

# GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS

Guía de buenas prácticas para la protección de la salud de los trabajadores mediante la adecuada manipulación y el uso correcto de la sílice cristalina y de los productos que la contengan

# ÍNDICE

Este documento ha sido publicado por los firmantes del Acuerdo de diálogo social europeo sobre la protección de la salud de los trabajadores mediante la adecuada manipulación y el uso correcto de la sílice cristalina y de los productos que la contengan en el marco del art. 139 del Tratado de la Unión Europea y con el respaldo de la Comisión Europea.

<b>PREÁMBULO</b>	<b>2</b>	<b>NOTA A LOS USUARIOS</b>	<b>3</b>
<b>PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE</b>			<b>4</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>			<b>5</b>
1.1 ¿Qué es la sílice?			6
1.2 Sílice cristalina respirable			7
1.3 Exposición ocupacional a la sílice cristalina respirable			7
<b>2. LA SÍLICE Y LA INDUSTRIA DE SÍLICE</b>			<b>8</b>
2.1 Dónde se encuentra la sílice			8
2.2 Actividades que implican el uso de materiales que contienen sílice cristalina			9
<b>3. LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD</b>			<b>17</b>
3.1 Sílice cristalina respirable			17
3.2 Efectos sobre la salud de la sílice cristalina respirable			21
<b>4. GESTIÓN DE RIESGOS: ¿QUÉ DEBO HACER?</b>			<b>23</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>			<b>31</b>
<b>GLOSARIO</b>			<b>32</b>
<b>ANEXO 1:</b> Tabla de límites de exposición ocupacional			<b>34</b>
<b>ANEXO 2:</b> Tabla de procesos en los que se generan partículas finas que podrían producir exposición a la sílice cristalina respirable			<b>35</b>
<b>PARTE 2: MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS</b>			<b>46</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>			<b>47</b>
1.1 ¿Qué es la sílice cristalina respirable?			48
1.2 ¿Cómo se introduce la sílice cristalina respirable en el cuerpo?			48
1.3 ¿Cuáles son los efectos conocidos sobre la salud asociados con la exposición a la sílice cristalina respirable?			49
1.4 ¿Dónde se halla la sílice cristalina respirable?			49
<b>2. HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS</b>			<b>50</b>

# PREÁMBULO

---

## ¿POR QUÉ ESTA GUÍA?

Esta guía es el resultado de la recopilación de la información existente y el conocimiento del que se dispone acerca de la gestión de la sílice cristalina respirable en los sectores que producen o en los que se utilizan productos o materias primas que contengan sílice cristalina. La publicación de esta guía es una contribución de la industria (empresarios y trabajadores) hacia la protección de los trabajadores de una posible exposición a la sílice cristalina respirable en el lugar de trabajo.

---

## OBJETIVO DE LA GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS

El objetivo de esta guía es ofrecer a los productores y usuarios de productos y materias primas que contengan sílice cristalina directrices sobre la aplicación práctica de un programa para la adecuada manipulación de la sílice cristalina respirable, así como sobre el uso seguro de productos que la contengan en el lugar de trabajo.

Las industrias que utilizan y producen sílice consideran que los trabajadores deberían estar protegidos contra los efectos potenciales sobre la salud provocados por la exposición ocupacional a la sílice cristalina respirable en el lugar de trabajo. Por lo tanto, los esfuerzos deberían centrarse en minimizar la posible exposición individual a la sílice cristalina respirable en el lugar de trabajo.

Esta es una guía dinámica que se concentra en los aspectos que se consideran más significativos. Aunque es exhaustiva, no ha sido posible tratar en detalle todas las áreas de interés. Se aconseja

a usuarios, clientes, trabajadores y lectores que consulten a los profesionales de salud ocupacional, así como a otros expertos, acerca de todo lo relacionado con el control de la sílice cristalina respirable para cada lugar de trabajo concreto.

Esta Guía de Buenas Prácticas es un Apéndice al Acuerdo sobre la Protección de la Salud de los Trabajadores a través de la manipulación adecuada y el buen uso de la sílice cristalina y de los productos que la contengan, partiendo de ciertos principios: Las Partes acuerdan que la sílice cristalina y los materiales/productos/materias primas que la contengan son (tal y como se describe detalladamente en el Apéndice 5 de este documento) componentes e ingredientes básicos, útiles y a menudo indispensables para una gran cantidad de actividades industriales o profesionales; contribuyendo a proteger puestos de trabajo y a asegurar el futuro económico de los sectores y las empresas; y, por ese motivo, su producción y su amplia gama de usos debe continuar.

# PREÁMBULO

---

## COMPLEMENTARIEDAD CON LA DIRECTIVA EUROPEA RELATIVA A LOS AGENTES CARCINÓGENOS Y MUTÁGENOS (2017/2398 QUE ENMIENDA LA DIRECTIVA 2004/37/CE)

En 2018, los trabajos que implicaban exposición al polvo de sílice cristalina respirable generada por un proceso de trabajo se incluyeron en la Directiva europea relativa a los agentes carcinógenos y mutágenos en el lugar de trabajo (Directiva 2017/2398). En el Anexo III se estableció un límite de exposición profesional vinculante en Europa de 0,1 mg/m<sup>3</sup> para el polvo de sílice cristalina respirable.

La Directiva reconoce en su Considerando 19 que las buenas prácticas de NEPSI son

«instrumentos útiles y necesarios que complementan las medidas reguladoras y, concretamente, apoyan la aplicación efectiva de valores límite. Es la calidad de la aplicación de las buenas prácticas lo que determina si se salvan vidas».

Comisaria Sra. Marianne Thyssen en la Conferencia del décimo aniversario de NEPSI.

Además, una modificación posterior de la Directiva (2019/130/CE) anima a los interlocutores sociales a celebrar acuerdos de diálogo social como el Acuerdo NEPSI para complementar las medidas reguladoras y solicita que la lista de tales acuerdos se publique en el sitio web de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (UE-OSHA; nuevo Artículo 13a).

---

## NOTA A LOS USUARIOS

Esta guía, actualizada en octubre de 2020, constituye un resumen de la información recopilada de diversas fuentes como los documentos ya existentes que ofrecen información sobre el problema de la sílice cristalina respirable, documentos legales y experiencia de las personas que trabajan en el sector.

En este breve documento no es posible tratar todos los temas que se mencionan de forma exhaustiva, ni es posible detallar todos los aspectos de interés relativos a la sílice cristalina respirable en el lugar de trabajo. Se aconseja a los usuarios, los clientes, los trabajadores y los lectores que consulten con profesionales de salud ocupacional y con otros expertos en relación con todos los asuntos relativos al control de la sílice cristalina respirable en cada lugar de trabajo específico.



**PARTE 1:  
CONOCIMIENTOS  
BÁSICOS SOBRE  
LA SÍLICE  
CRISTALINA  
RESPIRABLE**

# 1. INTRODUCCIÓN

La sílice cristalina es una materia prima esencial de productos con un gran número de usos en la industria y que constituyen un componente vital de muchos objetos utilizados en la vida cotidiana. Es imposible imaginar casas sin ladrillos, mortero o ventanas, coches sin motores ni parabrisas, o la vida sin carreteras ni otras infraestructuras de transporte y objetos cotidianos fabricados de vidrio o cerámica.

Durante muchos años se ha sabido que la inhalación de polvo fino con una proporción de sílice cristalina puede provocar daños a los pulmones (silicosis). De hecho, la silicosis es la enfermedad laboral más antigua conocida en todo el mundo. Sin embargo, los riesgos médicos asociados a la exposición al polvo de sílice cristalina pueden controlarse y, mediante medidas adecuadas, reducirse o eliminarse por completo. Solo se trata de evaluar el riesgo y tomar las medidas adecuadas.

La primera parte de esta Guía de Buenas Prácticas está destinada principalmente a los empresarios.

Está diseñada para ayudarles a decidir si la salud de los trabajadores, o de otras personas presentes en el lugar de trabajo, presenta riesgo de exposición a la sílice cristalina respirable. Este folleto les orientará en el proceso de evaluación de los riesgos y les proporcionará orientación general sobre los métodos para controlar la exposición a la sílice cristalina respirable en el lugar de trabajo. También subraya la importancia de la mejora constante.

Al final de la Parte 1 hay un glosario en el que se definen algunos de los términos técnicos que se utilizan en el documento.

La segunda parte de esta guía está destinada tanto a los empresarios como a las personas que trabajan con materiales que contienen sílice cristalina. Proporciona orientación detallada sobre métodos para una producción segura, la adecuada manipulación y el buen uso de estos materiales.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 ¿QUÉ ES LA SÍLICE?

Sílice es el nombre que recibe un grupo de minerales compuestos de silicio y oxígeno, los dos elementos más abundantes de la corteza terrestre. A pesar de la sencillez de su fórmula química,  $\text{SiO}_2$ , la sílice existe en muchas formas distintas. Por lo general, la sílice se encuentra en estado cristalino, aunque también está en estado amorfo (no cristalino). La sílice cristalina es dura, químicamente inerte y su punto de fusión es elevado. Estas son cualidades apreciadas en diferentes usos industriales.

Esta Guía de Buenas Prácticas trata únicamente de tres de las distintas formas de sílice cristalina, es decir, el cuarzo mineral, la cristobalita y la tridimita. No incluye la sílice amorfa, la sílice fundida ni otros minerales de silicato. El cuarzo, la cristobalita y la tridimita suelen conocerse como tipos de sílice cristalina «libre», porque no se combina químicamente.

El cuarzo es, con diferencia, la forma más común de sílice cristalina. Es el segundo mineral más común de la superficie de la tierra y se encuentra en casi todos los tipos de roca, p. ej. ígneas, metamórficas y sedimentarias. Debido a su abundancia, está presente en casi todas las operaciones de minería. Independientemente de las actividades industriales, la sílice cristalina respirable se encuentra presente de forma natural en el medio ambiente.

La cristobalita y la tridimita no son abundantes en la naturaleza. Sin embargo, se encuentran en algunas rocas ígneas. En circunstancias industriales, la cristobalita también se obtiene cuando se calienta el cuarzo (a temperaturas superiores a  $1400\text{ }^\circ\text{C}$ ); por ejemplo, durante la producción y el uso de materiales refractarios. La cristobalita también se forma cuando la sílice amorfa o la sílice vítrea se calientan a altas temperaturas.



# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 1. INTRODUCCIÓN

---

### 1.2 SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

No todo el polvo es igual. Para cada tipo de polvo, existen diferentes tamaños de partículas, a las que a menudo se hace referencia como fracciones de polvo. Cuando se inhala el polvo, el punto de sedimentación en el sistema respiratorio humano depende en gran medida de la gama de tamaños de partículas presentes en el polvo.

Existen tres fracciones de polvo que producen preocupación: las fracciones de polvo inhalable, torácica y respirable, que se definen en la norma europea EN 481. En la sección 3.1 se proporciona información acerca de esta norma. En el caso de la sílice cristalina, la fracción respirable del polvo es la que nos interesa por los efectos sobre la salud.

El polvo respirable puede penetrar profundamente en los pulmones. Los mecanismos de defensa natural del cuerpo pueden eliminar la mayor parte del polvo respirable inhalado. Sin embargo, en casos de exposición prolongada a niveles excesivos de este polvo, se hace difícil su eliminación de los pulmones y una acumulación del mismo puede, a largo plazo, ocasionar efectos irreversibles sobre la salud. Debido a que los efectos de la sílice cristalina sobre la salud se relacionan con la fracción de polvo respirable, la Guía de Buenas Prácticas se centrará en el control de la sílice cristalina respirable.

---

### 1.3 EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

La exposición ocupacional a la sílice cristalina respirable puede producirse en cualquier situación en el lugar de trabajo en la que se genere polvo en suspensión que contenga una proporción de sílice cristalina respirable.

Las partículas de polvo respirable son tan pequeñas que no pueden verse a simple vista. Una vez en suspensión, el polvo respirable tarda mucho en sedimentar. La liberación de polvo en el aire del lugar de trabajo en una única ocasión puede derivar en una exposición ocupacional significativa. De hecho, en situaciones en las que se mueve constantemente el aire y no se introduce aire nuevo, el polvo respirable puede mantenerse en suspensión en el lugar de trabajo durante días.

La exposición ocupacional a la sílice cristalina respirable ocurre en muchas industrias, entre las que se incluyen la explotación de canteras, la minería, el procesamiento de minerales (por ejemplo, el secado, la trituración, el ensacado y el manejo), el trabajo en pizarra, el triturado y rectificado de piedra, el trabajo de fundición, la elaboración de ladrillos y tejas, algunos procesos refractarios, el trabajo de construcción, incluyendo el trabajo con piedra, hormigón, ladrillo y algunas placas de aislamiento, el tunelado, la restauración de edificios y las industrias de cerámica y alfarería.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 2. LA SÍLICE Y LA INDUSTRIA DE SÍLICE

### 2.1 DÓNDE SE ENCUENTRA LA SÍLICE

La sílice cristalina, en forma del mineral de cuarzo, se encuentra en muchos materiales distintos; el cuarzo casi puro es la arenisca. Hay otras formas de sílice, pero tienen escasa importancia ocupacional. La tabla que se incluye a continuación da una indicación de los niveles típicos de sílice cristalina «libre» en determinadas fuentes minerales, pero debe señalarse que estas cifras varían.

FUENTES MINERALES	PORCENTAJE DE SÍLICE CRISTALINA
Áridos	Del 0 % al 100 %
Arcilla en gránulos	Del 5 % al 50 %
Basalto	Hasta el 5 %
Diatomita natural	Del 5 % al 30 %
Dolerita	Hasta el 15 %
Sílex	Más del 90 %
Granito	Hasta el 30 %
Piedra arenisca	Más del 80 %
Mineral de hierro	Del 7 % al 15 %
Piedra caliza	Habitualmente menos del 1 %
Cuarcita	Más del 95 %
Arena	Más del 90 %
Piedra arenisca	Más del 90 %
Esquisto	Del 40 % al 60 %
Pizarra	Hasta el 40 %

Fuente: Folleto del HSE, Control de la sílice cristalina respirable en canteras.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 2. LA SÍLICE Y LA INDUSTRIA DE SÍLICE

### 2.2 ACTIVIDADES QUE IMPLICAN EL USO DE MATERIALES QUE CONTIENEN SÍLICE CRISTALINA



#### ÁRIDOS

Los áridos son un material granular que se usa en la construcción de edificios e infraestructuras. Cada año se producen y usan en Europa casi tres mil millones de toneladas de áridos. Sin embargo, la mayoría de los operadores en el sector son empresas de pequeño y mediano tamaño. Una explotación típica da empleo directo a 7 u 8 personas. La industria de los áridos opera en aproximadamente 23 000 explotaciones de extracción y da empleo a más de 130 000 empleados en la UE.

Los áridos naturales más frecuentes son: arena, gravilla y roca triturada, procedente de rocas de origen geológico distinto y con una amplia variedad de contenido en sílice libre (desde el 0 % al 100 %).

Sujeto a la realización de las evaluaciones de los riesgos individuales en virtud de este Acuerdo, las explotaciones con depósitos con un contenido elevado de sílice cristalina son más relevantes. No obstante, incluso en tales casos, los riesgos de la exposición a la sílice cristalina respirable suelen ser bajos para los trabajadores y se notifica una cantidad baja de casos de silicosis.

El contenido de sílice cristalina en los áridos reciclados y fabricados varía dependiendo de la composición del material del que se producen.

#### UNIDADES PARA ALBAÑILERÍA DE SILICATO DE CALCIO

Las unidades para albañilería de silicato de calcio se producen mezclando arena, cal y agua. La mezcla de ingredientes naturales se moldea mediante prensas mecánicas o hidráulicas. Después del moldeado, se endurece el material en un autoclave. En estos autoclaves se introduce vapor a unas presiones de 8 a 16 bares para elevar la temperatura a aproximadamente 200 °C. Después de algunas horas, las unidades han desarrollado sus propiedades finales, especialmente la fuerza, y están listas para su embalado y envío. La generación de polvo puede ocurrir principalmente en el manejo de la materia prima y en los tratamientos de formado mecánico.

En siete países europeos hay 120 plantas en las que se producen unidades de silicato de calcio para albañilería.



Copyright Erich Spahn/Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 2. LA SÍLICE Y LA INDUSTRIA DE SÍLICE



Copyright diathèque CBR

### INDUSTRIA DEL CEMENTO

El cemento es una sustancia en polvo que se utiliza principalmente como agente aglutinante en la elaboración de hormigón. Se produce en varias etapas, que se componen básicamente de las dos fases esenciales que se indican a continuación:

- fabricación de un producto semiacabado, denominado «clínker», obtenido de la calcinación en un horno de temperatura elevada (1450 °C) de una mezcla en bruto formada por una mezcla de arcilla, piedra caliza y otros aditivos varios;
- fabricación de cemento como producto terminado, obtenido mediante la mezcla homogénea del clínker triturado y de sulfato cálcico (yeso); dependiendo del tipo de cemento, se añaden uno o más componentes tales como: escoria, ceniza volante, tierra de puzolana, piedra caliza, etc.

En 2017, la producción de cemento de los 28 estados miembros de la UE fue de 175 millones de toneladas, aproximadamente el 4 % de la producción total en el mundo (4100 millones de toneladas).

Hay casi 226 instalaciones en la UE. La industria del cemento da empleo directo a unas 47 000 personas entre los miembros de CEMBUREAU.

### INDUSTRIA CERÁMICA

La industria cerámica usa la sílice principalmente como un ingrediente estructural de cuerpos de arcilla y como un constituyente principal de los vidriados cerámicos. Los principales productos cerámicos que contienen sílice incluyen vajillas y elementos ornamentales, cerámica sanitaria, baldosas de pavimento y de revestimiento, ladrillos y tejas, materiales refractarios, etc.

En la UE producen productos cerámicos unas 2000 empresas, de las cuales el 80 % son empresas de pequeño y mediano tamaño. La cantidad de empleados en la industria cerámica europea se calcula en aproximadamente 200 000 personas. La industria cerámica se encuentra presente en virtualmente todos los estados miembros de la UE.



# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 2. LA SÍLICE Y LA INDUSTRIA DE SÍLICE

### PIEDRAS ARTIFICIALES (AGLOMERADAS)

De acuerdo con la norma europea EN - 14618, este tipo de piedra se denomina «piedra aglomerada».

Las piedras aglomeradas son la evolución en la tradición de los antiguos «azulejos de terrazo».

Hoy en día, la piedra aglomerada se fabrica de forma industrial mediante distintas tecnologías de moldeado, por medio de vibración y compresión simultánea al vacío; con aditivos químicos funcionales para el proceso, pigmentos y con el añadido de un aglutinante, generalmente, resina de poliéster, en la cantidad mínima solo para garantizar la unión completa entre el material de relleno y las partículas.

Una fase de endurecimiento posterior, realizada a temperatura ambiente o a temperatura media en hornos adecuados, permite que la mezcla alcance la consistencia final de la piedra. Los productos se elaboran en forma de bloques o losas, que se transforman en losas terminadas para encimeras, azulejos para suelos y revestimientos para paredes y otros elementos arquitectónicos.

La piedra aglomerada puede definirse técnicamente como un material compuesto, porque se compone de varias materias primas distintas. La composición de este producto, de forma sencilla, puede dividirse en cuatro categorías diferenciadas: las materias primas constituyen la estructura; los polvos rellenan los intersticios (rellenos), los aglutinantes aglutinan el producto y los aditivos de naturaleza variada (por ejemplo, los pigmentos) ofrecen rendimiento técnico o estético.

Las materias primas originales para la piedra aglomerada son mármol, granito, feldespato o cuarzo, que pueden encontrarse en grandes dimensiones en la naturaleza y que pueden triturarse o que ya están trituradas por los acontecimientos naturales.

Esta industria también puede hacer uso de los restos de las excavaciones de mármol y de granito, lo cual es una contribución interesante a la resolución del problema del impacto medioambiental de la industria de procesamiento de piedras.



### INDUSTRIA DE ARCILLA EXPANDIDA

La arcilla expandida es un agregado ligero basado en cerámica elaborado calentando arcilla a aproximadamente 1200 °C en un horno giratorio. Los gases expanden la arcilla durante el calentamiento y producen una estructura de colmena. Los guijarros de arcilla expandida tienen una forma redonda u ovalada y se presentan en distintos tamaños y densidades.

La arcilla se extrae de pozos de arcilla que suelen estar situados cerca de las fábricas. Una vez transportada a la fábrica, la arcilla se somete a un tratamiento previo y se procesa en los hornos giratorios. Después del proceso en el horno, la que se ha convertido en arcilla expandida se enfría. A medida que lo hace, el aire frío se calienta y este aire caliente se usa para secar, calentar y expandir la arcilla en el horno. La arcilla expandida se usa en diversas aplicaciones en los sectores de la construcción y medioambiental.

En toda Europa hay unas 13 empresas que fabrican arcilla expandida en 11 países, con 17 fábricas. Su producción anual es de aproximadamente 4 500 000 m<sup>3</sup> de arcilla expandida y ofrecen empleo directo a unas 2000 personas.



## 2. LA SÍLICE Y LA INDUSTRIA DE SÍLICE



### FUNDICIONES

Los productos de la industria de la fundición son moldes de metales ferrosos, de acero o metales no ferrosos producidos mediante el vertido de metal fundido en moldes fabricados habitualmente, en parte o en su totalidad, de arena de sílice aglomerada. La industria de la fundición es un proveedor importante para la industria automotriz, la ingeniería mecánica y otras industrias. Se trata de una rama de, en su mayoría, empresas de pequeño y mediano tamaño: en los estados miembros de la UE hay aproximadamente 4000 fundiciones con 300 000 empleados.

### INDUSTRIA DEL VIDRIO

El dióxido de sílice es el principal óxido de formación de vidrio y, por consiguiente, la arena de sílice es la materia prima principal que se usa en la mayoría de tipos de vidrio. Los principales productos de vidrio incluyen vidrio de envases (botellas, frascos, etc.), vidrio plano (para edificios, espejos, automóviles, etc.), vidrio doméstico (vajillas: vasos para beber, cuencos; decoración, etc.), fibras de vidrio para refuerzo, lana de vidrio (para aislamiento) y vidrio especial (para TV, laboratorio, óptica, etc.).

En la actualidad, la industria del vidrio en la UE da empleo a aproximadamente 190 000 personas (incluyendo los procesadores que no están fundiendo vidrio y que, por consiguiente, no están expuestos a la sílice cristalina respirable). La cantidad de trabajadores que participan en actividades de fusión de vidrio se estima en torno a los 100 000.

Después de la fundición de la materia prima, ya no hay sílice cristalina en el vidrio, que es un material amorfo.



### YESO

Eurogypsum es una federación europea de asociaciones nacionales de productores de productos elaborados con yeso, como la escayola y el pladur. Es uno de los escasos sectores industriales totalmente integrado en el campo de los productos para construcción. Las empresas de la minería del yeso también lo procesan y fabrican los productos de valor añadido y los sistemas que se utilizan de forma generalizada en la construcción y en otros sectores industriales.

El sector industrial europeo del yeso y la anhidrita tiene un volumen de negocios de 7000 millones de EUR, opera 111 plantas y 132 canteras. Además, da empleo de forma directa a 16 000 personas y, de forma indirecta, a 300 000. La industria del yeso da trabajo a 1 100 000 yeseros e instaladores de pladur. Da formación a unas 25 000 personas al año en toda Europa.

En nuestro sector pueden encontrarse rastros de sílice en las materias primas utilizadas (como el yeso) o es posible que se añadan de forma intencionada (como aditivos para determinados productos elaborados con yeso).

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 2. LA SÍLICE Y LA INDUSTRIA DE SÍLICE

### MINERALES INDUSTRIALES

Los minerales industriales son minerales y rocas de valor comercial que se usan en las industrias basándose en sus propiedades fisicoquímicas.

Cada año se extraen en Europa aproximadamente 138 millones de toneladas de minerales industriales: bentonita, borato, carbonato de calcio, diatomita, feldespato, caolín, cal, mica, arcillas plásticas, sepiolita, sílice, talco, vermiculita. Cada uno de estos minerales industriales presenta propiedades específicas que lo vuelven especial y esencial para algunas aplicaciones industriales. Se usan en diversos mercados, como vidrio, cerámica, fluidos industriales, agricultura, materiales de construcción, metalurgia, revestimientos, arena para animales domésticos, plásticos, papel, pintura, artículos electrónicos, detergentes y otros. Aunque no todos lo hacen, los minerales industriales pueden contener cantidades variables de sílice cristalina.

Por lo general, la sílice se encuentra en estado cristalino, aunque también está en estado amorfo (no cristalino). La sílice cristalina es dura, químicamente inerte y su punto de fusión es elevado. Estas son cualidades apreciadas en diversos usos industriales, principalmente en las industrias de fundición, construcción, cerámica y química.

Esos minerales industriales los producen 300 empresas o grupos que operan unas 810 minas y canteras, y 830 fábricas en 21 estados miembros de la UE, además de en Suiza, Noruega y Turquía. La industria de minerales industriales da empleo a unas 100 000 personas en la UE.



### MINERALES DE METAL

Dentro de la UE se extrae una amplia variedad de minerales de metal y, en algunos casos, como el antimonio, la bauxita, el cromo, el cobalto, el cobre, el oro, el hierro, el plomo, el manganeso, el níquel, la plata o el titanio, la UE es un productor relativamente significativo. En algunos casos, los productores europeos se cuentan entre los primeros diez productores del mundo.

Los minerales metálicos se producen en 14 estados miembros de la UE, así como en Noruega, Turquía, Kosovo y Serbia. En la UE, esta sección de la industria de la minería y los minerales da empleo directo a más de 20 000 personas. En la UE hay aproximadamente 90 minas de metal, además de varias empresas de exploración.

Aunque no todos lo hacen, los minerales metálicos pueden contener cantidades variables de sílice cristalina.



## 2. LA SÍLICE Y LA INDUSTRIA DE SÍLICE



### LANA MINERAL

La lana mineral ofrece una gama de propiedades única en la que se combinan una resistencia térmica elevada con la estabilidad a largo plazo. Se elabora con vidrio, piedra o escoria fundidos que se hilan en una estructura fibrilar, lo que crea una combinación de propiedades térmicas, ígneas y acústicas esenciales para el aislamiento térmico y acústico, además de para la protección ignífuga de los edificios domésticos y comerciales o de las instalaciones industriales.

Estas propiedades derivan de su estructura, una mata de fibras que impiden el movimiento del aire, y de su composición química.

Los fabricantes de materiales aislantes están desarrollándose para responder a las crecientes preocupaciones medioambientales de la sociedad, mejorando los estándares y los reglamentos para el uso de materiales aislantes.

Entre las lanas minerales, solo la lana de vidrio atañe a la sílice cristalina, dado que se fabrica usando arena, mientras que la lana pétreo no. Después de la fundición de la materia prima para la lana de vidrio, ya no hay sílice cristalina, dado que se convierte en un material amorfo.

La industria de la lana mineral está presente en todos los países europeos y da empleo a más de 20 000 personas en toda la UE.

### INDUSTRIA DE LA PIEDRA NATURAL

La piedra dimensional existe en la naturaleza como un material de construcción ya casi preparado. Pocos se dan cuenta, sin embargo, de que es necesario que transcurran millones de años para que este material llegue al punto en el que puede producirse y procesarse con facilidad.

La industria se compone únicamente de empresas de pequeño a mediano tamaño de entre 5 y 100 empleados y es proveedora esencial de la industria de la construcción. En la UE existen más de 40 000 empresas, en las que se da empleo a aproximadamente 420 000 personas. El trabajo con piedras naturales no solo incluye la producción de piedra en canteras, sino también, mucho más importante, el procesamiento de las piedras y su instalación. Las aplicaciones de restauración y de alta tecnología necesitan educación y formación cualificadas que comienzan con los canteros hasta los técnicos de piedra de alta tecnología.



# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 2. LA SÍLICE Y LA INDUSTRIA DE SÍLICE

---

### INDUSTRIA DEL MORTERO

El mortero es un término genérico que incluye los morteros para albañilería y reparaciones, la escayola y las capas de igualación, los adhesivos y revestimiento, así como morteros para usos especiales, como los morteros de anclaje. Los morteros se componen de áridos, uno o más aglutinantes, posiblemente aditivos o mezclas además de, dependiendo del tipo de aglutinante, agua. El mortero se distingue del hormigón por el tamaño del grano de los áridos. Por definición, los morteros incluyen áridos con un tamaño general del grano < 4 mm. Sin embargo, en el caso de las capas decorativas especiales y en el revestimiento de suelos, son también frecuentes los tamaños de grano de hasta 8 mm.

La industria del mortero artificial proporciona tanto productos secos-mixtos (basados predominantemente en aglutinantes inorgánicos) como productos de mortero listos para usar (basados en aglutinantes inorgánicos u orgánicos). Además de los morteros artificiales, una gran parte del sector también diseña y ofrece sistemas compuestos de aislamiento térmico (ETICS) para renovación y para edificios nuevos.

Con base en una encuesta interna realizada en 2019 entre los miembros de la EMO (Organización Europea de la Industria del Mortero), hay aproximadamente 280 fabricantes de morteros (entidades legales) dentro de la UE, que tienen hasta 840 explotaciones de producción. De acuerdo con esta estimación y con las cifras notificadas a NEPSI, el sector cuenta con más de 35 000 empleados, de los cuales aproximadamente 11 600 están expuestos a la sílice cristalina respirable.



### INDUSTRIA DEL HORMIGÓN PREFABRICADO

El hormigón prefabricado es un material artificial para edificios que se usa de forma generalizada en todo el mundo y está disponible en todos los tamaños y formas, desde unidades de pavimentación muy pequeñas hasta elementos para puentes de 50 metros de longitud.

Su proceso de producción consiste en la mezcla de cemento, áridos, agua, aditivos y mezclas en distintas proporciones, que se vierten en moldes donde se les deja endurecerse. Los productos se suministran al mercado en un estado endurecido sin polvo. La generación de polvo puede ocurrir principalmente en el manejo de materia prima y los tratamientos mecánicos después de la fabricación. La industria se compone de empresas de pequeño a mediano tamaño, dispersas por toda Europa. Las cifras estimadas para la UE son: 10 000 unidades de producción, 250 000 trabajadores y de 300 a 400 millones de toneladas de productos.



# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 2. LA SÍLICE Y LA INDUSTRIA DE SÍLICE

### HORMIGÓN PREMEZCLADO

El hormigón premezclado es una mezcla de cemento, agua, áridos (arena, gravilla o piedra triturada), mezclas químicas, adiciones eventuales (ceniza volante, humo de sílice, escorias de horno granuladas molidas y otras) atrapadas y aire ocluido.

La generación de polvo puede producirse principalmente en la fábrica en la que se almacenan los áridos antes de su mezcla: el hormigón premezclado se fabrica en plantas de lotes y se mezcla con hormigoneras montadas en camiones o estacionarias. Los áridos que contienen cantidades limitadas de productos finos o suelo/arcilla se lavan. El hormigón premezclado se transporta en hormigoneras de camión cerradas, mientras que el hormigón se mantiene en continua agitación hasta que se descarga para su uso: en este estado, el hormigón no produce polvo alguno, ni durante el transporte ni durante la descarga.

Debido a la amplia variedad de aplicaciones, su facilidad de uso, su calidad, comodidad y economía elevadas, el hormigón premezclado se ha adoptado de forma generalizada hoy en día, desde pavimentos a rascacielos y puentes.

La industria europea se compone principalmente de PYME, pequeñas o medianas empresas. Hay (2018) más de 12 000 fábricas en Europa, con una producción de 250 millones de m<sup>3</sup> y más de 44 000 empleados.



# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 3. LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD

### 3.1 SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

A la hora de tener en cuenta el polvo, hay tres fracciones de polvo de especial interés: fracciones inhalable, torácica y respirable. Sin embargo, en el caso de la sílice cristalina, la fracción de polvo respirable es la más importante, debido a sus posibles efectos sobre la salud en los seres humanos.

Es también importante señalar que los valores nacionales de los límites de exposición profesional para la sílice cristalina se aplican a la fracción de polvo respirable.

Esta fracción de polvo corresponde a la proporción de un contaminante en suspensión que penetra a la región de los alvéolos (intercambio de gases) de los pulmones. Esta fracción suele representar del 10 % al 20 % de la fracción de polvo inhalable, pero la proporción puede variar considerablemente.

El siguiente diagrama explica la diferencia entre las diversas fracciones de polvo:



Fuente: Modelo dicotómico de fraccionamiento de aerosoles de acuerdo con Görner P. y Fabriès J.F.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 3. LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD

En esta ilustración se identifican las distintas secciones del pulmón. La laringe (que se menciona en el diagrama anterior) se encuentra entre la faringe (parte superior de las vías respiratorias) y la tráquea. La región alveolar de los pulmones se compone de aproximadamente 300 millones de alvéolos o sacos de aire.

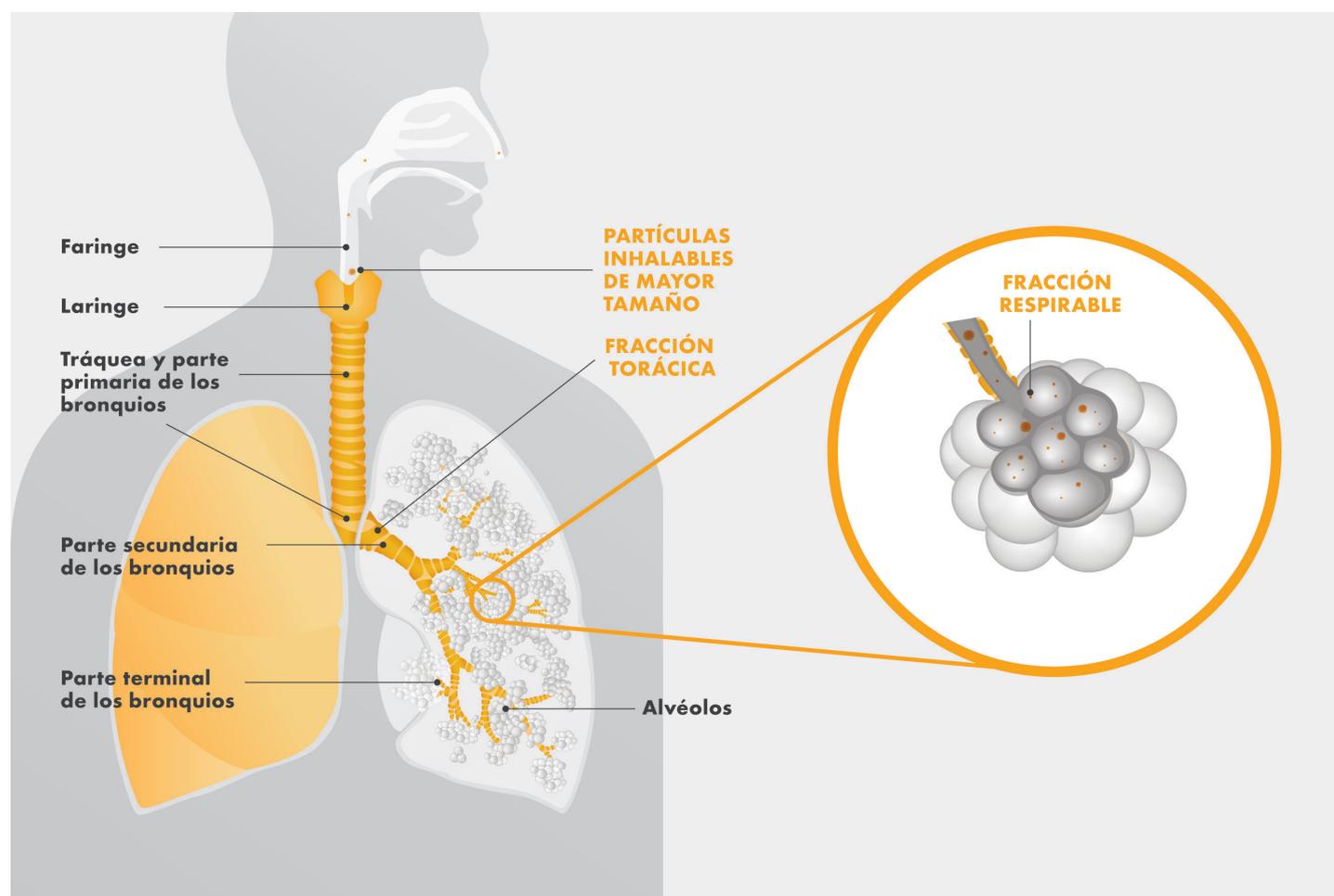


Diagrama que muestra las distintas partes del pulmón.

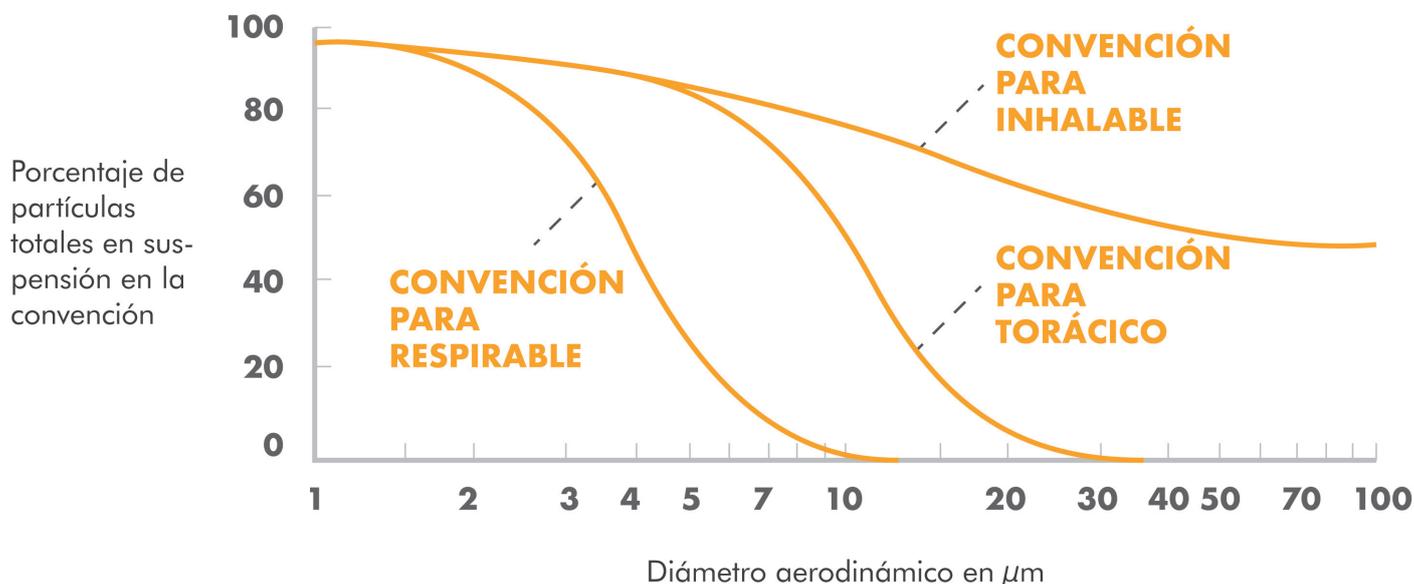
# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 3. LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD

El Comité Europeo de Normalización (CEN) y la Organización Internacional para la Normalización (International Standards Organisation, ISO) han acordado convenciones normalizadas para la obtención de muestras relacionada con la salud de polvos o aerosoles en los lugares de trabajo (EN 481, ISO 7708).

Estas convenciones constituyen especificaciones objetivo para los instrumentos que se usan para evaluar los posibles efectos sobre la salud derivados de la inhalación de aerosoles.

La imagen que aparece a continuación ilustra las convenciones de obtención de muestras:



Las convenciones para las fracciones inhalables, torácicas y respirables como porcentajes de partículas totales en suspensión, de EN 481.

En el gráfico se muestra la probabilidad de que una partícula de un diámetro aerodinámico específico penetre en las distintas partes del aparato respiratorio humano.

Por ejemplo: siguiendo la convención de respirable, hay un 50 % de probabilidades (o una probabilidad de 0,5) de que una partícula con un diámetro aerodinámico de 4 µm penetre en la región de los alvéolos pulmonares. De forma similar, hay un 30 % de posibilidades (probabilidad de 0,3) de que una partícula con un diámetro aerodinámico de 5 µm penetre en esta región del pulmón.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 3. LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD

La tabla que se incluye a continuación muestra los valores numéricos de las convenciones en términos porcentuales.

COMO PORCENTAJE DE LAS PARTÍCULAS TOTALES EN SUSPENSIÓN			
DIÁMETRO AERODINÁMICO en $\mu\text{m}$	CONVENCIÓN PARA % INHALABLE	CONVENCIÓN PARA % TORÁCICO	CONVENCIÓN PARA % RESPIRABLE
0	100	100	100
1	97,1	97,1	97,1
2	94,3	94,3	91,4
3	91,7	91,7	73,9
4	89,3	89,0	50,0
5	87,0	85,4	30,0
6	84,9	80,5	16,8
7	82,9	74,2	9,0
8	80,9	66,6	4,8
9	79,1	58,3	2,5
10	77,4	50,0	1,3
11	75,8	42,1	0,7
12	74,3	34,9	0,4
13	72,9	28,6	0,2
14	71,6	23,2	0,2
15	70,3	18,7	0,1
16	69,1	15,0	0
18	67,0	9,5	
20	65,1	5,9	
25	61,2	1,8	
30	58,3	0,6	
35	56,1	0,2	
40	54,5	0,1	
50	52,5	0	
60	51,4		
80	50,4		
100	50,1		

Fuente: EN 481. Valores numéricos de las convenciones, como porcentajes de las partículas totales en suspensión.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 3. LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD

---

### 3.2 EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

Las personas en el trabajo solo se ven expuestas a la sílice cristalina pura con escasa frecuencia. El polvo que respiran en el lugar de trabajo suele estar compuesto de una mezcla de sílice cristalina y otros materiales.

La respuesta de una persona probablemente dependa de:

- la naturaleza (es decir, el tamaño de la partícula y las características químicas de la superficie) y el contenido de sílice cristalina del polvo
  - la fracción de polvo
  - la extensión y naturaleza de la exposición personal (duración, frecuencia e intensidad, que pueden verse influidas por los métodos de trabajo)
  - características fisiológicas personales
  - hábitos de tabaquismo
- 

### SILICOSIS

La silicosis es un riesgo reconocido para la salud y una de las enfermedades profesionales más antiguas conocidas (por ejemplo, NIOSH 2002, OSHA 2013, ANSES 2019). La silicosis se asocia históricamente con la inhalación de polvo con sílice cristalina y la relación causal entre la silicosis y la exposición a la sílice cristalina está bien establecida (Morfeld 2013). En la cohorte de trabajadores de la porcelana alemanes, el valor límite para la concentración de polvo de cuarzo respirable y la incidencia de silicosis (1/1, ILO 1980/2000) se estima mediante un modelo estadístico (Morfeld 2013). La silicosis es uno de los tipos de neumoconiosis más frecuentes. Se trata de una fibrosis nodular progresiva provocada por el depósito en los pulmones de partículas respirables finas de sílice cristalina. La cicatrización resultante de las partes más interiores de los pulmones puede llevar a dificultades respiratorias y, en algunos casos, a la muerte. Las partículas de mayor tamaño (no respirables) tienen más probabilidad de depositarse en las vías respiratorias principales (superiores) del aparato respiratorio y pueden eliminarse mediante el moco o la acción ciliar.

La silicosis común suele venir causada por la inhalación crónica prolongada de polvo de sílice cristalina respirable generado por un proceso laboral. La gravedad de la silicosis puede variar en gran medida, desde «silicosis simple» a «fibrosis masiva progresiva».

En general, en las publicaciones se describen tres tipos de silicosis (EUR 14768; INRS 1997):

- La silicosis aguda se produce como resultado de una exposición extremadamente elevada a la sílice cristalina respirable en un período relativamente breve de tiempo (dentro de 5 años). Este trastorno provoca la rápida disnea progresiva y la muerte, habitualmente en los meses siguientes al inicio
- La silicosis acelerada puede aparecer después de 5 a 10 años de exposición a niveles elevados de sílice cristalina respirable
- La silicosis crónica con frecuencia se describe como el resultado de la exposición a niveles bajos de sílice cristalina respirable, que se producen durante períodos de tiempo más largos (duración de la exposición superior a 10 años).

Los casos futuros de silicosis pueden reducirse implantando medidas adecuadas para reducir la exposición al polvo con sílice. Tales medidas incluyen la mejora de las prácticas laborales, los controles técnicos, el equipo de protección respiratoria y los programas de formación.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 3. LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD

### SÍLICE Y RIESGO DE CÁNCER

De acuerdo con diversos estudios epidemiológicos realizados entre poblaciones con exposición ocupacional, en algunas circunstancias existe relación entre el cáncer de pulmón y la exposición al polvo de sílice cristalina respirable.

En 1997, un grupo de trabajo de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (International Agency for Research on Cancer, IARC) llegó a la conclusión, tras una revisión de las publicaciones, de que la sílice cristalina respirable de origen profesional es cancerígena para los seres humanos (IARC, 1997).

Al hacer esta evaluación, el grupo de trabajo de la IARC también señaló que no se detectaba carcinogenicidad en todas las circunstancias industriales estudiadas y que era posible que dependiera de las características inherentes de la sílice cristalina o de factores externos que afectaran a su actividad biológica.

En 2011, la IARC actualizó sus monografías y confirmó que el polvo de sílice cristalina, en forma de cuarzo o cristobalita, es cancerígeno para los seres humanos (grupo 1) y que la variabilidad del riesgo de los distintos tipos de sílice se relaciona con sus propiedades de superficie (IARC, 2011).

De acuerdo con la Agencia francesa para la Seguridad Sanitaria, no se ha demostrado asociación con otro tipo de cáncer distinto al cáncer de pulmón de la exposición a la sílice cristalina respirable (ANSES 2019).

En junio de 2003 se adoptó una recomendación (SUM DOC 94 final) del Comité Científico de la UE para los Límites de Exposición Profesional a Agentes Químicos (Scientific Committee for Occupational Exposure Limits, SCOEL). Las principales conclusiones fueron las siguientes:

El efecto principal en los seres humanos de la inhalación de polvo de sílice respirable es la silicosis. Existe información suficiente como para concluir que el riesgo relativo de aparición de cáncer de pulmón aumenta en las personas con silicosis (y, aparentemente, no es así en los trabajadores sin silicosis expuestos al polvo de sílice en canteras y en la industria de la cerámica). Por lo tanto, la prevención de la silicosis también reducirá el riesgo de cáncer. Puesto que no se puede identificar un umbral claro para la aparición de la silicosis, toda reducción de la exposición reducirá el riesgo de silicosis.

Los distintos modos de acción de la genotoxicidad provocada por la SCR se han evaluado en una serie de estudios toxicológicos desde 2011. De acuerdo con una revisión actualizada de la genotoxicidad de la sílice cristalina respirable, la función de la inflamación impulsada por la superficie del cuarzo después de la inhalación se confirmó y los resultados respaldan un umbral práctico (efecto secundario; Borm et al 2019).

La función de las partículas de sílice cristalina recién fracturada se ha esbozado en nuevos estudios y se reconoció en las evaluaciones realizadas por las autoridades (Turci y cols. 2016; ANSES 2019). Queda por explicar cómo pueden las características y la configuración químicas de la superficie de sílice desencadenar respuestas tóxicas variables. Se encuentra en curso una investigación interdisciplinaria prometedora para elucidar los complicados mecanismos de la patogenia de la sílice cristalina y posiblemente mitigar o reducir su reactividad de superficie (Pavan y cols 2019).

### OTROS EFECTOS SOBRE LA SALUD

En la literatura científica hay diversas publicaciones acerca de la posible asociación entre la exposición a la sílice y los trastornos autoinmunitarios (como escleroderma, lupus y artritis reumatoide). En su opinión de 2019, la ANSES confirma que aunque puede observarse tal asociación en algunos estudios para la escleroderma sistémica, el lupus sistémico y la artritis reumatoide, no puede establecerse una correlación directa (causal) ni relación entre dosis y respuesta entre la exposición a la sílice cristalina y la aparición de enfermedad autoinmunitaria.

En cuanto a otras enfermedades, como las enfermedades renales y cardiovasculares, no puede concluirse que las partículas de sílice cristalina desempeñan ninguna función en la aparición de estas enfermedades (ANSES 2019).

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 4. GESTIÓN DE RIESGOS: ¿QUÉ DEBO HACER?

### 4. GESTIÓN DE RIESGOS: ¿QUÉ DEBO HACER?

Desde 2018, los trabajos que implican exposición al polvo de la sílice cristalina respirable generado por un proceso de trabajo se incluyen en la Directiva Europea relativa a los agentes carcinógenos y mutágenos en el lugar de trabajo (Directiva 2017/2398). En el Anexo III se estableció un valor límite de exposición profesional vinculante en Europa de 0,1 mg/m<sup>3</sup> para el polvo de sílice cristalina respirable.

En el Considerando 19 de la Directiva se reconoce que las buenas prácticas de NEPSI son «instrumentos útiles y necesarios que complementan las medidas reguladoras y, concretamente, apoyan la aplicación efectiva de valores límite».

En esta sección se integran las obligaciones de la Directiva relativa a los agentes carcinógenos y mutágenos en el trabajo (DCM) y se ofrecen recomendaciones al lector sobre cuándo y cómo aplicar las recomendaciones que se dan en esta Guía de Buenas Prácticas a sus circunstancias específicas.

Usando un sencillo formato de pregunta y respuesta, introducirá técnicas básicas de gestión de riesgos que deben aplicarse a las situaciones en el lugar de trabajo en el que las personas puedan verse expuestas a la sílice cristalina respirable.

### PREÁMBULO: OBLIGACIONES DE LA DIRECTIVA RELATIVA A LOS AGENTES CARCINÓGENOS Y MUTÁGENOS

La finalidad de la Directiva 2004/37/CE (y sus enmiendas) es proteger a los trabajadores de los riesgos para su salud y su seguridad derivados o posiblemente derivados de la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos en el lugar de trabajo; véanse los artículos 4 y 5.

Estas obligaciones incluyen:

- Reducción y sustitución: el empresario debe reducir el uso de un cancerígeno o mutágeno en el lugar de trabajo, en particular, sustituyéndolo, en la medida en la que sea técnicamente posible, por una sustancia, preparación o proceso que no sean peligrosos o lo sean en menor grado.
- Uso de sistemas cerrados: en los casos en los que la sustitución no sea técnicamente posible, el empresario se asegurará de que el cancerígeno o mutágeno, en la medida en la que sea técnicamente posible, se fabrique y se use en un sistema cerrado.
- En los casos en los que un sistema cerrado no sea técnicamente posible, el empresario debe garantizar que el nivel de exposición de los trabajadores se reduzca al nivel mínimo que sea técnicamente posible. La exposición no superará el valor límite de un cancerígeno según se establece en el Anexo III.
- El empresario debe aplicar también las medidas siguientes:
  - limitación de las cantidades de SCR en el lugar de trabajo
  - reducción de la cantidad de trabajadores expuestos o que van a exponerse a la SCR
  - diseño de procesos de trabajo y medidas de control mecánicas para evitar o minimizar la liberación de SCR
  - evacuación de la SCR en la fuente, el sistema de extracción local o ventilación general
  - uso de los procedimientos apropiados ya existentes para la medida de la SCR
  - aplicación de procedimientos y métodos de trabajo adecuados
  - medidas de protección colectivas o individuales
  - medidas de higiene; en particular, limpieza periódica de suelos, paredes y otras superficies
  - información para los trabajadores
  - demarcación de las zonas de riesgo y uso de las señales de advertencia y seguridad adecuadas (por ejemplo: «prohibido fumar»)
  - planificación para tratar las emergencias en el caso de exposición elevada
  - medios para el almacenamiento, el manejo y el transporte seguros, en particular mediante el uso de recipientes sellados y con etiquetas claras y visibles
  - medios para la recogida, el almacenamiento y el desecho seguros de residuos por parte de los trabajadores, incluyendo el uso de recipientes sellados y con etiquetas claras y visibles

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 4. GESTIÓN DE RIESGOS: ¿QUÉ DEBO HACER?

Las recomendaciones específicas que se dan en las páginas siguientes ayudarán al lector a decidir en qué medida se aplica esta Guía de Buenas Prácticas a sus circunstancias.

Se darán recomendaciones sobre:

<b>EVALUACIÓN</b>	Cómo evaluar si hay un riesgo significativo de exposición a la sílice cristalina respirable
<b>CONTROL</b>	Cómo decidir qué tipo de medidas de control y prevención deben aplicarse para tratar los riesgos identificados, es decir, cómo eliminarlos o reducirlos a un nivel aceptable
<b>SEGUIMIENTO</b>	Cómo realizar el seguimiento de la eficacia de las medidas de control implantadas. Cómo controlar la salud de los trabajadores
<b>EDUCACIÓN</b>	Qué información, instrucción y formación debe proporcionarse a la plantilla para educarlos acerca de los riesgos a los que pueden verse expuestos.

Los procesos de gestión de riesgo de **Evaluación, control, seguimiento y educación** constituyen la base de toda la legislación en materia de salud y seguridad europea, incluyendo la Directiva relativa a los agentes carcinógenos y mutágenos en el trabajo.



# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 4. GESTIÓN DE RIESGOS: ¿QUÉ DEBO HACER?

### PREGUNTA 2:

# ¿Cómo realizo una evaluación de la exposición personal a la sílice cristalina respirable?

### RESPUESTA

Use este sencillo diagrama de flujo para ayudarle a realizar su evaluación de los niveles de exposición personal. Es buena idea, en esta etapa, tomar notas detalladas de las medidas de control del polvo que ya se aplican en su lugar de trabajo. Necesitará esta información más tarde, para evaluar si cumplen los principios generales de prevención.

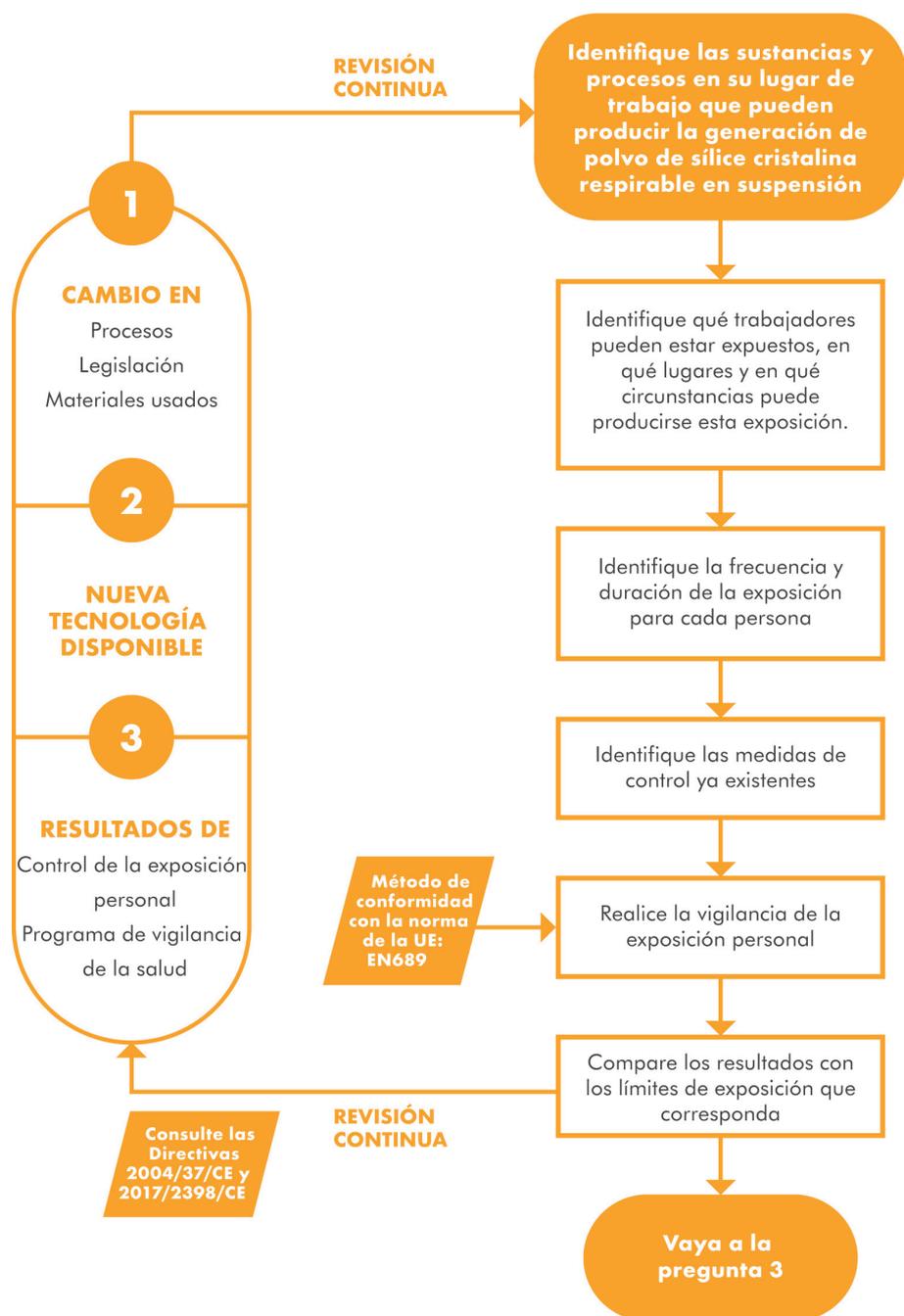


Figura: Evaluación de los niveles de exposición personal a la sílice cristalina respirable.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 4. GESTIÓN DE RIESGOS: ¿QUÉ DEBO HACER?



### CONTROL DE LA EXPOSICIÓN PERSONAL

La única manera de cuantificar la cantidad de sílice cristalina respirable presente en la atmósfera es obtener muestras del aire y analizar el polvo recogido. La evaluación de la exposición profesional es el proceso de medir o estimar la intensidad, frecuencia y duración del contacto de los seres humanos con tales contaminantes.

Hay dos tipos de medidas que suelen usarse:

- personal;
- estático

Ambos tipos de medidas se pueden utilizar conjuntamente puesto que son complementarias. Corresponde a los expertos designados por los empresarios y los representantes de los trabajadores elegir las soluciones más adecuadas, siempre que se respeten las disposiciones nacionales y europeas.

Los requisitos generales de control de polvo (obtenidos de las normas europeas EN 689 y EN 1232) se incluyen en el Anexo 2, «Protocolo de control del polvo» del Acuerdo sobre la protección de la salud de los trabajadores para la adecuada manipulación y el buen uso de la sílice cristalina y de los productos que la contienen. Se anima a los productores y usuarios finales de los productos y materias primas que contienen sílice cristalina a adoptar este protocolo. Puede pedirse asesoramiento sobre la organización de un programa de control del polvo a un técnico en higiene ocupacional competente.

### LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL

Un valor límite de exposición profesional constituye la concentración promedio ponderada máxima de un contaminante en suspensión al que puede estar expuesto un trabajador, medida en relación con un período de referencia especificado, normalmente, ocho horas.

En la actualidad hay muchos tipos distintos de valor límite de exposición profesional definidos por los estados miembros individuales de la Unión Europea. Estos límites son todos distintos y, además, no pueden compararse de forma directa.

En 2018, los trabajos que implicaban exposición al polvo de la sílice cristalina respirable generada por un proceso de trabajo se incluyeron en el Anexo I de la Directiva Europea relativa a los agentes carcinógenos y mutágenos en el lugar de trabajo (Directiva 2017/2398). Se estableció un valor límite de exposición profesional vinculante en Europa de  $0,1 \text{ mg/m}^3$  en el Anexo III para el polvo de sílice cristalina respirable.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 4. GESTIÓN DE RIESGOS: ¿QUÉ DEBO HACER?

### PREGUNTA 3:

He realizado mi evaluación de la exposición, pero no estoy seguro de cómo interpretar los resultados. ¿Qué tengo que hacer ahora?

### RESPUESTA

Debe comparar los resultados de su evaluación con el límite de exposición profesional para sílice cristalina respirable que se aplica en su país y debe comprobar que cumple los principios de prevención generales.

Puede ser necesario que ponga en práctica medidas de control adicionales (siguiendo los principios generales de prevención) y, en el caso de que se identifiquen procesos cancerígenos siguiendo las obligaciones de la DCM, eliminar, o reducir, la exposición a la sílice cristalina respirable de forma que cumpla con el límite de exposición profesional que corresponda.

En cualquier caso, necesitará ofrecer formación a su personal sobre los riesgos para su salud que pueden derivar de la exposición a la sílice cristalina respirable y cómo usar las medidas de control proporcionadas.

El siguiente diagrama de flujo le orientará en el proceso.

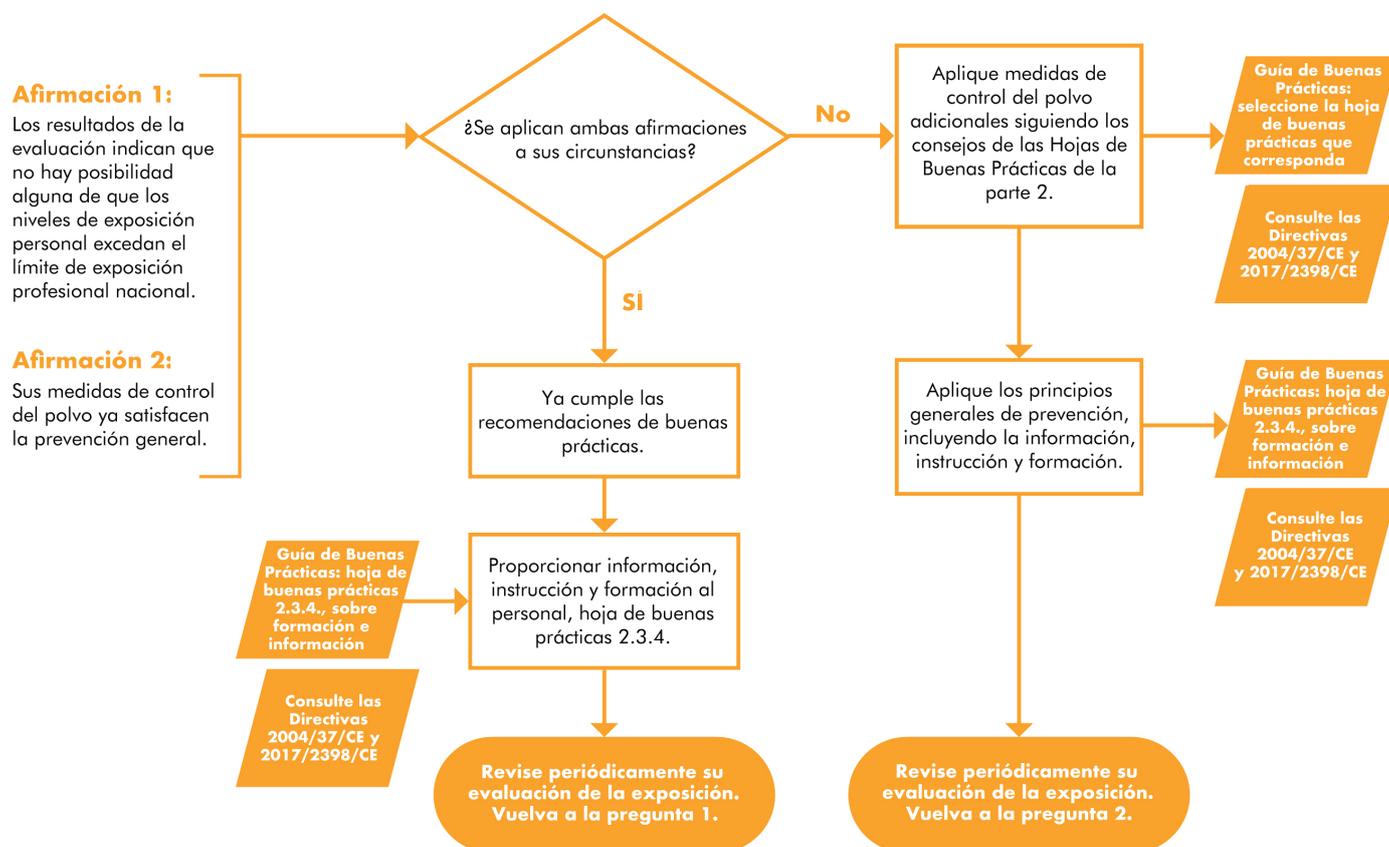


Figura: Sencillo diagrama de flujo de decisiones para el control de la exposición a la sílice cristalina respirable.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 4. GESTIÓN DE RIESGOS: ¿QUÉ DEBO HACER?

### PRINCIPIOS GENERALES DE PREVENCIÓN

En el desarrollo de esta Guía de Buenas Prácticas, los autores respetaron la estrategia de prevención que se describe en la Directiva del Consejo 89/391/CEE y en su transposición a la legislación nacional, y las medidas de la DCM 2017/2398 siempre que se identifiquen procesos cancerígenos.

Se describen nueve principios de prevención y debe tenerse en cuenta la siguiente jerarquía en las medidas preventivas que deben tomarse:

- evitar riesgos
- evaluar los riesgos que no pueden evitarse
- combatir los riesgos en su origen
- adaptar el trabajo a la persona específica
- adaptar al progreso técnico
- sustituir los productos peligrosos por productos no peligrosos o menos peligrosos
- elaborar una política de prevención global coherente (incluyendo proporcionar vigilancia sanitaria a los trabajadores)
- dar prioridad a las medidas de protección colectiva antes que a las medidas de protección individual
- dar información, instrucción y formación adecuadas a los trabajadores.

En el contexto en el que se maneja sílice cristalina en el lugar de trabajo, algunos ejemplos de aplicaciones prácticas de los principios opuestos son:

- **Sustitución:** teniendo en cuenta criterios económicos, técnicos y científicos, sustituir procesos generadores de polvo por procesos que generen menos polvo (por ejemplo, uso de un proceso en húmedo en lugar de un proceso en seco, o un proceso automatizado en lugar de un proceso manual)
- **provisión de controles de ingeniería:** sistemas de eliminación del polvo (técnicas de supresión<sup>1</sup>, recogida<sup>2</sup>, contención<sup>3</sup>) y aislamiento<sup>4</sup> del polvo
- **buenas prácticas de preparación**
- **patrón de trabajo:** establecer procedimientos de trabajo seguro, rotación laboral
- **equipo de protección individual:** proporcionar ropa protectora y equipo de protección respiratoria
- **educación:** ofrecer formación de salud y seguridad adecuada a los trabajadores, información e instrucciones específicas a su estación de trabajo o trabajo

El cumplimiento de los límites de exposición profesional de los Estados miembros es solo una parte del proceso de gestión de riesgos. Además, debe siempre asegurarse de que cumple los principios de prevención generales, según se definen en la Directiva del Consejo 89/391/CEE y las medidas de la DCM 2017/2398 siempre que se identifique liberación de cancerígenos por un proceso de trabajo en el lugar de trabajo.

<sup>1</sup> por ejemplo, agua o aerosol de vapor, niebla o neblina

<sup>2</sup> por ejemplo, ciclones, lavadores, filtros de bolsa, precipitadores electrostáticos y aspiradoras

<sup>3</sup> como encapsulación

<sup>4</sup> por ejemplo, sala de control con suministro de aire limpio

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## 4. GESTIÓN DE RIESGOS: ¿QUÉ DEBO HACER?

### FORMACIÓN PARA LOS TRABAJADORES

Una de las Hojas de Buenas Prácticas en la Parte 2 de esta guía ofrece orientación detallada sobre el formato y el contenido de la formación que debería proporcionarse a los trabajadores para informarles de los riesgos para su salud que pueden surgir del manejo y uso de sustancias que contenga sílice cristalina.

### GESTIÓN DE RIESGOS: RESUMEN

El siguiente diagrama resume el proceso de gestión de riesgos, desde la perspectiva de empresario y empleado, cuando se aplica al control de la sílice cristalina respirable.

Tanto empresarios como empleados deben respetar los sistemas de salud y seguridad implantados en la empresa.



# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## BIBLIOGRAFÍA

DIRECTIVA 89/391/CEE DEL CONSEJO, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo

REGLAMENTO (UE) 2016/425 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo

DIRECTIVA 98/24/CE DEL CONSEJO, de 7 de abril de 1998, relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (decimocuarta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE).

DIRECTIVA (UE) 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo.

DIRECTIVA (UE) 2017/2398 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 12 de diciembre de 2017, por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo.

DIRECTIVA (UE) 2019/130 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de enero de 2019 por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo.

DIRECTIVA 92/104/CEE DEL CONSEJO, de 3 de diciembre de 1992, relativa a las disposiciones mínimas destinadas a mejorar la protección en materia de seguridad y de salud de los trabajadores de las industria extractivas a cielo abierto o subterráneas.

CEN (Comité Europeo de Normalización), EN 481: Atmósferas en los lugares de trabajo: definiciones de las fracciones de partículas según su tamaño para la medición de las partículas en suspensión. 1993, CEN.

CEN (Comité Europeo de Normalización) EN 689: Atmósferas en el lugar de trabajo: Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para comparación con los valores límite y estrategia de la medición. 1995, CEN.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2002. NIOSH Hazard Review. Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica. Cincinnati (Ohio), Publicación número: 2002 – 2129. [www.cdc.gov/niosh/docs/2002-129/](http://www.cdc.gov/niosh/docs/2002-129/) última visita: julio de 2017.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica - Review of Health Effects

Literature and Preliminary Quantitative Risk Assessment (2013).

Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSES), Dangers, expositions et risques relatifs à la silice cristalline, Avis de l'ANSES, Rapports d'expertise collective (2019)

Morfeld P, Mundt KA, Taeger D, Guldner K, Steinig O and Miller BG, Threshold Value Estimation for Respirable Quartz Dust Exposure and Silicosis Incidence Among Workers in the German Porcelain Industry, JOEM 55, 1027 (2013).

Health & Safety at work, Information notices on diagnosis of occupational diseases, European Commission, Employment & social affairs, Report EUR 14768.

HSE (Health and Safety Executive), Health surveillance for those exposed to respirable crystalline silica (RCS), 2016 [www.hse.gov.uk/pubns/priced/healthsurveillance.pdf](http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/healthsurveillance.pdf)

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), Fiche toxicologique 232 – Silice cristalline.

International Agency for Research on Cancer, WHO Lyon France: Monographs 68 (1997).

International Agency for Research on Cancer, WHO Lyon France: Monographs 100C (2011).

Scientific Committee for Occupational Exposure Limits recommendation SUM Doc 94 (2003).

Borm PJ A, Fowler P and Kirkland D, An updated review of the genotoxicity of respirable crystalline silica, Particle and Fibre Toxicology 15-23 (2018) [doi.org/10.1186/s12989-018-0259-z](https://doi.org/10.1186/s12989-018-0259-z).

Turci F, Pavan C, Leinardi R, Tomatis M, Pastero L, Garry D, Anguissola S, Lison D and Fubini B, Revisiting the paradigm of silica pathogenicity with synthetic quartz crystals: the role of crystallinity and surface disorder. Particle Fibre Toxicology 13(1):32 (2016). [doi.org/10.1186/s12989-016-0136-6](https://doi.org/10.1186/s12989-016-0136-6).

Pavan C, Delle Piane M, Gullo M, Filippi F, Fubini B, Hoet P, Horwell CJ, Huaux F, Lison D, Lo Giudice C, Martra G, Montfort E, Schins R, Sulpizi M, Wegner K, Wyardt-Remy M, Ziemann C and Turci F, The puzzling issue of silica toxicity: are silanols bridging the gaps between surface states and pathogenicity, Particles and Fibre Toxicology (2019) 16:32 [doi.org/10.1186/s12989-019-0315-3](https://doi.org/10.1186/s12989-019-0315-3).

ISO (International Standardization Organization), ISO 7708 Air quality – Particle size fraction definitions for health-related sampling. 1995, ISO.

ISO/IEC Guide 73: 2009 Risk management – Vocabulary- Guidance for use in Standards.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

---

## GLOSARIO

**Diámetro aerodinámico:** diámetro de una esfera de densidad 1g/cm<sup>3</sup> con la misma velocidad de caída terminal en el aire que la partícula de la que se trate, en las mismas condiciones de temperatura, presión y humedad relativa.

**Ensamado:** proceso durante el cual se colocan productos en bolsas (de forma manual o automática).

**Epidemiología:** estudio de la distribución y los motivos de trastornos y acontecimientos sanitarios en poblaciones y la aplicación de este estudio al control de los problemas sanitarios.

**Equipo de protección individual:** equipo diseñado para que el trabajador lo lleve puesto o que sostenga para protegerle contra uno o más riesgos que posiblemente pongan en peligro su seguridad y salud en el trabajo, o cualquier adición o accesorio diseñado para cumplir este objetivo.

**Evaluación de la exposición:** proceso de medición o estimación de la intensidad, la frecuencia y la duración del contacto humano con contaminantes en suspensión que pueden estar presentes en el entorno de trabajo.

**Exposición:** la exposición por inhalación deriva de la presencia de un contaminante en suspensión en el aire dentro de la zona de respiración de un trabajador.

Se describe como la concentración del contaminante, según se deriva de las mediciones de exposición y hace referencia al mismo período de referencia que el que se ha usado para el valor límite de exposición profesional.

**Fracción de polvo respirable:** fracción de material en suspensión que penetra en la región de intercambio de aire del pulmón.

**Fracción de polvo torácico:** fracción de material en suspensión que penetra más allá de la laringe.

**HSE:** Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido (United Kingdom Health and Safety Executive).

**IARC:** Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (International Agency for Research on Cancer).

**INRS:** Instituto Nacional de Investigación y Seguridad (Institut National de Recherche et de Sécurité).

**ISO:** Organización Internacional de Normalización (International Standardisation Organisation).

**Lugar de trabajo:** lugar destinado a albergar puestos de trabajo, situados en los edificios de la empresa y/o del establecimiento, incluido cualquier otro lugar dentro del área de la empresa y/o del establecimiento al que el trabajador tenga acceso en el marco de su trabajo. (Directiva 89/654/CEE).

**Medición:** proceso realizado para determinar la concentración en suspensión de una sustancia en el entorno de trabajo.

**Medidas de control:** medidas puestas en práctica para reducir la exposición personal a un contaminante en el lugar de trabajo a un nivel aceptable.

**Molido:** proceso de producción de minerales en el que se desmenuzan los granos de minerales a un tamaño de partícula que se requiere, habitualmente, a harina fina. El proceso también se conoce como «molido», dado que se realiza en el interior de un molino.

**Molturación:** proceso de producción de minerales en el que los grumos de mineral se dividen en sus granos individuales. Véase también «trituration».

**Muestreador estático:** dispositivo de obtención de muestras colocado en un punto fijo en el lugar de trabajo durante una medición (en oposición a que lo lleve una persona).

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## GLOSARIO

---

**Muestreador personal (o dispositivo de obtención de muestras personal):** dispositivo que lleva la persona que obtiene muestras del aire en la zona de respiración de esa persona, para determinar su exposición personal a los contaminantes en suspensión.

**Norma:** documento elaborado por consenso y acordado por una organización aprobada con actividades de normalización. Este documento proporciona, para prácticas frecuentes y repetidas, normas y directrices sobre cómo debe realizarse una actividad.

**Peligro:** propiedad intrínseca de una sustancia con posibilidad de producir daño.

**Polvo:** distribución dispersa de sólidos en el aire producidos por procesos mecánicos o movimiento.

**Polvo inhalable (también conocido como «polvo inhalable total»):** fracción de material en suspensión que se introduce en la nariz y la boca durante la respiración y cuyo depósito, por consiguiente, puede producirse en cualquier lugar de las vías respiratorias (MDHS 14/2). La norma EN 481 indica el porcentaje de partículas totales en suspensión que pueden inhalarse conforme al tamaño de la partícula.

**Prevención:** proceso de eliminación o reducción de los riesgos para la salud y la seguridad profesionales.

**Procedimiento de medición:** procedimiento para la obtención de muestras y el análisis de uno o más contaminantes en el aire del lugar de trabajo.

**Región alveolar pulmonar:** región de intercambio de aire del pulmón, formada por aproximadamente 300 millones de alvéolos o sacos alveolares.

**Riesgo:** verosimilitud de que el potencial de daño se haga realidad en las condiciones de uso o exposición.

**Triturado:** proceso durante el cual se rompe (tritura) material en bruto en fragmentos más pequeños.

**Valor límite de exposición profesional:** exposición máxima admisible de un trabajador a un contaminante en suspensión que se encuentra en el aire en el lugar de trabajo. Representa la concentración promedio máxima ponderada en el tiempo de un contaminante en suspensión al que puede estar expuesto un trabajador, medida en relación con un período de referencia especificado, normalmente, ocho horas.

**Vigilancia de la salud:** evaluación de un trabajador individual para determinar el estado de salud de esa persona.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

---

## ANEXO 1:

### TABLA DE VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL (EN MG/M<sup>3</sup>)

En la Directiva 2017/2398 se establece un valor límite de exposición profesional vinculante en Europa de 0,1 mg/m<sup>3</sup> para el polvo de sílice cristalina respirable. Los Estados miembros deben establecer un valor correspondiente de LEP nacional correspondiente que puede ser más estricto, pero no puede exceder el valor límite en la Comunidad.

Véase [www.nepsi.eu/workplace-exposure-crystalline-silica](http://www.nepsi.eu/workplace-exposure-crystalline-silica)

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## ANEXO 2:

### TABLAS DE PROCESOS EN LOS QUE SE GENERAN PARTÍCULAS FINAS QUE PODRÍAN DAR COMO RESULTADO EXPOSICIÓN A LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

Las tablas que aparecen a continuación pueden resultar útiles a la hora de evaluar si los procesos en su lugar de trabajo específico pueden provocar la generación de partículas finas que, si pasaran a suspensión, podrían derivar en exposición personal a la sílice cristalina respirable.

Procesos que generan partículas finas que podrían derivar en exposición a la sílice cristalina respirable en minas y canteras:

PROCESO EN MINAS/CANTERAS	¿DÓNDE PUEDEN GENERARSE LAS PARTÍCULAS FINAS? (Lista no exhaustiva)
<b>EXTRACCIÓN</b> (Minería y canteras)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Polvo esparcido por el viento</li><li>• Voladuras</li><li>• Aplanamiento/nivelación de terrenos</li><li>• Movimientos de vehículos</li><li>• Transporte mediante cintas</li><li>• Carga y descarga</li><li>• Perforación</li></ul>
<b>TRITURADO Y MOLIDO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Todos los procesos en seco</li><li>• Riesgo bajo en el proceso de molido con agua</li></ul>
<b>LAVADO/TRATAMIENTO QUÍMICO/ SEPARACIÓN</b>	Riesgo bajo de generación de polvo en suspensión
<b>SECADO Y CALCINADO</b>	Todos los procesos de secado y calcinado
<b>TAMIZADO EN SECO TRITURACIÓN EN SECO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Todos los procesos de tamizado en seco</li><li>• Todos los procesos de trituración en seco</li></ul>
<b>EMBALADO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ensacado</li><li>• Paletizado</li><li>• Movimientos de vehículos</li></ul>
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Polvo en el viento procedente de las reservas</li><li>• Movimientos de los vehículos en torno a las reservas</li></ul>
<b>CARGA Y TRANSPORTE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Carga de vehículos (caída libre de materiales)</li><li>• Movimiento de vehículos</li><li>• Transporte mediante cintas</li></ul>
<b>MANTENIMIENTO</b>	Actividades que exijan el desmantelamiento, la apertura o el acceso al equipo, o la entrada a las zonas con procesos pulverulentos que se enumeran arriba.
<b>LIMPIEZA</b>	Actividades de limpieza que impliquen el acceso a zonas de los procesos pulverulentos enumerados arriba o que se hacen usando un cepillo seco o aire comprimido.

No todos los pasos de los procesos son necesarios ni aplicables a cada producto o fábrica.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## ANEXO 2

Procesos en los que se generan partículas finas que podrían dar como resultado exposición a la sílice cristalina respirable en la producción de áridos:

Los áridos naturales más frecuentes son la arena, la gravilla y la roca pulverizada, de rocas de distintos orígenes geológicos y, además, con una amplia gama de contenido en sílice libre (del 0 % al 100 %). El contenido de sílice cristalina en los áridos reciclados y fabricados varía dependiendo de la composición del material de desecho del que procedan. El nivel de SCR puede depender del tipo de materiales procesados y de la intensidad de los procesos físicos para la reducción del tamaño y la clasificación, etc.

Si el proceso de producción se realiza en condiciones húmedas, la generación de polvo suele ser más baja.

PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS	¿DÓNDE PUEDEN GENERARSE LAS PARTÍCULAS FINAS? (Lista no exhaustiva)
<b>EXTRACCIÓN/CANTERAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Preparación del lugar (eliminación del exceso de carga)</li><li>• Perforación y voladuras</li><li>• Escarificación y nivelado</li><li>• Extracción mecánica</li><li>• Rehabilitación/restauración</li></ul>
<b>TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Movimientos de vehículos</li><li>• Transporte en cintas transportadoras (puntos de transferencia)</li><li>• Carga y descarga</li></ul>
<b>PROCESAMIENTO DE ÁRIDOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alimentación</li><li>• Triturado/trituración/molido</li><li>• Tamizado</li><li>• Secado</li><li>• Mezclado</li><li>• Manejo de material inadecuado</li></ul>
<b>ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA/ÁRIDOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Carga y descarga</li></ul>
<b>EMBALAJE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ensacado</li><li>• Paletizado</li></ul>
<b>TRANSPORTE DE ÁRIDOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Carga en vehículos</li><li>• Movimiento de vehículos</li></ul>
<b>MANTENIMIENTO</b>	Actividades que exijan el desmantelamiento, la apertura o el acceso al equipo, o la entrada en las zonas de los procesos pulverulentos que se enumeran antes, incluyendo filtros. El riesgo se relaciona en gran medida con el tipo de materiales (es decir, el paso en el proceso de producción).
<b>LIMPIEZA</b>	Actividades de limpieza que impliquen la entrada en las zonas de los procesos pulverulentos enumerados antes. Riesgo más elevado de generación de polvo en suspensión: <ul style="list-style-type: none"><li>• Limpieza/barrido en seco</li></ul> Riesgo bajo de generación de polvo en suspensión: <ul style="list-style-type: none"><li>• Limpieza en húmedo y aspiración</li></ul>

No todos los pasos de los procesos son necesarios ni aplicables a cada producto o fábrica.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## ANEXO 2

Procesos que generan partículas finas que podrían producir exposición a la sílice cristalina respirable en la producción de unidades de silicato de calcio para albañilería:

UNIDADES DE SILICATO DE CALCIO PARA ALBAÑILERÍA	¿DÓNDE PUEDEN GENERARSE LAS PARTÍCULAS FINAS? (Lista no exhaustiva)
MATERIAS PRIMAS (SUMINISTRO, DESCARGA, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Descarga de vehículos/descarga a granel</li><li>• Descarga a granel de un camión cisterna (seguridad)</li><li>• Vaciado de sacos</li></ul>
MATERIAS PRIMAS (PREPARACIÓN)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pesado</li><li>• Triturado de minerales</li><li>• Secado de minerales</li><li>• Mezclado de materiales</li><li>• Unidad móvil de excavación y transporte en cantera</li><li>• Tamizado</li></ul>
FORMADO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Moldeado</li><li>• Corte en húmedo</li><li>• Tratamiento de superficie</li></ul>
LIMPIEZA	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limpieza de camiones de transporte interno</li></ul>

No todos los pasos de los procesos son necesarios ni aplicables a cada producto o fábrica.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## ANEXO 2

Procesos en los que se generan partículas finas que podrían dar como resultado exposición a la sílice cristalina respirable en la producción de cemento:

El nivel de SCR puede depender del tipo de materiales utilizados.

El riesgo de presencia de sílice cristalina respirable (SCR) es bajo y se limita a las primeras fases del proceso de producción de cemento (extracción/trabajo en cantera; transporte de materias primas, trituración/pulverización, molido). El riesgo es insignificante en el sistema de hornos y después de él.

PRODUCCIÓN DE CEMENTO	¿DÓNDE PUEDEN GENERARSE LAS PARTÍCULAS FINAS? (Lista no exhaustiva)
EXTRACCIÓN/CANTERAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Polvo esparcido por el viento</li><li>• Voladuras</li><li>• Aplanamiento/nivelación de terrenos</li></ul>
TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Movimientos de vehículos (en su mayoría, sistemas cerrados)</li><li>• Transporte por cinta (en su mayoría, sistemas cerrados)</li><li>• Carga y descarga (en su mayoría, sistemas cerrados)</li></ul>
TRITURADO/PULVERIZACIÓN	Procesamiento de materias primas: arcilla, arena, piedra caliza, tierra de diatomeas
HARINA CRUDA DE CEMENTO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Polvo en el viento (en su mayoría, sistemas cerrados)</li><li>• Mantenimiento (en su mayoría, sistemas cerrados)</li></ul>
MEZCLA, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE HARINA CRUDA DE CEMENTO	-
HORNO	-
TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	-
MOLINO DE CEMENTO	-
EMBALAJE	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ensacado</li><li>• Paletizado</li></ul>
TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"><li>• Carga en vehículos</li><li>• Movimiento de vehículos</li></ul>
MANTENIMIENTO	Actividades que exijan el desmantelamiento, la apertura o el acceso al equipo, o la entrada en las zonas de los procesos pulverulentos que se enumeran antes, incluyendo filtros. El riesgo se relaciona en gran medida con el tipo de materiales (es decir, el paso en el proceso de producción)
LIMPIEZA	Actividades de limpieza que impliquen la entrada en las zonas de los procesos pulverulentos enumerados antes.

No todos los pasos de los procesos son necesarios ni aplicables a cada producto o fábrica.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## ANEXO 2

Procesos en los que se generan partículas finas que podrían dar como resultado exposición a la sílice cristalina respirable en las industrias del vidrio y la lana mineral:

FABRICACIÓN DE VIDRIO	¿DÓNDE PUEDEN GENERARSE LAS PARTÍCULAS FINAS? (Lista no exhaustiva)
ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS	<p>Cuando no se almacena en silos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dispersión por el viento</li><li>• Carga/descarga</li><li>• Transporte (cintas transportadoras)</li></ul>
PREPARACIÓN DE LOTES	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mezcla</li><li>• Transporte en cinta</li><li>• Limpieza</li></ul>
CARGA Y TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ingredientes de lotes</li></ul>
CARGA DE LOTES	<ul style="list-style-type: none"><li>• Carga manual de lotes</li><li>• Carga automática de lotes</li></ul>
INSTALACIÓN DE FILTROS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Funcionamiento</li><li>• Limpieza</li><li>• Mantenimiento</li><li>• Reparación</li></ul>
OPERACIONES DE LIMPIEZA	<ul style="list-style-type: none"><li>• Instalación de cinta en lotes</li><li>• Piezas de horno</li></ul>
OPERACIONES DE REPARACIÓN Y DESMANTELADO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Instalación de cinta en lotes</li><li>• Piezas de horno</li></ul>

No todos los pasos de los procesos son necesarios ni aplicables a cada producto o fábrica.

## ANEXO 2

Procesos en la producción de yeso que generan partículas finas y que podrían producir exposición a sílice cristalina respirable:

Pueden encontrarse pequeñas cantidades de sílice en la materia prima, incluyendo en el yeso.

El riesgo de presencia de sílice cristalina respirable (SRC) es bajo y se limita a las primeras fases del procesamiento de yeso (extracción/explotación de canteras; transporte de materias primas, trituración/triturado) y al procesamiento de los aditivos añadidos de forma intencional a determinados productos elaborados con yeso. Después de estos pasos del procesamiento, el riesgo es insignificante.

PRODUCCIÓN DE YESO	¿DÓNDE PUEDEN GENERARSE LAS PARTÍCULAS FINAS? (Lista no exhaustiva)
EXTRACCIÓN/CANTERAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Polvo esparcido por el viento</li><li>• Voladuras</li><li>• Aplanamiento/nivelación de terrenos</li></ul>
TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Movimientos de vehículos (en su mayoría, sistemas cerrados)</li><li>• Transporte por cinta (en su mayoría, sistemas cerrados)</li><li>• Carga y descarga (en su mayoría, sistemas cerrados)</li></ul>
TRITURADO/PULVERIZACIÓN	Procesamiento de materias primas
EMBALAJE	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ensacado</li><li>• Paletizado</li></ul>
TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"><li>• Carga en vehículos</li><li>• Movimiento de vehículos</li></ul>
MANTENIMIENTO	Actividades que exijan el desmantelamiento, la apertura o el acceso al equipo, o la entrada en las zonas de los procesos pulverulentos que se enumeran antes, incluyendo filtros. El riesgo se relaciona en gran medida con el tipo de materiales (es decir, el paso en el proceso de producción)
LIMPIEZA	Actividades de limpieza que impliquen la entrada en las zonas de los procesos pulverulentos enumerados antes.

No todos los pasos de los procesos son necesarios ni aplicables a cada producto o fábrica.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## ANEXO 2

Procesos en los que se generan partículas finas que podrían dar como resultado una exposición a la sílice cristalina respirable en la industria cerámica:

PROCESOS CERÁMICOS	¿DÓNDE PUEDEN GENERARSE LAS PARTÍCULAS FINAS? (Lista no exhaustiva)
<b>SUMINISTRO, DESCARGA, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Movimiento de vehículos</li><li>• Descarga de vehículos/descarga a granel</li><li>• Descarga a granel de un camión cisterna (seguridad)</li><li>• Vaciado de sacos</li><li>• Transporte mediante cintas</li><li>• Otros sistemas de transporte</li></ul>
<b>PREPARACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA CUERPO Y ESMALTE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Proporción</li><li>• Mezclado de materiales</li><li>• Pulverización/molido</li><li>• Tamizado</li><li>• Eliminación del agua (secado con aerosol)</li></ul> <p>Riesgo bajo en procesos en húmedo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Molido en húmedo</li><li>• Plastificación</li><li>• Resolución</li></ul>
<b>FORMADO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presión en seco</li><li>• Presión isostática</li><li>• Extrusión en verde</li><li>• Formado en verde mediante mecanizado</li><li>• Rectificado de piezas en escayola</li><li>• Cortado y desbarbe de las piezas a presión</li><li>• Ornamentación</li></ul> <p>Riesgo bajo en procesos en húmedo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Elaboración de moldes</li><li>• Fundición a la barbotina</li><li>• Moldeado del plástico</li></ul>
<b>SECADO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Secado periódico y continuo</li></ul>
<b>VIDRIADO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Carga o descarga de piezas en o del horno</li></ul> <p>Riesgo bajo de generación de polvo en suspensión durante la cocción (bizcocho, final, decoración, etc.)</p>

No todos los pasos de los procesos son necesarios ni aplicables a cada producto o fábrica.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## ANEXO 2

PROCESOS CERÁMICOS	¿DÓNDE PUEDEN GENERARSE LAS PARTÍCULAS FINAS? (Lista no exhaustiva)
<b>COCCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Carga o descarga de piezas en o del horno</li></ul> <p>Riesgo bajo de generación de polvo en suspensión durante la cocción (bizcocho, final, decoración, etc.)</p>
<b>TRATAMIENTO POSTERIOR</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pulverización (escuadrado, biselado...)</li><li>• Pulido</li><li>• Lapeado, lijado (en seco y en húmedo)</li><li>• Rectificación</li><li>• Corte/serrado</li><li>• Perforación</li></ul> <p>Riesgo bajo de generación de polvo en suspensión:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Clasificación</li><li>• Embalado</li></ul>
<b>MANTENIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Corte de materiales refractarios (para hornos)</li><li>• Eliminación de polvo o fango residual de una unidad de extracción</li></ul>
<b>LIMPIEZA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limpieza en seco</li></ul> <p>Riesgo bajo de generación de polvo en suspensión:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Limpieza en húmedo</li></ul>

No todos los pasos de los procesos son necesarios ni aplicables a cada producto o fábrica.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## ANEXO 2

Procesos en los que se generan partículas finas que podrían dar como resultado exposición a la sílice cristalina respirable en la industria de la arcilla expandida:

El almacenamiento y transporte, la preparación, el mezclado, el formado, el secado y el cocido pueden producir emisiones de polvo.

PROCESO DE ARCILLA EXPANDIDA	¿DÓNDE PUEDEN GENERARSE LAS PARTÍCULAS FINAS? (Lista no exhaustiva)
SUMINISTRO, DESCARGA, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Movimiento de vehículos</li><li>• Descarga de vehículos/descarga a granel</li><li>• Llenado y vaciado de sacos</li><li>• Transporte en camión</li><li>• Otros sistemas de transporte</li><li>• Zonas de almacenamiento</li></ul>
PREPARACIÓN DE MATERIAS PRIMAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mezclado de materiales</li><li>• Pulverización</li></ul>
FORMADO	-
LIMPIEZA DE CARBONILLA	-
SECADO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Secado periódico y continuo</li><li>• Secado por pulverización</li></ul>
COCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"><li>• Procesos de cocción en horno</li></ul>
MANTENIMIENTO	-

No todos los pasos de los procesos son necesarios ni aplicables a cada producto o fábrica.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## ANEXO 2

Procesos en los que se generan partículas finas que podrían dar como resultado exposición a la sílice cristalina respirable en la industria de las piedras artificiales:

PROCESO DE PIEDRAS AGLOMERADAS	¿DÓNDE PUEDEN GENERARSE LAS PARTÍCULAS FINAS? (Lista no exhaustiva)
<b>SUMINISTRO, DESCARGA, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Movimiento de vehículos</li><li>• Descarga de vehículos/descarga a granel</li><li>• Descarga a granel de un camión cisterna (seguridad)</li><li>• Vaciado de sacos</li><li>• Transporte mediante cintas</li><li>• Otros sistemas de transporte</li></ul>
<b>PREPARACIÓN DE MATERIAS PRIMAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Proporción</li><li>• Mezclado de materiales</li><li>• Pulverización/molido</li><li>• Tamizado</li></ul>
<b>FORMADO DE LOSAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Con presión al vacío</li><li>• Horno para secado o endurecido</li><li>• Presión en húmedo</li><li>• Moldeado</li></ul>
<b>TRATAMIENTO POSTERIOR</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pulverización/Calibración</li><li>• Pulido</li><li>• Corte/serrado</li><li>• Perforación</li></ul> <p>Riesgo bajo de generación de polvo en suspensión:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Clasificación</li><li>• Embalado</li></ul>
<b>MANTENIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eliminación de polvo o fango residual de una unidad de extracción</li></ul>
<b>LIMPIEZA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limpieza en seco</li></ul> <p>Riesgo bajo de generación de polvo en suspensión:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Limpieza en húmedo</li></ul>

No todos los pasos de los procesos son necesarios ni aplicables a cada producto o fábrica.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## ANEXO 2

Procesos en los que se generan partículas finas que podrían dar como resultado exposición a la sílice cristalina respirable en la industria de la fundición:

PRODUCCIÓN DE PIEZAS FUNDIDAS	¿DÓNDE PUEDEN GENERARSE LAS PARTÍCULAS FINAS? (Lista no exhaustiva)
TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE ARENA	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transporte en cintas neumáticas</li></ul>
PREPARACIÓN DE ARENA	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mezcla</li><li>• Transporte</li></ul>
ELABORACIÓN DE NÚCLEOS Y MOLDEADO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mezcla</li><li>• Transporte</li></ul>
ACERÍA	Revestimiento y rotura de material refractario (cucharas, hornos)
DESMOLDEO	Separación de los moldes de la arena
TALLER DE DESBARBADO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Chorreado con granalla</li><li>• Pulverización de moldes</li></ul>

Procesos en los que se generan partículas finas que podrían dar como resultado exposición a la sílice cristalina respirable en la industria del mortero:

PRODUCCIÓN DE MORTEROS	¿DÓNDE PUEDEN GENERARSE LAS PARTÍCULAS FINAS? (Lista no exhaustiva)
PREPARACIÓN DE MATERIAS PRIMAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Excavación de áridos</li><li>• Tamizado</li><li>• Secado de áridos</li></ul>
ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dispersión por el viento (cuando se almacena en exterior)</li><li>• Descarga (camiones, sacos)/carga (silos)</li><li>• Transporte (cintas transportadoras)</li></ul>
MEZCLA DE LOTES	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transporte en cinta</li><li>• Carga (manual/automática)</li><li>• Proceso de mezcla</li></ul>
LLENADO DE MORTEROS SECO-MIXTO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Camiones</li><li>• Silos de morteros</li><li>• Sacas</li></ul>
LIMPIEZA	<ul style="list-style-type: none"><li>• Todas las instalaciones</li></ul>
REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Todas las instalaciones</li></ul>

No todos los pasos de los procesos son necesarios ni aplicables a cada producto o fábrica.

# PARTE 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

## ANEXO 2

Procesos en los que se generan partículas finas que podrían dar como resultado exposición a la sílice cristalina respirable en la industria del hormigón prefabricado:

FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN PREFABRICADO	¿DÓNDE PUEDEN GENERARSE LAS PARTÍCULAS FINAS? (Lista no exhaustiva)
<b>MATERIAS PRIMAS (SUMINISTRO, DESCARGA, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Almacenamiento general (en interior y exterior)</li><li>• Sistemas de manejo y transporte</li><li>• Vaciado de sacos</li><li>• Carga/descarga a granel</li><li>• Pulverización/molido de minerales</li></ul>
<b>FABRICACIÓN DE HORMIGÓN PROCESO GENERALMENTE EN HÚMEDO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mezclado de materiales</li><li>• Dosificación de materiales a granel</li><li>• Secado</li><li>• Moldeado del plástico</li></ul>
<b>POSPRODUCCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tratamiento final (seco)</li><li>• Almacenamiento general (en interior y exterior)</li><li>• Sistemas de manejo y transporte</li></ul>
<b>LIMPIEZA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limpieza de moldes</li><li>• Sistemas de manejo y transporte</li></ul>

Procesos en la industria del hormigón prefabricado que generan partículas finas que podrían dar como resultado una exposición a la sílice cristalina respirable:

PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN PREMEZCLADO	¿DÓNDE PUEDEN GENERARSE LAS PARTÍCULAS FINAS? (Lista no exhaustiva)
<b>MANEJO DE MATERIAS PRIMAS (CEMENTOS, ÁRIDOS, CENIZAS VOLANTES, HUMO DE SÍLICE)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Descarga</li><li>• Almacenamiento (en interior y en exterior)</li><li>• Manejo y transporte</li><li>• Carga/descarga a granel</li><li>• Triturado de hormigón devuelto</li></ul>
<b>FABRICACIÓN DE HORMIGÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mezclado de materiales</li><li>• Dosificación de materiales a granel</li></ul>

No todos los pasos de los procesos son necesarios ni aplicables a cada producto o fábrica.



# PARTE 2: MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS

# 1. INTRODUCCIÓN

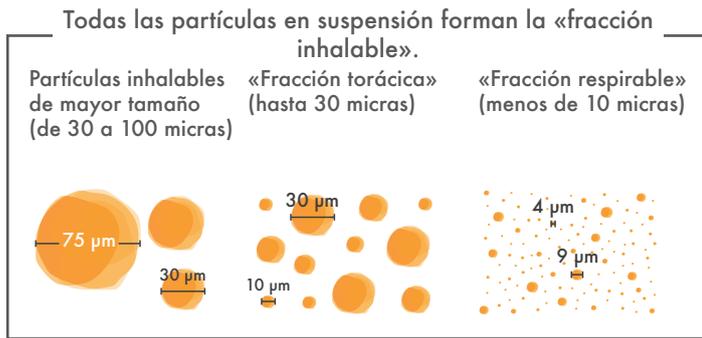
El objetivo de esta parte de la Guía de Buenas Prácticas sobre la prevención de polvo es reducir los riesgos a los que pudieran estar expuestos los trabajadores por la sílice cristalina respirable.

La primera sección es una introducción a la sílice cristalina respirable.

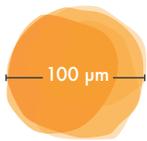
La segunda sección contiene diversas Hojas de Buenas Prácticas en las que se describen técnicas de buenas prácticas para diversas tareas frecuentes y específicas. Las Hojas de Buenas Prácticas generales (sección 2.1.) se aplican a todas las industrias firmantes del Acuerdo sobre la protección de la salud de los trabajadores para la adecuada manipulación y el buen uso de la sílice cristalina y de los productos que la contienen. Las Hojas de Buenas Prácticas específicas (sección 2.2.) hacen referencia a tareas relativas únicamente a una cantidad limitada de sectores industriales. Las hojas de buenas prácticas de gestión se relacionan con tareas de gestión general y se aplican a todas las industrias.

## PARTE 2: MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS

### 1. INTRODUCCIÓN



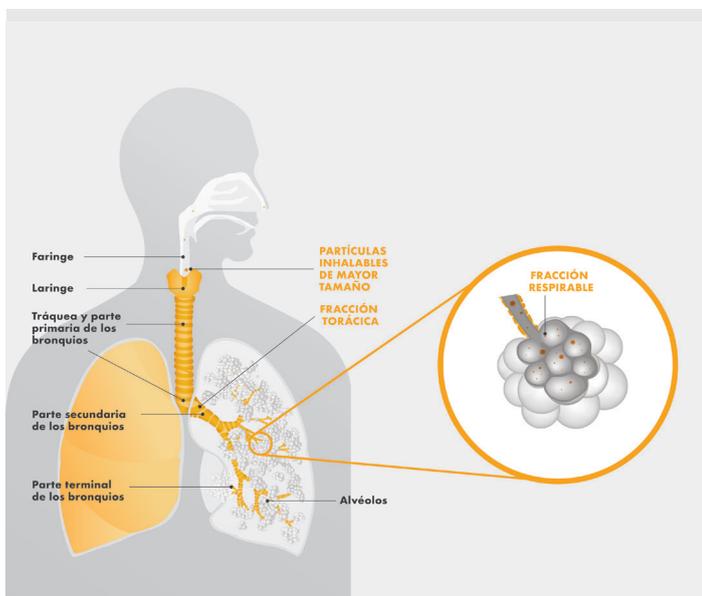
Sal de mesa (100 micras)



## 1.1 ¿QUÉ ES LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE?

Por definición, la sílice cristalina respirable es la fracción de polvo de sílice cristalina en suspensión que puede penetrar en los alvéolos (región de intercambio de aire) del pulmón.

En el caso del polvo de sílice cristalina, la fracción respirable del polvo es la que nos interesa por los efectos sobre la salud. Estas partículas son tan pequeñas que no pueden verse a simple vista. Una vez en suspensión, el polvo respirable tarda mucho en sedimentar. La liberación de polvo en el aire del lugar de trabajo en una única ocasión puede derivar en una exposición significativa. De hecho, en situaciones en las que se mueve constantemente el aire y no se introduce aire nuevo, el polvo respirable puede mantenerse en suspensión en el lugar de trabajo durante días.



## 1.2 ¿CÓMO SE INTRODUCE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE EN EL CUERPO?

La sílice cristalina respirable se introduce en el cuerpo cuando se inhala polvo que contiene alguna proporción de sílice cristalina. Cuando el rango de tamaños de las partículas de polvo es suficientemente pequeño (de modo que las partículas se enmarcan dentro de la fracción respirable), el polvo entrará profundamente en los pulmones. Es en este punto en el que la sílice cristalina respirable puede producir efectos contra la salud.

# 1.3 ¿CUÁLES SON LOS EFECTOS CONOCIDOS SOBRE LA SALUD ASOCIADOS CON LA EXPOSICIÓN A LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE?

El principal efecto sobre la salud asociado con la inhalación de la sílice cristalina respirable es la silicosis.

La silicosis es uno de los tipos de neumoconiosis más frecuentes. La silicosis es una fibrosis nodular progresiva provocada por el depósito en los pulmones de partículas respirables finas de sílice cristalina. Cuando se sufre una sobreexposición prolongada, a los mecanismos de defensa naturales del organismo puede resultarles difícil eliminar la sílice cristalina respirable de los pulmones. Una acumulación de polvo puede, a largo plazo, producir efectos irreversibles sobre la salud. Estos efectos sobre la salud implican la cicatrización de las partes más internas de los pulmones, lo que puede llevar a dificultades para respirar y, en algunos casos, la muerte. Es más probable que las partículas de mayor tamaño (no respirables) se depositen en las vías respiratorias principales del aparato respiratorio y se eliminen mediante la acción del moco.

Los trabajadores se ven expuestos a la sílice cristalina pura con escasa frecuencia. El polvo que respiran en el lugar de trabajo suele componerse de una mezcla de sílice cristalina y otros materiales.

La respuesta de una persona probablemente dependa de:

- la naturaleza y el contenido en sílice del polvo
- la fracción de polvo
- la extensión y la naturaleza de la exposición personal (duración, frecuencia e intensidad, que pueden verse influidas por los métodos de trabajo)
- características fisiológicas personales
- hábitos de tabaquismo

---

# 1.4 ¿DÓNDE SE ENCUENTRA LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE?

La exposición profesional a la sílice cristalina respirable puede producirse en cualquier situación en el lugar de trabajo en la que se genere polvo en suspensión que contenga una proporción de sílice cristalina respirable.

La exposición ocupacional a la sílice cristalina respirable ocurre en muchas industrias, entre las que se incluyen la explotación de canteras, la minería, el procesamiento de minerales (por ejemplo, el secado, el molido, el ensacado y la manipulación), el trabajo en

pizarra, el triturado y rectificado de piedra, el trabajo de fundición, la elaboración de ladrillos y tejas, algunos procesos refractarios, el trabajo de construcción, incluyendo el trabajo con piedra, hormigón, ladrillo y algunas láminas de aislamiento, el tunelado, la restauración de edificios y en las industrias de cerámica y alfarería.



# CÓMO USAR LAS HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS

En cada centro, antes de comenzar cualquier actividad laboral que pueda producir exposición ocupacional a la sílice cristalina respirable, los empresarios deben realizar una evaluación de los riesgos para identificar el origen, la naturaleza y la extensión de esta exposición.

Cuando en la evaluación de los riesgos se identifique que los trabajadores pueden verse expuestos a la sílice cristalina respirable, entonces deberían ponerse en práctica medidas para controlar la exposición, de conformidad con las obligaciones legales que corresponda.

En las Hojas de Buenas Prácticas siguientes se identifican las medidas de control adecuadas que ayudarán a los empresarios a reducir los niveles de exposición para muchas actividades laborales frecuentes. A la hora de decidir qué hojas aplicar, debe darse prioridad a las fuentes más importantes de exposición a la sílice cristalina respirable en el lugar de trabajo.

Dependiendo de las circunstancias específicas de cada caso, puede no ser necesario aplicar todas las medidas de control identificadas en las Hojas de Buenas Prácticas para minimizar la exposición a la sílice cristalina respirable, es decir, aplicar las obligaciones de la DCM (Artículo 4).

## CÓMO ENCONTRAR LA INFORMACIÓN EN LAS HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS

Las Hojas de Buenas Prácticas se han categorizado para su comodidad. Se ha dado tratamiento visual a los tipos de Hojas de Buenas Prácticas, sus secciones y los sectores para los que son relevantes, para ayudarle a encontrar lo que busca.

### COLORES DEL TEMA

<b>ASPECTOS GENERALES</b> Hojas de Buenas Prácticas Parte 2.1	<b>ESPECÍFICA</b> Hojas de Buenas Prácticas Parte 2.2	<b>GESTIÓN</b> Hojas de Buenas Prácticas Parte 2.3
---	---	--

### ICONOS DE SECCIÓN

Acceso	Diseño y equipo	Mantenimiento	Examen y pruebas	Limpieza y mantenimiento
Formación	Supervisión	Equipo de protección individual	Cómo emprender el trabajo	Aspectos generales
Salud y seguridad	Organización	Comunicación	Acuerdo por escrito	Máquinas CNC
Respirador de media máscara	PAPR	Herramientas manuales	Sierras manuales	

### SECTORES

<b>AGG</b>	Áridos
<b>AST</b>	Piedras aglomeradas
<b>CEM</b>	Cemento
<b>CER</b>	Cerámica
<b>CSMU</b>	Silicato de calcio Unidades para albañilería
<b>EXCA</b>	Áridos de arcilla expandida
<b>FND</b>	Fundición
<b>GLA</b>	Vidrio
<b>GYP</b>	Yeso
<b>IMA</b>	Minerales industriales
<b>INS</b>	Lana mineral
<b>MIN</b>	Minería
<b>MOR</b>	Morteros de fábrica
<b>NST</b>	Piedras naturales
<b>PC</b>	Prefabricado de hormigón
<b>RMC</b>	Hormigón prefabricado

**ALL**

## PARTE 2: MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS

### 2. HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS

#### HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS GENERALES

2.1.	HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS GENERALES	TODOS LOS SECTORES
2.1.1	Limpieza de superficies e instalaciones	X
2.1.2	Diseño de edificios	X
2.1.3	Diseño de salas de control	X
2.1.4	Diseño de conductos	X
2.1.5	Diseño de unidades de extracción de polvo	X
2.1.6	Planificación para situaciones de gran exposición imprevistas	X
2.1.7	Almacenamiento general en interior	X
2.1.8	Almacenamiento general en exterior	X
2.1.9	Ventilación general	X
2.1.10	Buena higiene	X
2.1.11	Sistemas de manipulación y transporte	X
2.1.12	Trabajo de laboratorio	X
2.1.13	Ventilación mediante extracción local	X
2.1.14	Actividades de mantenimiento, servicio técnico y reparación	X
2.1.14a	Aplicaciones de corte en seco y trituración usando amoladoras/cortadoras de ángulo o rozadoras eléctricas	X
2.1.14b	Trituración en seco de hormigón y otros materiales utilizando amoladoras de superficie de hormigón eléctricas	X
2.1.14c	Actividades de arenado en seco utilizando herramientas mecánicas eléctricas manuales	X
2.1.14d	Procesamiento con agua de piezas minerales que contengan sílice cristalina usando herramientas mecánicas manuales	X
2.1.15	Equipo de protección individual	X
2.1.16	Eliminación de polvo o fango residual de una unidad de extracción	X
2.1.18	Sistemas de embalado	X

2. HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS

HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS ESPECÍFICAS

2.2.	HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS ESPECÍFICAS	AGG	AST	CEM	CER	CSMU	EXCA	FND	GLA	GYP	IMA	INS	MIN	MOR	NST	PC	RMC
2.2.1a	Vaciado de sacos: sacos pequeños	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X		X	
2.2.1b	Vaciado de sacos: sacos a granel	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X		X	X
2.2.2	Carga en lotes en el proceso: vidrio								X			X					
2.2.3a	Carga a granel del camión cisterna	X	X	X			X	X		X	X		X	X		X	X
2.2.3b	Carga a granel	X		X		X	X	X		X	X		X	X		X	X
2.2.4a	Descarga de camión cisterna a granel (soplado)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
2.2.4b	Descarga a granel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
2.2.5	Elaboración de núcleos y moldeado en fundiciones							X									
2.2.6	Triturado de minerales/materias primas	X		X		X	X			X	X		X			X	
2.2.7	Corte y pulido de materiales cerámicos y de piedra		X		X			X							X		
2.2.8	Secado de minerales/materias primas	X		X		X	X		X	X	X			X			X
2.2.9	Prensado en seco en cerámica				X												
2.2.10	Desbarbado de piezas fundidas mayores en las fundiciones							X									
2.2.11	Desbarbado de piezas fundidas menores en las fundiciones							X									
2.2.12	Tratamiento final (en seco o en húmedo) en cerámica y cemento				X											X	
2.2.13	Cocción (de bizcocho, vidriado, final, decoración) en cerámica y piedra		X		X										X		
2.2.14	Carga en lotes de horno de vidriería: vidrio para recipientes											X					
2.2.15	Chorro con arena en fábricas				X			X									
2.2.16	Trituración de minerales/materias primas	X		X					X	X	X					X	
2.2.17	Presión isostática (en seco) en cerámica		X		X												
2.2.18	Ensayado gigante	X	X	X			X	X		X	X			X			
2.2.19	Desmoldado normal y por vibración en las fundiciones							X									
2.2.20	Revestimiento y perforación en fundiciones							X									



2. HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS

2.2.	HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS ESPECÍFICAS	AGG	AST	CEM	CER	CSMU	EXCA	FND	GLA	GYP	IMA	INS	MIN	MOR	NST	PC	RMC
2.2.21	Mezcla de materiales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X
2.2.22	Secado periódico y continuo				X		X	X	X	X						X	
2.2.23	Moldeado plástico en cerámica y hormigón				X		X									X	
2.2.24	Preparación en cerámica		X		X		X										
2.2.25	Preparación de la arena en las fundiciones							X									
2.2.26a	Pesado de cantidades pequeñas				X	X											
2.2.26b	Pesado de materiales a granel				X	X	X			X				X		X	X
2.2.27	Uso de agua/aditivos en las carreteras o superficies abiertas para reducir los niveles de polvo	X		X			X	X		X	X	X					X
2.2.28	Tamizado	X		X	X	X	X			X	X						
2.2.29	Granallado en las fundiciones							X									
2.2.30a	Ensacado en bolsas pequeñas: productos gruesos	X	X				X			X	X			X			
2.2.30b	Ensacado en bolsas pequeñas: harinas/ finos	X	X				X			X				X			
2.2.30c	Ensacado automático en bolsas pequeñas	X	X	X						X	X			X			
2.2.31	Secado mediante rociado en cerámica y hormigón				X											X	
2.2.32	Vidriado por vaporización en cerámica				X												
2.2.33	Sistemas de transporte para productos de sílice secos finos	X	X	X	X				X		X	X					
2.2.34	Uso de una torre de perforación	X		X						X	X						
2.2.35	Supresión de polvo por vía húmeda	X	X	X	X		X	X			X	X			X	X	X
2.2.36	Instalación de encimeras		X												X		
2.2.37	Equipo de protección respiratoria para la industria de losas		X												X		
2.2.38	Fabricación de piedra por los fabricantes: herramientas y maquinaria integradas con agua en la planta de fabricación		X												X		
2.2.39	Limpieza de carros de endurecimiento de las unidades de silicato de calcio para albañilería						X										
2.2.40	Moldeado de unidades de silicato de calcio para albañilería antes del endurecimiento						X										

### 2. HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS

2.2.	HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS ESPECÍFICAS	AGG	AST	CEM	CER	CSMU	EXCA	FND	GLA	GYP	IMA	INS	MIN	MOR	NST	PC	RMC
2.2.41	Tratamiento de superficie de unidades de silicato de calcio para albañilería					X											
2.2.42	Procesos de corte con agua de materiales de piedra de unidades para albañilería		X			X									X		
2.2.43	Equipo móvil en canteras: excavación y transporte	X		X		X				X	X			X			
2.2.44	Planta de procesamiento móvil en cantera	X		X						X	X						

### HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN

2.3.	HOJAS DE BUENAS PRÁCTICAS GENERALES	TODOS LOS SECTORES
2.3.1	Control del polvo	X
2.3.2	Control del polvo en tiempo real	X
2.3.3	Supervisión	X
2.3.4	Formación	X
2.3.5	Trabajo con subcontratistas	X



---

**VISITE LA GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS  
DE NEPSI**

**GUIDE.NEPSI.EU**

---

**PARA ENCONTRAR LAS HOJAS DE ORIENTACIÓN  
DE BUENAS PRÁCTICAS**

**GUIDE.NEPSI.EU/SHEETS**