



Webinar informativo

La sílice cristalina respirable como agente químico cancerígeno

Valencia, 9 de junio de 2023

Juan José Puchau Fabado

Jefe de servicio de Organizaciones Saludables del INVASSAT



CONTENIDO

1. Introducción: cancerígenos en el ámbito laboral
2. SCR: conceptos y problemática asociada
3. Marco legal vigente e implicaciones del RD 665/97
4. Evaluación y control de los riesgos: criterios técnicos destacables (monografía INVASSAT y nuevas guías del INSST e INS)



1

Introducción

**AGENTES CANCERÍGENOS:
CONTEXTO ACTUAL**

La sílice cristalina respirable como agente cancerígeno

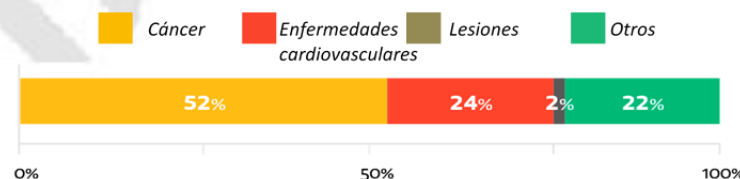
Siniestralidad laboral asociada al cáncer en Europa

Según la vigente Estrategia Europea SST 2021-2027:

- ❑ El cáncer es la **causa principal de la mortalidad laboral** en la UE.
- ❑ **100.000 muertes laborales/año** por cancerígenos



Causas de las muertes relacionadas con el trabajo (%) en UE (EU-OSHA)



¿Y en España?



Escasa representatividad de las EEPP producidas por cancerígenos:

- ❑ Estimación **muerdes/año** por cánceres debidos a exposiciones laborales:* → **8.700** hombres y **850** mujeres
- ❑ N.º EEPP notificadas por estos agentes entre 2018-2020: → **165** (65% amianto; **8% SCR**; 4% polvo madera)

Es necesario analizar la situación y mejorar la **EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN, VIGILANCIA DE LA SALUD, IDENTIFICACIÓN PRECOZ y NOTIFICACIÓN**

OBJETIVO 1 (AATT Y EEPP); L.A. 2: *Prevención de enfermedades relacionadas con el trabajo, con especial énfasis en el cáncer de origen profesional*

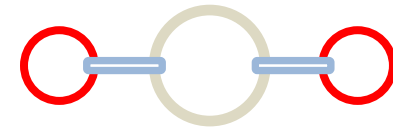
2

Sílice Cristalina Respirable **CONCEPTOS Y PROBLEMÁTICA**

La sílice cristalina respirable como agente cancerígeno

1. SCR. CONCEPTOS GENERALES

- ❑ Sílice (SiO_2) → compuesto químico que en estado natural suele presentarse en forma **crystalina (SC)**



- ❑ SC → su forma más común es el **cuarzo**, si bien también encontramos otras (cristobalita y tridimita)

- ❑ SC → compuesto mineral muy abundante (se encuentra en piedras, rocas, arenas, arcillas) con interesantes propiedades fisicoquímicas



Elevada presencia: **NUMEROSAS FUENTES DE EXPOSICIÓN LABORAL**

Fuentes minerales	Porcentaje de sílice cristalina
Arcilla plástica	5 - 50%
Basalto	Hasta el 5%
Diatomea natural	5 - 30%
Dolerita	Hasta el 15%
Silex	Superior al 90%
Granito	Hasta el 30%
Gravilla	Superior al 80%
Minerales de hierro	7 - 15%
Piedra caliza	Normalmente inferior al 1%
Mármol	Hasta el 5%
Cuarcita	Superior al 95%
Arena	Superior al 90%
Arenisca	Superior al 90%
Esquisto	40 - 60%
Pizarra	Hasta el 40%

Tabla 2
Principales actividades en las que puede haber exposición laboral
a SCR – Extraída del monográfico 100-C de la IARC

Industria o actividad	Operación específica/tarea	Material fuente
Agricultura	Arado, cosecha, uso de maquinaria	Suelo
Minería y operaciones de molido asociadas	La mayoría de los puestos (subterránea, superficie, molinos y minas metálicas y no metálicas, carbón)	Minerales y rocas asociadas
Canteras y operaciones de molido asociadas	Triturado de piedras, procesado de arenas y gravas, corte de piedra monumental y granallado, trabajos con pizarra, calcinación de diatomitas	Arenisca, granito, pedernal, arena, grava, pizarra, tierra de diatomeas
Construcción	Chorreado de arena de estructuras, edificios Construcción de carreteras y de túneles Excavación y movimiento de tierras Trabajos de albañilería y con hormigón, demolición	Arena, hormigón Rocas Suelo y rocas Hormigón, mortero, yeso
Vidrio, incluyendo fibra de vidrio	Procesado del material bruto Instalación y reparación de refractarios	Arena, cuarzo triturado Materiales refractarios
Cemento	Procesado del material bruto	Arcilla, arena, caliza, tierra de diatomeas
Abrasivos	Producción de carburo de silicio Producción de productos abrasivos	Arena Trípoli, arenisca
Cerámica, incluyendo ladrillos, tejas, sanitarios, porcelanas, alfarería, refractarios, esmaltes vítreos	Mezclado, moldeado, rociado (espray) con esmaltes y glazing, acabado	Arcilla, shale, pedernal, arena, cuarcita, tierra de diatomeas
Molinos de hierro y acero	Preparación de los refractarios y reparación del horno	Material refractario
Silicio y ferro-silicio	Manejo del material bruto (o crudo)	Arena
Fundiciones (de hierro y otras)	Moldeo y vaciado (normalmente mediante sacudida, vibración o golpe) Limpieza y desbarbado (o desbastado) Instalación y reparación de hornos	Arena Arena Material refractario
Industria del metal, incluyendo estructuras metálicas, maquinaria, equipos de transporte	Chorreado de arena	Arena
Construcción naval y reparación	Chorreado de arena	Arena
Caucho y plásticos	Manipulación de materias primas	Cargas (trípoli, tierra de diatomeas)
Pinturas	Manipulación de materias primas	Cargas (trípoli, tierra de diatomeas, harina de sílice)
Jabones y cosméticos	Jabones abrasivos, polvos limpiadores (scouring)	Harina de sílice
Tela asfáltica	Aplicación del relleno y granulado	Arena y agregados, tierra de diatomeas
Productos químicos agrícolas	Triturado de materias primas, manipulación	Mineral fosfato y rocas
Joyería	Corte, rectificado, lijado, pulido	Piedras o gemas semipreciosas, abrasivos
Material dental	Chorreado de arena, pulido	Arena, abrasivos
Reparación de automóviles	Granallado	Arena
Limpieza de calderas	Calderas de carbón	Cenizas y concreciones

Fuente: Ficha N° 01
Ag. cancerígenos
en el trabajo
(INSST, 2021)

2. FRACCIÓN RESPIRABLE

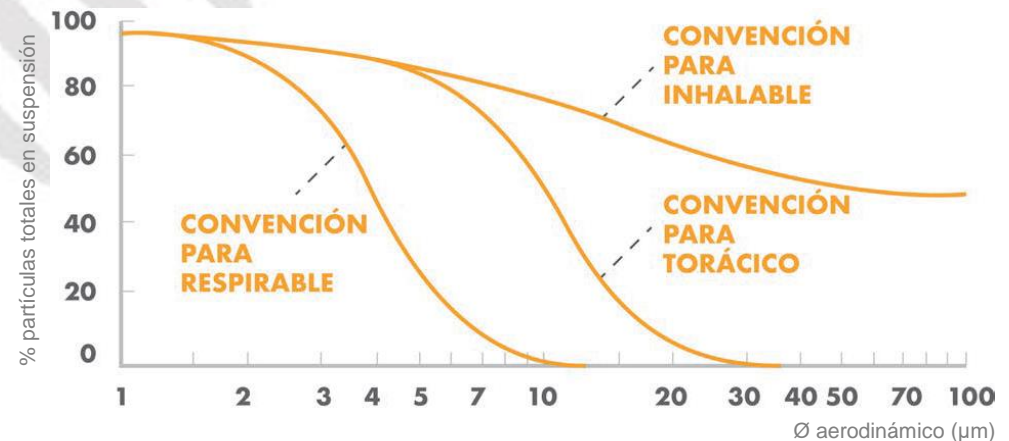
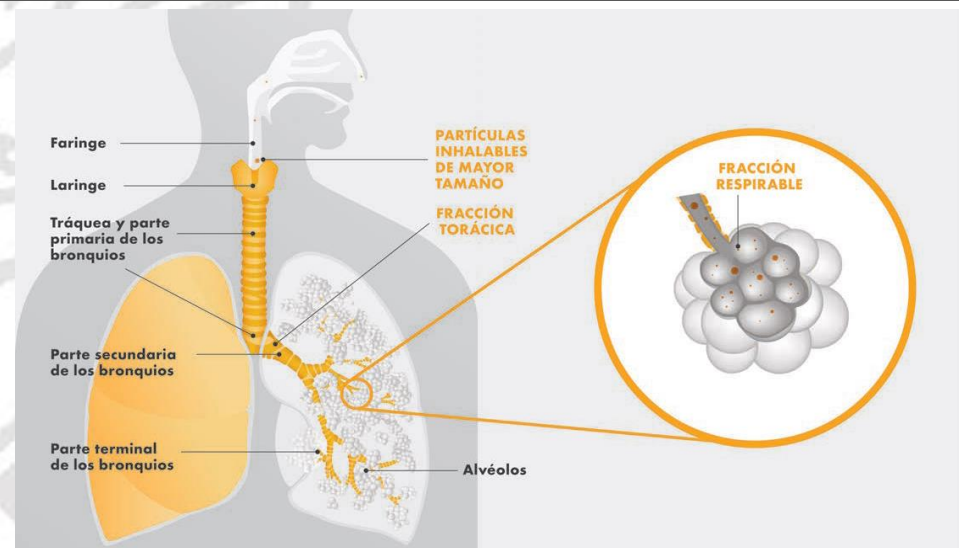
El tamaño de la partícula influye en la peligrosidad del polvo

UNE-EN 481:

- F. Inhalable (nariz y boca)
- F. Torácica (más allá laringe)
- F. Respirable (vías resp. no ciliadas)

Capacidad de penetración
Permanencia en el ambiente

Las partículas más pequeñas son
las más peligrosas



Fuente: NEPSI

3. SCR: EFECTOS SOBRE LA SALUD

❑ ENFERMEDADES PROFESIONALES (RD 1299/2006)→ “Polvo de sílice libre”

- **SILICOSIS** (neumoconiosis fibrótica). Grupo 4 (EPP causadas por inhalación de sustancias y agentes no comprendidos en otros apartados); Agente A; Subagente 01
- **CÁNCER DE PULMÓN**. Grupo 6 (EPP causadas por agentes carcinógenos); Agente R; Subagente 01


} Polvo respirable
Sílice cristalina
(SCR)

❑ EXPOSICIÓN TAMBIEN ASOCIADA A:

- **EPOC** (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica)
- **MÁS DUDOSA**: incremento del riesgo de tuberculosis, enfermedad renal, enfermedades cardiovasculares e incluso enfermedades del sistema inmunitario como lupus eritematoso sistémico

PROBLEMÁTICA PREVENTIVA. IMPLICACIONES TÉCNICAS DE LA CONCEPCIÓN COMO CANCERÍGENO

La enorme dificultad para una adecuada gestión preventiva de C y M (exposición por vía inhalatoria):

- 
- a** Efectos estocásticos → Relación exposición probabilidad (no dosis-efecto) → NO UMBRALES DE SEGURIDAD → ¿VLA?
 - b** Efectos de carácter muy grave e irreversible → Riesgo no controlado
 - c** No somos capaces de cuantificar, ni siquiera detectar, cualquier presencia
 - d** RD 665/97 supone import. obligac. preventivas y aplica: → Actividades en que estén **o puedan estar** expuestos (art. 1.2) Siempre que **se utilice** (art. 5.5), con independencia del VLA



PRESENCIA (susceptible entrar contacto) → RIESGO EXPOSICIÓN

A large, bold, black number '3' is positioned on the left side of the slide. It is set against a background of a large, light gray number '3' that is semi-transparent. The background also features a faint, circular watermark of the Spanish coat of arms, which includes a crown at the top and two lions holding a shield.

Sílice Cristalina Respirable
**MARCO LEGAL VIGENTE E
IMPLICACIONES DEL RD 665/97**

La sílice cristalina respirable como agente cancerígeno

MARCO REGLAMENTARIO GENERAL

A nivel nacional, el marco reglamentario para la SCR en materia de prevención de riesgos laborales, está constituido fundamentalmente por:

- ❑ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- ❑ Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- ❑ 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.
- ❑ **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 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.

PRINCIPALES IMPLICACIONES DE LOS ÚLTIMOS CAMBIOS NORMATIVOS

1

RD 257/2018 modifica **Cuadro EEPP** (RD 1299/2006) → 6R: Polvo de sílice libre → 6R01: Cáncer de pulmón → Atribución de cánceres profesionales

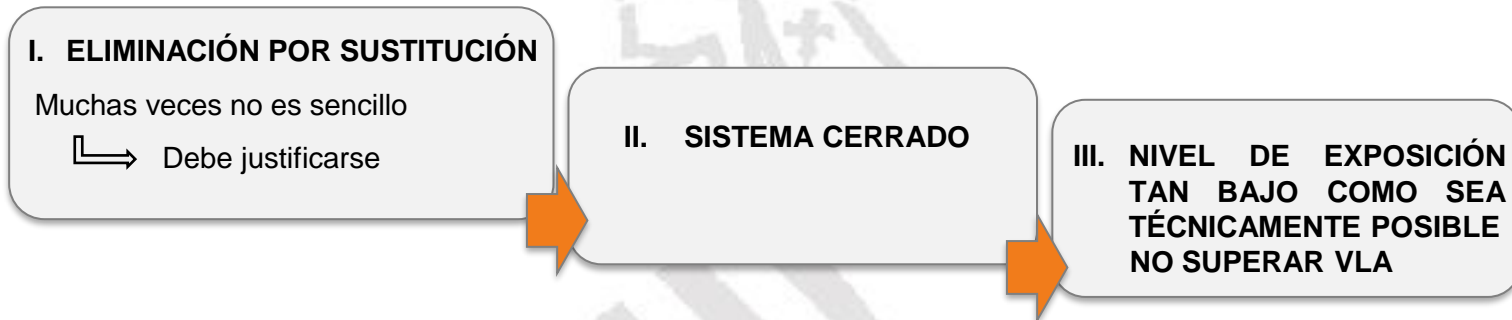
2

RD 1154/2020 modifica RD 665/1997 → **SCR en Anexos I y III**, y nueva **disposición adicional segunda**:

- Anexo III → **VLA reglamentario** → Misma protección en todos los sectores (modificación ITC 02.0.02 por Orden TED/723/2021)
- Anexo I → Reconocimiento legal expreso SCR como cancerígeno:
 - Aplica el **RD 665/1997** Sustitución, higiene personal, lavado y descontaminación de la ropa
 - Inclusión en **anexo I RSP** Integración, modalidad preventiva, CAE, auditoría, funciones nivel básico...
 - Inclusión en **anexo VIII RSP** Trabajadoras embarazadas/lactancia
 - Prohibición trabajos **menores y ETT** Contratos puesta a disposición (art. 8.g RD 216/1999)
 - **Anexo II RD 1627/1997** Reglamentariamente, trabajos con riesgos especiales

3 Aplicación del RD 665/1997. Algunos aspectos a destacar

Si existe riesgo de exposición → aplica **Real Decreto 665/1997** → adopción de medidas **conforme a un orden de prioridades (art. 5):**



En cualquier caso, **debe documentarse** el análisis de la sustitución del agente y, en su caso, la justificación de la imposibilidad de su sustitución



RD 665/1997. Artículo 10. Información a las autoridades competentes.

f) Los criterios y resultados del proceso de sustitución de agentes cancerígenos o mutágenos a que se refiere el artículo 4 del presente Real Decreto

3

Aplicación del RD 665/1997. Algunos aspectos a destacar

○ VIGILANCIA DE LA SALUD

- Obligatoria → previa a la admisión y periódica (art. 243 TRLGSS, RDL 8/2015)
- Antes del inicio de la exposición y periódica (art. 8 RD 665/1997)
- Prolongada más allá de la finalización de la relación laboral (art. 37.3 RSP)
- Protocolo específico → Silicosis (2020) → Radiografía de tórax

○ MEDIDAS DE HIGIENE PERSONAL Y DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (art. 6)

- Si riesgo de contaminación → ropa de protección/especial adecuada; lugares separados ropa trabajo/protección y ropa vestir; lugar almacenamiento adecuado EPI; retretes y cuartos de aseo apropiados; prohibición comer, fumar, beber
- Trabajadores expuestos → tiempo para aseo personal (máx. 10 min antes comida y antes de abandonar trabajo)
- Lavado y descontaminación de la ropa → responsabilidad del empresario, rigurosamente prohibido que los trabajadores la lleven a su domicilio para ello

Instalaciones y protocolos para acceso y descontaminación de personas

Tránsito por las diferentes zonas de la planta

Limpieza y descontaminación de la ropa de trabajo

3 Aplicación del RD 665/1997. Algunos aspectos a destacar

○ FORMACIÓN

Al menos debe incluir determinado contenido específico establecido reglamentariamente (art. 11 del RD 665/1997 y artículo 9.2.c del Real Decreto 374/2001).

4 Real Decreto 39/1997 (RSP): Anexo VIII

○ MUJERES EMBARAZADAS O EN PERIODO DE LACTANCIA NATURAL

- **Anexo VIII RSP** (agentes/condiciones trabajo a los cuales no podrá haber riesgo de exposición)

Presencia → riesgo de exposición

Disposición adicional segunda del RD 665/1997, añadida por RD 1154/2020 → Anexo VIII: TODOS los incluidos en ámbito de aplicación del RD 665/1997

NO PUEDE EXISTIR PRESENCIA DE LOS AGENTES INCLUIDOS EN EL ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL RD 665/1997 EN SUS PUESTOS DE TRABAJO

5

Ley 31/1995 (LPRL): Riesgo grave e inminente

Se entenderá como **«riesgo laboral grave e inminente»**...

*... En el caso de exposición a agentes susceptibles de causar daños graves a la salud de los trabajadores, se considerará que existe un riesgo grave e inminente cuando sea probable racionalmente que **se materialice** en un futuro inmediato **una exposición** a dichos agentes **de la que puedan derivarse daños graves para la salud, aun cuando éstos no se manifiesten de forma inmediata.***

Art. 4.4º de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales:

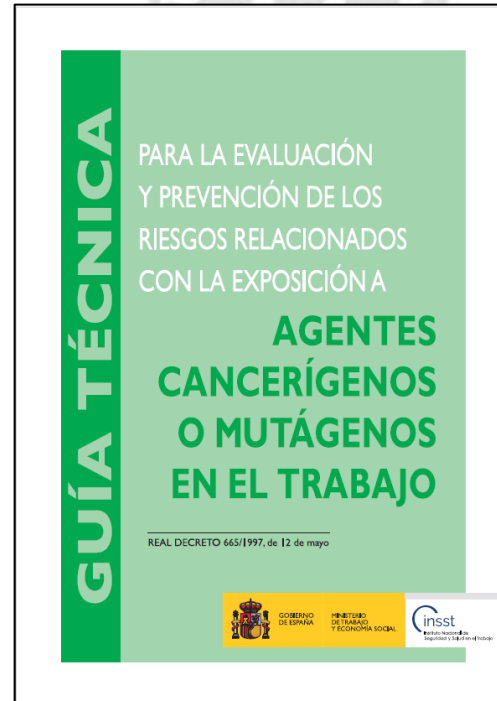
A worker in a protective suit and mask is working in a dusty industrial environment. The worker is positioned in the center-left of the frame, facing right. The background is filled with dust or steam, creating a hazy atmosphere. The worker is wearing a full-body protective suit, a hood, and a respirator mask. The worker appears to be using a tool or equipment, though the details are obscured by the dust. The overall scene suggests a high-risk industrial setting where respiratory protection is necessary.

4

Evaluación y control de riesgos **CRITERIOS TÉCNICOS DESTACABLES**

Exposición laboral por vía inhalatoria a agentes químicos cancerígenos o mutágenos

A continuación se destacan algunas cuestiones clave a tener en cuenta para la evaluación y control de los riesgos por SCR, recogidas en las recientes Guías Técnicas del INSST y del INS y en la Monografía MG04-210102 del INVASSAT.



TIPOS DE PUESTOS [INSST, INS 2022 – INVASSAT 2021] Y DE PRESENCIA [INVASSAT 2021]

1 PUESTOS DE TRABAJO DIRECTAMENTE INVOLUCRADOS CON EL AGENTE

Identificación de presencia no condicionada por medición. **Se considera que siempre existe:**

- Si se mide y se detecta: **PRESENCIA CON DETECCIÓN**
 - Si se mide y no se detecta: **PRESENCIA SIN DETECCIÓN**
- } **NO PUEDE
DESCARTARSE
LA PRESENCIA**

2 PUESTOS DE TRABAJO NO DIRECTAMENTE INVOLUCRADOS CON EL AGENTE, PERO EN LOS QUE RESULTE POSIBLE SU PRESENCIA

Solo podrá considerarse que no hay presencia cuando se mida y no se detecte.

} **PUEDE
DESCARTARSE
LA PRESENCIA**

EXCEPCIÓN (Preámbulo RD 1154/2020): Concentraciones ambientales **significativamente superiores** a las normales del aire exterior.

PUESTOS CON PRESENCIA → PRESENCIA CON DETECCIÓN / SIN DETECCIÓN

MEDICIONES PARA CONFIRMAR O DESCARTAR PRESENCIA - CRITERIO INS-INSST [2022] (PUESTOS NO DIRECTAMENTE INVOLUCRADOS)

- Se recomienda un **mínimo de 3 mediciones**, en los casos más desfavorables (seleccionando las jornadas con mayor probabilidad)
- Mediante **muestreo en punto fijo**:
 - Lo **más cerca posible del previsible punto de contacto** contaminante-persona
 - En su defecto, próximo a zona de respiración (de pie: 1,6-1,7 m.; sentado: 1,2 m.), sin interferir en la actividad desarrollada

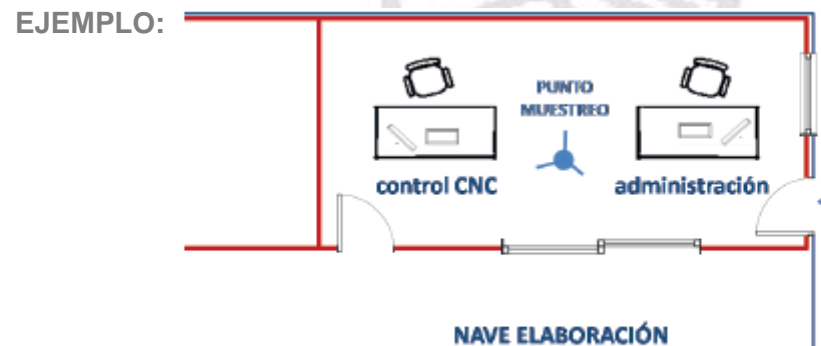


Fig. 3.11. Ubicación del equipo de muestreo para confirmar/descartar presencia de SCR (Fuente: INS)

- Máx. q posible \rightarrow máx. V_{aire} (cuantificación/detección según UNE-EN 482)
- En general, debe muestrearse **toda la jornada laboral (8 horas)**, de forma que no queden periodos sin muestrear, o justificar adecuadamente si se muestrea menos.

EXCEPCIÓN: CONCENTRACIONES SIGNIFIC. SUPERIORES AL AIRE EXT.- CRITERIO INSST [2022] (PUESTOS NO DIRECTAMENTE INVOLUCRADOS)

Es importante indicar aquí que 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 los mismos. 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.

EXCEPCIÓN: Concentraciones ambientales **significativamente superiores** a las normales del aire exterior.



¿Concentraciones significativamente superiores?

CRITERIO INSST (Guía Técnica, 2022)



Medición

- Obtenidas fuera de la zona de influencia de la actividad generadora del agente (ajenas a la propia empresa)
 - Mínimo 3 mediciones de la concentración, tomadas aprox. a 1,70 m sobre el suelo y simultáneas a las mediciones en las zonas trabajo investigadas.
 - El procedimiento de medida, incluida la técnica de análisis y V_{aire} muestreado → similar al utilizado en los puestos o lugares de trabajo.
 - Si muestra $< \text{LOD}$ → $\text{LOD}/2$
 - Si muestra entre LOQ y LOD → mitad intervalo entre ambos
- } Para tratamiento estadístico

DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA

EXCEPCIÓN: Concentraciones ambientales **significativamente superiores** a las normales del aire exterior.



¿Concentraciones significativamente superiores?

CRITERIO INSST (Guía Técnica, 2022)



Decisión

- ❑ Si alguna $C_{\text{puesto/lugar trabajo}} > 3 \cdot C_{\text{exterior}} \rightarrow$ PRESENCIA
- ❑ Si no se cumple la condición anterior, aplicamos la prueba estadística ***t de Student***: Si $t_{\text{calculado}} > t_{\text{tabulado}} \rightarrow$ PRESENCIA

$$t = \frac{D}{\sqrt{\frac{s_d^2}{n}}}$$

- $D \rightarrow$ media de las diferencias entre los resultados pareados ($C_{\text{interior, día } i} - C_{\text{exterior, día } i}$)
- $n \rightarrow$ número de pares
- $s_d^2 \rightarrow$ varianza de las diferencias
- grados de libertad = $n-1$

grados de libertad (g.L.)	t (p = 0,95)
1	6,314
2	2,920
3	2,353
4	2,132
5	2,015
6	1,943
7	1,895
8	1,860
9	1,833
10	1,812

Tabla 2. Distribución t de Student de un cola^[28]

SISTEMA CERRADO Y ESTANCO

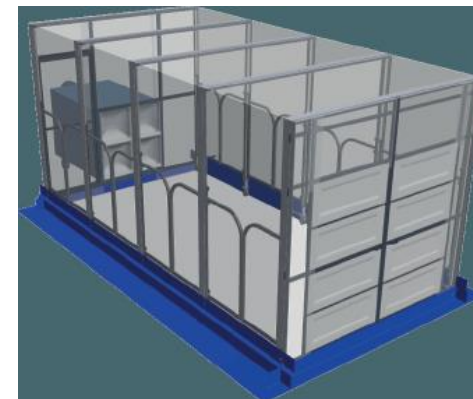
(INS, 2022) Un sistema cerrado es aquel que por sus características de diseño y funcionamiento previene la liberación del agente químico contenido en su interior y **permite, en principio, garantizar que no se producirá exposición.**

(INSST, 2022) Preferentemente a presión negativa. Si bien se admite la presencia del agente en su interior, se considera que **eliminan la exposición y evitan la exposición a productos intermedios.**



En términos generales, **fuera del sistema no existirá exposición** al agente, pero **no se anula completamente el riesgo** (posibles fallos o averías), por lo que:

- ❑ Debe tenerse en cuenta el artículo 7 del RD 665/1997
- ❑ Recomendaciones: equipos/componentes de calidad y fiabilidad contrastada; programa de mantenimiento (preventivo y, si es posible, predictivo); especial atención a pérdidas de estanqueidad de puntos críticos (válvulas, juntas...) y al mantenimiento de la depresión.



CERRAMIENTO A PRESIÓN NEGATIVA
(INS, 2022)



CERRAMIENTO PARA CHORREADO CON
ARENA (INSST, 2021)

ALCANCE DEL REAL DECRETO 665/1997 SEGÚN EL TIPO DE PRESENCIA CRITERIO INVASSAT

1 PRESENCIA CON DETECCIÓN

En los puestos afectados aplican todas las obligaciones derivadas del RD 665/97

2 PRESENCIA SIN DETECCIÓN

En los puestos afectados también aplican todas las obligaciones derivadas del RD 665/97. Sin embargo, entendemos que:

- Podemos asegurar que estamos en el “nivel de exposición más bajo técnicamente posible” (art. 5.3)
- No resulta obligatorio el uso de EPR
- Es el escenario en el que se puede plantear que no exista riesgo de contaminación (a valorar) (art. 6.1)

EVALUACIÓN: MEDICIONES

1 FRECUENCIA DE LAS MEDICIONES DE EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

Sin perjuicio cap. II RSP y art. 8.4 RD 665/1997. Y recomendando **reevaluar anualmente** la exposición, según la monografía del INVASSAT:

- PRESENCIA SIN DETECCIÓN → No superior a **1 año**
- PRESENCIA CON DETECCIÓN → No superior a **3 años** (GT 2022 INSST y UNE 689:2019)

Sin embargo, el INS (GT 2022) recomienda reevaluar anualmente SCR en base a mediciones higiénicas, por ser un agente cancerígeno.



Se recomienda reevaluar el riesgo de exposición por vía inhalatoria a SCR anualmente mediante medición.

EVALUACIÓN: MEDICIONES

2 MÉTODO DE TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS

El INSST ha validado dos métodos:

- MTA/MA-056/A06 (Método del filtro de membrana/**Difracción de rayos X**)
- MTA/MA-057/A17 (Método del filtro de membrana/**Espectrofotometría de infrarrojos**)

La **DRX** es el método idóneo cuando es previsible **encontrar diferentes polimorfos** de la sílice cristalina presentes en una muestra, por ejemplo cuando se sospeche que pueda existir cristobalita además de cuarzo. Esto puede pasar:

- Por la propia composición de la materia prima (como los aglomerados de cuarzo)
- Por someterla a procesos con elevada temperatura → se considera recomendable DRX a partir de 600 °C (INS, 2022)

También debe emplearse DRX cuando ciertas materias primas puedan causar interferencias por FTIR:

EVALUACIÓN: MEDICIONES

3 DURACIÓN DE LA TOMA DE MUESTRAS

La opción **prioritaria** es **toda la jornada** laboral y, en todo caso, toda la exposición.

No obstante, se podrían considerar otras alternativas:

En conformidad con la UNE-EN 689:2019 (INS, 2022):

- Según Anexo D (contempla diferentes supuestos en función del perfil de exposición)

Según criterio INVASSAT:

- Exposición variable y/o ≤ 4 h. → TOTALIDAD EXPOSICIÓN
- Exposición uniforme y > 4 h. → AL MENOS 4 HORAS. Justificar

En cualquier caso, **nunca inferior al tiempo mínimo de duración de la muestra** para garantizar la fiabilidad de la medición.

EVALUACIÓN: MEDICIONES

4 TIEMPO MÍNIMO DE MUESTREO

Debe permitir recoger la suficiente cantidad de muestra (Vaire) para poder cuantificarla con la fiabilidad de la UNE-EN 482:2021 → **cuantificar concentraciones de 0,1 VLA-ED**

- Coherente con la sensibilidad del MTA (V; LD; LQ)
- $t_{\min} = LQ / (0,1VLA-ED \cdot q)$ Especialmente importante para DESCARTAR PRESENCIA o PRESENCIA SIN DETECCIÓN
- Si $t_{\min} > T$ → muestreador a mayor q



LOQ = 3,3 LOD

A criterio del INSST y del INS, para poder descartar la presencia de un agente cancerígeno o mutágeno, como mínimo:

$$V (l) \geq \frac{LOD_{\text{analítico (masa soporte)}} (mg)}{0,03 VLEP - ED \left(\frac{mg}{m^3} \right) \div 1000 \left(\frac{l}{m^3} \right)}$$

Se considerará que **existe presencia, cuando en alguna de las muestras obtenidas se detecte el agente**

CONCLUSIONES DERIVADAS DE LAS MEDICIONES PARA CONFIRMAR O DESCARTAR PRESENCIA CRITERIO INS [2022]

CONCENTRACIÓN AMBIENTAL	VOLUMEN DE MUESTREO ($T_{\text{MUESTREO}} = \text{TODA LA JORNADA}$)	CONCLUSIÓN
Detectable ($\geq \text{LOD}$)	Todo V	Hay presencia
No detectable ($< \text{LOD}$)	$V < V_{\text{min}}$	No se debería concluir que no hay presencia, ya que no se ha alcanzado el volumen mínimo. Recurrir a otro muestreador con un caudal de trabajo superior que permita alcanzar el V_{min} en una jornada.
	$V > V_{\text{min}}$	Se puede concluir con fiabilidad que no hay presencia del agente en la zona investigada.

EVALUACIÓN: MEDICIONES

5 MUESTREADOR

Debe cumplir UNE-EN 13205 y UNE-EN 481

Muestreadores de la fracción respirable recogidos en el informe CEN/TR 15230

Fracción del aerosol	Muestreador personal	Caudal de muestreo (l/min)	Elemento de retención	Fabricante	MTA/MA
Respirable	GK 2.69	4,2	Filtro de 37 mm	BGI	056/A06 y 057/A17
	SIMPEDS	2,2	Filtro de 25 mm	Casella	056/A06 y 057/A17
	Ciclón polvo respirable	2,2	Filtro de 25 mm	BGI	056/A06 y 057/A17
	Ciclón aluminio	2,5	Filtro de 25 o 37 mm	SKC	056/A06 y 057/A17
	Ciclón plástico conductor	2,2	Filtro de 25 o 37 mm	SKC	056/A06 y 057/A17
	PGP-FSP 2	2			/A17
	PGP-FSP 10	10	Filtro de 37 mm	GSM	056/A06 y 057/A17
	Ciclón de nylon 10mm	1,7	Filtro de 37 mm	Panametrics	056/A06 y 057/A17
	CIP 10-R	10	Espuma	Arelco	056/A06
Inhalable y Respirable	IOM Multidust	2	Espuma y filtro de 25 mm en portafiltro	SKC	056/A06 y 057/A17
Inhalable, Torácica y Respirable.	Respicon	3,11	Filtros de 37 mm	HundTSI	057/A17

Sobremuestrear 30% → 3 l/min

EVALUACIÓN: MEDICIONES

5 MUESTREADOR

Otros muestreadores actualmente disponibles en el mercado, que cumplen con la normativa aplicable (fracción respirable) no recogidos en el informe CEN/TR 15230 (INS, 2022)

Tabla 3.3. Otros ejemplos de muestreadores de la fracción respirable y su caudal de operación (Fuente: INS)

MUESTREADOR	FABRICANTE	CAUDAL DE MUESTREO (l/min)
GS-3	SKC	2,75
GS-1	SKC	2
GK4.162 RASCAL	BGI	8,5-9
PPI	SKC	8
PPI DESECHABLE	SKC	4-8
BGI-4L	BGI	2,2

6 BOMBA DE MUESTREO

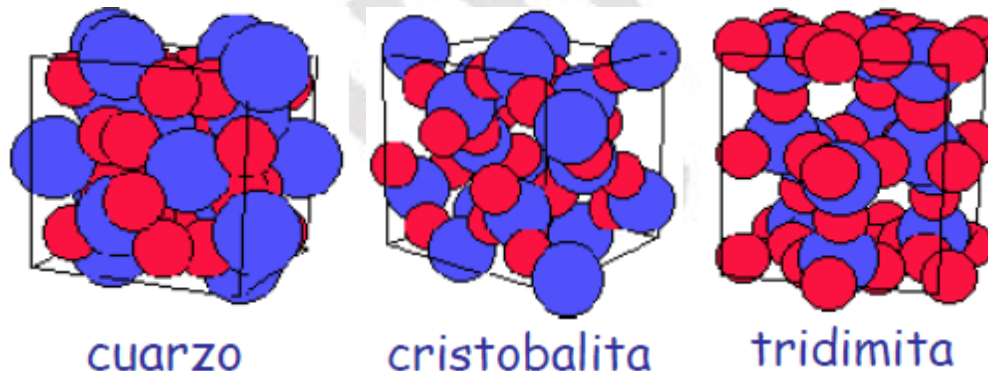
Medición personal: Bombas tipo P, que cumplan UNE-EN ISO 13137

EVALUACIÓN: MEDICIONES

7 PRESENCIA DE VARIOS POLIMORFOS (INS, 2022)

Deben sumarse los valores (m) de cada uno de los polimorfos presentes (cuarzo y cristobalita) para su comparación con el VLA-ED. Si uno de ellos está presente pero no puede cuantificarse, el valor más probable de su m será:

- En su caso, el proporcionado por el laboratorio de análisis (a pesar de baja fiabilidad)
- Si $LOD < m < LOQ \rightarrow m =$ la masa contenida en la mitad del intervalo entre LOD y LOQ
- Si $m < LOD$ y no se puede asegurar ausencia $\rightarrow m = LOD/2$



CONTROL – GESTIÓN PREVENTIVA. ALGUNOS ASPECTOS DESTACABLES

1 MAPEO

Conveniente en general (identificación de zonas, caracterización del centro...)

Necesario por CAE (deberes de Información e Instrucción del TITULAR)

2 IDENTIFICACIÓN DE LAS PERSONAS TRABAJADORAS EXPUESTAS

Además de ser una obligación (listado actualizado conforme art. 9 RD 665/97) es importante de cara a la gestión preventiva

3 OPERACIONES DE MAYOR RIESGO

Fractura reciente (corte, pulido, trituración...) → influencia en las características superficiales de la partícula

4 COMPARTIMENTACIÓN / AISLAMIENTO DE LAS ZONAS CRÍTICAS

En la medida de lo posible, separadas del resto de zonas mediante compartimentación por medios físicos y adecuado control de accesos.

CONTROL – GESTIÓN PREVENTIVA. ALGUNOS ASPECTOS DESTACABLES

5 EQUIPOS DE TRABAJO ESPECIFICAMENTE ADAPTADOS

❑ EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES

Cabinas cerradas, presurizadas y dotadas de sistemas de filtración eficaces

- Programas de mantenimiento de estos sistemas.
- Programas de limpieza en el interior (aspiración).

❑ EQUIPOS PARA DISGREGACIÓN MECÁNICA (corte, lijado, pulido, trituración...)

Siempre que sea posible deberán trabajar mediante sistemas húmedos. Si no es posible o insuficiente deberán emplearse sistemas de extracción de polvo, combinados con encapsulamientos.

Los equipos portátiles que trabajen en seco deberán disponer de una unidad de extracción de polvo clase H (UNE-EN 60335-2-69).

CONTROL – GESTIÓN PREVENTIVA. ALGUNOS ASPECTOS DESTACABLES

6 EXTRACCIÓN LOCALIZADA

- Combinada con cerramientos, por ejemplo en puntos críticos de cintas transportadoras de material (saltos de cinta, punto de alimentación/descarga...), campanas...

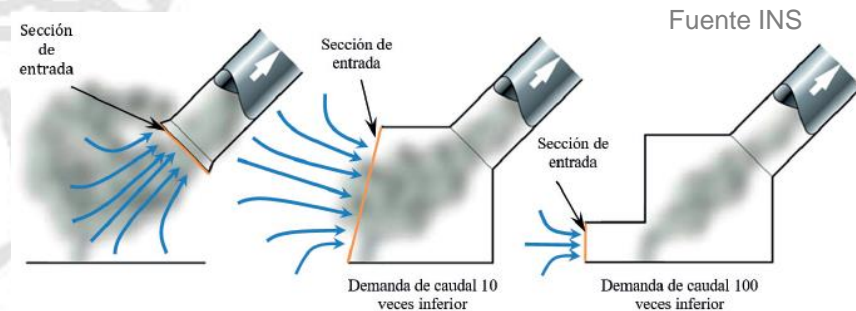


Fig. 5.9. Aumento de la efectividad de captación (Fuente: A guide to local exhaust ventilation. HSE (modificada))

- Implementar programas de mantenimiento preventivo (fabricante) para garantizar su eficacia

7 LIMPIEZA

- Si se ha trabajado previamente, GENERAL INICIAL (incluidas paredes y techos) y, en cualquier caso PROCEDIMIENTOS LIMPIEZA PERIÓDICA de todas las superficies
- Métodos de limpieza: HUMEDO (sist. drenaje) y/o ASPIRACIÓN (filtro HEPA o técnica equivalente). Puede ser necesario usar EPR

CONTROL – GESTIÓN PREVENTIVA. ALGUNOS ASPECTOS DESTACABLES

8 EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA (EPR)

Al menos P3 (o FFP3 para autofiltrantes)

Especial atención a la comprobación del ajuste. Se recomienda al menos prueba diaria de ajuste, previa a su uso (UNE-EN 529).



Fuente INS

Fig. I.1. Comprobación del ajuste facial de medias máscaras (Fuente: 3M)

También puede hacerse test de ajuste cuantitativo

CONTROL – GESTIÓN PREVENTIVA. ALGUNOS ASPECTOS DESTACABLES

9

FORMACIÓN

Contenido

1. QUÉ ES LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE. CLASIFICACIÓN
2. RIESGOS POTENCIALES PARA LA SALUD
 1. Vías de penetración principales.
 2. Los riesgos potenciales para la salud relacionados con el polvo de sílice cristalina respirable, incluidos los riesgos adicionales debidos al consumo de tabaco.
 3. Aspectos relativos a la vigilancia de la salud.
3. LEGISLACIÓN VIGENTE. REAL DECRETO 665/1997
 1. Valores límite ambientales del polvo respirable y de la sílice cristalina.
 2. Productos que contienen sílice cristalina y fichas de datos de seguridad.
4. CONTROL DEL POLVO RESPIRABLE DE SÍLICE CRISTALINA. PREVENIR LA EXPOSICIÓN
 1. Mediciones higiénicas. Valoración y control del riesgo.
 2. Medidas técnicas. Factores que influyen en la exposición y medidas preventivas a adoptar:
 - Sobre la fuente.
 - Sobre el medio.
 - Sobre el individuo.
 - a. Medidas organizativas.
 - Buenas prácticas que deben utilizarse en el lugar de trabajo y procedimientos de trabajo seguro.
 - Las precauciones que se deberán tomar para prevenir la exposición.
 - Las disposiciones en materia de higiene personal.
 - Medidas que deberán adoptar los trabajadores, en particular el personal de intervención, en caso de incidente y para la prevención de incidentes.
 - Precauciones y medidas adecuadas que deben adoptarse en el lugar de trabajo.
5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
 5. Selección, utilización y empleo de equipos y ropa de protección, y sus consecuencias.
 6. Uso, ajuste y mantenimiento de equipos de protección.

Se aconseja una duración min. **2 h** y repetirla cada **2 años** (sin perjuicio convenios colectivos)

CONTROL – GESTIÓN PREVENTIVA. ALGUNOS ASPECTOS DESTACABLES

10

MEDICIÓN EN CONTINUO

- Caracterización básica de los puestos (estrategia de muestreo); identificación zonas o focos críticos (priorización); detección de operaciones/eventos críticos, malas prácticas... que pueden pasar desapercibidos
- Cumplimiento apartados e) y k) del art. 5.5 RD 665/1997:
 - 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.k) “Instalar **dispositivos de alerta** para los casos de **emergencia** que puedan ocasionar **exposiciones anormalmente altas**”

Contadores de
partículas

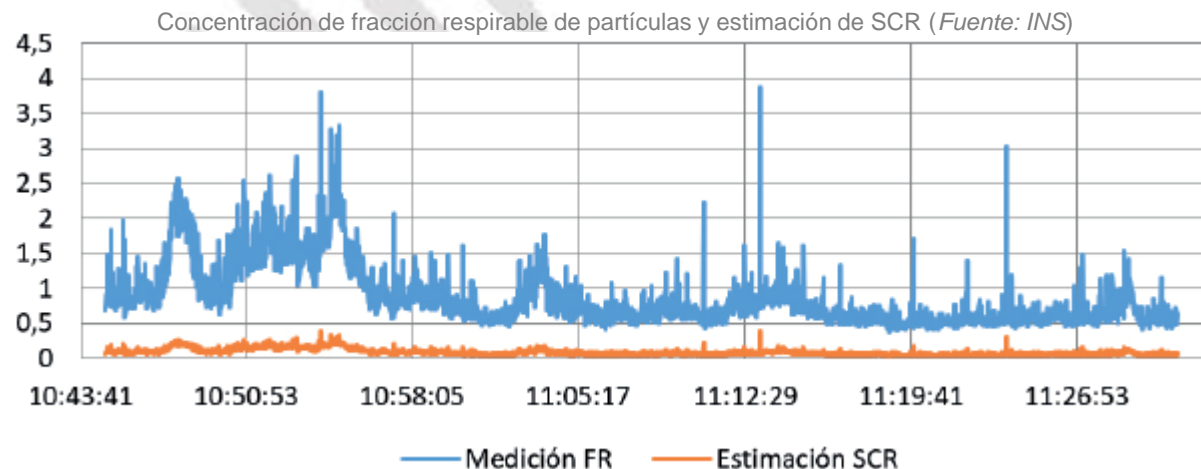


Estimar concentración

FACTOR CORRECCIÓN

(% SCR en FR)

Según mediciones exposición
personales en instalaciones
similares



Gracias por vuestra atención

www.invassat.gva.es

Síguenos en las redes



INVASSAT 2.0

El INVASSAT en las redes sociales