Orientaciones técnicas para la adaptación de las Industrias extractivas a la nueva normativa de aplicación al polvo y sílice cristalina respirable

PRIMIGEA
Materias Primas Minerales

La información contenida en este documento está diseñada únicamente para proporcionar consideraciones generales para la prevención del riesgo por exposición de la Sílice Cristalina Respirable (SCR) en el ámbito laboral.

El objeto del documento es facilitar la aplicación y la interpretación de las exigencias del Real Decreto 665/1997 en lo referente a trabajos en los que haya o pueda haber exposición a SCR, con el fin de lograr una correcta aplicación de la normativa y de la práctica preventiva.

La información suministrada NO PRETENDE SUSTITUIR LA NORMATIVA DE APLICACIÓN EN NINGÚN CASO.

Exclusión de responsabilidad. Este documento no es un estándar ni una regulación, y no crea obligación legal alguna. Contiene observaciones, comentarios, y descripciones de estándares de salud y seguridad obligatorios. Las consideraciones se proponen a modo de consejo, y tienen contenido informativo, con la intención de ayudar a las empresas a ofrecer un lugar de trabajo seguro y que protejan la salud.

Se pretende que la información publicada en este documento sea lo más exacta y actualizada posible, pero está diseñada únicamente para proporcionar observaciones sobre la aplicación del Real Decreto 665/1997.

Los autores del documento no asumen ninguna responsabilidad por las consideraciones hechas en el documento ni por los errores u omisiones que puedan existir en el contenido de este. No se ofrecen garantías sobre la integridad o exactitud de la información suministrada, ni sobre las consecuencias del uso derivado de esta información. No se asume ninguna responsabilidad de los daños directos, o indirectos, incidentales o consecuentes o de cualquier tipo de daño derivado del acceso o la confianza de la información facilitada en este documento.

Versión julio 2024

Elaborado por:

PRIMIGEA
Materias Primas Minerales

Plaza de las Cortes, 5 – 7ª Planta
28046 – Madrid
primigea.es

Agradecimientos:

ANEFA
CEPCO
Centro Tecnológico del mármol, piedra y materiales
IBERSIL
oficemen

Índice

1. Índice ... 3
2. Introducción ... 4
3. Resumen ejecutivo ... 5
4. El polvo y la sílice cristalina ... 6
   - 4.1 El polvo ... 6
   - 4.2 La sílice ... 6
   - 4.3 Condiciones necesarias para que exista exposición de SCR ... 6
     - 4.3.1 Porcentaje de sílice por fuente mineral ... 6
     - 4.3.2 Procesos susceptibles de generar sílice cristalina en suspensión ... 7
   - 4.4 La fracción de polvo ... 8
   - 4.5 Enfermedades profesionales asociadas a la SCR ... 9
     - 4.5.1 Otras enfermedades relacionadas ... 10
5. El polvo en la industria extractiva ... 11
   - 5.1 Fuentes emisoras de polvo en explotaciones mineras ... 11
   - 5.2 Factores que favorecen la presencia de polvo ... 12
   - 5.3 Fenómeno de la sedimentación del polvo ... 13
6. Marco normativo ... 14
   - 6.1 Inclusión de la SCR como agente cancerígeno ... 14
     - 6.1.1 Obligaciones y aplicación del Real decreto 665/1977 ... 15
     - 6.1.2 Obligaciones y aplicación de la ITC 02.0.02 ... 15
   - 6.2 Valores límite de exposición ... 15
   - 6.3 Otros documentos ... 15
7. Identificación y evaluación del riesgo de exposición a la SCR ... 17
   - 7.1 Identificación del riesgo ... 17
     - 7.1.1 Muestreo ... 19
       - 7.1.1.1 Resultados inferiores al límite de cuantificación ... 19
       - 7.1.1.2 Resultados inferiores al límite de detección ... 19
     - 7.1.2 Confirmar la presencia de SCR en los puestos de trabajo no involucrados directamente ... 20
     - 7.1.3 Detección de presencia de SCR por concentraciones ambientales externas para los puestos no involucrados ... 20
     - 7.1.4 Analizar los puestos de trabajo involucrados directamente ... 21
   - 7.2 Actualización de la evaluación de riesgos ... 23
   - 7.3 Determinación de Zonas de riesgo por exposición a SCR ... 24
   - 7.4 Revisión de las medidas preventivas de los puestos de trabajo ... 24
8. Medidas de prevención y reducción de la exposición a la SCR ... 26
   - 8.1 Sustitución de sustancias y de procesos ... 26
   - 8.2 Prevención y reducción de la exposición ... 27
     - 8.2.1 Confinamiento (sistemas cerrados) ... 28
     - 8.2.2 Métodos por vía húmeda ... 28
     - 8.2.3 Captación de partículas (método por vía seca) ... 30
     - 8.2.4 Otras medidas ... 31
     - 8.2.5 Medidas organizativas ... 32
   - 8.3 Medidas en el caso de exposiciones accidentales y no regulares ... 33
   - 8.4 Almacenamiento, manipulación y transporte de materiales con contenido en SCR ... 33
     - 8.4.1 Almacenamiento y transporte de los materiales ... 33
     - 8.4.2 Tratamiento del material recogido en los sistemas de captación ... 34
   - 8.5 Medidas individuales e higiénicas ... 34
     - 8.5.1 Equipos de protección individual ... 34
     - 8.5.2 Higiene personal ... 35
     - 8.5.3 Limpieza de superficies ... 35
   - 8.6 Delimitación y señalización de las zonas de riesgo ... 36
9. Vigilancia de la salud ... 37
   - 9.1 SCR y efectos para la salud ... 37
     - 9.1.1 Vigilancia de la salud en personas trabajadoras con exposición a SCR esporádica, intermitente u ocasional ... 38
   - 9.2 Periodicidad de los reconocimientos médicos ... 38
   - 9.3 Capacitación para la vigilancia de la salud ... 38
10. Documentación e información a las autoridades competentes ... 39
    - 10.1 Información a las autoridades competentes ... 39
11. Formación, información y consulta de los trabajadores ... 40
    - 11.1 Información sobre la exposición a polvo ... 40
    - 11.2 Formación preventiva ... 40
    - 11.3 Consulta y participación de los trabajadores ... 41
12. Bibliografía ... 42
    - 12.1 Referencias bibliográficas ... 42
    - 12.2 Disposiciones legales ... 43

13. ANEXO I Definiciones ... 44
14. ANEXO II WEB SÍLICE Y SALUD – La web de referencia para la sílice cristalina respirable ... 46
15. ANEXO III Referencia a las fichas de Buenas Prácticas NEPSI ... 47
16. ANEXO IV RD Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos, mutágenos o reprotóxicos durante el trabajo ... 49
17. ANEXO V Orden TED/723/2021, de 1 de julio, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 02.0.02 «Protección de los trabajadores contra el riesgo por inhalación de polvo y sílice cristalina respirables», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera ... 50
18. ANEXO VI Guía técnica para evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos en el trabajo ... 51
19. ANEXO VII Guía técnica para la prevención del riesgo por exposición a la SCR en el ámbito laboral ... 52
20. ANEXO VIII Formación e Información ... 53
    - 20.1 Ejemplo Test de ajuste cuantitativo ... 53
    - 20.2 Modelo de recepción de información y formación en prevención del riesgo por exposición a SCR recibida por las personas trabajadoras ... 54
21. ANEXO IX Ficha de entrega de equipos de protección individual ... 55
22. ANEXO X Registros de consulta y participación en materia de prevención frente al riesgo de exposición ... 56
23. ANEXO XI Autorización para exposiciones accidentales y no regulares ... 57
24. ANEXO XII Ficha de seguridad ... 58
25. ANEXO XIII Comparativa de normativa ... 59
    - 25.1 Determinación de la exposición ... 59
    - 25.2 Medidas para prevenir la puesta en suspensión de SCR ... 60
    - 25.3 Almacenamiento, manipulación y transporte de materiales con contenido en SCR ... 60
    - 25.4 Medidas individuales e higiénicas ... 61
    - 25.5 Delimitación y señalización de las zonas de riesgo ... 62
    - 25.6 Vigilancia de la salud ... 63
    - 25.7 Documentación e información a las autoridades competentes ... 64
    - 25.8 Formación, información y consulta de los trabajadores ... 65

2 Introducción

La inclusión de la Sílice Cristalina Respirable – en adelante SCR – como agente cancerígeno, una vez publicada la Directiva (UE) 2017/2398, y su transposición al ámbito nacional, conlleva sin duda, importantes modificaciones sobre la actividad preventiva en relación con la exposición al polvo y a la SCR en la industria extractiva, ya que, a partir de su entrada en vigor (17 de enero de 2020), son de aplicación las medidas preventivas que el Real Decreto 665/1997 exige en todos los puestos de trabajo en los que exista exposición a agentes cancerígenos o mutágenos, así como, lo establecido en la Orden TED/723/2021, de 1 de julio, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 02.0.02 "*Protección de los trabajadores contra el riesgo por inhalación de polvo y sílice cristalina respirables*", del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

Este cambio legislativo respecto a la inclusión de la SCR como agente cancerígeno supone un cambio importante en la normativa que se aplica en el ámbito minero. En consecuencia, uno de los objetivos principales de estas "*Orientaciones técnicas para la adaptación de las industrias extractivas a la nueva normativa de aplicación al polvo y sílice cristalina respirable*" es analizar los cambios en la actividad preventiva respecto a esta sustancia que habrá que implantar en las empresas, teniendo en cuenta la intensa labor preventiva derivada de la exposición a SCR que se viene realizando en la industria extractiva.

Así pues, las presentes Orientaciones técnicas se han desarrollado teniendo como prioridad la protección de la salud de los trabajadores, a través de un enfoque práctico de aplicación de la legislación vigente. Conforman un documento destinado a las empresas, a sus departamentos de Prevención de Riesgos Laborales y a todos sus técnicos en la materia, para los subsectores integrados en las asociaciones que forman parte de la Confederación Española de Industrias de las Materias Primas Minerales - PRIMIGEA.

Estas Orientaciones se han realizado con el fin de facilitar la aplicación y la interpretación de las exigencias del nuevo marco normativo en lo referente a trabajos en los que haya o pueda haber exposición a SCR, estableciendo criterios, recomendaciones y buenas prácticas de forma que se pueda lograr una correcta aplicación de la legislación y de la práctica preventiva.

3 Resumen ejecutivo

Estas Orientaciones explican, en primer lugar (apartado 4), los conceptos de polvo, de sílice, de sílice cristalina respirable, así como las condiciones necesarias para que exista exposición a SCR, considerando el porcentaje de sílice por fuente mineral y aquellos procesos susceptibles de generar sílice cristalina en suspensión. También se aborda la fracción de polvo, así como las enfermedades profesionales asociadas a la sílice.

El **análisis del polvo en la industria extractiva**, a través de las fuentes emisoras de polvo en explotaciones mineras, de los factores que favorecen la presencia de polvo, el fenómeno de la sedimentación del polvo, permiten aproximar el enfoque hacia la realidad de la actividad (apartado 5). Los datos estadísticos oficiales de la incidencia de la silicosis en las industrias extractivas y otros sectores dan una excelente información sobre la dimensión real de los efectos de la exposición a la SCR para los diferentes subsectores. La minería del Carbón tiene un promedio de casos anuales de 67,5, la Pizarra de 65,2, el Granito de 25,7, las Marmolerías 17,7 y la minería y canteras en general 4,31. Asimismo, en un número importante de subsectores, el promedio de casos anuales para los últimos 13 años es inferior a uno por año: Caolín 0,8, Cantera de sílice 0,6, Áridos 0,6, Arenisca 0,5 o Cuarcita 0,4.

Posteriormente (apartado 6), se explica a fondo el **marco normativo aplicable** a la inclusión de la SCR como agente cancerígeno, a través de las obligaciones y de la aplicación del Real Decreto 665/1977 y de la ITC 02.0.02, haciendo incidencia también en los valores límite de exposición y en otros documentos como las guías técnicas del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo – INSST y del Instituto Nacional de Silicosis – INS.

Uno de los aspectos de consulta obligada de estas Orientaciones es la **información sobre identificación y evaluación del riesgo de exposición a la SCR** (apartado 7). Es particularmente importante lo recogido en relación con la identificación del riesgo a través del muestreo – y el árbol de decisión que puede aplicarse a los resultados inferiores al límite de cuantificación y a los inferiores al límite de detección –, la confirmación de la presencia de SCR en los puestos de trabajo no involucrados directamente, la detección de presencia de SCR por concentraciones ambientales externas para los puestos no involucrados, así como el análisis de los puestos de trabajo involucrados directamente.

También se expone la actualización de la evaluación de riesgos, la determinación de Zonas de riesgo por exposición a SCR y la revisión de las medidas preventivas de los puestos de trabajo.

Es evidente que otro de los aspectos centrales de este documento lo conforman las **medidas de prevención y reducción de la exposición a la SCR** (apartado 8) a través de la sustitución de sustancias y de procesos, de la prevención y reducción de la exposición - confinamiento (sistemas cerrados), métodos por vía húmeda, captación de partículas (método por vía seca), medidas organizativas y otras. Igualmente, se tratan las medidas en el caso de exposiciones accidentales y no regulares así como las vinculadas al almacenamiento, manipulación y transporte de materiales con contenido en SCR, las medidas de protección individual, las higiénicas y la delimitación y señalización de las zonas de riesgo.

El último bloque lo integra la **vigilancia de la salud** (apartado 9), la documentación e información a las autoridades competentes (apartado 10), la formación, información y consulta de los trabajadores (apartado 11), la bibliografía (apartado 12) y trece anexos de utilidad para el usuario de este documento.

4 El polvo y la sílice cristalina

4.1 El polvo

El polvo es una suspensión de materia sólida, particulada (entre 1 y 1.000 µm) y dispersa en la atmósfera, producida por procesos mecánicos y/o por el movimiento del aire.

Se genera en la mayoría de las operaciones que tienen lugar en las explotaciones mineras, desde las etapas iniciales de descubierta del terreno hasta las fases de restauración, pasando por el arranque, la carga, el transporte, el tratamiento y la expedición de materiales.

Es considerado como un agente químico peligroso que puede representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores debido a sus propiedades fisicoquímicas, químicas o toxicológicas y a la forma en que se utiliza o se halla presente en el lugar de trabajo.

4.2 La sílice

La 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 su simple fórmula química, SiO_2 (dióxido de silicio), la sílice existe en diferentes formas.

La sílice puede presentarse en su estado natural como sílice cristalina, microcristalina y amorfa, y según su naturaleza química está considerada como materia particulada inorgánica. La sílice cristalina es dura, químicamente inerte y su punto de fusión es elevado, estas son cualidades apreciadas en diferentes usos industriales.

La sílice cristalina, en su variedad de cuarzo, se encuentra en diversos materiales y productos presentes en multitud de procesos industriales tales como: obra civil, construcción, minería metálica, minería no metálica, cerámicas, ladrillos, extracción, corte, tallado y acabado de la piedra, fundición, pinturas y otros, como por ejemplo joyeros, dentistas, etc.

4.3 Condiciones necesarias para que exista exposición de SCR

Para que exista presencia de SCR en el lugar de trabajo deben cumplirse las siguientes circunstancias:

- La presencia de una formación rocosa/producto con contenido en sílice cristalina.
- Desarrollo de procedimientos de trabajo que pongan en suspensión partículas de pequeño tamaño.

Por lo tanto, se puede afirmar que la existencia de SCR se da, prácticamente, en cualquier explotación minera, ya que se cumplen estas dos condiciones, independientemente de que el nivel de esta sustancia, en muchos casos, sea bajo.

4.3.1 Porcentaje de sílice por fuente mineral

A pesar de que en el proceso extractivo y elaboración de los diferentes productos (áridos, cemento, arenas de sílice, etc.) se genera polvo, los niveles habituales de sílice cristalina contenida en el polvo generado, dependiendo del tipo de mineral, puede variar notablemente.

Existe un grupo de sustancias (caliza, dolomía, dunita, picón, fonolita, ofita) en las que el contenido en sílice cristalina es inferior al 5%. Del mismo modo existe otro grupo de sustancias en las que se ha encontrado una gran variabilidad del contenido de sílice: granito, cuarcitas y cuarzo, arenas silíceas, canto rodado, grauvaca y pórfido.

La Tabla 1 muestra unos porcentajes orientativos por tipo de roca, ya que éstos pueden variar sensiblemente.

Tabla 1. Contenido de sílice libre cristalina más habitual (HSE – INSST).

MATERIA PRIMA	CONTENIDO DE SÍLICE LIBRE CRISTALINA (%)
Cuarcita	> 95%
Arena silícea	> 90%
Arenisca	> 90%
Sílex	> 90%
Gravilla	> 80%
Esquisto	40 – 60%
Pizarra	< 40%
Granito	< 30%
Basalto	< 5%
Mármol	< 5%
Caliza	< 1%

En términos generales, el porcentaje de sílice libre es menor en el polvo respirable que en la roca de procedencia, disminuye al alejarse de la fuente que produce el polvo y aumenta con el grado de molienda.

4.3.2 Procesos susceptibles de generar sílice cristalina en suspensión

Una vez conocidas las diferentes fuentes minerales de sílice cristalina, es necesario identificar los diferentes procesos en los que esta es susceptible de ponerse en suspensión. En la Tabla 2 se muestran algunos de ellos, siendo estos de carácter básico, por lo que se ha de tener en cuenta que existen muchos otros procedimientos, más específicos para cada subsector, en los que también se generan partículas en suspensión.

Tabla 2. Procesos que generan partículas finas que podrían dar como resultado una exposición a SCR (Guía de buenas prácticas de NEPSi).

ACTIVIDAD	DEBIDO A (RELACIÓN NO EXHAUSTIVA)
Extracción	Polvo movido por el viento Perforación y voladura Derribos/aplanamiento Movimientos de vehículos Transporte Carga y descarga Corte
Trituración	Todos los procedimientos por vía seca Bajo riesgo en procedimientos de molienda por vía húmeda
Lavado Tratamiento químico Separación	Bajo riesgo de generación de polvo en el aire
Secado y calcinación	Todos los procedimientos de secado y calcinación
Tamizado y triturado en seco	Todos los procedimientos de tamizado en seco Todos los procedimientos de triturado en seco
Embalaje	Ensacado Puesta en pallets Movimientos de vehículos
Almacenamiento	Polvo movido por el viento en los acopios Movimientos de vehículos alrededor de los acopios
Carga y transporte	Carga de vehículos (caída libre de materiales) Movimiento de un vehículo Transportador
Mantenimiento	Las actividades que requieren desmontaje/apertura/acceso al equipo, o entrada en áreas de procesamiento con polvo descritas más arriba
Limpieza	Actividades de limpieza que implican la entrada en áreas de procesamiento con polvo descritas más arriba o que se realizan con una escoba seca o aire comprimido
Laboratorio	Procesamiento de muestras
Tareas de oficina con acceso esporádico a zonas de producción	Actividades de control, supervisión, etc., que requieran la entrada en zonas de producción con polvo descritas en ítems anteriores
Corte, tallado y elaboración de rocas ornamentales	Procesos de corte de primario bloques de roca ornamental Procesos de corte secundario de tablas de roca ornamental y afines Tratamientos superficiales (calibrado, abujardado, apomazado, escarfilado, pulido…) Corte y tallado de piezas (bordillos, encimeras, aplacados…)

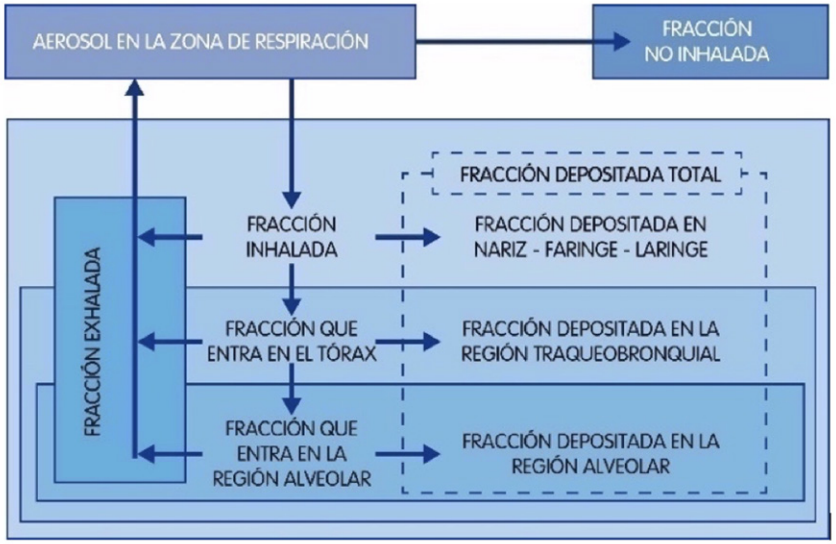
Muchos de los puestos de trabajo de las instalaciones de algunos subsectores de la industria extractiva comparten ciertas actividades descritas en la Tabla 2. En algunos determinados tipos de establecimiento de beneficio puede ser de aplicación el RGNBSM, pero esto va a depender de los criterios aplicados por la Comunidad Autónoma donde esté ubicado.

En estos puestos, por lo tanto, deberá procederse a la evaluación de la exposición a la SCR, conforme se describe en el capítulo 7.

4.4 La fracción de polvo

No todo el polvo procedente de materiales con contenido en sílice tiene potencialidad tóxica, pues ésta es función de los diferentes tamaños de partículas, a las que se hace referencia como fracciones de polvo.

Figura 1. Fracciones de polvo (www.siliceysalud.es).



Teniendo en cuenta el tamaño, hay tres fracciones de polvo, mostradas en la Figura 1, que son de mayor preocupación: la inhalable, la torácica y la respirable. Las partículas más grandes (no respirables) tienen más probabilidad de posarse en las vías principales del sistema respiratorio y pueden ser eliminadas mediante la acción de las mucosas (HSE 1998). Sin embargo, para la sílice cristalina, la fracción de polvo respirable es la más importante debido a sus potenciales efectos sobre la salud. Así, la SCR es la parte de la sílice cristalina que es suficientemente pequeña como para entrar en las partes de los pulmones donde se produce el intercambio de gases cuando se inhala (Figura 2).

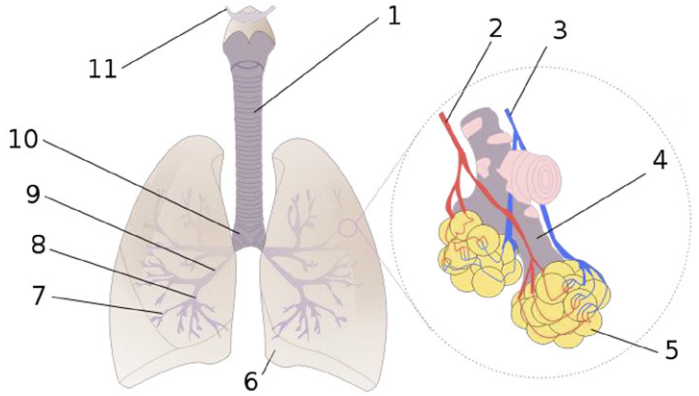


Figura 2. Tráquea 2: Vena pulmonar 3: Arteria pulmonar 4: Conducto alveolar 5: Alvéolos 6: Corte cardíaco 7: Bronquiolos 8: Bronquios terciarios 9: Bronquios secundarios 10: Bronquios primarios 11: Laringe.

La norma UNE-EN 481 "Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles" considera:

- Fracción Inhalable: es la fracción másica del aerosol total que se inhala a través de la nariz y la boca durante la respiración y que, por lo tanto, puede depositarse, esencialmente, en nariz, faringe y laringe (Figura 3).

- Fracción Torácica: la fracción másica de las partículas inhaladas que penetran más allá de la laringe.
- Fracción Respirable: fracción másica de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas. La fracción de SCR es la proporción de sílice que se encuentra en el polvo respirable. Su cantidad es variable en función de los diferentes materiales naturales y artificiales que se procesen.

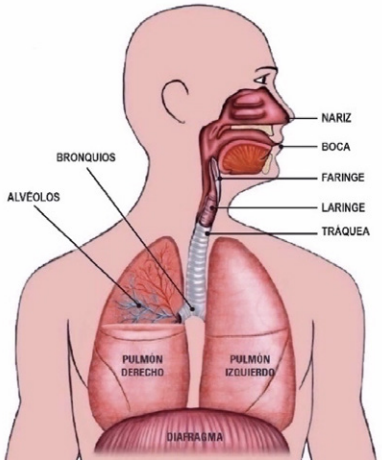


Figura 3. Aparato respiratorio (www.vitalaire.es).

4.5 Enfermedades profesionales asociadas a la SCR

Las emisiones excesivas de polvo y de SCR pueden producir molestias de carácter respiratorio, o de otra índole, si las personas están expuestas durante un tiempo prolongado: picores, estornudos, conjuntivitis, así como, enfermedades de carácter irreversible como la neumoconiosis y, en concreto, una de sus variedades, la silicosis.

La silicosis, que puede ser crónica, aguda o acelerada, es uno de los tipos más comunes de neumoconiosis. La fibrosis nodular progresiva y la fibrosis pulmonar intersticial son provocadas por la sedimentación de partículas respirables de sílice cristalina en los pulmones. La fibrosis resultante en la parte más interna de los pulmones puede provocar dificultades de respiración y, en algunos casos, la muerte.

- La silicosis aguda se produce como resultado de una exposición extremadamente alta a la SCR durante un periodo de tiempo relativamente corto (inferior a 5 años). La situación provoca rápidamente la falta de respiración progresiva y puede llegar al distrés respiratorio y fallecimiento del paciente, normalmente a los pocos meses de diagnosticada la enfermedad.
- La silicosis acelerada puede desarrollarse dentro de los 5 a 10 años de exposición a elevados niveles de SCR. Los síntomas incluyen insuficiencia respiratoria, debilidad y pérdida de peso. El inicio de los síntomas tarda más tiempo que en el caso de la silicosis aguda.
- La silicosis crónica se describe a menudo como el resultado de la exposición a bajos niveles de SCR, durante largos periodos de tiempo (duración de exposición superior a 10 años). Muchos autores describen a la silicosis crónica/clásica, la más común, y ocurre con 15 a 20 años de exposiciones moderadas o bajas a la SCR. Los síntomas asociados con la silicosis crónica pueden ser o no ser evidentes; por lo tanto, los trabajadores han de someterse, con la frecuencia requerida en cada caso, a la correspondiente vigilancia de la salud específica para la enfermedad que incluiría hacerse una radiografía del tórax para determinar si se han dañado los pulmones. A medida que avanza la enfermedad, el trabajador puede presentar insuficiencia respiratoria cuando hace un esfuerzo o tener indicaciones clínicas de un intercambio insuficiente de oxígeno y dióxido de carbono. En las fases posteriores, el trabajador puede sentirse cansado, tener dolor de pecho o insuficiencia respiratoria.

La silicosis, como enfermedad, tiene un periodo de latencia largo.

Es importante destacar que, normalmente, las personas que desarrollan su actividad en ambientes pulverulentos, raras veces están expuestas a un polvo que contiene 100% de SCR, ya que el polvo que se respira en el lugar de trabajo está normalmente compuesto por una mezcla de sílice cristalina y otros materiales, en función de las características petrológicas y mineralógicas del yacimiento.

La exposición laboral a SCR se puede producir en cualquier situación de trabajo en la que se genere polvo de sílice cristalina y este pase al ambiente. Por lo tanto, trabajadores que desarrollen operaciones en las que se trituren, corten, perforen, tallen o muelen materiales, productos o materias primas que contengan sílice cristalina, pueden liberar

al ambiente de trabajo partículas de SCR (fracción de la masa de polvo inhalada que penetra hasta las vías respiratorias no ciliadas y se deposita en ellas), y, por tanto, podrían estar expuestos (INSST, 2022).

Esto no exime de que otros trabajadores, que no estén directamente relacionados con las mencionadas operaciones, puedan verse afectados, con el paso del tiempo, por la presencia de polvo en el ambiente, con contenidos de SCR.

4.5.1 Otras enfermedades relacionadas

La inhalación de polvo de sílice cristalina está asociada también a otras enfermedades tales como cáncer de pulmón, enfermedad renal, pérdida de función pulmonar e incremento del riesgo de tuberculosis.

La Agencia Internacional de Investigación sobre el cáncer, desde el año 1997 ha venido emitiendo informes acerca de los posibles efectos cancerígenos de la inhalación de polvo de SCR, obteniendo la conclusión de que existía una correlación entre la inhalación de SCR, en forma de cuarzo o cristobalita en exposiciones laborales y un incremento en el riesgo de cáncer de pulmón por lo que clasificó la SCR como cancerígena de Grupo 1 "*Cancerígeno para humanos*".

El Comité Científico Europeo sobre Límites de Exposición Profesional, SCOEL, en su informe SCOEL/SUM/94 de noviembre de 2003, concluyó que, "*aunque el principal riesgo para los humanos derivado de la inhalación de sílice cristalina respirable es la silicosis, existe información suficiente para concluir que el riesgo de adquirir cáncer de pulmón aumenta en personas con silicosis y aparentemente no sucede lo mismo en trabajadores sin silicosis expuestos al polvo de sílice*". En consecuencia, "*la prevención de silicosis reduciría el riesgo de cáncer de pulmón*".

Estos informes, que han establecido una cierta correlación entre esa exposición, la silicosis y el cáncer de pulmón, han llevado a considerar la SCR generada en procesos de trabajo como una sustancia cancerígena a efectos de la protección de la salud de los trabajadores y a tratarla así en la legislación aplicable.

5 El polvo en la industria extractiva

Para las empresas de la industria extractiva, la prevención y el control de la calidad del aire se basa, esencialmente, en la gestión adecuada del nivel de polvo en sus explotaciones. Además de ser una obligación legal de seguridad y de medio ambiente (por ejemplo, induce efectos dañinos sobre la vegetación, por oclusión de los estomas de las plantas, que disminuye la aspiración de dióxido de carbono y agua, y por la menor penetración de la luz), proporciona importantes ventajas, ya que reduce la contaminación del medio ambiente, minora el riesgo de que los trabajadores contraigan enfermedades respiratorias, aumenta la vida útil de las instalaciones y de los equipos de trabajo, evita que la empresa tenga una mala imagen ante la opinión pública y ayuda a obtener productos de más calidad.

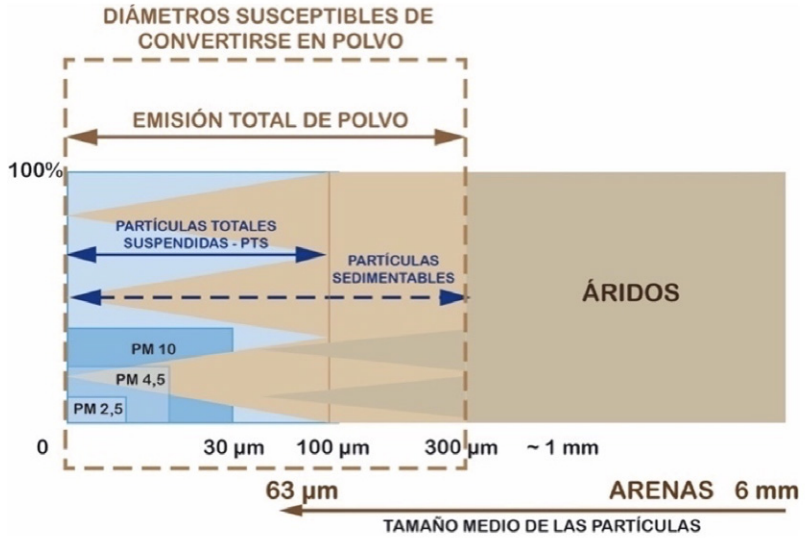


Figura 4. Tamaño de las partículas susceptibles en convertirse en polvo (ANEFA).

El polvo se genera en la mayoría de las operaciones que tienen lugar en las explotaciones, desde las etapas iniciales de descubierta del terreno hasta las fases de restauración, pasando por el arranque, la carga, el transporte, el tratamiento y la expedición de materiales.

El término polvo se aplica a partículas sólidas, inanimadas y no solubles en agua que se originan a raíz de la disgregación de materiales rocosos o de suelos (Figura 4). Estas partículas sólidas son de pequeño tamaño (entre 1 y 1000 µm), no habiendo experimentado ningún cambio químico, pero sí físico (fracturación, molienda, etc.) y son susceptibles de ser transportadas de un lugar a otro por las corrientes de aire. Se caracteriza por su naturaleza (silícea, calcárea, etc.) y por su tamaño de partícula o granulometría.

5.1 Fuentes emisoras de polvo en explotaciones mineras

La propia naturaleza del proceso productivo de la industria extractiva hace que la generación de polvo sea intrínseca a la actividad. Así, el polvo en una explotación se produce, entre otros, en los siguientes puntos y fases de producción:

- Durante las operaciones de perforación de barrenos, voladura, carga y transporte, descarga y transferencia de materiales rocosos.
- Operaciones de arranque, corte, perforación y voladuras de materiales rocosos.
- En la preparación mecánica cuando se produce la rotura del material por impacto, abrasión, trituración y molienda y en los trasvases de los productos cuando se manipulan dentro de la instalación.
- Por el movimiento de las máquinas o por la acción del viento sobre superficies cubiertas exteriormente de partículas finas.
- Por la existencia de superficies desnudas en los frentes de trabajo, en las escombreras y en los acopios, sobre las que incide el viento, que constituyen una fuente de

formación de polvo importante, a la que debe prestarse especial atención. La erosión eólica depende de la velocidad y turbulencia del viento, pudiendo tener lugar tres tipos de movimientos de las partículas: saltación, deslizamiento superficial y suspensión. Esta erosión se ve agravada por los climas secos, ausencia de vegetación, tráfico de vehículos, etc.

Tabla 3. Fuentes emisoras de polvo en explotaciones mineras.

ATENDIENDO A SU FORMA		
Localizadas o puntuales	Lineales	Pistas de transporte, cintas transportadoras
	Móviles	Movimiento de equipos
	Fijas	Planta de tratamiento
No puntuales		Frentes de explotación
ATENDIENDO A SU DURACIÓN		
Permanente	Produce polvo durante todo el tiempo de actividad de la explotación	Trituración
Semi-permanente	Está operativa durante un porcentaje importante del tiempo de actividad de la explotación	Perforación Tránsito de equipos móviles Corte
Intermitente	Produce polvo esporádicamente	Voladuras

La erosión eólica se produce por los siguientes mecanismos:

- Detrusión: dislocamiento de las partículas de roca proyectadas desde la superficie y causada por la acción del viento y por el bombardeo de las partículas erosivas impulsadas por él.
- Efluxión: remoción de las partículas con diámetros comprendidos entre 0,05 y 0,5 mm causada por saltación.
- Extrusión: empuje activo de las partículas de suelo que son demasiado gruesas para ser removidas por saltación.
- Eflación: remoción de partículas finas susceptibles de ser transportadas en suspensión, dejando las más gruesas en el terreno.
- Abrasión: destrucción de las partículas bajo el impacto de otras partículas que se mueven por saltación.

Las fuentes emisoras de polvo en una explotación se pueden clasificar por su forma y por su duración, tal y como se indica en la Tabla 3. Asimismo, las actividades de una explotación se pueden clasificar en cuanto a su importancia como fuente de emisiones de polvo, Tabla 4.

Tabla 4. Importancia de las actividades de la explotación minera de la industria extractiva como fuente de emisiones de polvo.

ACTIVIDAD	RELEVANCIA COMO FUENTE RESIDUAL DE EMISIONES
Descubierta y restauración	Baja
Extracción	Media
Carga	Media
Transporte interno	Alta
Tratamiento	Alta
Acopios y superficies expuestas	Media
Transporte externo	Baja
Corte	Media
Perforación	Media - Alta

5.2 Factores que favorecen la presencia de polvo

El polvo se forma por combinación de un foco generador de partículas finas, como son los procesos industriales propios de las industrias extractivas: extracción, carga, transporte, tratamiento, etc.

Existen diversos factores que afectan al fenómeno de producción de polvo:

- La naturaleza de la roca explotada y sus características geotécnicas: estructura de la roca y sus características físicas (dureza, friabilidad, resistencia al desgaste y a compresión, etc.).

- El porcentaje de humedad de las rocas.
- Las características del proceso productivo: el tipo de operaciones que se efectúen, su duración, frecuencia y regularidad, el volumen de producción, etc.
- El tipo de maquinaria utilizado que influye, no solo por las operaciones que realiza, sino también por las medidas preventivas que incorpora para reducir la emisión de polvo.
- La climatología en la explotación: en días ventosos (velocidad, dirección, turbulencias) conviene evitar realizar, de ser posible, determinadas operaciones (descubierta, voladuras, etc.)
- El grado de humedad (atmosférica, precipitaciones, las emisiones de polvo en invierno pueden ser el 50% menores que en verano, una lluvia fina o una niebla son más efectivas contra el polvo que una tormenta), ya que, provoca la cohesión del polvo, aumentando el tamaño de partícula, lo que dificulta su puesta en suspensión.
- Las características geomorfológicas del lugar (relieve, vegetación) y las propias características de la explotación (cantera o gravera), diseño (en ladera, en hueco), transporte (con camiones o con cintas) y el diseño de la planta de tratamiento (ubicación de los elementos respecto a vientos dominantes o al relieve, situación alejada respecto a los núcleos habitados, construcción en una depresión del terreno, etc.).
- Posibilidad de inyectar agua en el proceso como refrigerante en equipos, herramientas y utensilios de corte y perforación.

5.3 Fenómeno de la sedimentación del polvo

Los rangos de tamaño y la densidad del polvo determinan su velocidad de sedimentación y, por lo tanto, su capacidad de dispersarse por la acción del viento, Tabla 5 y Figura 5. Las partículas más finas (< 1,5 µm) se comportan como aerosoles gaseosos, permaneciendo un largo periodo de tiempo en suspensión. Por el contrario, las partículas más gruesas (> 30 µm) generalmente se asocian con la suciedad superficial y se asientan muy rápidamente, en las proximidades de la fuente en forma de polvo sedimentado.

Tabla 5. Velocidad de sedimentación del polvo en función del diámetro de partícula.

DIMENSIÓN DE LAS PARTÍCULAS (µm)	VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN (cm/s)	TIEMPO DE SEDIMENTACIÓN DESDE UNA ALTURA DE 15 m
1.000	395	4 segundos
100	29,6	51 segundos
10	0,296	1 hora y 25 segundos
1	0,0035	5 días
0,1	0,000035	496 días

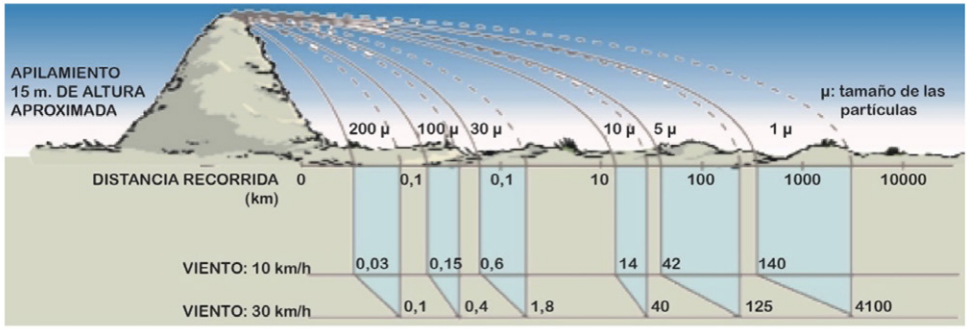


Figura 5. Distancia de transporte de las partículas en función de su tamaño y de la dirección del viento (ANEFA).

La acción del viento provoca la desecación del material y su separación de un soporte, pone en suspensión a los finos que estén depositados en el suelo, sobre los equipos y materiales, y también afecta tanto a la forma y dirección del cono de dispersión del polvo, como a la distancia recorrida por las partículas desde el foco emisor.

6 Marco normativo

En la industria extractiva existe un nuevo marco normativo que las empresas deben adoptar con relación a la prevención de riesgos laborales aplicable al ámbito de la SCR.

6.1 Inclusión de la SCR como agente cancerígeno

La Directiva (UE) 2017/2398 del Parlamento Europeo, 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, procede, por un lado, a incluir en el anexo I de la Directiva 2004/37/CE "*los trabajos que conlleven una exposición al polvo respirable de sílice cristalina generado en un proceso de trabajo*" y por otro lado a establecer un valor límite vinculante para el polvo respirable de sílice cristalina (fracción respirable) en el anexo III de dicha Directiva.

La trasposición de la Directiva (UE) 2017/2398 al ámbito nacional se realizó mediante el Real Decreto 1154/2020 introduciendo el polvo respirable de sílice cristalina entre los mencionados en el anexo I del Real Decreto 665/1997 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Este anexo se encuentra incluido en la consideración de agente cancerígeno que hace el artículo 2 de este Real Decreto:

1. A efectos de este Real Decreto, se entenderá por agente cancerígeno o mutágeno una sustancia o mezcla que cumpla los criterios para su clasificación como cancerígeno o mutágeno en células germinales de categoría 1A o 1B establecidos en el anexo I del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.
2. También se entenderá como agente cancerígeno una sustancia, mezcla o procedimiento de los mencionados en el anexo I de este Real Decreto, así como una sustancia o mezcla que se produzca durante uno de los procedimientos mencionados en dicho anexo.

Esta modificación conlleva, desde su entrada en vigor, la aplicación de las medidas preventivas, atendiendo a la evaluación de riesgos, exigidas en el Real Decreto 665/1997 en todos los puestos de trabajo en los que exista exposición a agentes cancerígenos o mutágenos.

Además, el Real Decreto 257/2018, de 4 de mayo de 2018, por el que se modifica el Real Decreto 1299/2006 por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en España, incorporó el cáncer de pulmón por exposición a polvo respirable de sílice libre en el grupo 6 de enfermedades profesionales causadas por agentes carcinógenos. Este grupo incluye, entre las principales actividades afectadas, los trabajos en minas, túneles, canteras, galerías, obras públicas, tallado y pulido de rocas silíceas, trabajos de canterías y trabajos en seco, de trituración, tamizado y manipulación de minerales o rocas, por lo que, en mayor o menor grado, pueden estar incluidas también las industrias pertenecientes a los subsectores de las asociaciones de PRIMIGEA.

Por su parte, la Orden TED/723/2021 por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 02.0.02 "*Protección de los trabajadores contra el riesgo por inhalación de polvo y sílice cristalina respirables*" (en adelante ITC 02.0.02), del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (en adelante RGNBSM), es aplicable a las industrias extractivas y plantas de beneficio minero.

6.1.1 Obligaciones y aplicación del Real Decreto 665/1977

El Real Decreto 665/1997 establece las disposiciones mínimas que habrán de aplicarse a las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a agentes cancerígenos o mutágenos como consecuencia de su trabajo.

Por lo tanto, el empresario deberá principalmente:

- Identificar la presencia de sílice cristalina: utilización de materias primas con contenido en sílice cristalina en su composición.
- Verificar las tareas que pueden provocar la puesta en suspensión de polvo respirable que contenga sílice cristalina. Además, de la posible exposición derivada de fuentes externas.

Tras el análisis anterior y en el caso de considerarse una posible exposición a SCR, la primera medida que se debe adoptar en aplicación del Real Decreto 665/1997 es evitar el riesgo a través de la sustitución tanto del agente, como del procedimiento. En el caso de no ser viable esta acción sería de aplicación este Real Decreto debiendo:

- Prevenir y reducir la exposición a un nivel tan bajo como sea técnicamente posible manteniendo siempre la exposición por debajo del valor límite admisible.
- Adoptar las medidas de higiene personal y de protección individual necesarias.
- Evaluar y gestionar las medidas preventivas frente a la exposición accidental y exposiciones no regulares.

6.1.2 Obligaciones y aplicación de la ITC 02.0.02

La ITC 02.0.02 "*Protección de los trabajadores contra el riesgo por inhalación de polvo y sílice cristalina respirables*" tiene como objeto prevenir las enfermedades respiratorias de origen laboral, originadas por la exposición a polvo de SCR generado en un proceso de trabajo y en el ámbito de aplicación del RGNBSM.

Por lo tanto, el empresario deberá principalmente:

- Identificar y evaluar el riesgo de exposición al polvo respirable.
- Prevenir y reducir la exposición.
- Adoptar las medidas de higiene personal y de protección individual necesarias.
- Aplicar las medidas necesarias en caso de exposición accidental, o exposición no regular.
- Garantizar una vigilancia de la salud adecuada y especifica a los trabajadores.
- Disponer de la documentación requerida.
- Informar a las autoridades mineras e instituto nacional de silicosis de los resultados de las muestras y de cualquier enfermedad respiratoria derivada de la exposición a polvo o SCR.
- Informar y formar a los trabajadores sobre el riesgo de exposición a polvo y SCR.

6.2 Valores límite de exposición

El valor límite vinculante para la SCR fijado en el Anexo III del Real Decreto 665/1997 es de 0,05 mg/m^3, ya que en el artículo 5 de este Real Decreto indica expresamente: "*la exposición no superará el valor límite de los agentes cancerígenos establecidos en el anexo 3 del presente Real Decreto*".

Además, la ITC 02.0.02, aplicable en el ámbito del RGNBSM, fija igualmente estos límites de exposición en su artículo 3.2. Estos valores son:

- SCR (cuarzo): 0,05 mg/m^3.
- Cristobalita o tridimita: 0,05 mg/m^3.
- Polvo (partículas – insolubles o poco solubles – no clasificadas de otra forma): 3 mg/m^3.

6.3 Otros documentos

La Guía del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo – INSST, aunque no sea jurídicamente vinculante, constituye un documento técnicamente relevante, por lo que sus consideraciones deben ser tenidas en cuenta en el complejo proceso de evaluación

de agentes cancerígenos o mutágenos. Las versiones de 2013 y 2017 han sido actualizadas en 2022.

En el caso particular de la SCR, el Real Decreto 1154/2020 remite a la Guía elaborada por el Instituto Nacional de Silicosis – INS, que podrá ser utilizada voluntariamente para que una empresa se oriente en la aplicación y la interpretación de las exigencias del Real Decreto 665/1997, estableciendo criterios y recomendaciones con el fin de lograr una correcta aplicación de la normativa y de la práctica preventiva. Dicha Guía fue publicada en 2022 "*Guía Técnica para la Prevención del riesgo por exposición a Sílice Cristalina Respirable (SCR) en el ámbito laboral*", (en adelante Guía del INS) y posteriormente, en diciembre de 2023, se presentó el Apéndice para la industria extractiva (ITC 02.0.02), con el objetivo de establecer aplicaciones prácticas y medidas de prevención.

7 Identificación y evaluación del riesgo de exposición a la SCR

Con el fin de dar cumplimiento a la legislación en vigor, a continuación, se exponen una serie de procedimientos para identificar y evaluar el riesgo de exposición a la SCR en los lugares de trabajo, haciendo hincapié en la evaluación de la exposición y en las mediciones higiénicas para su posterior comparación con el valor límite establecido.

7.1 Identificación del riesgo

La Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos durante el trabajo (INSST), establece como punto de partida, la identificación de la existencia de un riesgo potencial derivado de la exposición a polvo de SCR.

Esta identificación se debe realizar recabando toda la información disponible, tanto de los materiales empleados, como de los puestos de trabajo que sean susceptibles de poner en suspensión polvo de SCR que pueda ser inhalado por el personal. Por tanto, se debe:

- Analizar de la muestra a granel la composición (contenido en sílice cristalina) de las distintas materias primas por medio de análisis de laboratorio.
- Estudiar las tareas propias de cada uno de los puestos de trabajo que sean susceptibles de poner en suspensión polvo de SCR que pueda ser inhalado por el personal.

Por otra parte, la exposición de motivos del Real Decreto 1154/2020, que modifica el Real Decreto 665/1997, establece la posibilidad de confirmar que la presencia de SCR se produzca debido a la existencia de concentraciones ambientales externas (en ambiente urbano o rural) para los puestos de trabajo no involucrados directamente, por lo que este procedimiento se puede utilizar para confirmar, en algunas circunstancias particulares, junto con el resto de las acciones indicadas anteriormente, la consideración o no de presencia de SCR.

Por todo lo anterior, y en el caso que se realicen las siguientes acciones de forma documentada y justificada, y NO SE HA DETERMINADO presencia de SCR en el ambiente de trabajo, NO SERÍA DE APLICACIÓN el Real Decreto 665/1997, pero SÍ será de aplicación la ITC 02.0.02 para la exposición a polvo:

- Análisis de laboratorio de la composición de la materia prima: resultado de la composición de las materias primas exentas de sílice cristalina (resultado no detectado).
- Muestras ambientales para establecer la concentración habitual en el aire exterior de SCR y determinar a partir de qué nivel se considera que existe presencia en el lugar de trabajo, de acuerdo con la Guía del INS.
- Muestras de los puestos de trabajo según la ITC 02.0.02: resultados, de un mínimo de tres muestras consecutivas, por debajo del valor límite detectable o no superior al valor ambiental inicial establecido de acuerdo con la Guía del INS. Además, con el fin de confirmar la continuidad de las condiciones de no presencia de SCR justificadas a lo largo del tiempo, se deberán de realizar las mediciones y ensayos correspondientes anualmente.

Una vez identificado el riesgo potencial del modo ya descrito se distinguen dos situaciones (Gráfico 4):

En el proceso de identificación del riesgo se pueden distinguir dos situaciones básicas:

1. **Puestos de trabajo involucrados directamente**: aquellos en los que se realizan tareas o actividades directamente ligadas con la utilización o generación de los agentes cancerígenos o mutágenos. En estos puestos, la presencia se considera evidente y, en consecuencia, es posible la exposición.
2. **Puestos de trabajo no involucrados directamente**: aquellos en los que no se utilizan ni se generan agentes cancerígenos o mutágenos pero que, por otros motivos, como la proximidad, la forma de utilización o generación, las características fisicoquímicas de

los agentes cancerígenos o mutágenos, las condiciones en las que se realiza el trabajo, etc., pueda ser posible una exposición al mismo. Esto puede suceder, por ejemplo, en puestos de trabajo cercanos a las zonas donde se desarrolla la actividad con el agente cancerígeno o mutágeno, en los que no existe la separación o aislamiento adecuado.

En estos casos, será necesario **confirmar o descartar la presencia de estos agentes**, teniendo en cuenta que, cuando el agente cancerígeno o mutágeno se encuentre, además, de forma habitual en el aire exterior (urbano o rural) a muy bajas concentraciones, **la presencia en el lugar de trabajo se entenderá como concentraciones ambientales significativamente superiores a las que son normales en el aire exterior.**

Una vez identificada la presencia de agentes cancerígenos o mutágenos y, por lo tanto, el riesgo potencial de exposición a los mismos, se procederá a eliminar los riesgos evitables.

Tras este paso previo, comenzaría el proceso de evaluación de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, determinando la naturaleza, el grado y la duración de la exposición".

Gráfico 4. Procedimiento inicial de identificación del riesgo.

Las estrategias de muestreo y los criterios empleados en el proceso de evaluación del riesgo de exposición a SCR constituirán la herramienta para resolver técnicamente cuándo y en qué casos existe riesgo de exposición y, por consiguiente, la aplicación del Real Decreto 665/1997 de cancerígenos.

Figura 6. Resumen proceso de identificación de los puestos de trabajo una vez identificado el riesgo (Guía INS).

7.1.1 Muestreo

Se debe realizar la medición de la exposición para evaluar adecuadamente el riesgo y demostrar el cumplimiento de los límites de exposición determinados con arreglo al Real Decreto 665/1997 y a la ITC 02.0.02.

Las muestras de polvo se realizan según lo indicado en la ITC 02.0.02, destacando:

- Se realizarán con aparatos personales portados por el propio trabajador, y constarán de un muestreador y de una bomba de muestreo que aseguren el correcto funcionamiento del conjunto[1].
- Deben ser representativas del riesgo al que están expuestos, de manera habitual, los trabajadores.
- Se realizarán, al menos una vez cada cuatrimestre del año natural.
- Deberán ser llevadas a cabo por personal competente de acuerdo con lo previsto en el Capítulo VI del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, y permanecerá presente mientras dure el muestreo.
- Los análisis se realizarán por laboratorios autorizados por la Autoridad Minera.

Además, la Guía del INSST establece los siguientes criterios a tener en cuenta (pág. 59 y siguientes):

- Características del equipo de nuestro según la normativa de aplicación.
- El caudal de aspiración para el muestreo de la fracción respirable.
- Duración de la toma de muestras y mínimo exigible.
- Procedimiento de la toma de muestras.

Adicionalmente, de una manera excepcional, y siempre y cuando sea necesario una mejor caracterización básica de los puestos de trabajo, debido a circunstancias específicas del proceso, puede ser útil el empleo de equipos de lectura directa que permitan identificar focos de emisión de polvo en aquellos lugares donde visualmente no es posible hacerlo, al proveer de manera inmediata de los niveles de polvo, en el lugar del trabajo evaluado, permitiendo la planificación de medidas.

7.1.1.1 Resultados inferiores al límite de cuantificación

Puede darse el caso de que existan exposiciones por debajo del límite de cuantificación. Estos resultados representan niveles de exposición existentes, pero no medibles con un grado de incertidumbre aceptable.

La norma UNE-EN 689:2019 "Exposición en el lugar de trabajo. Medición de la exposición por inhalación de agentes químicos. Estrategia para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional", en su anexo H, aporta un procedimiento detallado para abordar dichos resultados tratando de que estos, ni se sobreestimen, ni subestimen.

Además, el INSST facilita una herramienta informática para facilitar el tratamiento de estos valores.

7.1.1.2 Resultados inferiores al límite de detección

Puede darse el caso de que existan mediciones realizadas con toda rigurosidad cuyo resultado del laboratorio esté por debajo del límite de detección (LOD). Este hecho puede ocurrir, por ejemplo, en la industria extractiva y plantas de beneficio en las que el material extraído o elaborado es la caliza. Por su composición ($CaCO_3$) se puede considerar que no es probable la presencia de sílice (SiO_2) salvo que en alguna medición pudiese detectarse y/o cuantificarse su presencia al existir este material en una explotación de manera no pura.

Habida cuenta que el LOD se define habitualmente como la cantidad o concentración mínima de una sustancia que puede ser detectada con fiabilidad por un método analítico determinado, es plausible valorar que cabe como escenario que no hay una cantidad que nos permita confirmar que hay presencia de sílice, en nuestro caso SCR, en una muestra resultante de una medición personal.

Si se da este hecho, con tiempos de medición de una jornada laboral de 8 horas o próximos a esta y volúmenes de aspiración que permitan alcanzar el límite de cuantificación

[1]Además, para caracterizar la exposición a SCR en el marco de la evaluación de riesgos pueden realizarse medidas ambientales, como se explica más adelante.

(LOQ) y bajo la valoración y justificación por escrito del técnico del servicio de prevención, podría confirmarse que no hay presencia de SCR, concluyendo que el puesto medido está exento del cumplimiento de las obligaciones enmarcadas en el RD 665/1997.

Este hecho no eximirá al técnico de que pueda considerar y planificar actuaciones ya contempladas en el RD 665/1997 con el objetivo de poder garantizar unas condiciones de trabajo seguras y saludables. Téngase en cuenta que bajo este escenario, actuaciones tales como mantener las medidas ya aplicadas en el momento de la medición además de la formación, información y señalización del riesgo u otras, como por ejemplo, no cortar en seco o no soplarse con la pistola de aire para limpiarse pueden ser aplicadas.

Para asegurar este escenario - de no exposición a SCR al no ser detectada - se tendrán en consideración las mediciones cuatrimestrales que se vayan realizando, ya que en el supuesto de no estar expuesto a SCR no eximirá de medir periódicamente, tal y como queda recogido en la ITC 2.0.02. Debe de considerarse que la detección y/o cuantificación de SCR en alguna medición posterior generará de manera inmediata la aplicación del RD 665/1997.

7.1.2 Confirmar la presencia de SCR en los puestos de trabajo no involucrados directamente

En los puestos de trabajo no involucrados directamente se debe confirmar su no exposición a la SCR a través del siguiente procedimiento:

- Se realizarán un mínimo de tres mediciones en los casos más desfavorables.
- El muestreo se realizará en un punto fijo próximo a la zona de respiración, que se encontrará a 1,60-1,70 metros de altura en los puestos que se realizan de pie y a 1,20 metros en los casos donde la actividad se desarrolle sentada.
- La medición debe realizarse por una jornada laboral completa (8 horas).
- El muestreo debe realizarse con el siguiente volumen en litros mínimo:

$$V_{min} = \frac{LOD}{0{,}03\ VLA - ED}$$

Donde,
LOD es el límite de detección de la técnica analítica de laboratorio (en *µg/filtro*).
VLA-ED es el establecido para la SCR (en mg/m^3).

Se considerará que NO existe presencia de SCR cuando no se detecte en ninguna de las muestras obtenidas.

Aun así, mientras se realiza dicho estudio y se analizan las causas de la posible exposición, y hasta que se pueda alcanzar una conclusión fiable, los puestos investigados han de considerarse con exposición y, por lo tanto, les será de aplicación el Real Decreto 665/1997.

7.1.3 Detección de presencia de SCR por concentraciones ambientales externas para los puestos no involucrados

La exposición de motivos del Real Decreto 1154/2020, que modifica el Real Decreto 665/1997, establece la posibilidad de confirmar que la detección de SCR se produzca por concentraciones ambientales habituales en el aire exterior (urbano o rural) para los puestos de trabajo no involucrados directamente.

Este hecho debe ser verificado a través de tres mediciones fijas fuera de la zona de influencia de la actividad y de otra fuente de emisión ajena a 1,70 metros sobre el nivel del suelo, en las mismas condiciones y empleando equipos iguales a los utilizados en las mediciones en las zonas de trabajo y realizadas de manera simultánea a estas, con el fin de confirmar que las concentraciones de SCR no se deben a la propia actividad o actividades cercanas.

De acuerdo con el criterio contemplado en la Guía del INSST se considerará que la concentración ambiental es significativamente superior a la que es normal en el aire exterior (urbana o rural) cuando alguna de las concentraciones ambientales obtenidas en el puesto o lugar de trabajo sea tres veces superior a la concentración ambiental obtenida en el aire exterior del mismo día[2], y por lo tanto se entenderá que existe presencia en la zona de trabajo, por lo que, APLICA EN ESOS PUESTOS DE TRABAJO el Real Decreto 665/1997. En caso contrario, no se considerará que existe presencia a los efectos del Real Decreto.

[2] o bien se compruebe mediante prueba estadística la diferencia entre las dos poblaciones de mediciones.

7.1.4 Analizar los puestos de trabajo involucrados directamente

Para el caso de los puestos de trabajo involucrados directamente se debe tener en cuenta que, el procedimiento de medición de acuerdo con la ITC no se ha modificado y sigue en vigor, por lo que el historial de mediciones de la empresa sigue siendo válido. En este sentido, se debe medir la exposición de aquellos puestos de trabajo donde, de acuerdo con el historial, se haya identificado la exposición a SCR.

Estas mediciones deben realizarse por un técnico Titulado de Prevención de nivel Superior con la especialidad de Higiene Industrial, con los aparatos de tomas de muestras establecidos en el punto 3.3 de la ITC 02.0.02, para la captación de polvo y SCR, con la trazabilidad de las respectivas calibraciones y la conformidad de un laboratorio acreditado.

Así mismo, la ITC 02.0.02 elimina la posibilidad de reducción del número de muestras existente en la versión anterior, por lo que, en todos los puestos de trabajo expuestos, se deberá medir tres veces al año (una medición por cada cuatrimestre), independientemente del nivel de exposición.

A continuación, se exponen los diferentes casos según las mediciones obtenidas (Gráfico 5), en función de si el personal está involucrado directamente o no, en procesos de trabajo que generen exposición a polvo en suspensión:

Gráfico 5. Procedimiento a tener en cuenta para la actualización de la evaluación de riesgos

- **CASO A**: PERSONAL NO INVOLUCRADO DIRECTAMENTE EN TAREAS QUE GENERAN POLVO:
  - **CASO A-1**: MENOR AL LÍMITE DE DETECCIÓN. NO SE CONSIDERA PRESENCIA DE SCR. De acuerdo con la exposición de motivos del Real Decreto 1154/2020 "*cuando en determinados puestos de trabajo no involucrados directamente con las actividades mencionadas en el artículo 1 del Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, pero que, por otras circunstancias, no esté clara una posible exposición a agentes cancerígenos o mutágenos, sería necesario confirmar la presencia de estos*" (Ver punto 7.1.1).

    Por tanto, para aquellos puestos de trabajo donde NO SE HAYA DETECTADO EN NINGÚN CASO presencia de SCR en el ambiente de trabajo (resultando menor que el límite de detección), NO LES APLICA el Real Decreto 665/1997 y se seguirán gestionando como hasta la fecha.

  - **CASO A-2**: MAYOR AL LÍMITE DE DETECCIÓN POR CONCENTRACIÓN AMBIENTAL DE SCR. NO SE CONSIDERA PRESENCIA DE SCR. Puesto que la SCR es una sustancia de origen natural omnipresente en la corteza terrestre, "*En estos puestos de trabajo, cuando*

el agente cancerígeno o mutágeno se encuentre de forma habitual en el aire exterior (urbano o rural) a muy bajas concentraciones, la presencia en el lugar de trabajo se podría entender como concentraciones ambientales significativamente superiores a las que son normales en el aire exterior."

En consecuencia, SI SE HA DETECTADO SCR en la muestra, pero ese valor no es significativamente superior al encontrado de forma habitual en el aire exterior (urbano o rural) a muy bajas concentraciones (ver punto 7.1.3), NO APLICA EN ESOS PUESTOS DE TRABAJO el Real Decreto 665/1997. Esta afirmación se confirma con la imposibilidad de lograr niveles de exposición inferiores a los que estén presentes "*de forma habitual en el aire exterior (urbano o rural) a muy bajas concentraciones*".

Esto no implica que no haya que tomar medidas preventivas correspondientes sobre la seguridad y salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (polvo).

- **CASO A-3**. SÍ SE DETECTA SCR EN VALORES MAYORES A LOS AMBIENTALES. Se considerará que este valor es significativamente superior al encontrado de forma habitual en el aire exterior (urbano o rural) a muy bajas concentraciones (ver punto 7.1.3), por lo que, APLICA EN ESOS PUESTOS DE TRABAJO el Real Decreto 665/1997.

- **CASO B**: PERSONAL INVOLUCRADO DIRECTAMENTE EN TAREAS QUE GENERAN POLVO:
  - **CASO B-1**: MENOR AL LÍMITE DE DETECCIÓN. NO SE DETECTA PRESENCIA DE SCR EN EL AMBIENTE DE TRABAJO. La Guía del INS habla de identificar las tareas que generan polvo de SCR y los supuestos involucrados en esas tareas, pero a criterio del presente documento, para ello será necesario confirmar previamente mediante mediciones que efectivamente puede haber exposición a esa sustancia en el ambiente de trabajo. Como orientación el presente documento ofrece un criterio que podrá ser empleado por los técnicos que realicen la Evaluación, teniendo en cuenta lo descrito en el punto 7.1, donde se identifica el riesgo a través de los resultados de las muestras de los distintos puestos de trabajo regulados por la ITC 02.0.02. Es decir, se contempla la posibilidad, de que existan puestos no expuestos a SCR en las industrias extractivas[3].

    Esta situación debe ser documentada y justificada a través de un mínimo de tres tomas de muestras consecutivas donde los resultados sean menores al valor límite detectable, con un volumen de aire suficiente muestreado, y para aquellos puestos de trabajo donde NO SE HAYA DETECTADO EN NINGÚN CASO presencia de SCR en el ambiente de trabajo NO LES APLICARÍA el Real Decreto 665/1997, aunque será de aplicación la ITC 02.0.02 para garantizar el análisis permanente de esta situación.

  - **CASO B-2**. SÍ SE DETECTA SCR EN VALORES MAYORES AL LÍMITE DE DETECCIÓN. En este caso, si se ha detectado presencia de SCR en el ambiente de trabajo, por lo que SÍ APLICA EN ESE PUESTO el Real Decreto 665/1997 y se podría considerar que esa tarea genera polvo de SCR, a los efectos de la evaluación de riesgos en general.

Por último, señalar que, si el VALOR DETECTADO EN UN PUESTO DE TRABAJO ESTÁ POR ENCIMA DEL Valor Límite, la exposición es NO admisible, en cualquiera de los casos. En estas circunstancias, es obligatorio garantizar la seguridad y protección de estos trabajadores evitando INMEDIATAMENTE su exposición a esos niveles, y valorando y adoptando, asimismo INMEDIATAMENTE, aquellas medidas técnicas y organizativas que garanticen que los trabajadores no se encontrarán expuestos a valores superiores al Valor Límite de exposición, para lo que se realizará, de forma inmediata, la comprobación mediante toma de muestras del resultado positivo de la reducción de la exposición como consecuencia de la aplicación de dichas medidas.

[3]Es necesario en este caso distinguir entre "puestos involucrados en tareas que generan polvo" y "puestos de trabajo involucrados en tareas que generan polvo de SCR" y tener en cuenta la definición de "exposición" del Real Decreto 374/2001 como "presencia de un agente químico en el lugar de trabajo que implica el contacto de éste con el trabajador", por lo que si no se detecta SCR en el ambiente de trabajo, no estaría justificado considerar ese puesto como "directamente involucrado con las tareas que generan exposición a SCR" aunque sí lo sería en tareas que generan polvo.

7.2 Actualización de la evaluación de riesgos

El Real Decreto 665/1997, en su artículo 3, obliga a que "en caso de que sean identificados uno o más riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos durante el trabajo, se procederá, para aquellos que no hayan podido evitarse, a evaluar los mismos determinando su naturaleza, el grado y la duración de la exposición de los trabajadores". Asimismo, la evaluación deberá repetirse periódicamente.

Por otra parte, la ITC 02.0.02 indica en su artículo 3.1 "Cuando la evaluación de riesgos ponga de manifiesto que puede originarse exposición a polvo respirable habrá de evaluarse el grado y la duración de la exposición de los trabajadores".

El marco normativo nacional y las guías que lo desarrollan, establecen el procedimiento para la identificación del riesgo, pero no para definir el nivel o intensidad de la exposición (baja, media, alta, etc.), ni la exposición puntual o permanente durante la jornada, como sucede en otros países europeos, como los siguientes:

- El SCOEL ha emitido dictamen sobre el valor de 0,05 mg/m^3 de SCR como valor de exposición para reducir de forma relevante la prevalencia de silicosis y por lo tanto reducir el riesgo de cáncer de pulmón.
- La ACGIH determina valores basados en la salud, a través de la revisión de artículos en varias disciplinas científicas, que se considera que no producirán efectos adversos a la mayor parte de los trabajadores. La ACGIH estableció en 2010 un valor umbral (TLV) de 0,025 mg/m^3, para SCR como nivel de exposición que un trabajador típico puede tener sin efectos adversos para la salud. Representa las condiciones bajo las cuales la ACGIH cree que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos de manera repetida sin efectos adversos para la salud. Esa organización considera Sílice cristalina como cancerígeno tipo A2. Además, la normativa de la Administración de Seguridad y Salud de EE. UU. considera ese valor como un nivel de acción para la aplicación de la normativa específica sobre SCR, y en su documento de preguntas frecuentes denomina a exposiciones inferiores a ese valor como "exposiciones mínimas"[4].
- El Ministerio Federal de Trabajo y Asuntos Sociales de Alemania adoptó un criterio de evaluación para el cuarzo (polvo "A" o respirable) 0,05 mg/m^3 en 2016. Para ello el Instituto Federal de Seguridad y Salud laboral de Alemania realizó un estudio técnico que analizaba los mecanismos de acción de este agente y la consideración de que los valores por debajo de 0,01 mg/m^3 se pueden asociar a la zona de riesgo bajo o aceptable en el sistema alemán de categorización de exposiciones con posibles riesgos cancerígenos[5]. Posteriormente en 2020 se adoptaron las normas técnicas para polvos minerales que detallan las acciones a tomar si se supera el criterio de evaluación de 0,05 mg/m^3, con medidas preventivas específicas, técnicas y organizacionales, incluyendo los equipos de protección respiratoria y medidas higiénicas en aplicación de la Directiva europea de agentes cancerígenos.
- La legislación española mediante el Artículo 2.i) del Real Decreto 9/2005 por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados recoge criterios a emplear en la evaluación de riesgos para la población general por la exposición a agentes cancerígenos procedente de suelos. El valor cuantitativo para calificar como aceptable un riesgo de este tipo se establece en el mismo valor que adopta el sistema alemán para determinar el "riesgo bajo" por exposición profesional a agentes cancerígenos (1/100.000).

Para realizar la evaluación de riesgos se debe recurrir a los profesionales cualificados que gestionen la prevención de riesgos en la empresa, según la organización establecida. Como orientación y teniendo en cuenta las referencias científicas y técnicas descritas anteriormente, se presentan a continuación unos criterios como referencia para la valoración de la exposición a SCR, para que puedan ser empleados por los higienistas en el proceso de evaluación de riesgos si así lo consideran oportuno, y en particular a la hora de determinar y priorizar las medidas a adoptar en aplicación del artículo 5 del Real Decreto 665/1997, sobre la prevención y reducción de la exposición.

[4] 29 OSHA C.F.R. § 1910.1053. Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica. General Industry. https://www.osha.gov/silica-crystalline/faqs
[5] BAUA-AGS (Instituto Federal de Seguridad y Salud laboral de Alemania-Comité de Sustancias Peligrosas) Begründung zum Beurteilungsmaßstab zu Quarz" "Justificación de la Norma de evaluación del cuarzo". BAUA, agosto 2015.

Con las referencias descritas se puede determinar la intensidad de la exposición según el Gráfico 6 partiendo de, al menos, 3 medidas por puesto de trabajo.

Gráfico 6. Ejemplo de evaluación teniendo en cuenta la exposición.

Como información complementaria al gráfico anterior:

- La exposición "Muy Baja" sería equivalente, según el Instituto Alemán de Seguridad y Salud Ocupacional a "riesgo bajo".
- La exposición "Baja" sería equivalente a una exposición menor al TLV de la ACGIH (nivel de exposición que un trabajador típico puede tener sin efectos adversos para la salud).
- El caso de "presencia debido al aire exterior" está descrito en apartados anteriores y en esos casos excepcionales no se consideraría al trabajador "expuesto" por no considerar las Guías del INSST y el INS que haya presencia en el ámbito laboral.

Según el artículo 5.3 del Real Decreto 665/1997 es necesario desarrollar acciones en todos los casos de exposición y se deberá priorizar las acciones a juicio del higienista para los niveles de exposición mayores.

7.3 Determinación de Zonas de riesgo por exposición a SCR

El Real Decreto 665/1997 requiere que se determinen las "ZONAS de RIESGO" en su artículo 5) i. con ciertas limitaciones para trabajadores sensibles, accesos, señalización, permisos, etc.

La sectorización de las instalaciones no es sencilla en actividades mineras en las que las instalaciones suelen estar en espacios abiertos. En consecuencia, el técnico que realiza la evaluación de riesgos podrá aplicar los criterios anteriores que considere oportunos para la determinación de las zonas de riesgo.

7.4 Revisión de las medidas preventivas de los puestos de trabajo

No superar el valor límite de exposición no exime la responsabilidad del cumplimiento de la normativa, por lo que en los puestos de trabajo expuestos determinados de acuerdo con el punto 7.1., se procederá a la revisión de las medidas preventivas existentes y, en caso de necesidad, y de manera coherente con la evaluación de riesgos, se implementarán medidas adicionales.

Se deben estudiar medidas como:

- Sistemas Cerrados-Confinamiento.
- Reducción de la exposición y medidas preventivas específicas.
  - Reducción de la exposición al nivel tan bajo como sea técnicamente posible.
  - En el caso de que no sea técnicamente posible la aplicación de un Sistema cerrado, se aplicarán aquellas mejores técnicas disponibles.
- Medidas preventivas específicas.

En general, todos los métodos de trabajo que eviten la dispersión de polvo de SCR en el ambiente son preferidos frente a los demás. Por ejemplo, es preferible trabajar en húmedo o aspirar que hacerlo en seco o barrer. Las medidas técnicas u organizativas que separen a los trabajadores de los procesos o puntos de generación de polvo de SCR o que reduzcan su presencia en ellos, son muy importantes. La introducción de las mejores técnicas disponibles será otra cuestión a evaluar y decidir.

Con todo ello, la empresa debe preparar un plan permanente de prevención y reducción de la exposición para los trabajadores expuestos, independientemente del nivel de exposición, teniendo en cuenta:

- Principio de sustitución (art. 4).
- Prevención y reducción de la exposición (art. 5).
- Equipos de protección individual (EPIs).
- Medidas de higiene personal y de protección individual (art. 6).
- Vigilancia de la salud con protocolos específicos (art. 8).
- Documentación (art. 9).
- Información a las autoridades (art. 10).
- Incremento de la formación de trabajadores (art.11).
- Consulta y participación de los trabajadores (art.12).
- Mediciones periódicas.

8 Medidas de prevención y reducción de la exposición a la SCR

Las empresas de la industria extractiva llevan muchos años progresando en el control del polvo y de la SCR, a través de campañas sectoriales impulsadas por cada una de las asociaciones miembro de PRIMIGEA, participando vía las asociaciones europeas correspondientes, en la firma del Acuerdo NEPSI sobre Protección de la Salud de los trabajadores mediante la manipulación y el buen uso de la sílice cristalina y productos que lo contienen y desarrollando herramientas para las empresas, amparado por la Comisión Europea y reconocido por la legislación como una vía para favorecer el cumplimiento de la legislación.

En esta acción continua de mejora, y de forma resumida, las empresas deberán prevenir y reducir la exposición a SCR según lo indicado en la Figura 7.

Figura 7. Principios de actuación ante un agente cancerígeno (www.siliceysalud.es).

8.1 Sustitución de sustancias y de procesos

El objetivo de la sustitución de agentes cancerígenos o mutágenos es conseguir un resultado funcionalmente equivalente al obtenido mediante el agente o proceso original, que implique globalmente un menor riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores. El Real Decreto 665/1997 en su artículo 4 obliga al empresario a, "en la medida en que sea técnicamente posible", a evitar "la utilización en el trabajo de agentes cancerígenos o mutágenos, en particular mediante su sustitución por una sustancia, una mezcla o un procedimiento que, en condiciones normales de utilización, no sea peligroso o lo sea en menor grado para la salud o la seguridad de los trabajadores".

La Guía Técnica de Cancerígenos o Mutágenos establece que "…el hecho de que un artículo del Real Decreto 665/1997 disponga que el empresario deba aplicar esta medida de prevención siempre que sea técnicamente posible significa que en la evaluación ha de contemplarse esta solución, y, si no se adopta, se deberá justificar la imposibilidad técnica de llevarla a cabo". Por ello, cuando la evaluación ponga de manifiesto que existe riesgo de exposición a agentes cancerígenos, las empresas deberán contemplar su sustitución y cuando no sea técnicamente posible deberán documentarlo.

Dada las características de la industria extractiva, hace poco viable la adopción de esta medida, ya que, cuando se da es debido a que la sílice se encuentra presente de forma natural. En este caso, se debe justificar documentalmente que la sustitución no es viable, y se debe valorar un cambio de procedimiento, por otro que *no sea peligroso o lo sea en menor grado para la salud o la seguridad de los trabajadores.*

8.2 Prevención y reducción de la exposición

De acuerdo a lo indicado en el punto 7, la evaluación de riesgos establece las medidas de prevención frente a la exposición al polvo y a la SCR que son necesarias en cada caso, y por lo tanto, cuando los resultados de esta pongan de manifiesto un riesgo para la seguridad o la salud de los trabajadores por exposición a agentes cancerígenos o mutágenos, el Real Decreto 665/1997 enumera una serie de medidas cuyo objetivo será reducir el riesgo por exposición a estos agentes y, de acuerdo con la Guía de cancerígenos, evitarlo al máximo.

El cumplimiento del valor límite señalado anteriormente para la SCR no exime de la aplicación de las medidas de prevención y reducción de la exposición que correspondan, para mantener la exposición en el nivel más bajo posible.

Por aplicación de la legislación sobre agentes cancerígenos y mutágenos, en cuanto al control de la exposición, y de forma no exhaustiva, hay que tener en cuenta:

- Limitar las cantidades del agente cancerígeno en el lugar de trabajo.
- Realizar las operaciones que emitan polvo de SCR en un sistema cerrado.
- Diseñar los procesos de trabajo y las medidas técnicas con el objeto de evitar o reducir al mínimo la formación de polvo de SCR en el lugar de trabajo.
- Limitar al menor número posible los trabajadores expuestos o que puedan estarlo.
- Evacuar o controlar el polvo de SCR en origen, mediante métodos húmedos, extracción localizada o, cuando ello no sea técnicamente posible, por ventilación general, en condiciones que no supongan un riesgo para la salud pública y el medio ambiente.
- Utilizar los métodos de medición más adecuados, para una detección inmediata de exposiciones, alertando sobre una exposición anormal alta.
- Adoptar medidas de protección colectiva o, cuando la exposición no pueda evitarse por otros medios, medidas individuales de protección.
- Adoptar medidas higiénicas, en particular la limpieza regular de suelos, paredes y demás superficies.
- Delimitar las zonas de riesgo, estableciendo una señalización de seguridad y salud adecuada, que incluya la prohibición de fumar en dichas zonas, y permitir el acceso a las mismas solo al personal que deba operar en ellas, excluyendo a los trabajadores especialmente sensibles a estos riesgos.
- Velar que todos los recipientes, envases e instalaciones con polvo de SCR estén etiquetados de manera clara y legible y colocar señales de peligro claramente visibles, de conformidad con la normativa vigente en la materia.
- Instalar dispositivos y/o procedimientos de alerta para los casos de emergencia que puedan ocasionar exposiciones anormalmente altas al polvo de SCR.
- Disponer de medios que permitan el almacenamiento, manipulación y transporte seguros del polvo de SCR.

En cualquier caso, siempre se deben de considerar unas actuaciones técnicas para el control de la exposición al polvo de SCR y unas actuaciones médicas, para asegurarnos que las actuaciones técnicas están funcionando adecuadamente y la exposición no está afectando a los trabajadores. Entre las medidas técnicas para el control del polvo de sílice han de tenerse en cuenta los principios de actuación mostrados en la Figura 8.

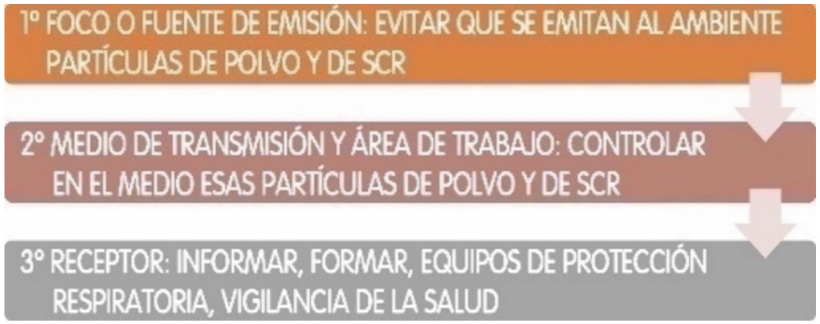


Figura 8. Principios de actuación frente al polvo y a la SCR (www.siliceysalud.es).

Para eliminar (o reducir) el nivel de polvo y, en consecuencia, de SCR, en una cantera o gravera se suelen utilizar tres tipos de medidas preventivas: las que se aplican cuando se está diseñando una nueva instalación o un nuevo proceso, las que corrigen los defectos que pueda haber en instalaciones o procesos ya existentes y las que son complementarias y tienden a reorganizar el trabajo.

Las medidas técnicas de prevención contra el polvo y la SCR responden a los siguientes criterios de actuación:

- El confinamiento (por carenado o capotaje) de los puntos de emisión del polvo, de los equipos y de los puestos de trabajo en salas de control y cabinas.
- El control del polvo mediante sedimentación por vía húmeda (aspersión, nebulización, etc.), o mediante selección de transporte adecuado al tamaño de partícula (por ejemplo, transporte neumático para material molturado o microcronizado), o mediante el lavado del material en el proceso de producción.
- La eliminación del polvo mediante la captación de partículas por aspiración y posterior separación o ventilación general.
- La organización del trabajo.

Por último, el empresario entre sus obligaciones debe detallar de forma específica, en la documentación correspondiente, todas las medidas correctoras evaluadas y finalmente adoptadas contra el polvo y la SCR.

8.2.1 Confinamiento (sistemas cerrados)

El confinamiento de los agentes cancerígenos o mutágenos en sistemas cerrados y estancos, preferentemente a presión negativa, es la primera opción tecnológica para la prevención y reducción de la exposición cuando no es posible la sustitución.

El confinamiento no actúa sobre el polvo, sino que lo confina, en el mismo punto donde se produce, reduciendo su propagación y para proteger los puntos donde se ubican los trabajadores, tal y como se indica en la Tabla 7.

Tabla 7. Medidas para el confinamiento del polvo.

MEDIDA PREVENTIVA	DESCRIPCIÓN
Carenados	• Cierre de uno o de varios equipos o partes de estos (alimentación y descarga), o de toda la instalación, reteniendo en su interior el polvo producido • Carenado de la tolva del primario • Ventajas: evita la acción del viento y la dispersión de los materiales, protege frente al ruido, la mayor estanqueidad reduce la cantidad de aire a aspirar, tiene costes bajos (mantenimiento y operación) y protege a los productos frente a la acción del viento, de la lluvia, etc. • Inconvenientes: ha de ir asociado a otros sistemas de captación o a medidas organizativas para no comprometer la seguridad de los trabajadores por acumulación de polvo en el interior, y coste de instalación
Capotaje	• Cierre de la cinta, en toda su longitud, con elementos rígidos, semirrígidos o inclusive con lonas. Se recomienda, especialmente, en cintas que transporten áridos finos o todo uno, pero la evaluación de riesgos determinará lo más conveniente • Si las bandas sufren modificaciones periódicamente o requieren un mantenimiento frecuente se aconseja la utilización de capotajes semirrígidos y ligeros • Pueden ser autoportantes de chapa o de poliéster con fibra de vidrio, de lona con estructura o, menos frecuentes, galerías de chapa • Ventajas: evita la acción del viento y la dispersión de los materiales, determinados capotajes protegen a los trabajadores frente a los riesgos de atrapamiento, protegen a los productos frente a la acción del viento, de la lluvia, etc. y tienen costes bajos (instalación, mantenimiento y operación) • Inconvenientes: es preciso adecuar el tipo de capotaje a las características de la cinta
Confinamiento y ventilación de las cabinas de mando, oficinas, talleres y laboratorios	• Cabinas de mando estancas donde la inyección de aire limpio permite evitar el riesgo pulvígeno • Aíslan al trabajador del polvo y le suministra aire limpio • Ventajas: muy efectivo, permiten el alejamiento y aislamiento del trabajador y también le protegen frente al ruido • Inconvenientes: requieren el mantenimiento del equipo de ventilación, de los cierres y de las juntas
Cabinas presurizadas de equipos móviles	• Consiste en alimentar la cabina con aire filtrado asegurando una sobrepresión y la renovación del aire • Están climatizadas para evitar abrir ventanas • Ventajas: muy efectivo, permiten el aislamiento del trabajador y también le protegen frente al ruido • Inconvenientes: requieren el mantenimiento del equipo de ventilación, de los cierres y de las juntas, la limpieza del mono y de las botas y es preciso sensibilizar al personal sobre el hábito de cerrar ventanillas y puertas

A pesar de que los cerramientos reducen la exposición en el ambiente de trabajo, no anulan el riesgo completamente, por lo que estos deberán ser construidos con materiales de calidad contrastada y deberá establecerse un programa de mantenimiento preventivo que garantice sus prestaciones iniciales. Especialmente, debe prestarse atención a la pérdida de estanqueidad, y por lo tanto la consecuente generación de fugas, en puntos críticos como válvulas, uniones, puntos de toma de muestra, etc.

Además, estas medidas de confinamiento han de proyectarse para cada caso en concreto, teniendo en cuenta las necesidades y limitaciones de la instalación, y podrán ser de múltiples tamaños, fijos o retráctiles, opacos o que permitan la visibilidad entre las zonas, etc.

8.2.2 Métodos por vía húmeda

Los procesos por vía húmeda y, en especial, los sistemas de pulverización consisten en provocar el contacto de las partículas de polvo con gotas de agua de pequeño tamaño, de forma que aquellas sedimenten, tal y como se indica en la Tabla 7. Estos sistemas con aporte de agua son ampliamente conocidos y utilizados en muchos sectores industriales debido a sus múltiples ventajas, tales como su menor coste y su gran eficacia para la reducción del polvo en las plantas de beneficio.

La situación de los puntos de tratamiento debe estar bien escogida para que se logre el objetivo de control del polvo. La mezcla de agua y de tensoactivo ha de ser constante e independiente del caudal precisado. Igualmente, se debe estudiar la compatibilidad con otros sistemas de control de polvo como las de extracción general en techos, si van a trabajar ambos sistemas simultáneamente.

Tabla 8. Medidas para la sedimentación por vía húmeda del polvo.

MEDIDA PREVENTIVA	DESCRIPCIÓN
Inyección de agua en equipos y herramientas	• Inyección directa de agua en las herramientas o equipos de trabajo para mitigar el polvo y como refrigerante del proceso
Pulverización de agua, de agua con agentes químicos o de agua con espumas	• Se pulverizan gotas de agua de pequeño tamaño sobre las partículas de polvo que, al entrar en contacto, sedimentan • Utilizan una pequeña cantidad de agua para humedecer el material y proceder a la separación del polvo • Constan de una bomba centrífuga de alta presión, circuito de alimentación y un conjunto de difusores • Es importante dimensionar la instalación para que el consumo de agua sea el mínimo imprescindible, de acuerdo con el tamaño de partícula y la cantidad de polvo prevista • Entre los equipos que se pueden emplear figuran: camiones con cuba de agua, sistemas de nebulizadores de polvo, cañones nebulizadores
Cámaras de niebla con atomización por ultrasonidos, por agua a presión o neumática	• Mismo principio que los anteriores, pero la atomización de las gotas de agua hace que su tamaño sea menor, lo que favorece el contacto con el polvo y la sedimentación de este

8.2.3 Captación de partículas (método por vía seca)

Los sistemas de captación de polvo (Tabla 9) son unos dispositivos que limpian el aire de polvo por medio de un ventilador que extrae el aire cargado de partículas de polvo. Este aire es conducido mediante tuberías a un dispositivo de separación de donde sale ya limpio. La aspiración consiste en la creación de una depresión en el punto de producción de polvo, para lo cual es preciso que este se encuentre confinado o que se disponga de una campana extractora y de un ventilador que produzca la depresión.

Entre las ventajas de estos sistemas de captación se puede destacar que evitan (o reducen considerablemente) la utilización de agua, no requieren aditivos, se recupera el material más fino, y pueden separarse las fracciones nocivas para la salud (menores de 10 µm).

Es generalmente la técnica más adecuada para resolver las emisiones de polvo en diferentes operaciones.

En cuanto a los inconvenientes, cabe resaltar que el coste de los dispositivos de aspiración es elevado, así como el mantenimiento requerido para conservar su eficacia y la gestión final del material fino aspirado (8.4.2).

Tabla 9. Medidas para la captación del polvo.

MEDIDA PREVENTIVA	DESCRIPCIÓN
Sistemas de aspiración	• Un ventilador crea una depresión en el punto de producción de polvo que permite extraer el aire cargado de polvo. Es preciso que el polvo se encuentre confinado o que se disponga de una campana extractora • Pueden ser generales para toda una instalación, por equipo, por foco de producción de polvo o manuales para la limpieza de la instalación
Separadores mecánicos	• Equipos que complementan a los equipos de captación del polvo • Separan el polvo gracias a la fuerza centrífuga y/o a la gravedad • Pueden ser gravitatorios, inerciales, ciclones simples, multiciclones o aspiradores separadores en vía seca
Separadores hidráulicos	• Equipos que complementan a los equipos de captación del polvo • Las partículas de polvo se ponen en contacto con una lámina de agua, produciéndose la separación • Pueden ser de lámina de agua, ciclones en vía húmeda o venturis lavadores
Separadores electrostáticos	• Equipos que complementan a los equipos de captación del polvo • El aire atraviesa una cámara de ionización donde el polvo se carga con electricidad positiva. A continuación, se le somete a un campo eléctrico que atrae a las partículas cargadas • Pueden ser precipitadores electrostáticos o cámaras de niebla cargadas electrostáticamente
Separadores porfiltración	• Equipos que complementan a los equipos de captación del polvo • La separación del polvo se produce al hacer pasar el aire aspirado a través de un filtro poroso • Pueden ser filtros de mangas con agitadores mecánicos, filtros de mangas de aire reversible, filtros con tobera de aire reversible

8.2.4 Otras medidas

Otras medidas preventivas contra el polvo son las especificadas en la Tabla 10.

Tabla 10. Otras medidas contra el polvo.

MEDIDA PREVENTIVA	DESCRIPCIÓN
Riego de zonas de trabajo y pistas	• Empleo de sistemas de aspersión o de camiones cubas, para proceder al riego periódico de las pistas, si el tiempo es seco
Asfaltado de vías de acceso y de pistas permanentes	• Muy eficaz contra el polvo, pero costosa y requiere mantenimiento • Permite aumentar la vida útil de los elementos de rodadura de los equipos (neumáticos, amortiguadores, etc.) y disminuye los riesgos de accidentes de tráfico
Estabilización química de las superficies de rodadura	• Impregnación de las pistas con agentes estabilizadores: agentes humidificadores, sales higroscópicas tipo cloruro sódico o cloruro cálcico que captan la humedad del aire y forman una costra resistente o agentes creadores de costra superficial (lignosulfatos, resinas sintéticas y compuestos derivados del petróleo, en vía húmeda)
Empleo de geotextiles	• Extensión de geotextiles (láminas filtrantes sintéticas que se utilizan para el control de la erosión y el drenaje sobre las zonas descubiertas permanentes que sean más problemáticas
Apantallamiento	• El uso de pantallas para proteger de la acción del viento (dominante) de zonas sensibles de generación de polvo en una medida muy sencilla y eficaz • Las pantallas pueden ser vegetales (plantación de cortinas de arbustos o árboles), caballones o cordones de estériles o bien fabricadas (malla, chapa, ladrillo, prefabricados de hormigón, ...) • Otra opción muy interesante de apantallamiento es la del uso del propio terreno (hueco de la explotación, relieve natural) o de otros edificios estructuras e infraestructuras de la explotación
Modificación del sistema de transporte	• Empleo de cintas transportadoras con o sin capotaje; puede aplicarse un sistema mixto camión – cinta • Empleo de transporte neumático, en materiales con muy alto porcentaje de material fino o muy fino
Cubrición de cargas con lonas o riego	• Recubrimiento del árido cargado en la caja de los camiones con una lona. Existen dispositivos automáticos para la extensión de la lona lo que simplifica la operación
Sistemas de lavado de ruedas	• Piscinas de lavado de ruedas; sistemas de lavado de bajos de camiones con agua a presión con puesta en marcha automática; rampas de lavado
Medidas en cintas y almacenamiento	• Uso de silos para áridos más finos • Empleo de sistemas para la limpieza de cintas, también llamados raspadores o “scrapers” (de caucho, metálicos, ...), sirven para eliminar las partículas finas de polvo adheridas a la superficie de las cintas. • Control de los puntos de descarga / alimentación entre equipos, comprobando que la regulación asegura una transferencia adecuada del material en proceso, sin vertidos y sin acción del viento • Control de los puntos de vertido sobre acopio, por la reducción de las alturas de caída libre del material y de la exposición al viento mediante: cámaras telescópicas, en espiral o en escalera, regulación vertical de la altura de caída desde la cinta al apilamiento o pantallas cortaviento • Humidificación superficial de acopios por sistemas de aspersión • Creación de soleras de hormigón para los acopios, e incluso muretes de protección
Sistemas de alerta	• Uso de detectores fijos que emiten alarmas sonoras una vez se supera el umbral de fracción respirable de polvo que se determine

8.2.5 Medidas organizativas

Las medidas de organización del trabajo, Tabla 11 son esenciales para prevenir y controlar la generación de polvo, ya que permiten mantener la eficiencia del proceso y de las medidas preventivas implantadas, así como asegurar la protección de los trabajadores.

Tabla 11. Medidas organizativas contra el polvo

MEDIDA PREVENTIVA	DESCRIPCIÓN
Usar la meteorología a favor	• Consiste en planificar determinados trabajos de la explotación en las épocas climatológicamente más favorables, evitando periodos secos con vientos fuertes
Alejar al trabajador del foco emisor de polvo	• Utilizar cabinas aisladas y ventiladas para evitar estar en ambientes con polvo (equipos móviles, equipos de perforación, control de la planta, etc.) • Usar controles remotos para activar equipos situados en las zonas con riesgo pulvígeno (por ejemplo, botoneras en silos de carga de producto) • Limitar el tiempo de permanencia en las zonas con riesgo pulvígeno • Cerrar las puertas y las ventanillas de los equipos móviles para limitar la entrada de polvo
Regulación automática de la planta	• Regulación automática del flujo de material, del régimen de funcionamiento de los equipos y de los mecanismos de prevención. es efectiva y evita poner en suspensión el polvo depositado • Permite el alejamiento y aislamiento del operario, optimiza el proceso, regula el arranque y la parada de equipos, evita el funcionamiento en vacío de los equipos, permite una producción más homogénea, previene averías, evita vertidos y reduce consumos energéticos y el único inconveniente destacable es el coste de implantación
Mantenimiento	• Operación imprescindible que garantiza el buen funcionamiento de todos los dispositivos de control del polvo instalados. Es efectiva, aumenta la vida útil de los dispositivos y evita poner en suspensión el polvo depositado • Ejecutar el mantenimiento, si es posible, con la planta parada y esperando a que el polvo se deposite • Cerrar los carenados y los capotajes cuando se haya finalizado la revisión • Realizar inspecciones periódicas de toda la instalación y de los dispositivos de lucha contra el polvo • Avisar a los superiores si se ha detectado algún problema en el funcionamiento de los equipos y de los sistemas de lucha contra el polvo • Llevar un control del estado de los equipos • Evitar los derrames de materiales en proceso y, especialmente, de los más finos • Mantener en buen estado las superficies de rodadura • Utilizar los EPI de protección respiratoria y otros, cuando fueran precisos
Limpieza de polvo y recogida de derrames	• Empezar por las zonas con derrames de polvo o de detritus de perforación • Emplear sistemas de limpieza en húmedo para evitar que el polvo quede en suspensión en el aire. Otra alternativa es el empleo de sistemas de aspiración • Retirar el polvo que se haya depositado • Realizar la limpieza en húmedo con la planta parada y sin tensión eléctrica • Proteger los elementos de los equipos y de los cuadros eléctricos que sean sensibles a la humedad • Utilizar los EPI correspondientes a la protección contra el polvo en los trabajos de limpieza • Manipular adecuadamente el lodo resultante o el polvo recogido
Uso de limpieza en húmedo	• Retirada del polvo depositado y de los derrames con mangueras de agua a presión regulable y conductos de evacuación y recogida del efluente o con equipos móviles de barrido y aspiración o de fregado. Es efectiva y evita poner en suspensión el polvo depositado • Ha de realizarse con la instalación (o parte de ella) parada y sin tensión eléctrica, es preciso el tratamiento del lodo resultante, requiere proteger las partes sensibles de los equipos y los cuadros eléctricos y se corre el riesgo de resbalar
Correcta utilización de los equipos	• Suministrar una adecuada formación a los trabajadores acerca del uso de los equipos de trabajo • Comprobar el funcionamiento de los equipos • Evitar atascos y derrames en los sistemas de alimentación y de transporte interno (cintas) • Comprobar los elementos que aseguran la estanqueidad de los puntos de carga y descarga de los equipos • Realizar una correcta distribución de la carga en los camiones, para evitar caídas de material • Limitar la velocidad de circulación • Diseño de un sistema de transporte interno que reduzca el número de desplazamientos, así como las distancias a recorrer
Instrucciones de operación	• Desarrollar unas instrucciones de trabajo precisas, para cada operación donde se genere polvo, con objeto de minimizar su producción y proteger mejor a los trabajadores

8.3 Medidas en el caso de exposiciones accidentales y no regulares

Tal y como se indica en el punto 6 de la ITC 02.0.02 "En caso de exposiciones accidentales y no regulares de polvo respirable de sílice cristalina será de aplicación lo previsto en el artículo 7 del Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo".

En el caso que suceda algún accidente o una situación imprevista que pudiera suponer una exposición anormal de los trabajadores, el empresario debe informar de ello, lo antes posible a estos y debe adaptar, en tanto no se hayan eliminado las causas que produjeron dicha exposición anormal, las medidas necesarias para:

- Limitar la autorización para trabajar en la zona afectada a los trabajadores que sean indispensables para efectuar las reparaciones u otros trabajos necesarios.
- Garantizar que la exposición no sea permanente y que su duración para cada trabajador se limite a lo estrictamente necesario.
- Poner a disposición de los trabajadores afectados ropa y equipos de protección adecuados.
- Impedir el trabajo en la zona afectada de los trabajadores no protegidos adecuadamente.

Además, se debe prestar especial atención a aquellas actividades no regulares (por ej. reparaciones, operaciones de mantenimiento u otras actuaciones de inspección de instalaciones o limpieza de estas, etc.), ya que se puede dar la posibilidad de un incremento significativo de la exposición de los trabajadores. En este caso, el empresario, una vez agotadas todas las posibilidades de adopción de otras medidas técnicas preventivas para limitar la exposición, deberá adoptar, previa consulta a los trabajadores o sus representantes, las medidas necesarias para:

- Evitar la exposición permanente del trabajador, reduciendo la duración de esta al tiempo estrictamente necesario.
- Adoptar medidas complementarias para garantizar la protección de los trabajadores afectados, en particular poniendo a su disposición ropa y equipos de protección adecuados que deberán utilizar mientras dure la exposición.
- Evitar que personas no autorizadas tengan acceso a las zonas donde se desarrollen estas actividades, bien delimitando y señalizando dichos lugares o bien por otros medios.

8.4 Almacenamiento, manipulación y transporte de materiales con contenido en SCR

En el almacenamiento, transporte y manipulación de los materiales en los que existe contenido de SCR se deben tener en cuenta, tanto los productos obtenidos dentro del proceso productivo y el material recogido a través de los sistemas de captación de partículas, como el material no vendible.

Según el Real Decreto 665/1997, y de acuerdo con el artículo 5.5, el empresario debe aplicar una serie de medidas necesarias siempre que se utilice un agente cancerígeno, acordes a las letras j) y l) de dicho artículo.

8.4.1 Almacenamiento y transporte de los materiales

Las medidas que se deben tener en cuenta en el caso del almacenamiento y transporte de los materiales son esenciales para prevenir y controlar la generación de polvo, además de proteger el medio ambiente y las vías de circulación.

En el almacenamiento del material susceptible de producir polvo, se adoptarán medidas de prevención tales como el riego de los materiales, instalación de campanas de aspiración, cerramientos, apantallamientos, tubos que eviten la acción del viento sobre la caída de materiales u otros sistemas apropiados para evitar la puesta en suspensión de polvo.

Las medidas aplicar en el caso del transporte externo y expedición:

- Uso de dispositivos de lavado de ruedas y del camión.
- Instalación de pórticos para el riego de la carga del camión.

- Uso obligatorio de lonas de cobertura de la caja del camión.
- Asfaltado de las vías de acceso del centro de la explotación.
- Limitar la velocidad de circulación en la zona de expedición.
- Limitar el acceso únicamente a personal autorizado por el riesgo de polvo y de atropellos.
- Plantación de cortinas de arbustos o árboles o bien construcción de pantallas que reduzcan la acción del viento.

En el caso del transporte del material dentro de la explotación:

- Las galerías, viales, plazas y pistas de rodadura deben mantenerse con un grado de humedad suficiente para evitar la puesta en suspensión del polvo depositado en ellas, utilizando, en caso necesario, sustancias que consoliden y mantengan la humedad del suelo.
- Reducir al máximo las distancias a recorrer, así como el número de desplazamientos a realizar.
- Mantenimiento periódico de las zonas de paso, haciendo hincapié en la eliminación de hundimientos, baches y roderas, así como la retirada de piedras caídas sobre las superficies de rodaduras.
- Señalización de la velocidad máxima de circulación y vigilancia de su cumplimiento.
- Creación de cortinas de árboles que ayuden a controlar las corrientes de aire en puntos críticos.

8.4.2 Tratamiento del material recogido en los sistemas de captación

Gracias a la captación de las partículas en el mismo foco en que se generan se consigue evitar la presencia de polvo en el medio. El posterior tratamiento de estas partículas, si son recogidas, pueden permitir recuperar los finos del material aspirados, por lo que hay que establecer mecanismos que eviten que el material recogido en dichos sistemas entre en suspensión como por ejemplo el uso de recipientes o camiones cisterna, para llevar a cabo su tratamiento posterior.

8.5 Medidas individuales e higiénicas

En muchas ocasiones, es imposible evitar el riesgo implantando medidas colectivas, y es necesario que el empresario tome medidas encaminadas a asegurar la adecuada protección de los trabajadores en la exposición a la SCR que no se haya podido reducir por otras medidas colectivas, así como las enfocadas a garantizar una higiene industrial apropiada.

8.5.1 Equipos de protección individual

Puesto que, sin duda, la principal posible afección provocada por la sílice cristalina es por vía inhalatoria, en cuanto a la protección individual respiratoria, se recomienda salvo criterio contrario y justificado del servicio de prevención, emplear mascarillas con grado de protección FFP3.

Respecto a los equipos de protección respiratoria -EPR se debe documentar:

- La clase adecuada y los criterios de selección de los EPR para el desempeño de los trabajos en los que se requiera su empleo.
- Los registros de entrega de EPR al personal con acuse de recibo por su parte.
- Registros de los controles realizados por la empresa o persona designada, con el objetivo de velar por su uso efectivo.
- La prueba de efectividad del ajuste, obligatorio en el ámbito minero.

Foto 1. Mascarilla autofiltrante FFP3 con válvula, muy indicado para trabajos en ambientes polvorientos por el alto contenido en sílice (Granidisco).

8.5.2 Higiene personal

Las medidas de higiene personal buscan el objetivo común de reducir la exposición a la SCR de forma directa o indirecta, y se refieren a la utilización de los espacios habilitados para comer, beber, fumar, el uso de taquillas separadas para ropa de trabajo y ropa limpia, así como la prohibición de la limpieza de la ropa de trabajo mediante el uso de aire comprimido.

De esta manera, el empresario, en toda actividad en que exista un riesgo por exposición a polvo respirable de sílice cristalina, deberá adoptar las medidas necesarias previstas en el artículo 6 del Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, e indicadas a continuación:

- Prohibir que los trabajadores coman, beban o fumen en las zonas de trabajo en las que exista dicho riesgo.
- Proveer a los trabajadores de ropa de protección de trabajo apropiada.
- Disponer de lugares separados para guardar de manera separada las ropas de trabajo o de protección y las ropas de vestir.
- Disponer de un lugar determinado para el almacenamiento adecuado de los equipos de protección y verificar que se limpian y se comprueba su buen funcionamiento, si fuera posible con anterioridad y, en todo caso, después de cada utilización, reparando o sustituyendo los equipos defectuosos antes de un nuevo uso.
- Disponer de retretes y cuartos de aseo apropiados y adecuados para uso de los trabajadores.

Además, aquellos trabajadores identificados en su evaluación de riesgos como expuestos dispondrán, dentro de la jornada laboral, del tiempo necesario para su aseo personal, con un máximo de 10 minutos antes de la comida y otros 10 minutos antes de abandonar el trabajo. Este tiempo en ningún caso podrá acumularse ni utilizarse para fines distintos a los previstos.

Asimismo, el empresario se responsabilizará del lavado y descontaminación de la ropa de trabajo, quedando rigurosamente prohibido que los trabajadores se lleven dicha ropa a su domicilio para tal fin.

Para su descontaminación y lavado, la empresa contará en sus instalaciones con los medios propios necesarios para eliminar las partículas de SCR presentes en la ropa de trabajo o externalizará su limpieza contratando a empresas especializadas. Cuando el procedimiento empleado sea este último, estará obligado a asegurar que la ropa se envíe en recipientes cerrados y etiquetados con las advertencias precisas, y se informe a la empresa receptora de que la ropa enviada es susceptible de contener pequeñas cantidades de sílice cristalina en fracción fina, y por lo tanto el riesgo de tipo cancerígeno derivado de la exposición, debe ser evaluado por la empresa receptora en función de las condiciones de trabajo, en aplicación de la normativa de prevención de riesgos laborales y, en su caso, del Real Decreto 665/1997.

Figura 9. Propuesta de etiqueta para señalizar recipientes que contienen ropa de trabajo con SCR (INS).

8.5.3 Limpieza de superficies

Con el fin de evitar que en las superficies se acumule polvo de sílice cristalina será necesario adoptar medidas higiénicas de limpieza regular de suelos, paredes y demás superficies.

Las medidas que se deben tener en cuenta son:

- Se debe procurar que las características de suelos, paredes y techos permitan una correcta limpieza e impermeabilización frente al polvo.
- La limpieza de estas superficies se realizará periódicamente por personal adecuado, de forma programada, llevándose a cabo en momentos del día en los que no se obstaculice el correcto desarrollo de otras actividades.
- En caso de derrame de sustancias que contengan sílice cristalina, se deberá llevar a cabo la limpieza lo antes posible, siempre en condiciones de seguridad.

8.6 Delimitación y señalización de las zonas de riesgo

La delimitación de las zonas de riesgo y la restricción del acceso son otras acciones que contemplar de cara a la reducción del riesgo de exposición. La delimitación de las zonas, con control de acceso a las mismas que permita la entrada exclusivamente de los trabajadores autorizados, permite un mayor control del riesgo con la aplicación de medidas específicas en cada zona; por ejemplo: ropa de trabajo específica, uso obligatorio de ciertos equipos de protección individual, ventilación, control ambiental, etc.

Asimismo, como consecuencia de la obligación que tiene el empresario de garantizar la protección de todos aquellos trabajadores que puedan verse afectados de forma singular por algún riesgo identificado en el puesto de trabajo, se incluye la prohibición de acceder a las zonas con riesgo de exposición a agentes cancerígenos o mutágenos a los trabajadores considerados especialmente sensibles (menores, embarazadas, trabajadoras en periodo de lactancia, etc.).

Por otro lado, es necesario disponer una correcta señalización de seguridad y salud, prestando una especial atención en la señalización de prohibición de acceso a zonas de riesgo de personas no autorizadas (Real Decreto 485/1997, 7, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo).

Ante la inexistencia de una indicación gráfica específica reglamentaria, se presenta una propuesta de señalización del INSST para las zonas donde existe riesgo por exposición a agentes cancerígenos o mutágenos.

Figura 10. Propuesta de señalización para las zonas donde existe riesgo por exposición a agentes cancerígenos o mutágenos (INSST).

Para la determinación de estas zonas se podrán emplear los criterios adoptados en la evaluación de riesgos.

9 Vigilancia de la salud

La Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales establece los principios generales a los que debe someterse la vigilancia de la salud de los trabajadores, y constituye la base normativa en la que se sustenta esta actividad. Así, el artículo 14 establece, por un lado, el derecho de los trabajadores a la vigilancia de su estado de salud, y de otro, el deber del empresario de garantizar dicha vigilancia.

9.1 SCR y efectos para la salud

Las emisiones excesivas de polvo y de SCR pueden producir molestias de carácter respiratorio, o de otra índole, si las personas están expuestas durante un tiempo prolongado: picores, estornudos, conjuntivitis, así como, enfermedades de carácter irreversible como la neumoconiosis y, en concreto, una de sus variedades, la silicosis.

En este caso, la vigilancia específica y adecuada de la salud solo se realizará a los trabajadores con respecto a los cuales la evaluación de riesgos indicada en el artículo 3 del Real Decreto 665/1997 ponga de manifiesto un riesgo por exposición a agentes cancerígenos o mutágenos.

Cuando está presente el riesgo de exposición a polvo de sílice cristalina, las actuaciones médicas son fundamentales para el control, tanto de la exposición como de las actuaciones técnicas aplicadas. Cuando se hace referencia a las actuaciones médicas se refiere a la Vigilancia de la Salud que viene recogida en toda la normativa de aplicación referente a la exposición del polvo de sílice cristalina.

La Vigilancia de la Salud se debe de realizar:

- Antes del inicio de la exposición, ya sea por nueva incorporación o por cambio de puesto de trabajo, con el objeto de conocer el estado de salud inicial del trabajador para poder valorar los cambios del estado de salud en reconocimientos posteriores y detectar trabajadores especialmente sensibles. Este control inicial se debe hacer, previo a la exposición, y como máximo en los tres primeros meses.
- A intervalos regulares en lo sucesivo, con la periodicidad que las guías y protocolos de la administración, o el médico del trabajo responsable, establezcan, y tras una ausencia prolongada por motivos de salud, con la finalidad de descubrir sus eventuales orígenes profesionales y recomendar una acción apropiada para proteger a los trabajadores.
- Cuando sea necesario por haberse detectado en algún trabajador de la empresa, con exposición similar, algún trastorno que pueda deberse a la exposición a polvo respirable.

Una vez finalizada la relación laboral con la empresa (por jubilación o por otros motivos) se debe informar al trabajador sobre la necesidad de seguir un control de vigilancia de salud específica por parte del sistema público de salud que corresponda. A este respecto, y con vistas a facilitar dicha gestión al trabajador, es recomendable facilitarle un escrito a la atención del médico de atención primaria, explicando los acontecimientos, y solicitando el control y seguimiento en su caso.

Los exámenes de salud incluirán:

- Historia clínico-laboral, además de los datos de anamnesis.
- Exploración clínica.
- Control biológico.
- Estudios complementarios en función de los riesgos inherentes al trabajo.
- Descripción detallada del puesto de trabajo.
- Tiempo de permanencia en el puesto de trabajo.
- Los valores de las mediciones a los que haya estado expuesto el trabajador.
- Los riesgos detectados en la evaluación de riesgos.
- Las medidas de prevención adoptadas.

Los valores de exposición a los que estén sometidos los trabajadores se registrarán, periódicamente, en fichas individualizadas para cada trabajador a fin de conocer el riesgo acumulado al que han estado expuestos. Estas fichas se adjuntarán a su expediente médico.

Los resultados de la vigilancia de la salud serán comunicados a los trabajadores afectados, quienes podrán, además, solicitar la revisión de estos.

Para llevar a cabo la Vigilancia de la Salud se debe de seguir el "Protocolo de vigilancia sanitaria específica. Silicosis", del Ministerio de Sanidad (2020).

En cuanto al procedimiento llevado a cabo en los controles médicos, en el Anexo II del RD 665/1997, se exponen recomendaciones prácticas. En este se describe que el médico y/o la autoridad responsable del control médico deberán estar familiarizados con las condiciones o circunstancias de exposición de cada trabajador.

Asimismo, se indica que el control médico incluirá, al menos, las medidas siguientes:

- Registro de los antecedentes médicos y profesionales de cada trabajador.
- Entrevista personal.
- Control biológico.
- Detección de los efectos precoces y reversibles.

9.1.1 Vigilancia de la salud en personas trabajadoras con exposición a SCR esporádica, intermitente u ocasional

La vigilancia de la salud para estas situaciones, y sin perjuicio del criterio médico para interpretar situaciones específicas, podría tomar como referencia el siguiente procedimiento, según la Guía del INSST:

- Exposición ocasional en casos de averías de urgencia o necesidades sobrevenidas, no estando previsto que vayan a repetirse, pero que se desarrollen en lugares de trabajo en los que la exposición en caso de producirse será de muy baja intensidad y siempre inferior al valor límite admisible: en estos casos podría valorarse la no aplicación del protocolo PVSE para silicosis.
- Exposiciones continuas, en las tareas que hayan podido programarse con antelación o bien que sea posible que se repitan a corto medio plazo: en estos casos será de aplicación el PVS para silicosis por lo que se le aplicaría lo indicado en el apartado anterior.

9.2 Periodicidad de los reconocimientos médicos

Con carácter general, la Guía del INSST propone, en función del contenido de sílice de la materia prima o situación concreta, la siguiente periodicidad, con independencia de que el criterio médico acorte estos intervalos:

- Contenido en sílice libre menor del 15%: trienal.
- Contenido en sílice libre mayor del 15%: anual.
- Minería subterránea de carbón:
  - Primeros 10 años: trienal.
  - A partir de 10 años: anual.
- Minería subterránea no carbonífera: anual.

9.3 Capacitación para la vigilancia de la salud

El Real Decreto 665/1997 establece que la vigilancia de la salud de las personas trabajadoras se realice por personal sanitario competente de conformidad con el Real Decreto 39/1997 en el que se especifican las condiciones para llevar a cabo esas tareas. Este último Real Decreto también establece que se trata de funciones correspondientes al nivel superior de prevención de riesgos laborales y que los servicios de prevención que se ocupen de ellos deberán contar al menos con dos profesionales sanitarios, uno con la titulación de médico especialista en medicina del trabajo y otro como la de enfermería del trabajo, con independencia de que fuese necesaria la intervención de otros profesionales con competencia técnica formación y capacitación acreditada.

Además, se debe de tener en cuenta que, la evaluación de los estudios de imagen se debe realizar por personal experto, con equipos técnicos apropiados debido a su complejidad.

10 Documentación e información a las autoridades competentes

El empresario, siempre que tengan lugar trabajos susceptibles de generar un riesgo por exposición a polvo respirable de sílice cristalina, está obligado a recoger y disponer de una documentación completa sobre la metodología utilizada en la evaluación de riesgos y sobre sus resultados.

A modo de resumen, la documentación que debe recoger y conservar el empresario es:

- Evaluación de riesgos: en dicho documento se debe especificar la metodología seguida para realizarla, incluidos los procedimientos de toma de muestras y análisis. Si una vez realizada la evaluación se determina que existe riesgo de exposición a agentes cancerígenos, la empresa debe contemplar su sustitución y cuando no sea técnicamente posible, se deberá justificar, por lo que se recomienda que, el procedimiento y análisis de sustitución se documente y se anexe a la evaluación de riesgos.
- Listado de trabajadores expuestos: lista actualizada de los trabajadores que ocupan o hayan ocupado puestos de trabajo para los cuales las evaluaciones efectuadas han revelado algún riesgo para la seguridad o la salud, con indicación de los correspondientes niveles de exposición a los que están o hayan estado sometidos.
- Historiales médicos individuales correspondientes a todos los trabajadores expuestos: el empresario tiene la obligación de adoptar las medidas necesarias para conservar los historiales médicos individuales de todos los trabajadores que consten en el listado anterior, incluso si se diera la circunstancia de cambio del servicio de prevención ajeno responsable de la vigilancia de la salud.
- Listado de puestos de trabajo compatibles/incompatibles con determinadas situaciones: será necesario disponer de un listado de puestos de trabajo para los que la exposición a SCR sea incompatible con el embarazo y la lactancia, así como la lista de los puestos de trabajo exentos de exposición a polvo de SCR.

Tanto el listado como los historiales médicos individuales de los trabajadores expuestos se deben conservar y custodiar durante cuarenta años desde la última asistencia, remitiéndose a la autoridad laboral en el caso de que la empresa cese en su actividad antes de dicho plazo. Toda la documentación podrá ser requerida, en algún momento, por la autoridad laboral correspondiente.

Por otro lado, el empresario debe enviar, cuatrimestralmente y por medios electrónicos, las fichas de datos estadísticos que incluyen los resultados de las tomas de muestras al Instituto Nacional de Silicosis y anualmente, junto con la presentación de las modificaciones del Documento sobre Seguridad y Salud, a la Autoridad Minera, y además tiene el deber de informar, tanto a la autoridad Minera como al Instituto Nacional de Silicosis, todo caso de neumoconiosis, silicosis y cáncer de pulmón que se reconozca resultante de la exposición a polvo o SCR durante el trabajo.

10.1 Información a las autoridades competentes

El empresario deberá suministrar a las autoridades laborales y sanitarias, cuando éstas lo soliciten:

- Comunicación de enfermedades profesionales: la empresa comunicará a la autoridad laboral y a la autoridad minera cuando tenga conocimiento de ella.
- En caso de cese de actividad:
  - Remitir a la autoridad laboral la lista actualizada del personal que haya realizado trabajos con riesgo de exposición a polvo de SCR.
  - Remitir a la autoridad laboral los historiales médicos individuales del personal.
- En caso de paralización de trabajos por riesgo de sobreexposición:
  - Si la paralización ha sido decretada por la inspección de trabajo: la empresa informará al personal afectado.
  - Si la paralización ha sido decretada por el personal: el personal informará a la inspección de trabajo y a la empresa.
  - El reinicio de la actividad: la empresa informará a la inspección de trabajo.

11 Formación, información y consulta de los trabajadores

La formación, información y consulta de los trabajadores son unos de los principios básicos de la prevención de riesgos laborales, y forman parte intrínseca de la gestión de riesgos dentro de una empresa.

El empresario debe llevar a cabo las disposiciones oportunas para que los trabajadores, así como sus representantes, sean informados y formados sobre todas las medidas que deben tomarse conforme a la normativa laboral, y en relación con la protección y prevención frente al riesgo de la exposición al polvo y SCR, y de esta manera sepan cómo actuar frente a este posible riesgo que se puede presentar en su puesto de trabajo.

11.1 Información sobre la exposición a polvo

La información ha de ser proporcionada al personal de forma individualizada y debe ser clara y precisa en materia de prevención frente a la exposición a polvo y SCR en su puesto de trabajo. Radicará en comunicaciones tanto verbales como escritas, acompañadas de las observaciones oportunas para que pueda ser comprensible y bien interpretada por estos.

Esta información debe contener, no solo las precauciones y medidas adecuadas que deben adoptarse con objeto de que el trabajador se proteja a sí mismo y a los demás trabajadores en el lugar de trabajo, si no también, los procedimientos de trabajo correspondientes, precauciones especiales y medidas a adoptar en caso de incidentes o para la prevención de estos, destacando:

- La materia prima manipulada y su contenido en sílice cristalina.
- Los riesgos potenciales para la salud.
- Los resultados de la evaluación de riesgo.
- Las medidas preventivas.
- Las precauciones y recomendaciones para reducir al mínimo la exposición.
- La utilización de equipos de protección individual.
- Las medidas de higiene personal.
- Los resultados de la vigilancia sanitaria específica.
- La vigilancia de la salud post-ocupacional.
- Las causas en el caso de una exposición accidental o no regular.
- Las instalaciones en las que exista riesgo de exposición a la SCR.
- La señalización de la ropa de trabajo.
- Las precauciones especiales y medidas a adoptar en caso de incidente.

El objetivo es que el trabajador conozca, comprenda, recuerde y utilice siempre que sea pertinente la información necesaria. De no ser así, el trabajo en cuestión deberá suspenderse.

Además de información verbal y escrita, es interesante incluir materiales y recursos didácticos (vídeos, fotografías, etc.), así como testimonios reales de trabajadores afectados.

Existen varios recursos a disposición de las empresas recogidos en la bibliografía, y en el Anejo VI de esta guía.

11.2 Formación preventiva

La formación tiene como objetivo la adquisición de conocimientos y aptitudes que reviertan en la seguridad y salud de los propios trabajadores.

El empresario debe asegurar que cada trabajador recibe una formación, teórica y práctica, suficiente y adecuada en materia de lucha contra el polvo en su puesto de trabajo. La formación en materia preventiva establecida en el RD 665/1997 debe realizarse conforme al artículo 19 de la LPRL, y el personal formador deberá disponer de los conocimientos necesarios y habrá de contar como mínimo con la formación preventiva correspondiente al Nivel Superior en Prevención de Riesgos Laborales en la especialidad de Higiene Industrial.

El trabajador debe de recibir formación sobre las medidas higiénicas y de protección individual, y una formación práctica mediante ensayos de ajuste cuantitativos de los equipos de protección respiratoria, con métodos basados en el contaje de partículas como los mencionados en la norma UNE-EN 529:2006.

Dicha formación ha de impartirse periódicamente, y de acuerdo con la ITC 02.0.02 deberá repetirse, al menos una vez al año y, en particular cuando el trabajador cambie de funciones, de puesto o de lugar de trabajo, o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo, adaptándose a los nuevos conocimientos respecto a los riesgos o la aparición de otros nuevos.

El contenido de la formación ha de ser específico, particularizado para el centro de trabajo, se recomienda una duración mínima de 2 horas y que incluya, como mínimo, los aspectos que se indican en la figura 11.

11.3 Consulta y participación de los trabajadores

Además de lo anteriormente expuesto sobre la información y formación a los trabajadores, en base al artículo 12 del RD 665/1997 y el apartado 2 del artículo 18 de la LPRL, el empresario deberá consultar a los trabajadores y permitir su participación. Los trabajadores podrán efectuar propuestas al empresario, enfocadas a la mejora de los niveles de protección de la seguridad y salud de la empresa.

La aplicación de estas disposiciones es sin perjuicio del derecho del empresario de decidir las medidas a aplicar, teniendo en cuenta que estas deben ir dirigidas a garantizar la protección eficaz de los trabajadores, según lo dispuesto en el artículo 14 de la LPRL.

Figura 11. Propuesta de programa formativo (INS).

12 Bibliografía

12.1 Referencias bibliográficas

- ANEFA / COMINROC (2023). Sílice y salud. www.siliceysalud.es.
- EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2023). Página web. https://osha.europa.eu.
- INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS (INS) (2022).Guía técnica para la prevención del riesgo por exposición a la sílice cristalina respirable (SCR) en el ámbito laboral. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Instituto Nacional de Silicosis (INS). https://ins.astursalud.es/documents/102310/0/Gu%C3%ADa+Técnica+INS-Prevención+del+riesgo+por+exposición+a+SCR+en+el+ámbito+laboral.pdf/7cf1e7f5-255a-a843-fafe-f7cc3dd9d5f9?version=1.0
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (2023). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos en el trabajo. https://www.insst.es/el-instituto-al-dia/guia-tecnica-para-la-evaluacion-y-prevencion-de-los-riesgos-relacionados-con-la-exposicion-a-agentes-cancerigenos-o-mutagenos-en-el-trabajo-ano-2022
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (2023). Página web. https://www.insst.es.
- INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS (2023). Página web. https://ins.es.
- LUACES FRADES, C. et al. (2003). Control del polvo en Canteras, Graveras y Plantas de Tratamiento de Áridos. ANEFA. Madrid.
- LUACES FRADES, C., CARRETÓN MORENO, R., MARTÍN BOLUDA, P. (2020). Capítulo 29: Control y prevención de emisiones a la atmósfera y del ruido ambiental. En: Manual de Áridos para el siglo XXI, pp. 829 - 868. ANEFA. Madrid.
- LUACES FRADES, C., CARRETÓN MORENO, R., MARTÍN BOLUDA, P. (2020). Capítulo 38: Medidas de seguridad y salud. Prevención de daños para la salud. Riesgos Emergentes. En: Manual de Áridos para el siglo XXI, pp. 1077 - 1124. ANEFA. Madrid.
- NEPSI (2022) 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. NEPSI EU. Página web. https://guide.nepsi-platform.com/wp-content/uploads/2021/04/NEPSI-Good-Practice-Guide-ES.pdf
- NEPSI (2023). Página web. www.nepsi.eu.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (2023). Guía técnica para la prevención del riesgo por exposición a la Sílice Cristalina Respirable (SCR) en el ámbito laboral. Apéndice Industria Extractiva - ITC 02.0.02- https://ins.astursalud.es/documents/102310/0/Ap%C3%A9ndice+-Gu%C3%ADa+T%C3%A9cnica+para+la+Industria+Extractiva.pdf/04daaeb4-daed-dd40-aa91-efa38d1dc7e7?version=1.0

12.2 Disposiciones legales

- Real Decreto 3255/1983, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Minero.
- Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, del 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y salud de los trabajadores en las actividades mineras.
- Real Decreto 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.
- Real Decreto 257/2018, de 4 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- 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.
- Real Decreto 1154/2020, de 22 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados a la exposición a agentes cancerígenos y cancerígenos durante el trabajo.
- Orden TED/723/2021, de 1 de julio, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 02.0.02 “Protección de los trabajadores contra el riesgo por inhalación de polvo y sílice cristalina respirables”, del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Real Decreto 612/2024, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

13 ANEXO I Definiciones

Con el objetivo de poder conocer y familiarizarse con algunos conceptos que se utilizan de manera reiterada a lo largo de la presente guía, se realiza a continuación una breve descripción:

- **Agente cancerígeno o mutágeno**: sustancia o mezcla que cumpla los criterios para su clasificación como cancerígeno o mutágeno en células germinales de categoría 1A o 1B establecidos en el anexo I del Reglamento (CE) Nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.
  Asimismo, también se entenderá como agente cancerígeno una sustancia, mezcla o procedimiento de los mencionados en el anexo I del RD 665/1997 (SCR), así como una sustancia o mezcla que se produzca durante uno de los procedimientos mencionados en el anexo I del mencionado Real Decreto.
- **Agente químico**: todo elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no.
- **Exposición a un agente cancerígeno**: presencia de un agente cancerígeno en el lugar de trabajo que implica el contacto de este con el trabajador, normalmente por inhalación.
- **Exposición a un agente químico**: presencia de un agente químico en el lugar de trabajo que implica el contacto de este con el trabajador, normalmente por inhalación o por vía dérmica.
- **Exposición diaria (ED)**: es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias.
- **Fracción respirable del polvo**: fracción másica de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas establecido en el apartado 5.3 de la norma UNE-EN-481 «Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles».
- **Jornada de trabajo**: período de tiempo que, diariamente, corresponde a la jornada laboral completa.
- **Límite de cuantificación, LOQ**: Cantidad menor de un analito que se puede cuantificar con un nivel de confianza dado. El límite de cuantificación se puede calcular como diez veces la desviación típica de las medidas de un banco. El valor del LOQ se puede utilizar como un valor umbral para garantizar la exactitud de la medida de una sustancia.
- **Límite de detección, LOD**: Cantidad menor de un analito que se puede detectar con un nivel de confianza dado. El límite de detección se puede calcular como tres veces la desviación típica de las medidas de un banco. Esto representa una probabilidad del 50% de que el analito no se detecte estando presente a la concentración del límite de detección. El LOD se puede utilizar como un valor umbral para afirmar la presencia de una sustancia con un nivel de confianza dado.
- **Muestreador**: dispositivo para separar los agentes químicos y/o biológicos del aire que les rodea y que consta de sistema de clasificación y/o elemento de retención.
- **Polvo**: suspensión de materia sólida, particulada y dispersa en la atmósfera, producida por procesos mecánicos y/o por el movimiento del aire.
- **Sílice cristalina**: dióxido de silicio, cristalizado generalmente en forma de cuarzo o cristobalita.
- **Trabajos con riesgo de silicosis**: son aquellos que aparecen listados en el Real Decreto 257/2018, de 4 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesiona-

les en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro, así como cualquier otro trabajo donde se detecte la presencia de sílice libre cristalina.

- **Valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED®)**: valor límite de la concentración media, medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias.
- **Vigilancia de la salud**: el examen de cada trabajador para determinar su estado de salud, en relación con la exposición a agentes cancerígenos específicos en el trabajo.
- **Zona de respiración**: el espacio alrededor de la cara del trabajador del que éste toma el aire que respira. Con fines técnicos, una definición más precisa es la siguiente: semiesfera de 0,3 m de radio que se extiende por delante de la cara del trabajador, cuyo centro se localiza en el punto medio del segmento imaginario que une ambos oídos y cuya base está constituida por el plano que contiene dicho segmento, la parte más alta de la cabeza y la laringe (norma UNE-EN 1540 «Exposición en el lugar de trabajo. Terminología»).

14 ANEXO II WEB SÍLICE Y SALUD – La web de referencia para la sílice cristalina respirable

Toda la información contenida en este documento está disponible en la Web www.siliceysalud.es. Web de referencia para informar y promover el cumplimiento de la normativa en el ámbito de actuación de polvo y la sílice, aportando cuantos recursos pudieran ser de gran interés para la información de toda la estructura organizativa de la empresa en materia de prevención de riesgos laborales, así como el cumplimiento eficaz de las obligaciones en materia preventiva y buenas prácticas aplicadas.

Toda la información recogida en estas Orientaciones puede encontrarse en: **www.siliceysalud.es**

15 ANEXO III Referencia a las fichas de Buenas Prácticas NEPSI

En las fichas de Buenas Prácticas de NEPSI se describen técnicas para diversas tareas frecuentes y específicas para cada uno de los sectores 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.

Están disponibles en la web **www.siliceysalud**.

Para la comodidad del usuario, las fichas de Buenas Prácticas se han diferenciado en función de:

BUENAS PRÁCTICAS GENERALES

- Limpieza de superficies e instalaciones
- Diseño de edificios
- Diseño de salas de control
- Diseño de conductos
- Diseño de unidades de extracción de polvo
- Planificación para situaciones de gran exposición imprevistas
- Almacenamiento general en interior
- Almacenamiento general en exterior
- Ventilación general
- Buena higiene
- Sistemas de manipulación y transporte
- Trabajo de laboratorio
- Ventilación mediante extracción local
- Actividades de mantenimiento, servicio técnico y reparación
- Aplicaciones de corte en seco y trituración usando amoladoras/cortadoras de ángulo o rozadoras eléctricas
- Trituración en seco de hormigón y otros materiales utilizando amoladoras de superficie de hormigón eléctricas
- Actividades de arenado en seco utilizando herramientas mecánicas eléctricas manuales
- Procesamiento con agua de piezas minerales que contengan sílice cristalina usando herramientas mecánicas manuales
- Equipo de protección individual
- Eliminación de polvo o fango residual de una unidad de extracción
- Sistemas de embalado

BUENAS PRÁCTICAS ESPECÍFICAS

- Vaciado de sacos: sacos pequeños
- Vaciado de sacos: sacos a granel
- Carga a granel del camión cisterna
- Carga a granel
- Descarga de camión cisterna a granel (soplado)
- Descarga a granel
- Triturado de minerales/materias primas
- Secado de minerales/materias primas
- Trituración de minerales/materias primas
- Ensacado gigante
- Mezcla de materiales
- Uso de agua/aditivos en las carreteras o superficies abiertas para reducir los niveles de polvo
- Tamizado
- Ensacado en bolsas pequeñas: productos gruesos
- Ensacado en bolsas pequeñas: harinas/finos
- Ensacado automático en bolsas pequeñas

- Sistemas de transporte para productos de sílice secos finos
- Uso de una torre de perforación
- Supresión de polvo por vía húmeda
- Equipo móvil en canteras: excavación y transporte
- Planta de procesamiento móvil en cantera

BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN

- Control del polvo
- Control del polvo en tiempo real
- Supervisión
- Formación
- Trabajo con subcontratistas

16 ANEXO IV RD Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

LEGISLACIÓN CONSOLIDADA

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

Ministerio de la Presidencia
«BOE» núm. 124, de 24 de mayo de 1997
Referencia: BOE-A-1997-11145

ÍNDICE

Preámbulo . . . 3
CAPÍTULO I. Disposiciones generales . . . 3
Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación. . . . 3
Artículo 2. Definiciones. . . . 4
CAPÍTULO II. Obligaciones del empresario . . . 4
Artículo 3. Identificación y evaluación de riesgos. . . . 4
Artículo 4. Sustitución de agentes cancerígenos o mutágenos. . . . 4
Artículo 5. Prevención y reducción de la exposición. . . . 4
Artículo 6. Medidas de higiene personal y de protección individual. . . . 5
Artículo 7. Exposiciones accidentales y exposiciones no regulares. . . . 6
Artículo 8. Vigilancia de la salud de los trabajadores. . . . 6
Artículo 9. Documentación. . . . 7
Artículo 10. Información a las autoridades competentes. . . . 7
Artículo 11. Información y formación de los trabajadores. . . . 8
Artículo 12. Consulta y participación de los trabajadores. . . . 8
Disposiciones adicionales . . . 8
Disposición adicional primera. Remisión de documentación e información a las autoridades sanitarias. . . 8

17 ANEXO V Orden TED/723/2021, de 1 de julio, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 02.0.02 «Protección de los trabajadores contra el riesgo por inhalación de polvo y sílice cristalina respirables», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO
Núm. 163 Viernes 9 de julio de 2021 Sec. III. Pág. 82399

III. OTRAS DISPOSICIONES

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

11458 *Orden TED/723/2021, de 1 de julio, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 02.0.02 «Protección de los trabajadores contra el riesgo por inhalación de polvo y sílice cristalina respirables», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.*

La 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 cancerígenos o mutágenos durante el trabajo, ha incorporado los trabajos que supongan exposición al polvo respirable de sílice cristalina generado en un proceso de trabajo como agente cancerígeno. Dicha directiva ha sido transpuesta por el Real Decreto 1154/2020, de 22 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

La nueva consideración legal como cancerígenos de estos trabajos constituye un cambio de paradigma en la gestión del riesgo por exposición al polvo y sílice que se viene llevando a cabo específicamente en el sector minero, pues éste es, en ocasiones, el riesgo más frecuente y más grave con respecto a la salud de los trabajadores dentro de las actividades sujetas al Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (en adelante «RGNBSM»). Así, es necesario y oportuno actualizar los criterios y métodos para definir la peligrosidad y el control del polvo en los lugares de trabajo, así como la vigilancia de la salud de los trabajadores, establecidos en las instrucciones técnicas complementarias 02.0.02, 02.0.03 y 04.8.01, relativas a la protección de los trabajadores contra el polvo, del RGNBSM.

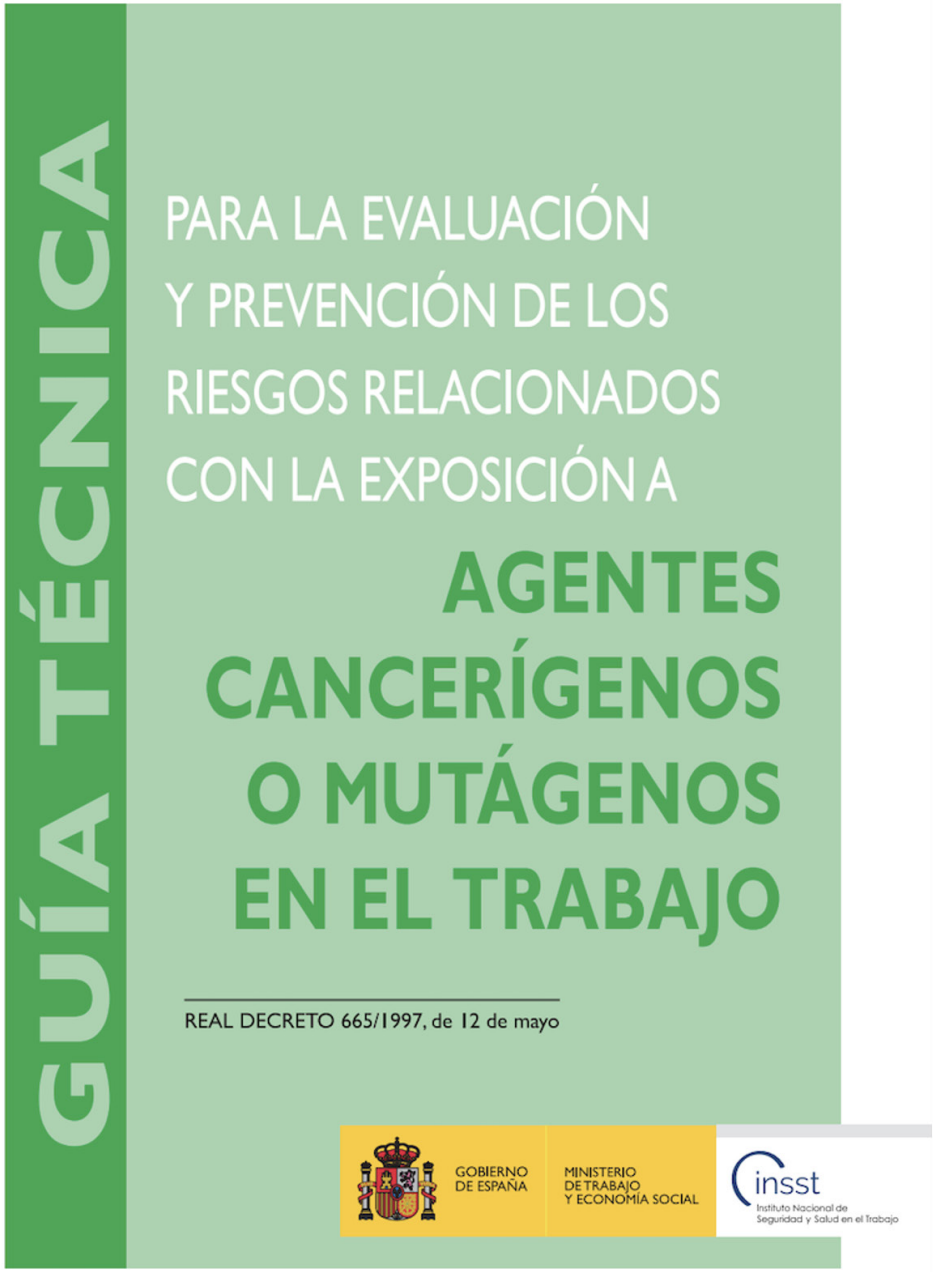
A través de esta orden ministerial se procede a unificar en un único texto las particularidades del sector con respecto a la protección de los trabajadores frente al riesgo por inhalación de polvo y sílice cristalina respirables, suprimiendo las especificidades establecidas para el polvo en labores subterráneas del año 1985 y para el polvo de sales solubles del año 2011.

Con la única instrucción técnica complementaria resultante, que se aprueba mediante esta orden, se aumentará el nivel de protección de la salud y la seguridad de los trabajadores, ya que se suman las nuevas obligaciones derivadas de la incorporación de los trabajos que supongan exposición al polvo respirable de sílice cristalina generado en un proceso de trabajo a la condición de agente cancerígeno. Además, la experiencia acumulada en la aplicación de la instrucción técnica complementaria 02.0.02, desde el año 2007, ha permitido detectar determinados aspectos que son objeto de mejora y revisión en esta nueva norma unificada, que redunda en un mejor nivel de protección de los trabajadores, destacando la intensificación de las referencias para un correcto uso y manejo de los equipos de medición de polvo, la eliminación de la posibilidad de reducción del número de muestras, la definición de un entrenamiento obligatorio del personal para el uso de equipos de protección respiratoria y un mayor detalle en las fichas y comunicaciones de la información recabada en las mediciones.

En línea con la previsión contenida en la exposición de motivos del Real Decreto 1154/2020, de 22 de diciembre, esta orden encomienda al Instituto Nacional de Silicosis la elaboración de una guía, eminentemente práctica, para la prevención del riesgo por exposición al polvo y a la sílice cristalina respirables en el ámbito laboral. Esta guía podrá adoptarse como referencia en el proceso de evaluación de riesgos laborales,

cve: BOE-A-2021-11458
Verificable en https://www.boe.es

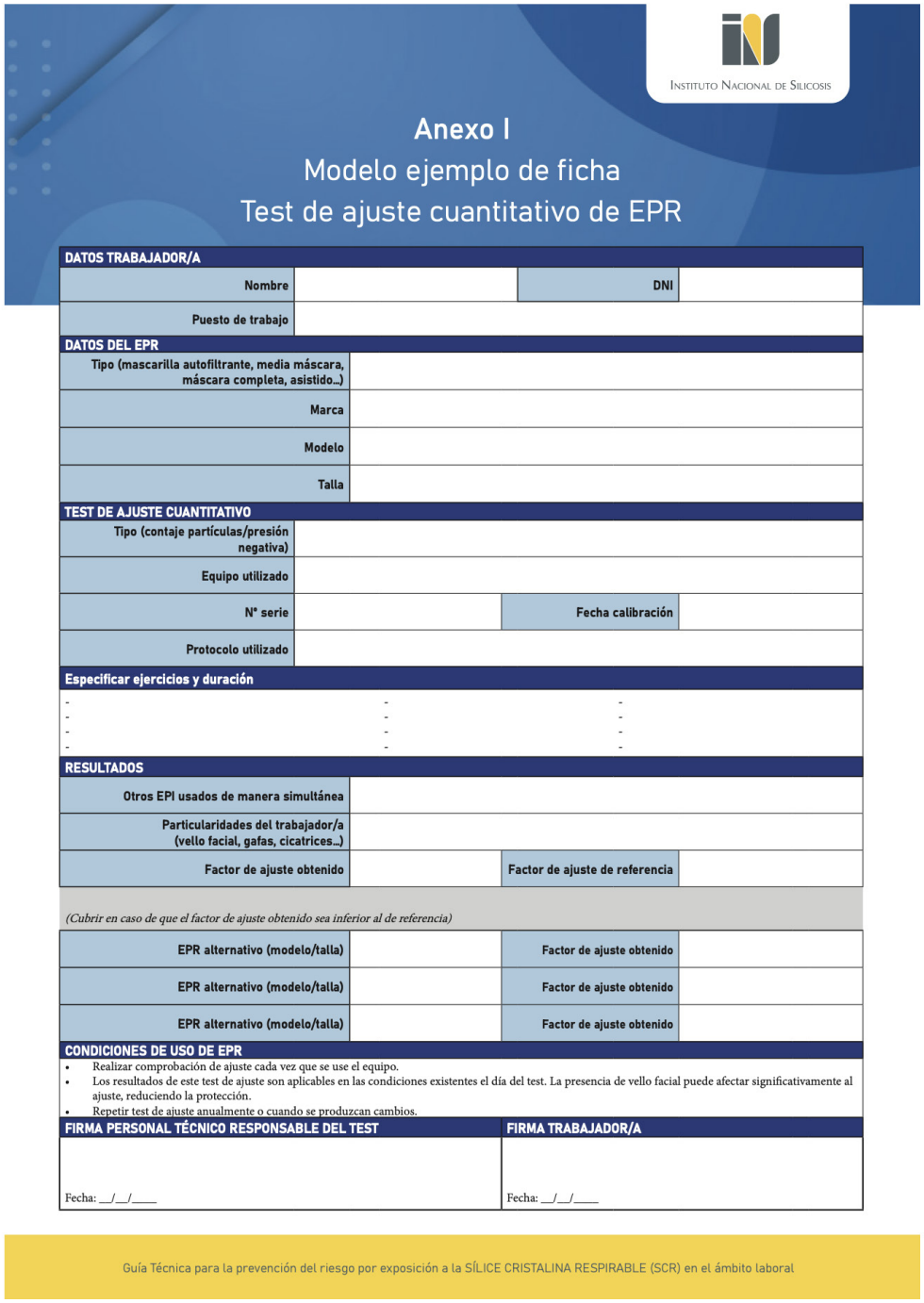
18 ANEXO VI Guía técnica para evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos en el trabajo



19 ANEXO VII Guía técnica para la prevención del riesgo por exposición a la SCR en el ámbito laboral

20 ANEXO VIII Formación e Información

20.1 Ejemplo Test de ajuste cuantitativo



INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS

Anexo I
Modelo ejemplo de ficha
Test de ajuste cuantitativo de EPR

DATOS TRABAJADOR/A			
Nombre		DNI	
Puesto de trabajo			
DATOS DEL EPR			
Tipo (mascarilla autofiltrante, media máscara, máscara completa, asistido…)			
Marca			
Modelo			
Talla			
TEST DE AJUSTE CUANTITATIVO			
Tipo (contaje partículas/presión negativa)			
Equipo utilizado			
Nº serie		Fecha calibración	
Protocolo utilizado			
Especificar ejercicios y duración			
- - - -	- - - -	- - - -	
RESULTADOS			
Otros EPI usados de manera simultánea			
Particularidades del trabajador/a (vello facial, gafas, cicatrices…)			
Factor de ajuste obtenido		Factor de ajuste de referencia	

(Cubrir en caso de que el factor de ajuste obtenido sea inferior al de referencia)

EPR alternativo (modelo/talla)		Factor de ajuste obtenido	
EPR alternativo (modelo/talla)		Factor de ajuste obtenido	
EPR alternativo (modelo/talla)		Factor de ajuste obtenido	

CONDICIONES DE USO DE EPR

- Realizar comprobación de ajuste cada vez que se use el equipo.
- Los resultados de este test de ajuste son aplicables en las condiciones existentes el día del test. La presencia de vello facial puede afectar significativamente al ajuste, reduciendo la protección.
- Repetir test de ajuste anualmente o cuando se produzcan cambios.

FIRMA PERSONAL TÉCNICO RESPONSABLE DEL TEST	FIRMA TRABAJADOR/A
Fecha: __/__/____	Fecha: __/__/____

Guía Técnica para la prevención del riesgo por exposición a la SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE (SCR) en el ámbito laboral

20.2 Modelo de recepción de información y formación en prevención del riesgo por exposición a SCR recibida por las personas trabajadoras

INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS

Anexo II

Modelo de recepción de información y formación en prevención del riesgo por exposición a SCR recibida por las personas trabajadoras

DATOS TRABAJADOR/A			
Nombre		**DNI**	
Puesto de trabajo			
INFORMACIÓN FACILITADA A TRABAJDOR/A			
Tiempo dedicado a esta acción			
Formato de la información	☐ Oral ☐ Escrita		
Responsable de la acción informativa			
Fecha	__/__/____	**Firma** (Rble. de la acción informativa)	
CONTENIDO DE LA INFORMACIÓN			
• • • •			
FORMACIÓN IMPARTIDA A TRABAJADOR/A			
Tiempo total invertido en la formación		**Teórica**	**Práctica**
Responsable de la acción formativa			
Fecha	__/__/____	**Firma** (Rble. de la acción formativa)	
CONTENIDO DE LA FORMACIÓN			
• • • •			
OBSERVACIONES			

FIRMA TRABAJADOR/A	**FECHA**
	__/__/____

21 ANEXO IX Ficha de entrega de equipos de protección individual

INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS

Anexo III

Ficha de entrega de equipos de protección individual

DATOS TRABAJADOR/A			
Nombre		DNI	
Puesto de trabajo			

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Tipo de EPI	Marca Modelo / Talla	Unidades entregadas	Duración prevista	Entrega de instrucciones e información*		Recibe formación*	
				SÍ	NO	SÍ	NO

FORMACIÓN E INFORMACIÓN (* Especificar en caso de haberlo indicado en la tabla anterior)

USO DEL EPI

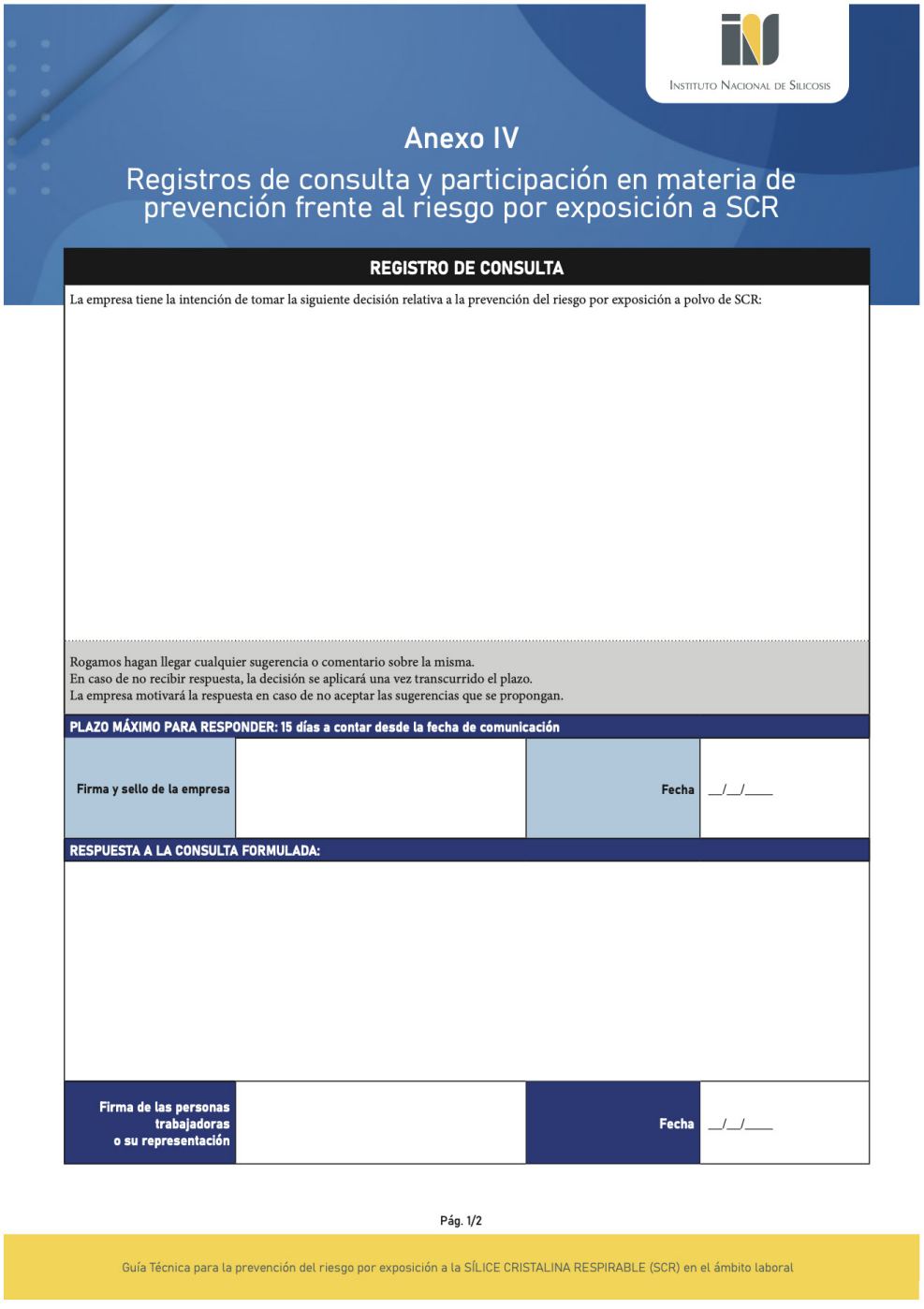
El/la trabajador/a se compromete a:

- Utilizar el equipo en las situaciones en las que se le haya indicado.
- Seguir las instrucciones relativas al uso, ajuste, cuidado y mantenimiento.
- Consultar cualquier duda sobre la utilización del equipo.
- Informar inmediatamente de cualquier defecto, anomalía o daño que se aprecie en el equipo.

OBSERVACIONES

FIRMA PERSONA RESPONSABLE DE LA ENTREGA	FIRMA TRABAJADOR/A
FECHA	__/__/____

22 ANEXO X Registros de consulta y participación en materia de prevención frente al riesgo de exposición



Instituto Nacional de Silicosis

Anexo IV

Registros de consulta y participación en materia de prevención frente al riesgo por exposición a SCR

REGISTRO DE CONSULTA

La empresa tiene la intención de tomar la siguiente decisión relativa a la prevención del riesgo por exposición a polvo de SCR:

Rogamos hagan llegar cualquier sugerencia o comentario sobre la misma.
En caso de no recibir respuesta, la decisión se aplicará una vez transcurrido el plazo.
La empresa motivará la respuesta en caso de no aceptar las sugerencias que se propongan.

PLAZO MÁXIMO PARA RESPONDER: 15 días a contar desde la fecha de comunicación

Firma y sello de la empresa		**Fecha**	__/__/____

RESPUESTA A LA CONSULTA FORMULADA:

Firma de las personas trabajadoras o su representación		**Fecha**	__/__/____

Pág. 1/2

Guía Técnica para la prevención del riesgo por exposición a la SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE (SCR) en el ámbito laboral

23 ANEXO XI Autorización para exposiciones accidentales y no regulares

AUTORIZACIÓN PERSONAL DE TRABAJO

HABILITACIÓN TEMPORAL PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CON EXPOSICIÓN ANORMAL A POLVO DE SCR

DATOS TRABAJADOR/A			
Nombre		DNI	
Empresa			
Puesto de trabajo			

TRABAJOS A REALIZAR	
Descripción precisa de las tareas	Localización

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO (descripción procedimiento de trabajo paso a paso)		
ANTES	DURANTE	DESPUÉS
☐	☐	☐
☐	☐	☐
☐	☐	☐
☐	☐	☐

RIESGOS PREVISIBLES / INTERRUPCIÓN ACTIVIDAD	
Relación de riesgos previstos durante los trabajos:	
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
Interrumpir la actividad en caso de:	PROCEDIMIENTO de interrupción de actividad:

Pág. 1/2

Guía Técnica para la prevención del riesgo por exposición a la SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE (SCR) en el ámbito laboral

24 ANEXO XII Ficha de seguridad

Puesto que el polvo respirable de SCR generado en un proceso de trabajo no es una sustancia que se comercialice, no está sometido a clasificación con arreglo al Reglamento (CE) Nº 1272/2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (Reglamento CLP). La clasificación de los productos puestos en el mercado que contengan sílice cristalina debe realizarse por parte del fabricante de acuerdo con la citada normativa. En este ámbito, la sílice cristalina no está clasificada a nivel europeo de manera armonizada como una "sustancia cancerígena", sino que es en el ámbito laboral, cuando haya procesos de trabajo capaces de poner en suspensión polvo respirable de sílice cristalina y que impliquen la exposición de los trabajadores, cuándo ese polvo se consideraría un agente cancerígeno a efectos de la normativa de prevención de riesgos laborales.

Para realizar una clasificación y etiquetado de productos minerales con contenidos en sílice cristalina existe una referencia pública elaborada por la Asociación Europea de Fabricantes de Minerales Industriales (IMA EUROPE) de modo que cada empresa, si lo considera oportuno, pueda emplearla en su clasificación (https://safesilica.eu/reach-classification-and-labelling/).

Adicionalmente, la Ley 31/1995, de prevención de riesgos laborales, obliga en su artículo 41.2 a informar a sus clientes:

"Los fabricantes, importadores y suministradores deberán proporcionar a los empresarios, y éstos recabar de aquéllos, la información necesaria para que la utilización y manipulación de la maquinaria, equipos, productos, materias primas y útiles de trabajo se produzca sin riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, así como para que los empresarios puedan cumplir con sus obligaciones de información respecto de los trabajadores…"

De este modo, es necesario advertir a los clientes acerca del posible contenido de sílice cristalina que durante la manipulación o uso del producto pudiera dar lugar a exposición de los trabajadores a SCR. Esta obligación se puede satisfacer mediante la inclusión, en una ficha de seguridad de los productos comercializados, de una referencia al posible contenido de SCR del producto, así como a la posible aplicación en función de la evaluación de riesgos de la normativa sobre agentes cancerígenos como, por ejemplo, mediante la frase:

Los trabajos que supongan exposición al polvo respirable de sílice cristalina generado en un proceso de trabajo están recogidos en el Real Decreto 665/1997 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y es de aplicación el Real Decreto 257/2018 de enfermedades profesionales. Por tal motivo, en su caso, deberán adoptarse las oportunas medidas preventivas.

En la página web www.siliceysalud se pueden encontrar ejemplos de las Fichas de seguridad de algunas empresas o modelos de ficha de sectores en los que se hace mención a la SCR.

25 ANEXO XIII Comparativa de normativa

25.1 Determinación de la exposición

Disposiciones Real Decreto 665/1997		Art. Direct.	Art. ITC	Guía INSST/INS
3.1	De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, identificados uno o más riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos durante el trabajo, se procederá, para aquellos que no hayan podido evitarse, a evaluar los mismos determinando la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de los trabajadores.	3.2	3	3
3.2	La evaluación deberá tener en cuenta especialmente: Toda posible vía de entrada al organismo o tipo de exposición, incluidas las que se produzcan por absorción a través de la piel o que afecten a ésta. Los posibles efectos sobre la seguridad o la salud de los trabajadores especialmente sensibles a estos riesgos.	3.3 3.4		3
3.3	La evaluación deberá repetirse periódicamente y, en todo caso, cada vez que se produzca un cambio en las condiciones que pueda afectar a la exposición de los trabajadores a agentes cancerígenos o mutágenos o se den las circunstancias a que se refiere el apartado 4 del artículo 8 de este Real Decreto.	3.2	3	3
5.4	La exposición no superará el valor límite de los agentes cancerígenos establecido en el anexo III del presente Real Decreto. En todo caso, la no superación del valor límite no eximirá del cumplimiento de lo dispuesto en el apartado anterior.	5.4	3	3
5.5.e)	Utilizar los métodos de medición más adecuados, en particular para una detección inmediata de exposiciones anormales debidas a imprevistos o accidentes.	5.5.e)	3	3
5.5.k)	Instalar dispositivos de alerta para los casos de emergencia que puedan ocasionar exposiciones anormalmente altas.	5.5.k)		3

25.2 Medidas para prevenir la puesta en suspensión de SCR

Disposiciones Real Decreto 665/1997		Art. Direct.	Art. ITC	Guía INSST/INS
5.2	En caso de que no sea técnicamente posible sustituir el agente cancerígeno o mutágeno, el empresario garantizará que la producción y utilización de este se lleven a cabo en un sistema cerrado.	5.2	4	4 y 5
5.3	Cuando la aplicación de un sistema cerrado no sea técnicamente posible, el empresario garantizará que el nivel de exposición de los trabajadores se reduzca a un valor tan bajo como sea técnicamente posible.	5.3	4	5
5.5.a)	Limitar las cantidades del agente cancerígeno o mutágeno en el lugar de trabajo	5.5.a)	4	5
5.5.b)	Diseñar los procesos de trabajo y las medidas técnicas con el objeto de evitar o reducir al mínimo la formación de agentes cancerígenos.	5.5.c)	4	5
5.5.d)	Evacuar los agentes cancerígenos en origen, mediante extracción localizada o, cuando ello no sea técnicamente posible, por ventilación general, en condiciones que no supongan un riesgo para la salud pública y el medio ambiente.	5.5.d)	4	5
5.5.f)	Aplicar los procedimientos y métodos de trabajo más adecuados.	5.5.f)	4	5

25.3 Almacenamiento, manipulación y transporte de materiales con contenido en SCR

Disposiciones Real Decreto 665/1997		Art. Direct.	Art. ITC	Guía INSST/INS
5.5.j)	Velar por que todos los recipientes, envases e instalaciones que contengan agentes cancerígenos estén etiquetados de manera clara y legible y colocar señales de peligro claramente visibles, de conformidad todo ello con la normativa vigente en la materia.	11.2		5 y 6
5.5.l)	Disponer de medios que permitan el almacenamiento, manipulación y transporte seguros de los agentes cancerígenos, así como para la recogida, almacenamiento y eliminación de residuos, en particular mediante la utilización de recipientes herméticos etiquetados de manera clara, inequívoca y legible, y colocar señales de peligro claramente visibles, de conformidad todo ello con la normativa vigente en la materia.	5.5.l) 5.5.m)		5 y 6

25.4 Medidas individuales e higiénicas

Disposiciones Real Decreto 665/1997		Art. Direct.	Art. ITC	Guía INSST/INS
5.5.g)	Adoptar medidas de protección colectiva o, cuando la exposición no pueda evitarse por otros medios, medidas individuales de protección.	5.5.g)		6 y Anexo I
5.5.h)	Adoptar medidas higiénicas, en particular la limpieza regular de suelos, paredes y demás superficies.	5.5.h)		6
6.1.b)	Proveer a los trabajadores de ropa de protección apropiada o de otro tipo de ropa especial adecuada.	10.1.b)	5	6
6.1.c)	Disponer de lugares separados para guardar de manera separada las ropas de trabajo o de protección y las ropas de vestir.	10.1.c)	5	6
6.1.d)	Disponer de un lugar determinado para el almacenamiento adecuado de los equipos de protección y verificar que se limpian y se comprueba su buen funcionamiento, si fuera posible con anterioridad y, en todo caso, después de cada utilización, reparando o sustituyendo los equipos defectuosos antes de un nuevo uso.	10.1.e) 10.1.f)	5	6
6.1.e)	Disponer de retretes y cuartos de aseo apropiados y adecuados para uso de los trabajadores.	10.1.d)	5	6
6.2	Los trabajadores dispondrán, dentro de la jornada laboral, de diez minutos para su aseo personal antes de la comida y otros diez minutos antes de abandonar el trabajo.		5	6
6.3	El empresario se responsabilizará del lavado y descontaminación de la ropa de trabajo, quedando rigurosamente prohibido que los trabajadores se lleven dicha ropa a su domicilio para tal fin. Cuando contratase tales operaciones con empresas idóneas al efecto, estará obligado a asegurar que la ropa se envía en recipientes cerrados y etiquetados con las advertencias precisas.		5	6

25.5 Delimitación y señalización de las zonas de riesgo

Disposiciones Real Decreto 665/1997		Art. Direct.	Art. ITC	Guía INSST/INS
5.5.c)	Limitar al menor número posible los trabajadores expuestos o que puedan estarlo.	5.5.b)		5
5.5.i)	Delimitar las zonas de riesgo, estableciendo una señalización de seguridad y salud adecuada, que incluya la prohibición de fumar en dichas zonas, y permitir el acceso a las mismas sólo al personal que deba operar en ellas, excluyendo a los trabajadores especialmente sensibles a estos riesgos.	5.5.j)		5
6.1.a)	Prohibir que los trabajadores coman, beban o fumen en las zonas de trabajo en las que exista dicho riesgo.	10.1.a)	5	5
7.1	En caso de accidentes o de situaciones imprevistas que pudieran suponer una exposición anormal de los trabajadores, el empresario informará de ello lo antes posible a los mismos y adoptará, en tanto no se hayan eliminado las causas que produjeron la exposición anormal, las medidas necesarias para: Limitar la autorización para trabajar en la zona afectada a los trabajadores que sean indispensables para efectuar las reparaciones u otros trabajos necesarios. Garantizar que la exposición no sea permanente y que su duración para cada trabajador se limite a lo estrictamente necesario. Poner a disposición de los trabajadores afectados ropa y equipos de protección adecuados. Impedir el trabajo en la zona afectada de los trabajadores no protegidos adecuadamente.	7	6	7 y Anexo V
7.2	En aquellas actividades no regulares, en las que pueda preverse la posibilidad de un incremento significativo de la exposición de los trabajadores, el empresario, una vez agotadas todas las posibilidades de adopción de otras medidas técnicas preventivas para limitar la exposición, deberá adoptar, previa consulta a los trabajadores o sus representantes, las medidas necesarias para: Evitar la exposición permanente del trabajador, reduciendo la duración de esta al tiempo estrictamente necesario. Adoptar medidas complementarias para garantizar la protección de los trabajadores afectados, en particular poniendo a su disposición ropa y equipos de protección adecuados que deberán utilizar mientras dure la exposición. Evitar que personas no autorizadas tengan acceso a las zonas donde se desarrollen estas actividades, bien delimitando y señalizando dichos lugares o bien por otros medios.	8 9	6	7 y Anexo V

25.6 Vigilancia de la salud

	Disposiciones Real Decreto 665/1997	Art. Direct.	Art. ITC	Guía INSST/INS
8.1	El empresario garantizará una vigilancia adecuada y específica de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos por exposición a agentes cancerígenos o mutágenos, realizada por personal sanitario competente, según determinen las autoridades sanitarias en las pautas y protocolos que se elaboren, de conformidad con lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 37 del Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Dicha vigilancia deberá ofrecerse a los trabajadores en las siguientes ocasiones: Antes del inicio de la exposición. A intervalos regulares en lo sucesivo, con la periodicidad que los conocimientos médicos aconsejen, considerando el agente cancerígeno o mutágeno, el tipo de exposición y la existencia de pruebas eficaces de detección precoz. Cuando sea necesario por haberse detectado en algún trabajador de la empresa, con exposición similar, algún trastorno que pueda deberse a la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos.	14.1 14.2 14.3	7	8
8.2	Los trabajadores podrán solicitar la revisión de los resultados de la vigilancia de su salud.	14.6	7	8
8.3	Deberá llevarse un historial médico individual de los trabajadores afectados.	14.4	7	8
8.4	El empresario deberá revisar la evaluación y las medidas de prevención y de protección colectivas e individuales adoptadas cuando se hayan detectado alteraciones de la salud de los trabajadores que puedan deberse a la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos, o cuando el resultado de los controles periódicos, incluidos los relativos a la vigilancia de la salud, ponga de manifiesto la posible inadecuación o insuficiencia de estas. El Médico encargado de la vigilancia de la salud de los trabajadores podrá proponer medidas individuales de prevención o de protección para cada trabajador en particular.	14.4	7	8
8.5	Se aconsejará e informará a los trabajadores en lo relativo a cualquier control médico que sea pertinente efectuar con posterioridad al cese de la exposición. En particular, resultará de aplicación a dichos trabajadores lo establecido en el párrafo e) del apartado 3 del artículo 37 del Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en materia de vigilancia de la salud más allá de la finalización de la relación laboral.	14.5	7	8

25.7 Documentación e información a las autoridades competentes

Disposiciones Real Decreto 665/1997		Art. Direct.	Art. ITC	Guía INSST/INS
9.1	El empresario está obligado a disponer de: La documentación sobre los resultados de la evaluación a que se refiere el artículo 3, así como los criterios y procedimientos de evaluación y los métodos de medición, análisis o ensayo utilizados. Una lista actualizada de los trabajadores encargados de realizar las actividades respecto a las cuales los resultados de las evaluaciones mencionadas en el artículo 3 revelen algún riesgo para la seguridad o la salud de los trabajadores, indicando la exposición a la cual hayan estado sometidos en la empresa.	15.1	8	9
9.2	El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para la conservación de los historiales médicos individuales previstos en el apartado 3 del artículo 8 del presente Real Decreto, sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 22 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.	15.1	8	9
9.3	Tanto la lista mencionada en el apartado 1 anterior como los historiales médicos mencionados en el apartado 2 deberán conservarse durante cuarenta años después de terminada la exposición, remitiéndose a la autoridad laboral en caso de que la empresa cese en su actividad antes de dicho plazo. Los historiales médicos serán remitidos por la autoridad laboral a la sanitaria, quien los conservará, garantizándose en todo caso la confidencialidad de la información en ellos contenida. En ningún caso la autoridad laboral conservará copia de los citados historiales.	15.1 15.2	8	9
9.4	El tratamiento automatizado de datos personales solo podrá realizarse en los términos previstos en la Ley Orgánica 5/1992, de 29 de octubre, de Regulación del Tratamiento Automatizado de los Datos de Carácter Personal.		8	9
10.1	El empresario deberá suministrar a las autoridades laborales y sanitarias, cuando éstas lo soliciten, la información adecuada sobre: Las evaluaciones previstas en el artículo 3, incluyendo la naturaleza, grado y duración de las exposiciones, así como los criterios y procedimientos de evaluación y los métodos de medición, análisis o ensayo utilizados. Las actividades o los procedimientos industriales aplicados, incluidas las razones por las cuales se utilizan agentes cancerígenos o mutágenos. Las cantidades utilizadas o fabricadas de sustancias o mezclas que contengan agentes cancerígenos o mutágenos. El número de trabajadores expuestos y, en particular, la lista actualizada prevista en el artículo anterior. Las medidas de prevención adoptadas y los tipos de equipos de protección utilizados. Los criterios y resultados del proceso de sustitución de agentes cancerígenos o mutágenos a que se refiere el artículo 4 del presente Real Decreto.	6	8 ANEXO II	9
10.2	Deberá comunicarse a la autoridad laboral todo caso de cáncer que se reconozca resultante de la exposición a un agente cancerígeno o mutágeno durante el trabajo.	14.8	9	9
D.A.Ú.	Las autoridades laborales remitirán a las autoridades sanitarias copia de cuanta documentación e información reciban de las empresas de conformidad con lo dispuesto en los artículos 9 y 10 de este Real Decreto.			

25.8 Formación, información y consulta de los trabajadores

Disposiciones Real Decreto 665/1997		Art. Direct.	Art. ITC	Guía INSST/INS
11.1	De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban formación y sean informados sobre las medidas que hayan de adoptarse en aplicación del presente Real Decreto. Asimismo, el empresario tomará las medidas apropiadas para garantizar que los trabajadores reciban una formación suficiente y adecuada e información precisa basada en todos los datos disponibles, en particular en forma de instrucciones, en relación con: Los riesgos potenciales para la salud, incluidos los riesgos adicionales debidos al consumo de tabaco. Las precauciones que se deberán tomar para prevenir la exposición. Las disposiciones en materia de higiene personal. La utilización y empleo de equipos y ropa de protección. Las consecuencias de la selección, de la utilización y del empleo de equipos y ropa de protección. Las medidas que deberán adoptar los trabajadores, en particular el personal de intervención, en caso de incidente y para la prevención de incidentes	11.1	10	11 y Anexo I y III
11.2	Dicha formación deberá: Adaptarse a la evolución de los conocimientos respecto a los riesgos, así como a la aparición de nuevos riesgos. Repetirse periódicamente si fuera necesario.	11.1	10	11 y Anexo I
11.3	El empresario deberá informar a los trabajadores sobre las instalaciones y sus recipientes anexos que contengan agentes cancerígenos o mutágenos.	11.2	10	11 y Anexo II
11.4	Asimismo, los representantes de los trabajadores y los trabajadores afectados deberán ser informados de las causas que hayan dado lugar a las exposiciones accidentales y a las exposiciones no regulares mencionadas en el artículo 7 así como de las medidas adoptadas o que se deban adoptar para solucionar la situación.	12.b)	10	11 y Anexo II
11.5	Los trabajadores tendrán acceso a la información contenida en la documentación a que se refiere el artículo 9 cuando dicha información les concierna a ellos mismos. Asimismo, los representantes de los trabajadores o, en su defecto, los propios trabajadores tendrán acceso a cualquier información colectiva anónima.	12.e) 12.f)	10	11 y Anexo II
12	La consulta y participación de los trabajadores o sus representantes sobre las cuestiones a que se refiere este Real Decreto se realizarán de conformidad con lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.	13		12 y Anexo IV

PRIMIGEA
Materias Primas Minerales

Plaza de las Cortes, 5 – 7ª Planta
28046 – Madrid

primigea.es