilizando para ello las pautas de la OIT de 1980 [Comité de la OIT sobre Pneumoconiosis 1981]. El Departamento de Salud de Texas analizó los informes de patología de tejido pulmonar y realizó un estudio ambiental de la planta en la que habían estado empleados nueve trabajadores.

Cada uno de los 10 trabajadores tenía historiales de exposición ocupacional al sílice y radiografías torácicas que concordaban con la pneumoconiosis; 8 tenían un informe de patología de tejido pulmonar de nódulos silicóticos o silicosis aguda [Comité de la Enfermedad Ocasionada por los Silicatos y la Silicosis 1988]. Todos eran hombre hispanos de 24 a 50 años en el momento de efectuarse el diagnóstico. Siete de los trabajadores tenían menos de 30 años. Aunque la tuberculosis se consideró en todos los pacientes notificados (tres de ellos tuvieron pruebas reactivas de la piel a la tuberculina), todas las muestras de esputo y de tejidos de todos los pacientes dieron negativo para M. tuberculosis.

La totalidad de los 10 trabajadores habían utilizado maquinaria de limpieza con chorreadora de arena. La duración de la exposición a la operación de limpieza con arena osciló entre 18 meses y 8 años (mediana: 4.5 años). Nueve trabajadores notificaron que no habían tenido exposición previa al sílice; el trabajador restante había operado equipo de perforación de campos petrolíferos con chorro de arena durante 3 años antes de trabajar en la instalación originalmente identificada durante 5 años.

El proceso de limpieza a presión de arena en esta instalación requería que una varilla de chorro que utilizaba una mezcla igual de pedernal y granate (20.5% de sílice cristalino) pasara a través del tubo perforador para separar los contaminantes y preparar la superficie interior para un nuevo recubrimiento de plástico protector. Aunque la operación de limpieza estaba encerrada por gabinetes de chorro conectados a sistemas de expulsión del aire, los gabinetes estaban en mal estado y permitían salir a la zona de trabajo nubes de polvo. Las cabinas protectoras con las que se pretendía reducir la exposición sacaban el aire de zonas que tenían una contaminación sustancial de sílice. Los trabajadores apartaban manualmente con pala el material de limpieza a chorro de arena empleado en la maquinaria para volver a utilizarlo.

En noviembre de 1988, muestras del aire de zonas de respiración personal documentaron exposiciones de sílice cristalino en el aire comprendidas entre 400 y 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para los trabajadores en la zona de limpieza a chorro. Estos datos concordaron con los resultados declarados por OSHA durante una inspección ambiental análoga en la que las exposiciones superaron sustancialmente el PEL actual de OSHA (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para sílice respirable [29 CFR 1910.1000]). Las máscaras respiratorias con suministro de aire no se habían utilizado durante la operación de limpieza a chorro de arena y los trabajadores declararon que sólo llevaban puestos respiradores de partículas desechables.

Caso No. 3—Una muerte

Un fumador de 49 años que había trabajado como operador de una chorreadora de arena durante 6 años vino a un hospital de Louisiana quejándose de dificultad en respirar, de una tos seca, falta de apetito, fiebre y una pérdida de peso de 20 libras [Owens et al. 1988].

Un examen físico, una radiografía torácica y un teñido de esputo para detección de bacterias condujo a un diagnóstico de silicosis crónica y a neumonía bacteriana. Aunque el paciente fue tratado con oxígeno y antibióticos, siguió deteriorándose y fue necesario conectarlo a una máquina de respiración artificial. Una biopsia pulmonar indicó

que las cavidades más pequeñas de los pulmones estaban llenas de un material compuesto de grasa, proteína y partículas de sílice. Pruebas adicionales del esputo pusieron de manifiesto que el paciente sufría tuberculosis y se inició una terapia apropiada. Sin embargo, el paciente siguió necesitando la máquina respiratoria y murió en el hospital al vigésimo día.

Caso No. 4—Tres muertes

Cuatro hombres contrajeron silicosis aguda (23, 38 y 47 años, respectivamente); habían estado empleados como operarios de chorreadoras de arena en la fabricación de lápidas en una fábrica por un promedio de tres años. Se sabe que tres de los cuatro individuos han muerto de la enfermedad [Suratt et al. 1977]. Ninguno de ellos presentaba muestras de tuberculosis.

Las investigaciones mostraron que los operadores de las chorreadoras de arena trabajaron en cámaras cerradas pero ventiladas. Aunque los trabajadores tenían a su disposición máscara respiratoria con abastecimiento de aire, los investigadores indicaron que ellos sólo llevaron puestos máscaras respiratorias de media cubrecara, de presión negativa, con filtros desechables. Los trabajadores en la sala de las chorreadoras estaban expuestos fuera de la máscara a arena de sílice cristalino de 98% con una concentración de 15 millones de partículas por pie cúbico (5 veces la norma de OSHA de 1974). Una investigación posterior indicó que los trabajadores estaban utilizando máscaras respiratorias con abastecimiento de aire pero que habían estado expuestos a sílice cristalino a una concentración de 3,400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como TWA (18 veces la norma de OSHA de 1974).****

Caso No. 5—Ocho muertes

A ochenta y tres operadores de limpiadoras a presión en Louisiana se les diagnosticó silicosis [Bailey et al. 1974]. Veintidós de los 83 operadores tenían infecciones micobacterianas complicadas. La edad promedio de los pacientes era de 44 años, con un tiempo de exposición promedio al sílice de menos de 10 años. Se sabe que ocho de estos pacientes han muerto de falla respiratoria ocasionada por silicosis.

Casi todos los operadores de chorreadoras de arena preparaban superficies para pintura y luego las pintaban. La mayoría de los trabajadores recibieron máscaras respiratorias con abastecimiento de aire, aunque con frecuencia las caperuzas no estaban conectadas a una fuente de aire externa. Cuando concluía la operación de limpieza, los trabajadores se quitaban las caperuzas e inmediatamente comenzaban a pintar, aun cuando estaban aún suspendidas en el aire grandes cantidades de polvo de sílice.

CONCLUSIONES

Esta Alerta ilustra las condiciones continuas que siguen existiendo en el lugar de trabajo en los Estados Unidos que conducen inevitablemente a la aparición de silicosis. Cuatro condiciones son características de los lugares donde se llevan a cabo operaciones con chorreadora de arena donde la silicosis es un problema:

- La no sustitución de materiales de limpieza abrasivos por materiales menos tóxicos.
- Controles técnicos inadecuados (tales como ventilación) y prácticas de trabajo inapropiadas.
- Protección respiratoria inadecuada de los trabajadores.
- Ausencia de programas adecuados de vigilancia médica.

RECOMENDACIONES

El NIOSH recomienda las siguientes medidas para reducir las exposiciones al sílice cristalino en el lugar de trabajo y prevenir la silicosis y las muertes relacionadas con esta enfermedad:

1. Prohibir la arena de sílice (u otras sustancias que contengan más de 1% de sílice cristalino) como material de limpieza abrasivo y emplear en su lugar materiales menos peligrosos.
2. Realizar vigilancia del aire para medir las exposiciones de los trabajadores.
3. Utilizar métodos de contención tales como máquinas de limpieza a chorro y gabinetes para controlar el riesgo y proteger a los trabajadores cerca de la exposición.
4. Practicar buena higiene personal para evitar exposición innecesaria al polvo de sílice.
5. Llevar vestimenta protectora lavable o desechable en el lugar de trabajo; ducharse y cambiarse de ropa antes de salir del lugar de trabajo para evitar la contaminación de los automóviles, las viviendas y otras zonas de trabajo.
6. Utilizar protección respiratoria cuando los controles en la fuente no pueden mantener las exposiciones al sílice por debajo del REL del NIOSH.
7. Proporcionar exámenes médicos periódicos a todos los trabajadores que puedan hallarse expuestos al sílice cristalino.
8. Colocar signos para advertir a los trabajadores del peligro e informarles del equipo protector requerido.
9. Proporcionar a los trabajadores capacitación que incluya información acerca de los efectos sobre la salud, las prácticas de trabajo y el equipo protector contra el sílice cristalino.
10. Notificar todos los casos de silicosis a los departamentos de salud del estado y a OSHA o la Administración de

Estas recomendaciones se tratan brevemente en las subsecciones siguientes.

Utilización de otros abrasivos

El riesgo de silicosis es elevado en los trabajadores expuestos a trabajo de limpieza abrasiva con sílice y el peligro es difícil de controlar. El NIOSH ha recomendado por tanto desde 1974 que se prohíba la arena de sílice (u otras sustancias que contengan más de 1% de sílice cristalino) como material de limpieza abrasiva [NIOSH 1974b, NIOSH 1990a]. Se dispone de distintos materiales (corundum, bolitas de vidrio, piedra pómez, virutas de acero y municiones y cáscara nuez) como medios de limpieza alternativa [NIOSH 1974c; Mackay et al. 1980; Stettler et al. 1988]. Sin embargo, no se han realizado estudios integrales para evaluar los efectos sobre la salud de estos materiales sustitutivos. Hasta que se disponga de datos generales, deberían utilizarse con cualquiera de estas alternativas controles técnicos y equipo protector personal.

Además de los peligros para la salud de los materiales de limpieza abrasiva, las partículas fracturadas en polvo fino del material que se está limpiando (pintura de plomo, por ejemplo) también pueden crear riesgos para la salud de los trabajadores [NIOSH 1991a].

Vigilancia del aire

Deberá realizarse vigilancia del aire para medir la exposición de los trabajadores al sílice cristalino transportado en el aire y proporcionar una base para seleccionar los controles técnicos. La vigilancia del aire deberá realizarse según se necesite para medir la eficacia de los controles. Deberán recogerse y analizarse muestras del aire de acuerdo con el Método del NIOSH Nos. 7500 y 7602 [NIOSH 1984] o su equivalente.

Métodos de contención

Máquinas y gabinetes de limpieza a presión

Cada vez que sea posible, la limpieza deberá realizarse en máquinas o gabinetes de limpieza a chorro cerrados. Estos dispositivos permiten a los operadores estar fuera del gabinete y dirigir el chorro de material abrasivo al interior con las manos y los brazos en aberturas para brazos enguantados.

Salas de limpieza abrasiva

Las salas de limpieza abrasiva contienen el peligro y protegen a los trabajadores adyacentes de la exposición. Sin embargo, dichas salas pueden aumentar el riesgo para los operarios de las máquinas de limpieza a chorro puesto que deben trabajar dentro del recinto en altas concentraciones de material de limpieza peligroso. Las salas de limpieza a chorro deben ser ventiladas para reducir estas concentraciones y aumentar la visibilidad. Se requiere una máscara respiratoria con suministro de aire para cualquier operario que trabaje dentro de una sala de limpieza a chorro (véase [Protección respiratoria](#) a continuación).

Equipo portátil de limpieza a presión

equipo portátil de limpieza a chorro presenta problemas de salud especialmente graves ya que rara vez se utilizan los controles técnicos. Pueden utilizarse cortinas como estructuras de contención temporal para reducir el peligro a que se ven expuestos trabajadores adyacentes y el público en general. Sin embargo, tales estructuras temporales tienen fuga con frecuencia y pueden permitir grandes cantidades de restos escapar al exterior. Al igual que ocurre con las salas de limpieza abrasiva, estas estructuras deberían ventilarse para reducir las concentraciones de materiales peligrosos y aumentar la visibilidad. Durante el trabajo dentro del recinto de contención, se requiere que el operario use una máscara respiratoria con suministro de aire.

Ventilación de estructuras de contención

Todas las estructuras de contención deberán estar ventiladas para mantener una corriente de aire continua y prevenir cualquier fuga de polvo al exterior. El aire de ventilación deberá descargarse al exterior a través de un colector de polvo apropiado. El colector de polvo deberá instalarse de forma que el polvo acumulado pueda eliminarse sin contaminar las zonas de trabajo. En la norma de ventilación de OSHA [29 CFR 1910.94] se proporcionan requisitos detallados.

Higiene personal

Las siguientes prácticas de higiene personal son elementos importantes en todo programa de protección de los trabajadores en la exposición al sílice cristalino y otros contaminantes, tales como el plomo, durante las operaciones de limpieza con abrasivos [NIOSH 1991a].

- Todos los operarios de máquinas de limpieza con abrasivo deberán lavarse las manos y la cara antes de comer, beber o fumar.
- Los operarios no deberán comer, beber o utilizar productos de tabaco en la zona de limpieza con chorro.
- Los trabajadores deberán ducharse antes de salir del lugar de trabajo.
- Los trabajadores deberán estacionar sus automóviles donde no sean contaminados con sílice y otras sustancias tales como el plomo.

Vestimenta protectora

Deberán adoptarse las medidas siguientes para asegurar que la vestimenta polvorienta de los operarios de máquinas chorreadoras no contaminan los automóviles, las viviendas o lugares de trabajo distintos de la zona de limpieza con chorro:

- Los trabajadores deberán cambiarse de ropa utilizando vestimenta desechable o lavable en el lugar de trabajo.
- Los trabajadores deberán cambiarse utilizando ropa limpia después de salir del lugar de trabajo.

Protección respiratoria

[\[Volver a "cuartos de chorro abrasivo"\]](#)

No deberán utilizarse máscaras respiratorias como único medio de prevenir o reducir al mínimo las exposiciones a los contaminantes aerotransportados. Deberán implantarse controles eficaces en la fuente tales como sustitución de materiales, automatización, contención, ventilación de expulsión del aire local y buenas prácticas de trabajo para reducir al mínimo la exposición de los trabajadores al polvo de sílice. El NIOSH prefiere dichas medidas como medios principales de proteger a los trabajadores. Sin embargo, cuando los controles no pueden mantener las exposiciones por debajo del REL del NIOSH, deberán implantarse controles con el uso de protección respiratoria durante la limpieza con chorro abrasivo.

Cuando se utilizan máscaras respiratorias, el empleador debe establecer un programa de protección respiratoria integral, tal como el esbozado en la Guía del NIOSH de Protección Respiratoria Industrial [NIOSH 1987a] y según se requiere en la Norma de Protección Respiratoria de OSHA [29 CFR 1910.134]. Elementos importantes de esta norma son los siguientes:

- una evaluación de la capacidad del trabajador para realizar el trabajo mientras lleva puesto una máscara respiratoria,
 - capacitación regular del personal,
 - vigilancia ambiental periódica,
 - prueba de ajuste de la máscara respiratoria,
 - mantenimiento, inspección, limpieza y almacenamiento del equipo de protección respiratoria,
- y
- selección de máscaras respiratorias adecuadas aprobadas por el NIOSH.

El equipo de protección respiratoria debería evaluarlo regularmente el empleador.

El NIOSH recomienda que los trabajadores lleven la máscara respiratoria de operaciones de limpieza con chorro abrasivo del tipo CE operado en modalidad de presión positiva (APF of 2,000) durante trabajos con sílice cristalino. Para otras operaciones, el Cuadro 1 da el equipo respiratorio mínimo requerido para cumplir el REL del NIOSH para sílice cristalino en determinadas condiciones. Los operarios deberían llevar la máscara respiratoria protectora que sea factible y que concuerde con las tareas a realizar. Para más información sobre la selección de máscaras respiratorias, consulte el NIOSH Respirator Decision Logic [NIOSH 1987b]. Los operarios deberían usar solo los aquellos que han sido certificados por el NIOSH y MSHA [NIOSH 1991b].

Tabla 1.--El NIOSH recomienda protección respiratoria mínima para trabajadores expuestos al sílice cristalino.

Condición	Protección respiratoria mínima* requerida para cumplir el REL del NIOSH (50 µg/m³)**
Menos o igual a 500 µg/m³ (10 x REL)***	Cualquier respirador purificador del aire de media máscara con filtro de partículas de gran eficacia
Menos o igual a 1,250 µg/m³ (25 x REL)	Cualquier respirador purificador del aire, mecánico con filtro de partículas de gran eficacia, o Cualquier respirador con suministro de aire equipado con una caperuza o casco y operado en modalidad de flujo continuo (por ejemplo, la máscara respiratoria de chorro abrasivo del tipo CE operados en modalidad de flujo continuo).

Menos o igual a 2,500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (50 x REL)	Cualquier respirador purificador del aire, de cubrecara completa, con filtro de partículas de gran eficiencia, o Cualquier respirador purificador del aire, mecánico, con cubrecara bien ajustado y filtro de partículas de alta eficiencia.
Menos o igual a 50,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1,000 x REL)	Cualquier respirador con abastecimiento de aire equipado con media máscara y operado en modalidad de presión a demanda u otra presión positiva.
Menos o igual a 100,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2,000 x REL)	Cualquier respirador con suministro de aire equipado con cubrecara completo y operado en modalidad de presión a demanda u otra presión positiva (por ejemplo, un respirador de chorro abrasivo tipo CE operado en modalidad de presión positiva).
Entrada planificada de emergencia a ambientes que contengan concentraciones desconocidas o concentraciones de menos o igual a 500,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10,000 x REL)	Any Cualquier aparato respiratorio a alto contenido equipado con un cubrecara y operado en modalidad de presión a demanda u otra modalidad en presión positiva,**** o Cualquier máscara respiratoria de suministro de aire equipado con cubrecara completo operado en modalidad de presión a demanda u otra modalidad de presión positiva en combinación con un aparato respiratorio auxiliar autocontenido operado en modalidad de presión a demanda u otra modalidad de presión positiva.****
Lucha contra incendios	Cualquier aparato de respiración autocontenido equipado con cubrecara y operado en modalidad de presión a demanda u otra modalidad de presión positiva.****
Escape solamente	Cualquier máscara respiratoria de cubrecara completo purificador del aire con filtro de partículas de gran eficacia, o Cualquier tipo de aparato respiratorio de alto contenido, utilizado para escapar de lugares de peligro de diseño apropiado.
<p>* Solo debe utilizarse equipo aprobado por el NIOSH/MSHA- [Volver al principio de la tabla]</p> <p>** Estas recomendaciones tienen por fin proteger a los trabajadores de silicosis; solo los respiradores más protectores se recomiendan para proteger a los trabajadores de carcinógenos. [Volver al principio de la tabla]</p> <p>*** Factor de protección asignado (APF) multiplicado por el REL de NIOSH. El APF es el nivel mínimo previsto de protección proporcionado por cada tipo de máscara respiratoria. [Volver al cuerpo de la tabla]</p> <p>**** Máscaras respiratorias que proporcionan la mayor protección. [Volver al cuerpo de la tabla]</p>	

Vigilancia médica

Los exámenes médicos deberán estar a disposición de todos los trabajadores que puedan hallarse expuestos a sílice cristalino en el aire. Sin embargo, éstos deberán siempre complementar vigilancia y controles de polvo eficaces, nunca sustituirlos. Dichos exámenes deberían ocurrir antes de empezar un trabajo o al entrar en el ramo y al menos una vez cada tres meses después [NIOSH 1974]. Los exámenes deberían incluir al menos los rubros siguientes:

- Historial médico y ocupacional para recopilar datos sobre exposición al sílice cristalino y señales y síntomas de enfermedad respiratoria.
- Una radiografía del tórax clasificada de acuerdo con la Clase de Radiografía de Pneumoconiosis [ILO 1981] de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) de 1980.
- Pruebas de la función pulmonar (espirometría).
- Una evaluación anual para tuberculosis [ATS/CDC 1986].

Carteles de advertencia

Estos carteles deberían situarse en lugares visibles para marcar los límites de las áreas de trabajo contaminadas con sílice cristalino. Los carteles deberían advertir a los trabajadores acerca del peligro y especificar cualquier equipo de protección requerido (por ejemplo, máscara respiratoria de oxígeno). El ejemplo en la Figura 7 contiene la información requerida para una zona trabajo con sílice donde se requiere máscara respiratoria.

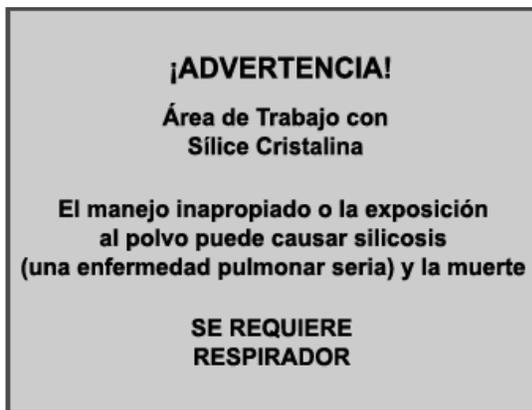


Figura 2 Cartel de advertencia prototipo para zona de trabajo contaminadas con sílice cristalino.

Capacitación

Los trabajadores deberán recibir capacitación que incluya lo siguiente [29 CFR 1926.21]:

- Información acerca de los efectos potenciales sobre la salud de la exposición al sílice cristalino en el aire.
- Hojas de datos sobre seguridad de materiales para sílice, productos de mampostería, abrasivos de alternativa y otros materiales peligrosos [29 CFR 1926.59]
- Instrucción acerca de la finalidad y la organización de las zonas reglamentadas que marquen los límites de las zonas de trabajo que contienen sílice cristalino.
- Información acerca de la manipulación, rotulación y almacenamiento adecuados de los materiales tóxicos.
- Análisis de la importancia de la sustitución, controles técnicos, prácticas laborales e higiene personal para reducir la exposición al sílice cristalino.
- Instrucción acerca del uso y cuidado del equipo de protección apropiado (incluida la vestimenta de protección y la protección con máscaras respiratorias).

Vigilancia y notificación de enfermedades

El NIOSH recomienda notificar todos los casos de silicosis a los departamentos de salud del estado y a OSHA. Para promover una notificación uniforme, el NIOSH ha elaborado pautas de notificación y una definición de caso de vigilancia para silicosis (véase el Apéndice). Esta definición y pautas se recomiendan para vigilancia de la silicosis relacionada con el trabajo por parte de los departamentos de salud del estado y las entidades reglamentarias que reciben informes de casos de médicos y otros proveedores de atención de salud [CDC 1990].

AGRADECIMIENTOS

Los principales contribuyentes a esta Alerta fueron Karl Musgrave, D.V.M., John Parker, M.D. y Stephen Short, D.O., of the NIOSH Division of Respiratory Disease Studies; y Leroy Mickelsen and Dennis O'Brien, Ph.D., of the NIOSH Division of Physical Sciences and Engineering. Sírvanse dirigir los comentarios, preguntas o peticiones de información adicional a Gregory Wagner, M.D., Director, Division of Respiratory Disease Studies, 944 Chestnut Ridge Road, Morgantown, WV 26505-2888; teléfono (304) 291-4474.

Apreciamos mucho su ayuda en proteger la vida de los trabajadores norteamericanos.

[firma]

J. Donald Millar, M.D., D.T.P.H. (Lond.)
Assistant Surgeon General
Director, National Institute for Occupational Safety and Health
Centers for Disease Control

NOTAS

* También se le conoce por el nombre de sílice libre o SiO₂; incluye cuarzo, cristobalita, tridimita y trípoli. [\[Volver al texto principal\]](#)

** Código de Disposiciones Federales. Véase CFR en las referencias. [\[Volver al texto principal\]](#)

*** Un médico certificado por NIOSH para detectar la pneumoconiosis en las radiografías utilizando las pautas de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT). [\[Volver al texto principal\]](#)

REFERENCIAS

Allison AC, Hart PD [1968]. Potentiation by silica of the growth of *Mycobacterium tuberculosis* in macrophage cultures. Br J Exp Pathol 49:465-476.

ATS/CDC (American Thoracic Society and Centers for Disease Control) [1986]. Treatment of tuberculosis and tuberculosis infection in adults and children. Am Rev Respir Dis 134(2):355-363.

Bailey WC, Brown M, Buechner HA, Weill H, Ichinose H, Ziskind M [1974]. Silico- mycobacterial disease in sandblasters. Am Rev Respir Dis 110:115-125.

Buechner HA, Ansari A [1969]. Acute silico-proteinosis. Dis Chest 55(4):274- 284.

CDC (Centers for Disease Control) [1990]. Silicosis: cluster in sandblasters-- Texas, and occupational surveillance for silicosis. MMWR 39(25):433-437.

CFR. Code of Federal regulations. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, Office of the Federal Register.

DHHS [1990]. Healthy people 2000: national health promotion and disease objectives. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, DHHS Publication No. (PHS) 91-50212.

DHHS [1991]. Sixth annual report on carcinogens: summary 1991. Research Triangle Park, NC: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institute of Environmental Health Sciences, pp. 357-364.

Factories Act, 1937 and 1948--blasting (castings and other articles) special regulations, [1949]. London, England: Ministry of Labour and National Service, Factory Department, SI 1949, No. 2225, pp. 4331-4335.

IARC [1987]. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans: silica and some silicates. Vol. 42. Lyon, France: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, pp. 49, 51, 73- 111.

ILO (International Labour Office) [1972]. Encyclopedia of Occupational Health and Safety. Vol. II. New York, NY: McGraw-Hill Book Co., pp. 1267-1270.

ILO (International Labour Office) Committee on Pneumoconiosis [1981]. International classification of radiographs of the pneumoconioses. Med Radiogr Photogr 57(1):2-17.

Mackay GR, Stettler LE, Kommineni C, Donaldson HM [1980]. Fibrogenic potential of slags used as substitutes for sand in abrasive blasting operations. Am Ind Hyg Assoc J 41:836-842.

Merewether ERA [1936]. The risk of silicosis in sandblasters. Tubercle 17:25, 386-391.

Myers CE, Hayden C, Morgan J [1973]. Clinical experience with silicotuberculosis. Penn Med, March, pp. 60-62.

Ng TP, Chan SL [1991]. Factors associated with massive fibrosis in silicosis. Thorax 46(4):229-232.

NIOSH [1974a]. Abrasive blasting respiratory protective practices. Washington, DC: U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHEW (NIOSH) Publication No. 74-104, p. 106.

NIOSH [1974b]. Criteria for a recommended standard: occupational exposure to crystalline silica. Washington, DC: U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHEW Publication No. (NIOSH) 75-120, pp. 54- 55, 60-61.

NIOSH [1974c]. Industrial health and safety criteria for abrasive blast cleaning operations. Washington, DC: U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHEW (NIOSH) Publication No. 75-122.

NIOSH [1984]. NIOSH manual of analytical methods. 3rd. rev. ed. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 84-100.

NIOSH [1987a]. Guide to industrial respiratory protection. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 87-116.

NIOSH [1987b]. Respirator decision logic. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service,

Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 87-108.

NIOSH [1988a]. NIOSH testimony to the U.S. Department of Labor: statement of the National Institute for Occupational Safety and Health. Presented at the public hearing on OSHA PELs/Crystalline Silica, July 1988. NIOSH policy statements. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health.

NIOSH [1988b]. National occupational exposure survey (NOES). Vol. I, Survey manual. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 88-106.

NIOSH [1988c]. National occupational exposure survey (NOES). Vol. III, Analysis of management interview responses. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 89-103.

NIOSH [1990a]. NIOSH testimony on the Mine Safety and Health Administration's proposed rule on air quality, chemical substances, and respiratory protection standards, March 1, 1990. NIOSH policy statements. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health.

NIOSH [1990b]. National occupational exposure survey (NOES). Vol. II, Sampling methodology. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 89-102.

NIOSH [1991a]. NIOSH Alert: request for assistance in preventing lead poisoning in construction workers. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational

Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 91-116.

NIOSH [1991b]. NIOSH certified equipment list as of December 31, 1990. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 91-105.

ODH [1992]. Company No. 12292, silica survey report. Columbus, OH: Ohio Department of Health.

Owens MW, Kinasewitz GT, Gonzalez E [1988]. Case report: Sandblaster's lung with mycobacterial infection. *Am J Med Sci* 295(6):554-557.

Peters JM [1986]. Silicosis. In: Merchant JA, Boehlecke BA, Taylor G, Pickett-Harner M, eds. Occupational respiratory diseases. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 86-102, pp. 219-237.

Samimi B, Weill H, Ziskind M [1974]. Respirable silica dust exposure of sand-blasters and associated workers in steel fabrication yards. *Arch Environ Health* 29:61-66.

Shaman D [1983]. Silicosis: the occupational disease that shouldn't exist. *Am Lung Assoc Bull* 69:6-12.

Sherson D, Lander F [1990]. Morbidity of pulmonary tuberculosis among silicotic and nonsilicotic foundry workers in Denmark. *J Occup Med* 32:111-113.

Silicosis and Silicate Disease Committee [1988]. Diseases associated with exposure to silica and nonfibrous silicate minerals. *Arch Pathol Lab Med* 112:673-720.

Stettler LE, Proctor JE, Platek SF, Carolan RJ, Smith RJ, Donaldson HM [1988]. Fibrogenicity and carcinogenic potential of smelter slags used as abrasive blasting substitutes. *J Toxicol Environ Health* 25:35-56.

Suratt PM, Winn WC, Brody AR, Bolton WK, Giles RD [1977]. Acute silicosis in tombstone blasters. *Am Rev Respir Dis* 115:521-529.

Vallyathan V, Shi X, Dalai NS, Irr W, Castranova V [1988]. Generation of free radicals from freshly fractured silica dust: potential role in acute silica induced lung injury. *Am Rev Respir Dis* 138:1213-1219.

Ziskind M, Jones RN, Weill H [1976]. Silicosis. *Am Rev Respir Dis* 113:643-665.

APÉNDICE

PAUTAS DE VIGILANCIA PARA LOS DEPARTAMENTOS DE SALUD DE LOS ESTADOS: SILICOSIS^{*,**}

Pautas para notificación

Los departamentos de salud de los estados deberán recomendar a los médicos, entre ellos los radiólogos y patólogos, así como a otros proveedores de atención de salud, a que notifiquen todos los casos sospechados o diagnosticados de silicosis. Estos informes deberán incluir a personas con:

- A. Un diagnóstico provisional o práctico de silicosis del médico, o
- B. Una radiografía torácica interpretada como de acuerdo con la silicosis, o
- C. Resultados patológicos que concuerdan con la silicosis.

Los departamentos de salud de los estados deberán recoger información clínica, epidemiológica y laboral apropiada sobre las personas a las que se ha notificado silicosis según sea necesario para establecer prioridades para investigación del lugar de trabajo.

Definición de caso de vigilancia

- A. Historial de exposición ocupacional a polvo de sílice aerotransportado,^{**}
y
- B. Radiografía torácica u otra técnica de imágenes interpretada como que concuerda con la silicosis,^{***}
o
- C. Resultados patológicos característicos de la of silicosis. ^{****}

* Reimpreso de CDC [1990], página 436. [\[volver al principio del apéndice\]](#)

** Los marcos de exposición asociados con la silicosis están bien caracterizados y se han resumido en varios estudios [Ziskind et al. 1976; Peters 1986]. El periodo de inducción entre la exposición inicial al sílice y el desarrollo de silicosis nodular detectable radiográficamente es de ordinario >10 años. Periodos de inducción más cortos están asociados con exposiciones mayores y puede aparecer silicosis aguda dentro de 6 meses a 2 años después de la exposición masiva al sílice. [\[volver al principio del apéndice\]](#)

*** Los casos se pueden clasificar como simples o complicados. La silicosis simple se encuentra presente si la opacidad mayor es <1 cm de diámetro. La silicosis complicada (conocida también como fibrosis masiva progresiva [PMF]) se encuentra presente si la opacidad mayor es superior a 1 cm de diámetro o igual a 1 cm de diámetro. Los resultados radiográficos comunes de la silicosis nodular son, entre otros, opacidades múltiples, bilaterales y redondeadas en las zonas pulmonares superiores; se han descrito otros patrones. Algunos pacientes pueden haber tenido exposición mixta al polvo; opacidades irregulares pueden hallarse presentes o incluso ser predominantes. Las radiografías interpretadas por lectores "B" certificados por el NIOSH deberían tener categorías de profusión de 1/0 o mayores de acuerdo con el sistema de clasificación de la Organización Internacional del Trabajo [Comité de Pneumoconiosis de la OIT 1981]. Un patrón de relleno alveolar bilateral es característico de la silicosis aguda y puede seguirle en la rápida aparición de opacidades bilaterales pequeñas o grandes. [\[volver al cuerpo del apéndice\]](#)

**** La patología de tejidos pulmonares característicos [Comité de Silicosis y la Enfermedad de Silicatos 1988] en la silicosis nodular consiste en nódulos fibróticos con una disposición concéntrica tipo "piel de cebolla" de fibras colagénicas y hialinización central y una zona periférica celular con partículas ligeramente birrefringentes vistas bajo luz polarizada. En los casos de silicosis aguda, la patología microscópica presenta un exudado alveolar positivo de ácido Schiff periódico (lipoproteínosis alveolar) y un infiltrado celular de las paredes alveolares. [\[volver al cuerpo del apéndice\]](#)

Esta página fue actualizada la última vez el 11 de febrero de 1997

