

Cómo reducir la exposición al polvo peligroso al realizar perforaciones para colocar pasadores en concreto

DHHS (NIOSH) publicación numero 2015-200
agosto de 2015

Resumen

Los trabajadores de la construcción pueden estar expuestos a polvo peligroso que contiene sílice cristalina respirable al usar máquinas de perforación de huecos horizontales para colocar pasadores en el pavimento de concreto. El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) halló que la exposición se redujo al usar sistemas de ventilación por extracción localizada acoplados a las herramientas y buenas prácticas de trabajo.

Descripción de la exposición

La inhalación de polvo con sílice cristalina respirable puede causar silicosis, una enfermedad pulmonar mortal. No existe un tratamiento eficaz para la silicosis; sin embargo, puede prevenirse controlando la exposición de los trabajadores al polvo que contenga sílice cristalina. La exposición a la sílice cristalina respirable se ha asociado al cáncer de pulmón, la enfermedad renal, la reducción del funcionamiento pulmonar y otros trastornos (NIOSH 2002). La sílice cristalina se encuentra en varios materiales de la construcción, como ladrillos, bloques, mortero y concreto. El límite de exposición recomendado por NIOSH para la sílice cristalina respirable es de 50 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en un promedio ponderado de tiempo para un máximo de 10 horas de trabajo diarias durante una semana laboral de 40 horas. El polvo respirable es la fracción del aerosol que es lo suficientemente pequeña para llegar a la parte más profunda de los pulmones en donde se produce el intercambio de gases.

Muchas tareas en la construcción de autopistas producen polvo que puede contener sílice cristalina respirable. Estas tareas incluyen romper el pavimento con martillos neumáticos, cortar concreto, fresar pavimento, limpiar con aire comprimido y realizar perforaciones para colocar pasadores (Valiante et ál. 2004). Las máquinas de perforación para pasadores (también conocidas en inglés como gang drills o dowel-pin drills) se utilizan para realizar perforaciones horizontales en el pavimento de concreto. Este tipo de perforaciones se realizan en las construcciones nuevas en pistas de aterrizaje y autopistas de concreto (p. ej., cuando se agrega



un carril) o durante las reparaciones de profundidad completa para transferir la carga a través de las juntas de pavimento transversales. Los pasadores de acero se insertan parcialmente en las perforaciones y se fijan en el lugar. Una vez que se vierte y cura la nueva losa adyacente, los pasadores distribuyen las cargas entre las losas de pavimento de concreto adyacentes (Park et ál. 2008).



Figura 1. Trabajador operando una máquina de cuatro taladros para colocar pasadores, de deslizamiento sobre losa, sin controles de polvo.

Las máquinas de perforación para pasadores generalmente tienen uno o más taladros sostenidos de forma paralela en un marco que alinea las brocas y las mantiene firmes mientras se hacen las perforaciones. Esta máquina puede funcionar por autopropulsión o estar montada en un brazo, y se puede manejar sobre la losa o en la subbase. Después de perforar una profundidad típica de 23 cm (9 pulgadas), se coloca el material de anclaje y se inserta el pasador en el hueco de forma parcial. El diámetro de la perforación está determinado por el diámetro del pasador y si se usa mortero a base de cemento o un compuesto de resina epoxi para anclar los pasadores (FHWA 2006).

Durante el uso de las máquinas de perforación para colocar pasadores se genera polvo que comúnmente contiene sílice cristalina (figura 1). Los investigadores de NIOSH documentaron exposiciones a sílice cristalina respirable de hasta 26 veces el límite de exposición recomendado por NIOSH en operadores de máquinas de perforación para pasadores durante la reparación de pavimento de profundidad completa, y hasta 8 veces el límite de exposición recomendado por NIOSH durante la construcción de nuevas pistas de aterrizaje (Linch 2002, NIOSH 2011c).

Proyecto de NIOSH

NIOSH comenzó un proyecto de investigación para evaluar la eficacia de los controles de polvo en las máquinas de perforación para pasadores, con el fin de trabajar con los fabricantes para mejorar estos controles, si fuera necesario, y para promover el uso de herramientas con estos controles (NIOSH 2012). Los resultados de este proyecto demuestran que los sistemas de control de polvo con ventilación por extracción de aire localizada en las máquinas de perforación para pasadores pueden ser muy eficaces. En el estudio de NIOSH no se evaluó la eficacia de los rociadores de agua por sí solos o combinados con ventilación por extracción de aire localizada.

En la primera fase del proyecto se realizó un estudio piloto que midió las emisiones de polvo respirable de una máquina de perforación para pasadores de cinco taladros, operada en una carpa, aislada de los efectos del viento, del tiempo y de otras partículas. La máquina se encendió remotamente y paró de perforar de manera automática al alcanzar la profundidad preestablecida. El estudio piloto mostró que el sistema de control de polvo con ventilación por extracción de aire localizada redujo en un 89 % las concentraciones de polvo (NIOSH 2008). Se realizaron dos estudios subsiguientes (NIOSH 2011a, b) bajo condiciones similares; uno con una máquina de cuatro taladros y uno con una máquina de cinco taladros. Cuando se combinaron y se analizaron los resultados de esos dos estudios, se observó que las emisiones sin el control de polvo fueron 14 veces mayores que cuando se usó el control. En otras palabras, el control de polvo redujo en un 93 % las emisiones de polvo respirables.



Figura 2. Capacitador operando una máquina de taladro simple para colocar pasadores, de deslizamiento sobre losa, con sistema de ventilación por extracción de aire localizada, en el centro de capacitación.

En la próxima fase del proyecto, los investigadores de NIOSH realizaron estudios de campo para evaluar los taladros de perforación para pasadores usados en la construcción de pistas de aterrizaje (NIOSH 2011c, 2011d, 2012). Se visitaron tres sitios; esto incluyó dos sitios donde se usaron controles de polvo (dos máquinas de cinco taladros en el primer sitio y dos máquinas de cuatro taladros en el segundo) y uno en el que no se usaron (dos máquinas de cuatro taladros). En promedio, la concentración de polvo respirable en los sitios de las pistas de aterrizaje donde se usaron los controles de polvo fue una quinta parte del nivel medido en los sitios de construcción de pistas de aterrizaje y de autopistas donde no se usaron los controles de polvo. En otras palabras, el control de polvo redujo en un 80% las emisiones de polvo respirables. Sin embargo, aun cuando se usó el sistema de ventilación por extracción de aire localizada, las exposiciones a sílice cristalina respirable en promedio ponderado de tiempo superaron en promedio 3 veces y hasta 8 veces el límite de exposición recomendado de NIOSH (NIOSH 2012).

Los investigadores de NIOSH (NIOSH 2013) también examinaron si las mayores reducciones de polvo que se observaron en la primera fase del proyecto, comparadas con aquellas de la segunda fase, se debieron al diseño del control, su uso y mantenimiento, o a la capacitación del operador. Se realizó un estudio en un centro de capacitación con una nueva máquina de un solo taladro transportada desde la fábrica (figura 2). El representante de un fabricante de taladros instruyó a los capacitadores en entrenamiento sobre el uso y mantenimiento del taladro previo a la toma de muestras de aire. El control de polvo montado en el taladro tuvo un buen desempeño bajo las condiciones de la prueba y logró que los niveles de las exposiciones a la sílice estuvieran por debajo del límite de exposición recomendado por NIOSH cuando los operadores capacitados usaron y mantuvieron el taladro de manera adecuada.

Controles

NIOSH identificó a dos fabricantes de taladros para pasadores en los Estados Unidos. Ambos ofrecen sistemas de control de polvo opcionales en sus equipos nuevos. También se pueden readaptar controles de polvo en modelos de taladro más antiguos. Esos sistemas de control de polvo, como la mayoría de los sistemas de ventilación por extracción de aire localizada, están compuestos por campanas, tuberías, purificadores de aire y circuladores de aire. Las campanas rodean el acero y la broca en la superficie de trabajo (figura 3). Recogen el polvo de concreto producido en una corriente de aire dirigida hacia la campana. Los tubos flexibles transportan el polvo y el aire al purificador de aire. El purificador de aire contiene un filtro de cartucho para extraer las sustancias contaminantes de la corriente de aire. El circulador de aire debe producir el flujo de aire deseado a pesar de las pérdidas debidas a la fricción, los accesorios y la entrada de la campana (ACGIH 2010). Ambos fabricantes también venden sistema de rociadores de agua

para eliminar el polvo producido al taladrar. Durante el proyecto de NIOSH no se evaluaron los sistemas de rociadores de agua.

Recomendaciones

NIOSH ha evaluado medidas de control de polvo con ventilación por extracción de aire localizada para reducir las exposiciones de los trabajadores a polvo peligroso durante las operaciones de perforación para la colocación de pasadores y recomienda que se usen (NIOSH 2008, NIOSH 2011a, 2011b, 2011c, NIOSH 2012, NIOSH 2013). Las recomendaciones que aparecen a continuación deberían reducir las exposiciones asociadas a la perforación para la colocación de pasadores.



Figura 3. Diagrama de una máquina de taladro simple para colocar pasadores, de deslizamiento sobre losa, que muestra los componentes principales del sistema de ventilación por extracción de aire localizada.

Sistema de ventilación por extracción de aire localizada

Estas recomendaciones se basan en buenas prácticas de diseño de ingeniería para la ventilación industrial. Los investigadores de NIOSH no encontraron ningún control de polvo de taladros para la colocación de pasadores que incluyera todas estas características.

- Usar tubos lisos y mantener la velocidad de transporte entre 3500 y 4000 pies por minuto (ACGIH 2010).
- Proveer puntos para la limpieza del tubo.

- Instalar medidores de presión a través de los filtros de recolección de polvo para que el operador del taladro sepa cuándo limpiar o cambiar el filtro.

Prácticas de trabajo

- Capacitar a los trabajadores para que usen y mantengan el recolector de polvo según las especificaciones del fabricante.
- Evitar las prácticas de trabajo que coloquen al trabajador en una nube de polvo, como marcar el pavimento mientras el taladro esté en funcionamiento. Asegurarse de que los trabajadores que estén cerca también estén protegidos de las exposiciones al polvo.
- Proveer un receptáculo cubierto cerca del taladro para disuadir a los operadores de taladro de arrojar al suelo el polvo de concreto recolectado, desde donde puede pasar al aire.
- No limpiar el filtro de cartucho manualmente con aire comprimido. Además de producir una nube de polvo peligrosa, el aire comprimido puede dañar el filtro.
- Revisar la guía de solución de problemas provista por el fabricante para reconocer los signos cuando el recolector de polvo no esté funcionando correctamente.
- El polvo que se acumula en las mangueras de escape debe sacarse manualmente, por ejemplo, levantando o bajando el grupo de taladros. No debe usarse aire comprimido para limpiar las mangueras.

Acondicionamiento del sitio de la obra

- Elaborar un plan de salud y seguridad específico para el sitio. El plan debe incluir recomendaciones para reconocer las condiciones en que se puede producir el polvo de sílice y debe describir las estrategias de control o eliminación del polvo.
- Se deben incluir controles de ingeniería, equipos de protección personal y prácticas de trabajo. Durante las perforaciones para colocar pasadores, controlar el polvo mediante sistemas de control húmedos o de ventilación por extracción de aire localizada. Al comprar equipos de perforación para colocar pasadores, optar por aquellos que tengan control de polvo. Utilizar siempre el sistema de control de polvo y mantenerlo en buenas condiciones. No utilizar el equipo si el sistema de control del polvo no está funcionando de manera adecuada.
- Establecer un programa de mantenimiento documentado para los sistemas de control del polvo.

- Capacitar a los operadores de los taladros en el uso de los controles y de los procedimientos de trabajo.
- Durante las perforaciones para colocar pasadores, monitorear el aire ambiental a fin de detectar la presencia de sílice cristalina respirable para asegurarse de que los controles de ingeniería estén funcionando y determinar si los trabajadores necesitan equipo de protección respiratoria.

Respiradores

- Los controles de polvo identificados en este informe deberían reducir considerablemente la exposición de los trabajadores al polvo peligroso; sin embargo, puede que también sea necesario usar respiradores certificados por NIOSH para reducir la exposición a la sílice cristalina a niveles por debajo del límite de exposición recomendado por NIOSH de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Si los controles de polvo están funcionando adecuadamente, quizás sea posible usar respiradores menos restrictivos, como aquellos con un factor de protección asignado de 10, ya que se ha disminuido la cantidad de polvo peligroso.
- Es preciso vigilar la exposición para determinar qué tipo de respirador se necesita.
- Los empleadores deben guiarse por el estándar de protección respiratoria (29 CFR 1910.134) de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) (www.osha.gov/SLTC/etools/respiratory/index.html).

Higiene personal, ropa de protección y prácticas de trabajo

- Lavarse las manos y la cara antes de comer, beber o fumar.
- No comer, beber ni utilizar productos de tabaco en las áreas de trabajo donde se realizan actividades de construcción.
- Ponerse en el mismo lugar de trabajo la ropa desechable o que se pueda lavar. Si es posible, ducharse y cambiarse de ropa antes de salir del lugar de trabajo para prevenir la contaminación de los automóviles, las viviendas y otras zonas de trabajo. Si no es posible ducharse o ponerse ropa limpia, se debe usar una aspiradora con un filtro de alta eficacia para quitar el polvo de la ropa. Un método eficaz para quitar el polvo de la ropa implica usar una cabina con presión negativa que cuente con una boquilla rociadora de aire para quitar el polvo de la vestimenta (Pollock et ál. 2006).
- No usar una manguera de aire comprimido para quitar el polvo de la ropa.
- Estacionar los automóviles donde no puedan contaminarse con polvo de sílice.

- Retirar el polvo del equipo con una manguera de agua en vez de usar aire comprimido.

Este documento fue preparado por Alan Echt, División de Investigación Aplicada y Tecnología de NIOSH, y por John J. Whalen, anteriormente con NIOSH. Kimberly Clough-Thomas (División de Laboratorio de Efectos sobre la Salud de NIOSH) preparó la ilustración.

Referencias

ACGIH® [2010]. Industrial ventilation—a manual of recommended practice. 27th ed. Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

FHWA [2006]. Full-depth repairs. Washington, DC: U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Pavement Technology. <http://www.fhwa.dot.gov/PAVEMENT/concrete/full5.cfm>

Linch KD [2002]. Respirable concrete dust-silicosis hazard in the construction industry. *Appl Occup Environ Hyg* 17:209–221.

NIOSH [2002]. NIOSH Hazard Review: Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica. Cincinnati, OH: 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. 2002-129.

NIOSH [2008]. In-depth survey report: Preliminary evaluation of dust emissions—control technology for dowel-pin drilling at Minnich Manufacturing, Mansfield, OH. By Echt A, Mead KR, Farwick DR, Feng HA. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Report No. EPHB 334-11a.

NIOSH [2011a]. In-depth survey report: control technology for dowel-pin drilling in concrete pavement at Minnich Manufacturing, Mansfield, OH. By Echt A, Mead K, Feng HA, Farwick D. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, EPHB 347–12a.

NIOSH [2011b]. In-depth survey report: control technology for dowel-pin drilling in concrete pavement at EZ Drill, Perry, OK. By Echt A, Mead K, Feng HA, Farwick D. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, EPHB 347-13a.

NIOSH [2011c]. In-depth survey report: control technology for dowel-pin drilling in concrete at the Columbus Municipal Airport, Columbus, IN. By Echt A, Mead K, Kovein R. Cincinnati, OH:

U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, EPHB 347-14a.

NIOSH [2011d]. In-depth survey report: control technology for dowel drilling in concrete at the Springfield-Branson National Airport, Springfield, MO. By Echt A, Hirst DVL, Kovein R. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, EPHB 347-15a.

NIOSH [2012]. In-depth survey report: control technology for dowel drilling in concrete at the Hartsfield-Jackson Atlanta International Airport, Atlanta, GA. By Echt A, Kovein R, Lambright J. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, EPHB 347-16a.

NIOSH [2013]. In-depth survey report: control technology for dowel drilling in concrete at Laborers International Union of North America Local 172, Folsom, NJ. By Echt A, Mead K, Kovein R. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, EPHB 347-17a.

Park C-G, Jang C-I, Lee S-W, Won J-P [2008]. Microstructural investigation of long-term degradation mechanisms in GFRP dowel bars for jointed concrete pavement. *J Appl Polym Sci* 108:3128–3137.

Pollock DE, Cecala AB, Zimmer JA, O'Brien AD, Howell JL [2006]. A new method to clean dust from soiled work clothes. In: Mutmanský JM, Ramani RV eds. *Proceedings of the 11th U.S./North American Mine Ventilation Symposium* (University Park, PA, June 5–7, 2006). London: Taylor & Francis Group, pp. 197–201.

Valiante DJ, Schill DP, Rosenman KD, Socie E [2004]. Highway repair: a new silicosis threat. *Am J Public Health* 94:876–880.

Citación sugerida

NIOSH [2015]. Reducing hazardous dust exposure when dowel drilling in concrete. By Echt A, Whalen J. Cincinnati, OH: 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. 2015-200.

Para obtener más información

Para recibir documentos u otra información sobre temas de seguridad y salud ocupacionales, comuníquese con NIOSH

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

Línea TTY: 1-888-232-6348

Correo electrónico: cdcinfo@cdc.gov

O visite el sitio web de NIOSH en <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/>.

Para recibir información actualizada de NIOSH mensualmente, suscríbase a *NIOSH eNews* en el sitio web www.cdc.gov/niosh/eNews.

La mención de cualquier compañía o producto no constituye respaldo alguno por parte de NIOSH. Además, la citación de sitios web que no pertenecen a NIOSH no constituye el respaldo por parte de NIOSH a las organizaciones patrocinadoras ni a sus programas o productos. Más aún, NIOSH no se responsabiliza del contenido de estos sitios web.

Este documento es de dominio público y se puede reproducir y reimprimir libremente. NIOSH invita a los lectores de la publicación *Soluciones en la obra* a que la pongan a disposición de todos los empleadores y trabajadores interesados.

Como parte de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, NIOSH es una agencia federal encargada de realizar investigaciones y hacer recomendaciones con el fin de prevenir enfermedades y lesiones relacionadas con el trabajo. Toda la información que aparece en *Soluciones en la obra* se basa en estudios de investigación que muestran cómo se pueden reducir significativamente las exposiciones de los trabajadores a actividades o agentes peligrosos.

Cómo reducir la exposición al polvo peligroso al realizar perforaciones para colocar pasadores en concreto

Publicación de DHHS (NIOSH) núm. 2015-200(Sp2018)

Agosto de 2015