

# La higiene industrial para proteger contra el riesgo por inhalación de polvo en la industria extractiva

The importance of industrial hygiene for the protection of workers against the risk of dust inhalation in the extractive industry

**María de los Remedios Gil Ortega.** Ingeniero Técnico de Minas, Ingeniero Técnico de Obras Públicas, Técnico de Prevención de Riesgos Laborales. Director facultativo y técnico de prevención de riesgos laborales.

## RESUMEN

La importancia de la higiene industrial está sumamente relacionada con el control y prevención de problemas que puedan afectar a los trabajadores de manera negativa, así como con el entorno de trabajo. Una incorrecta higiene industrial en el ámbito laboral, puede traer como consecuencia la aparición de enfermedades, perjudicando notablemente la salud y calidad de vida de las personas.

## ABSTRACT

The importance of industrial hygiene is closely related to the control and prevention of problems which can adversely affect workers, as well as to the work environment. Improper hygiene in the workplace can lead to an outbreak of diseases, severely damaging the health and quality of life of people.

**PALABRAS CLAVE:** higiene industrial, enfermedades profesionales, polvo, sílice, silicosis, cáncer de pulmón..

**KEY WORDS:** industrial hygiene, occupational diseases, dust, silica, silicosis, lung cancer.





## INTRODUCCIÓN A LA HIGIENE INDUSTRIAL

**E**xisten actividades indispensables, como la producción de alimentos, la extracción de materias primas, la fabricación de bienes, la producción de energía y la prestación de servicios, que implican procesos, operaciones y materiales que, en mayor o menor medida, crean riesgos para la salud de los trabajadores, los núcleos urbanos vecinos y el medio ambiente.

La disciplina que se dedica a la prevención y control de los riesgos originados por los procesos de trabajo, es la higiene industrial. Esta, evita la aparición de enfermedades profesionales. Para ello, estudia, valora y actúa, sobre los factores ambientales, que pueden ser: físicos (radiaciones, ruido, temperatura, vibraciones, iluminación), químicos (gases, presencia de polvo, vapores, humos) y biológicos (virus, hongos, bacterias); para lograr unas condiciones ambientales y laborales que no dañen la salud de los trabajadores, ni de los ciudadanos que puedan estar expuestos.

## ¿QUÉ ES LA SÍLICE CRISTALINA?

La sílice cristalina es un óxido metálico que se encuentra de forma natural y muy abundante en la naturaleza. Entre sus siete polimorfismos, el cuarzo, la cristobalita y la tridimita son los más habituales. El cuarzo forma parte de la mayoría de las rocas y arenas de la superficie terrestre; la cristobalita y la tridimita se encuentran en las rocas volcánicas.

## RIESGOS PARA LA SALUD POR EXPOSICIÓN A POLVO Y A LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

La industria extractiva consta de una serie de operaciones, las cuales, implican la puesta en suspensión de polvo con contenido en sílice cristalina respirable (SCR), pudiendo generarse daños para la salud en forma de enfermedades pulmonares, de las que las más destacadas son las silicosis y en el cáncer de pulmón, si bien existe otras enfermedades relacionadas con la exposición a la SCR como la tuberculosis y la EPOC (enfermedad pulmonar oclusiva crónica).

La sílice cristalina por sí misma no representa un problema para la salud. Si es perjudicial cuando existe un proceso mecánico que genere polvo de un tamaño inferior a 5 micras, porque es capaz de penetrar hasta las vías respiratorias y depositarse en los alveolos pulmonares, produciendo daños a la salud irreversibles.

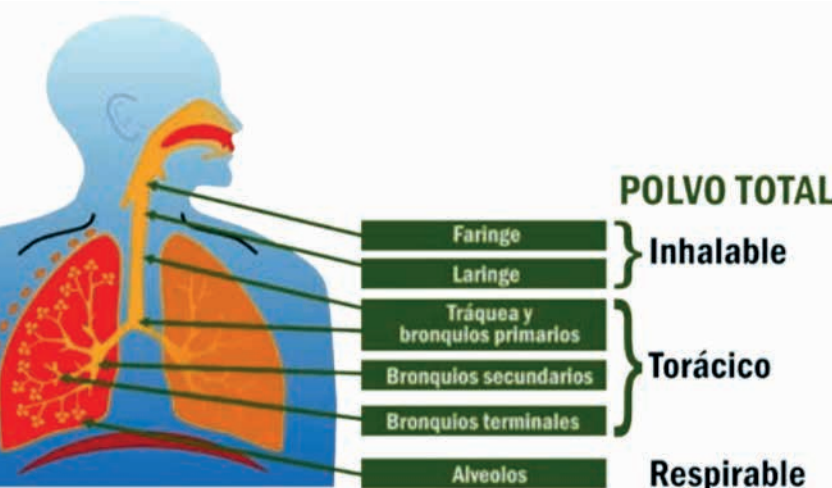


Figura 1: Polvo total y sus fracciones.  
Fuente: Guía para el control del riesgo por exposición a sílice cristalina respirable, Instituto Nacional de Silicosis..

La patología más conocida que produce la SCR es la silicosis. Es una enfermedad progresiva y frente a la que no existe un tratamiento eficaz, por lo que puede terminar provocando incapacidad permanente e incluso la muerte.

El polvo de sílice libre figura en el cuadro de enfermedades profesionales (RD 1999/2006) como agente acusante de silicosis, encuadrado en el grupo 4: enfermedades profesionales causadas por inhalación de sustancias y agentes no comprendidos en otros apartados, haciendo referencia expresa a los siguientes trabajos directamente relacionados con la actividad extractiva: trabajos en minas, túneles, canteras, galerías, obras públicas; tallado y pulido de rocas silíceas, trabajos de canterías; trabajos en seco, de trituración, tamizado y manipulación de minerales o rocas.

Se han producido avances en los procesos industriales, con la consiguiente introducción de nuevos elementos y sustancias y, al propio tiempo, las investigaciones y el progreso en el ámbito científico y en el de la medicina permiten un mejor conocimiento de los mecanismos en la aparición de algunas enfermedades profesionales y de su vinculación con el trabajo. Se ha actualizado el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social, siendo la última actualización el Real Decreto 257/2018, de 4 de mayo, donde se ha incluido el cáncer de pulmón como patología reconocida por la exposición al polvo de SCR.

### CONTROLES DEL RIESGO A TRAVÉS DE MEDICIONES

El RD 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los

		06	3D0106	Trabajos subterráneos: minas, túneles, galerías, cuevas.
		07	3D0107	Trabajos en zonas húmedas y/o pantanosas: pantanos, arrozales, salinas, huertas.
		08	3D0108	Agricultores (centeno).
		09	3D0109	Trabajos de fermentación del vinagre.
4				Enfermedades profesionales causadas por inhalación de sustancias y agentes no comprendidas en otros apartados
	A			Polvo de sílice libre:
		01		Silicosis
				Trabajos expuestos a la inhalación de polvo de sílice libre, y especialmente:
		01	4A0101	Trabajos en minas, túneles, canteras, galerías, obras públicas.
		02	4A0102	Tallado y pulido de rocas silíceas, trabajos de canterías.
		03	4A0103	Trabajos en seco, de trituración, tamizado y manipulación de minerales o rocas.
		04	4A0104	Fabricación de carborundo, vidrio, porcelana, loza y otros productos cerámicos, fabricación y conservación de los ladrillos refractarios a base sílice.
		05	4A0105	Fabricación y manutención de abrasivos y de polvos detergentes.
		06	4A0106	Trabajos de desmoldeo, desbardado y desarenado en las fundiciones.
		07	4A0107	Trabajos con muelas (pulido, afinado) que contengan sílice libre.
		08	4A0108	Trabajos en chorro de arena y esmeril.
		09	4A0109	Industria cerámica.
		10	4A0110	Industria siderometalúrgica.

Figura 2: Extracto del cuadro de enfermedades profesionales.  
Fuente: Real Decreto 1299/2006.



Grupo	Agente	Subagente	Actividad	Código	Enfermedades profesionales con la relación de las principales actividades capaces de producirlas
6					Enfermedades profesionales causadas por agentes carcinógenos.
	R				Polvo de sílice libre.
		01			Cáncer de pulmón.
			01	6R0101	Trabajos en minas, túneles, canteras, galerías, obras públicas.
			02	6R0102	Tallado y pulido de rocas silíceas, trabajos de canterías.
			03	6R0103	Trabajos en seco, de trituración, tamizado y manipulación de minerales o rocas.
			04	6R0104	Fabricación de carborundo, vidrio, porcelana, loza y otros productos cerámicos, fabricación y conservación de los ladrillos refractarios a base de sílice.
			05	6R0105	Fabricación y manutención de abrasivos y de polvos detergentes.
			06	6R0106	Trabajos de desmoldeo, desbardado y desarenado de las fundiciones.
			07	6R0107	Trabajos con muelas (pulido, afinado) que contengan sílice libre.
			08	6R0108	Trabajos en chorro de arena y esmeril.
			09	6R0109	Industria cerámica.
			10	6R0110	Industria siderometalúrgica.
			11	6R0111	Fabricación de refractarios.
			12	6R0112	Fabricación de abrasivos.
			13	6R0113	Industria del papel.
			14	6R0114	Fabricación de pinturas, plásticos y gomas.

Figura 3: Extracto del Cuadro de Enfermedades Profesionales.

Fuente: Real Decreto 257/2018.

Empresa		Centro de trabajo		Provincia	Código de Empresa <sup>(1)</sup>	Fecha de muestreo
Materia prima		Puesto de trabajo		Código puesto del trabajo	Operarios en el puesto	
Equipo de trabajo				Observaciones		
Medidas de prevención						
1	Captación de polvo	4	Niebla			
2	Pulverización, niega, inyección agua	7	Agua con tensoactivos			
3	Cabina con aire acondicionado, filtrado	8	Ninguna			
5	Extracción en nave, aislamiento	9	Otras			
Aparato		Nº de membrana	Aspiración (m <sup>3</sup> )	mg/m <sup>3</sup> de sílice libre <sup>(2)</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup>	

Figura 4: Ficha de tomas de muestras.

Fuente: ITC 2.0.02 e ITC 2.0.03. Es obligatorio enviar esta hoja de datos estadísticos a la Autoridad Minera y al Instituto Nacional de Silicosis.

agentes químicos durante el trabajo, obliga al empresario a evaluar los riesgos asociados a la presencia de agentes químicos peligrosos en el lugar de trabajo. En el caso de la industria extractiva añadimos la Orden ITC/2585/2007, de 30 de agosto, por la que se aprueba la ITC 2.0.02 Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en las industrias extractivas, del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y la Orden ITC/933/2011, de 5 de abril, por la que se aprueba la ITC 2.0.03 Protección de los trabajadores contra el polvo, en las actividades de la minería de las sales solubles sódicas y potásicas del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

Para la determinación del riesgo por exposición al polvo, los parámetros a tener en cuenta serán: la concentración de la sílice libre contenida en la fracción respirable del polvo, medida en mg/m<sup>3</sup> y la concentración de la fracción respirable del polvo, medida en mg/m<sup>3</sup>.



Figura 5: Equipo de medición compuesto por bomba de muestreo, sistema de clasificación (muestreador), elemento de retención (filtro) y medidor de caudal (caudalímetro).

Cuando la actuación en el foco emisor y la protección colectiva no son suficientes, tenemos que usar los equipos de protección respiratoria. Distinguimos dos grandes grupos:

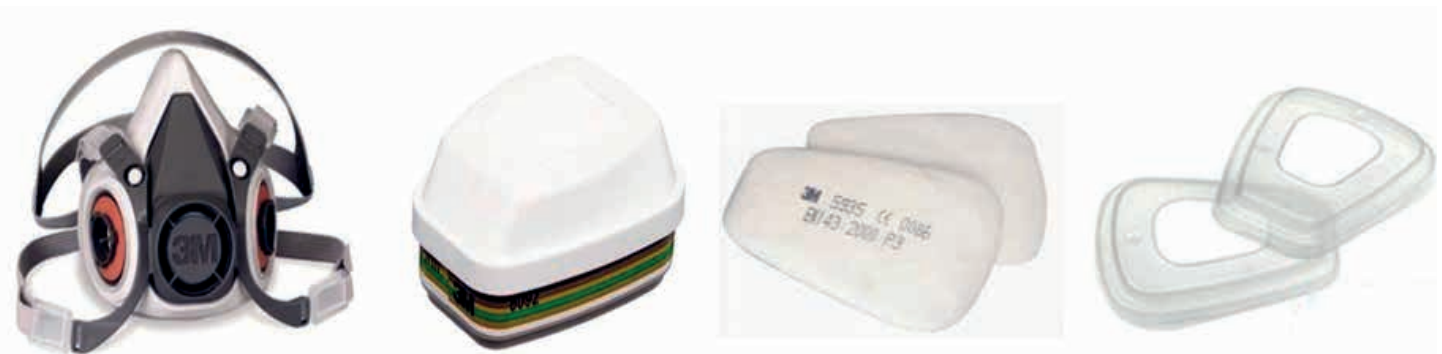


Figura 6: Semimáscara, filtros ABEK, filtro de polvo y retenedor. Fuente: 3M.

La patología más conocida que produce la SCR es la silicosis. Es una enfermedad progresiva y frente a la que no existe un tratamiento eficaz, por lo que puede terminar provocando incapacidad permanente e incluso la muerte.

los equipos filtrantes y los equipos aislantes. Nos centramos en los equipos filtrantes, ya que son los más utilizados en el sector minero. Dichos equipos incluyen tanto las mascarillas autofiltrantes contra partículas y las máscaras o medias máscaras con filtros, como los equipos filtrantes motorizados con capucha, casco, máscara o media máscara, necesarios para operaciones concretas que requieran mayor protección.

Existen diversas pruebas de ajuste de mascarillas que permiten valorar cualitativa o cuan-



Figura 7: Prueba de ajuste cualitativa y cuantitativa. Fuente: 3M.



titativamente si el ajuste del equipo es el correcto o, si por el contrario, se producen fugas, con lo que se podrá determinar qué modelo o talla de equipo de protección respiratoria es más adecuado, teniendo en cuenta la fisonomía y las características particulares de cada trabajador.

Un mal ajuste o una mala utilización del equipo de protección respiratoria puede disminuir su hermeticidad, por lo que se traduce en un incremento del riesgo de exposición para el trabajador.

---

Un mal ajuste o una mala utilización del equipo de protección respiratoria puede disminuir su hermeticidad, por lo que se traduce en un incremento del riesgo de exposición para el trabajador.

---



*Figura 8: Situaciones aceptables de vello facial.  
Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife.*

La existencia de vello en la cara, especialmente en zona de contacto entre la mascarilla y la piel, impide la estanqueidad del conjunto y disminuye la eficacia de la mascarilla. De forma general, los trabajadores que utilicen estos equipos de protección, no deben tener barba poblada, pudiendo dejarse bigote o perilla siempre que quede dentro de la mascarilla y no interfiera en la zona de contacto entre el perímetro del equipo y la cara. A continuación se detallan las situaciones consideradas aceptables e inaceptables referentes al vello facial.



*Figura 9: Situaciones no aceptables de vello facial.  
Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife.*



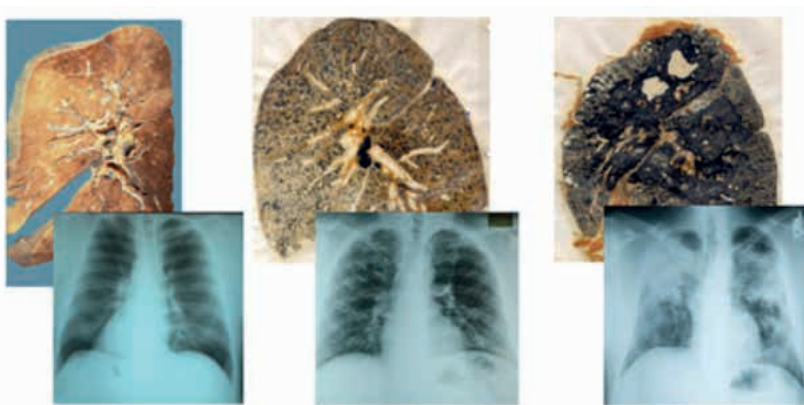
## CONCLUSIONES

No cabe duda sobre el carácter carcinógeno de la sílice cristalina. Así lo avalan los principales organismos de referencia tanto a nivel nacional como internacional e incluso lo reconoce expresamente la Directiva (UE) 2017/2398. Es pues, el polvo respirable de sílice cristalina se debe considerar como un agente químico cancerígeno en humanos.

---

En relación con la vigilancia de la salud, dado que se trata de puestos de trabajo con riesgo de enfermedad profesional, la empresa estará obligada a realizar reconocimientos médicos previos y periódicos.

---



*Figura 10: Fotografía y radiografía de un pulmón normal (izquierda), con silicosis simple (centro) y con silicosis complicada (derecha).*

*Fuente: Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH).*

El empresario debe adoptar las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban la formación (teórica y práctica) e información, en relación con su protección y



prevención frente al riesgo de la exposición al polvo.

En relación con la vigilancia de la salud, dado que se trata de puestos de trabajo con riesgo de enfermedad profesional, la empresa estará obligada a realizar reconocimientos médicos previos y periódicos, que tendrán carácter obligatorio para el trabajador. En consecuencia, también deberá tenerse en cuenta la prolongación de la vigilancia de la salud más allá de la finalización de la relación laboral (vigilancia de la salud postocupacional), según lo previsto en el párrafo e) del apartado 3 del artículo 37 del Reglamento Servicios de Prevención.

Existe un proyecto de Orden por la que se aprueba la ITC 02.0.02 Protección de los trabajadores contra el riesgo por inhalación de polvo del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad minera, debido a la Directiva (UE) 2017/2398 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2017. A finales del año 2019, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico lo llevó a trámite de audiencia ante la Comisión de Seguridad minera, y ha sido sometido a información pública en los meses de febrero y marzo de

2020. A través de esta nueva Orden se pretende unificar en un único texto, las particularidades del sector con respecto a la protección de los trabajadores contra el riesgo de inhalación de polvo, suprimiendo o derogando las disposiciones legales e Instrucciones Técnicas Complementarias que, hasta ahora, confluyen en el sector minero. Unos aspectos destacados de esta orden son:

Eliminar la posibilidad de la reducción de toma de muestras a una anual, y los muestreos higiénicos serán de forma cuatrimestral mientras esté en vigor la Autorización de Explotación o Concesión de Explotación. En este sentido, no se permitirá superar el valor límite y en tal caso se paralizarán los trabajos hasta que se puedan desarrollarlos de forma segura.

La intensificación de las referencias para un correcto uso y manejo de los equipos de medición de polvo.

La definición de un entrenamiento obligatorio del personal para el uso de equipos de protección respiratoria.

Un mayor detalle en las fichas y comunicaciones de la información recabada en las mediciones. ■

## BIBLIOGRAFÍA

- ORDEN ITC/2585/2007, de 30 de agosto, por la que se aprueba la Instrucción técnica complementaria 2.0.02 «Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en las industrias extractivas», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Orden ITC/933/2011, de 5 de abril, por la que se aprueba la ITC 2.0.03 Protección de los trabajadores contra el polvo, en las actividades de la minería de las sales solubles sódicas y potásicas del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.

- Real Decreto 257/2018, de 4 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- Guía para el control del riesgo por exposición a sílice cristalina respirable, Instituto Nacional de Silicosis.
- ESM Investigación y formación en seguridad y factores humanos. Protección de los trabajadores contra el riesgo por inhalación de polvo y sílice cristalina respirable como agente cancerígeno.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, por la que se aprueba la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.