

# 29

Semana  
de la **Salud**  
Ocupacional

Somos prevención, bienestar y vida



43° Congreso de Ergonomía, Higiene,  
Medicina y Seguridad Ocupacional.  
Forum UPB, Medellín - Colombia  
1, 2 y 3 de noviembre de 2023

## SÍLICE CRISTALINA Y ASBESTO

Organiza:

**CSOA** CORPORACIÓN DE SALUD  
OCUPACIONAL Y AMBIENTAL



Organiza:

**CSOA** CORPORACIÓN DE SALUD  
OCUPACIONAL Y AMBIENTAL

**29**  
Semana  
de la **Salud**  
Ocupacional

Somos prevención, bienestar y vida

# SÍLICE CRISTALINA

# AGENDA

- Sílice Cristalina.
- ¿En dónde está presente la sílice cristalina?
- Peligros a la salud asociados a la exposición de sílice cristalina.
- Regulaciones sobre sílice cristalina.
- Límites de Exposición, Sílice Cristalina.
- Monitoreo de material particulado para determinación de sílice cristalina.
- Consideraciones importantes para el monitoreo de sílice cristalina.
- Métodos analíticos para sílice cristalina.

# SILICE CRISTALINA

- Formula química:  $\text{SiO}_2$ .
- Se puede encontrar en la tierra, arena, granito y muchos otros minerales.
- Se encuentra en materiales de construcción como cemento, ladrillos y hormigón
- Es uno de los principales contaminantes en la minería.



# SILICE CRISTALINA

- Existen tres formas de sílice cristalina:
  - Cuarzo.
  - Tridimita.
  - Cristobalita.
- El cuarzo es la forma más común de sílice cristalino.
- Las tres formas pueden convertirse en material particulado.



Cuarzo



Tridimita



Cristobalita

- Es el segundo mineral más común en la corteza terrestre, en la mayoría de rocas sedimentarias e ígneos.
  - Granito: 25 % - 40%.
  - Areniscas 67% cuarzo (promedio).
  - Arena de mar 60% – 100%.
- El cuarzo es es la forma más abundante de  $\text{SiO}_2$  debido a que es termodinámicamente más estable en condiciones ambientales normales.

# EN DÓNDE PODEMOS ENCONTRAR LA SÍLICE CRISTALINA?



Minería



Industria del  
Cemento



Construcción



Sandbasting



Industria del  
vidrio



La exposición ocupacional a sílice cristalina incrementa el riesgo de desarrollar enfermedades ocupacionales, que incluye:

- Silicosis
- Cáncer de pulmón
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
- Enfermedad del riñón



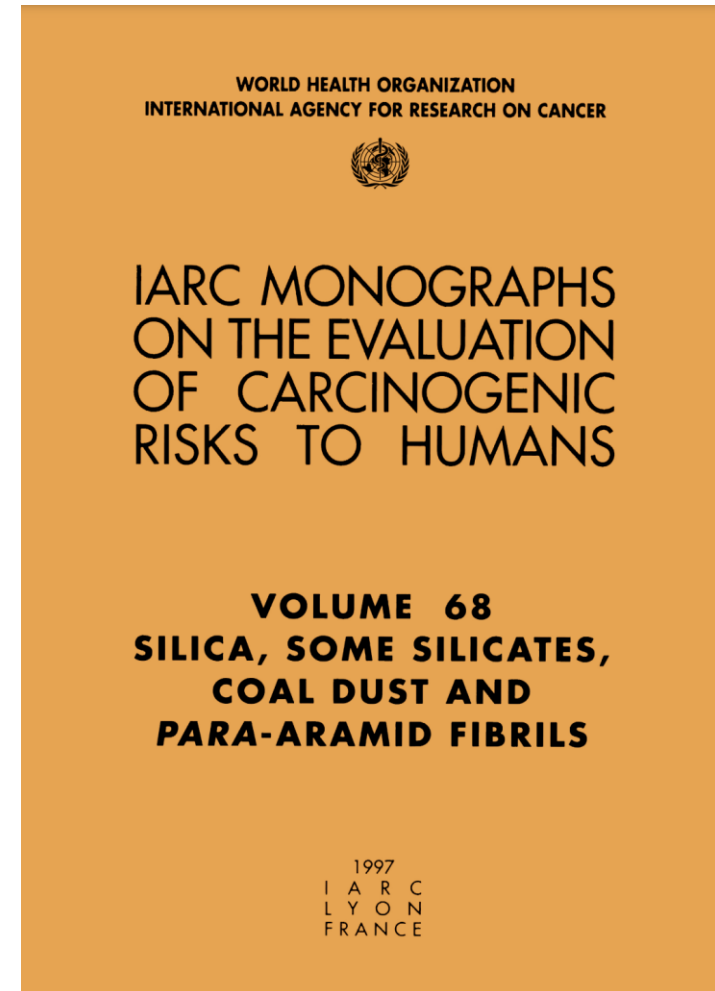


- Neumoconiosis desarrollada por la exposición ocupacional a sílice cristalina
- Generalmente se desarrolla una incapacidad permanente o la muerte del individuo
- >14,000 muertes en E.E.U.U. Desde 1968
- >200 muertes al año en E.E.U.U.



## ***IARC (International Agency for Research on Cancer)***

Sílice Cristalina es clasificada en el Grupo 1, como un Carcinógeno confirmado en seres humanos.



- NOM-010-STPS-2014 – “Sustancias químicas en el aire”
  - Reconocimiento
  - Evaluación
  - Control
  - VLE – PPT                      0.025 mg/m<sup>3</sup> (25 µg/m<sup>3</sup>), Cuarzo, Crisobalita y Tridimita
- OSHA.
  - 29 CFR 1910.1000 – Contaminantes en el aire (Industria en General)
  - 29 CFR 1915.1000 – Contaminantes en el aire (Operaciones marítimas)
  - PEL – TWA                      50 µg/m<sup>3</sup>
- Colombia.
  - Reglamento de higiene y seguridad para la prevención y el control del riesgo por exposición a sílice cristalina respirable
  - TLV’s – ACGIH (Art. 154, Resolución 2400, 1979).



- Actualización del estándar de Sílice Cristalina.
- Primera fase de implementación, Sept. 2017 (Construcción).
- Segunda fase Junio 2018 (Industria en General y Marítima).



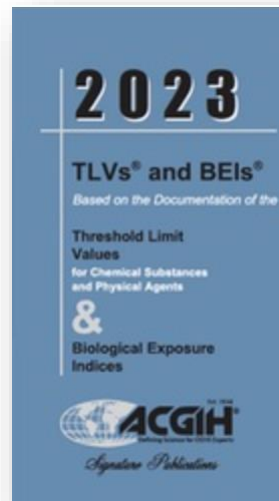
- Evaluar la exposición de los trabajadores si la concentración de sílice cristalina se encuentra por arriba de los  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (8 horas de exposición).
- Proteger a los trabajadores que estén expuestos a concentraciones por arriba de los  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (PEL) para una jornada laboral de 8 horas.
- Limitar el acceso a los trabajadores a áreas de trabajo en dónde podrían estar expuestos a concentraciones por arriba del PEL.
- Proporcionar respiradores a los trabajadores cuando los controles de polvo no puedan limitar la exposición a sílice cristalina.

## EN DÓNDE PODEMOS ENCONTRAR LA SÍLICE CRISTALINA?

- Utilizar métodos de limpieza que no generen dispersión de polvo al medio ambiente.
- Establecer e implementar un plan escrito de control de exposición para identificar tareas que pudiesen presentar un potencial de exposición, así como los métodos a utilizar para controlar la exposición.
- Ofrecer exámenes médicos (incluyendo Rayos-X y pruebas de función pulmonar) cada tres años para aquéllos trabajadores expuestos por arriba del nivel de acción ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- Entrenar a los trabajadores expuestos a sílice cristalina.
- Almacenar los registros de evaluación de exposición y exámenes médicos del personal expuesto.

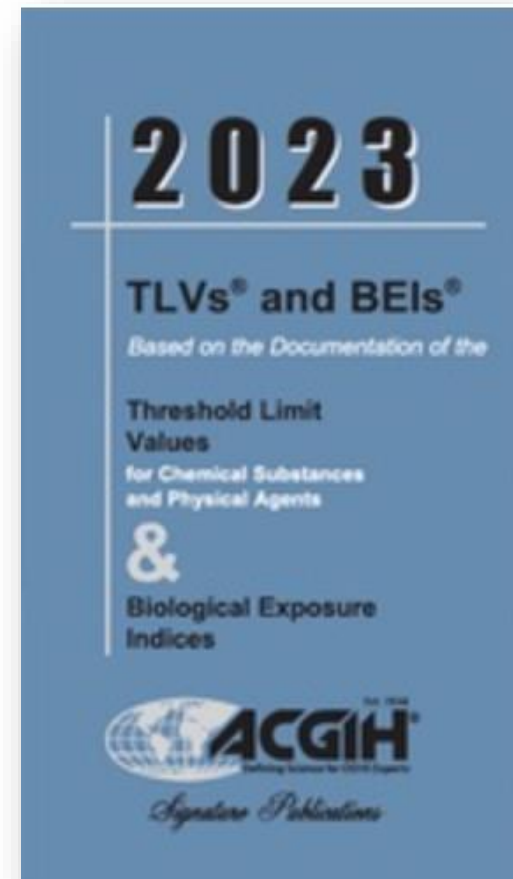
Concentraciones bajo las cuales se cree que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día sin sufrir ninguna alteración a su salud.

**NO ES UNA LINEA ENTRE EL BIEN Y EL MAL**



## TLV'S (Threshold Limit Values, ACGIH)

- TWA= Time Weighted Average
- STEL = Short Time Exposure Level
- Ceiling





Substance [CAS No.] ( <i>Documentation date</i> )	ADOPTED VALUES				TLV® Basis
	TWA	STEL	Notations	MW	
Resin acids, as total Resin acids [8050-09-7] (2020)	0.001 mg/m <sup>3</sup> (I)	—	DSEN; RSEN	—	Asthma; resp & eye irr; dermal & resp sens
Resorcinol [108-46-3] (1996)	10 ppm	20 ppm	A4	110.11	Eye & skin irr
Rhodium [7440-16-6], as Rh (1996)				102.91	
Metal and Insoluble compounds	1 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	Varies	Metal = URT irr; Insoluble = LRT irr
Soluble compounds	0.01 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	Varies	Asthma
Ronnel [299-84-3] (2006)	5 mg/m <sup>3</sup> (IFV)	—	A4; BEI <sub>C</sub>	321.57	Cholinesterase inhib
Rotenone (commercial) [83-79-4] (1996)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	391.41	URT & eye irr; CNS impair
Selenium [7782-49-2] and compounds, as Se (1992)	0.2 mg/m <sup>3</sup>	—	—	78.96	Eye & URT irr
Selenium hexafluoride [7783-79-1], as Se (2001)	0.05 ppm	—	—	192.96	Pulm edema
Sesone [136-78-7] (1996)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	309.13	GI irr
Silica, crystalline — α-quartz [1317-95-9; 14808-60-7] and cristobalite [14464-46-1] (2010)	0.025 mg/m <sup>3</sup> (R)	—	A2	60.09	Pulm fibrosis; lung cancer
‡ Silicon carbide [409-21-2] (2003)				40.10	
Nonfibrous	10 mg/m <sup>3</sup> (I, E)	—	—		(URT irr) ( )
	3 mg/m <sup>3</sup> (R, E)	—	—		(URT irr) ( )
Fibrous (including whiskers)	0.1 f/cc (F)	—	A2		(Mesothelioma); cancer

- VLE-PPT = Valor Límite de Exposición – Promedio Ponderado por el Tiempo (NOM-010-STPS-2014)
- VLE-CT = Valor Límite de Exposición – Corto Tiempo (NOM-010-STPS-2014)
- VLE-Pico = Valor Límite de Exposición – Pico (NOM-010-STPS-2014)

661.	Sacarosa	Erosión dental	342.30	57-50-1	A4	10 mg/m <sup>3</sup>	
662.	Selenio y compuestos, como Se	Irritación del tracto respiratorio superior y ojos	78.96 varios	7782-49-2		0.2 mg/m <sup>3</sup>	
663.	Seleniuro de hidrógeno, como Se	Irritación del tracto respiratorio superior y ojos; náusea	80.98	7783-07-5		0.05 ppm	
664.	Sesona	Irritación gastrointestinal	309.13	136-78-7	A4	10 mg/m <sup>3</sup>	
665.	Silicato de calcio, sin fibras sintéticas	Irritación del tracto respiratorio superior	116.16	1344-95-2	A4	10 mg/m <sup>3</sup> (E)	
666.	Silicato de etilo	Irritación del tracto respiratorio superior y ojos; daño a riñón	208.30	78-10-4		10 ppm	
667.	Silicato de metilo	Irritación del tracto respiratorio superior; daño a ojos	152.22	681-84-5		1 ppm	
668.	Sílice, cristalina- Î±-cuarzo	Fibrosis pulmonar; cáncer de pulmón	60.09	14808-60-7	A2	0.025 mg/m <sup>3</sup> (R)	
669.	Sílice, Cristobalita	Fibrosis pulmonar; cáncer de pulmón	60.09	14464-46-1	A2	0.025 mg/m <sup>3</sup> (R)	
670.	Sílice, Trípólis	Fibrosis pulmonar; cáncer de pulmón	60.09	1317-95-9	A2	0.025 mg/m <sup>3</sup> (R)	

Toma de una muestra representativa del medio ambiente, con la cual obtenemos la concentración en el aire de un agente químico. El muestreo de aire se puede realizar con los siguientes dispositivos:

- Instrumentos de lectura directa o tiempo real
- Instrumento de toma de muestra o para monitoreo integrado



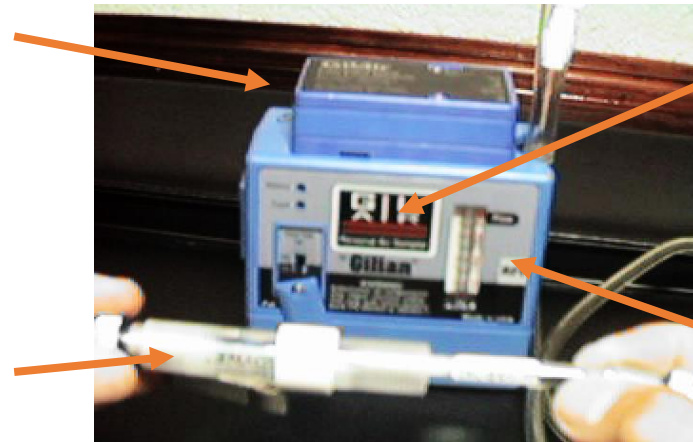
# INSTRUMENTOS DE LECTURA DIRECTA

Son instrumentos que nos proporcionan el valor de una concentración en un periodo determinado de tiempo.



Son instrumentos que nos permiten conocer la concentración de un agente químico durante un período largo de tiempo. Estos instrumentos pueden integrar las exposiciones de toda una jornada de trabajo. El tren de muestreo, se compone de las siguientes partes:

Regulador de flujo



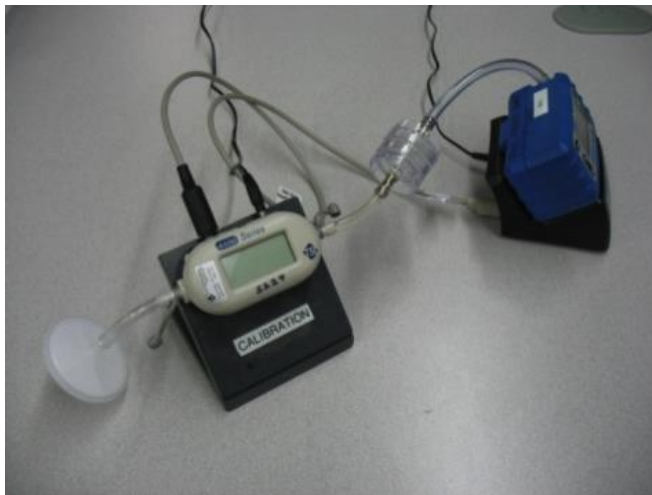
Bomba de succión

Elemento de Captura

Medidor de flujo



# BOMBAS DE MUESTREO DE AIRE



## Alto Flujo

- ❖ Bombas personales de alto flujo (Flujos de 1 a 12 LPM)
- ❖ Bombas de monitoreo Ambiental (Flujos de 2-30 LPM)
- ❖ Ejemplosa:
  - Plomo
  - Asbestos
  - Polvo
  - Sílice Cristalino
- ❖ Accesorios
  - Filtros
  - Ciclones
  - Impingers

## Bajo Flujo

- ❖ Flujos de 20 a 300cc/min
- ❖ Ejemplos:
  - Solventes
  - Hidrocarburos (Benceno)
  - Solventes halogenados
  - Alcoholes
- ❖ Accesorios
  - Tubos adsorbentes
  - Tubos de carbón activado
  - Porta – tubos

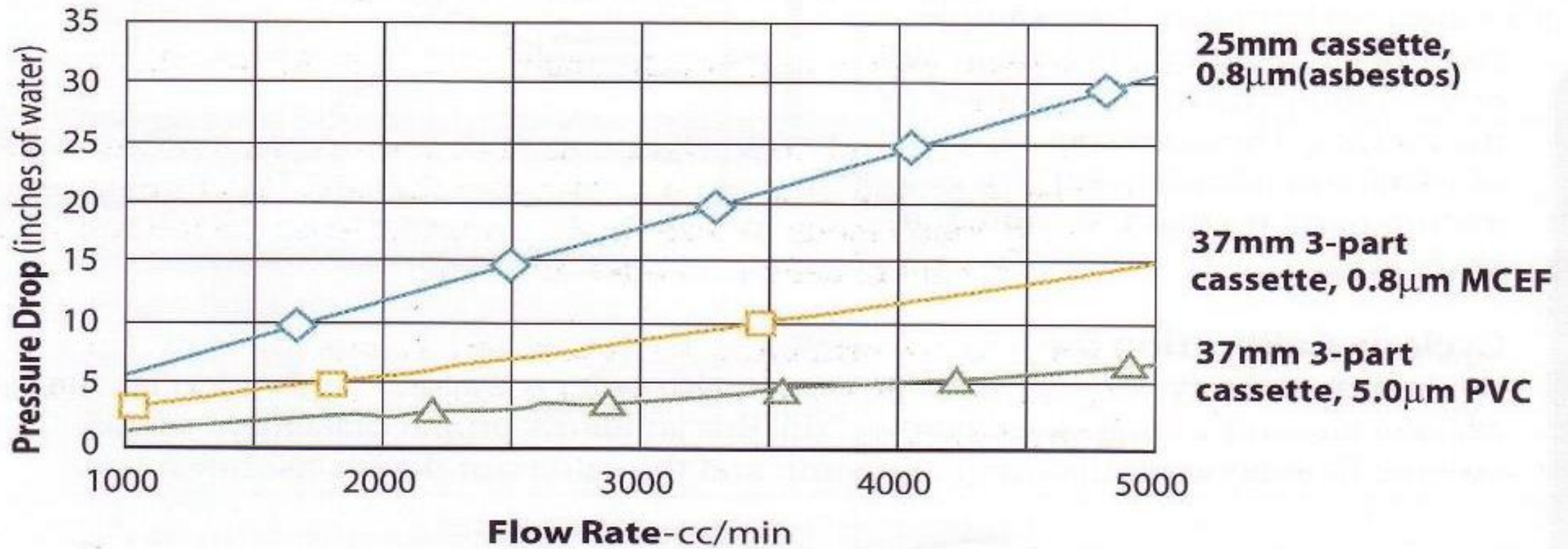


# LA IMPORTANCIA DE LA PRESIÓN DE SUCCIÓN EN LAS BOMBAS DE MUESTREO

- Una bomba de monitoreo personal trabaja para mover el aire a través de una presión de succión causada por la resistencia del medio de la muestra. La bomba es como un automóvil en estos ejemplos. Los diferentes tipos de medios de muestreo con diferente resistencia al flujo son como los remolques. Cuanto más pesado sea el remolque, más duro tendrá que trabajar el coche. Cuanto mayor sea la presión de succión, la bomba tendrá que sobre trabajar.
- La presión de succión puede verse afectada por el flujo de trabajo, el tamaño de poro del filtro y la carga de material particulado del filtro.



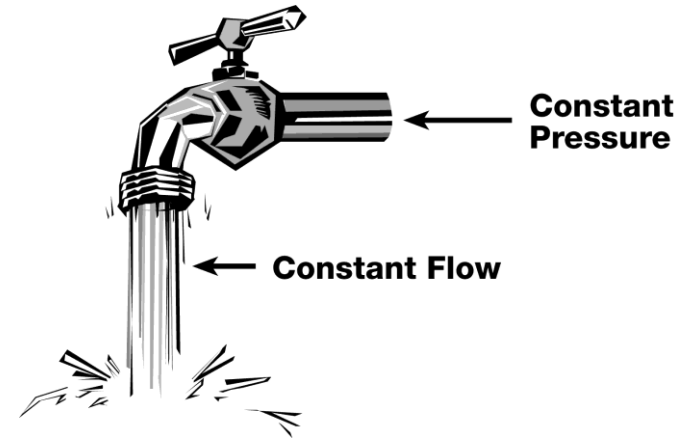
# LA IMPORTANCIA DE LA PRESIÓN DE SUCCIÓN EN LAS BOMBAS DE MUESTREO



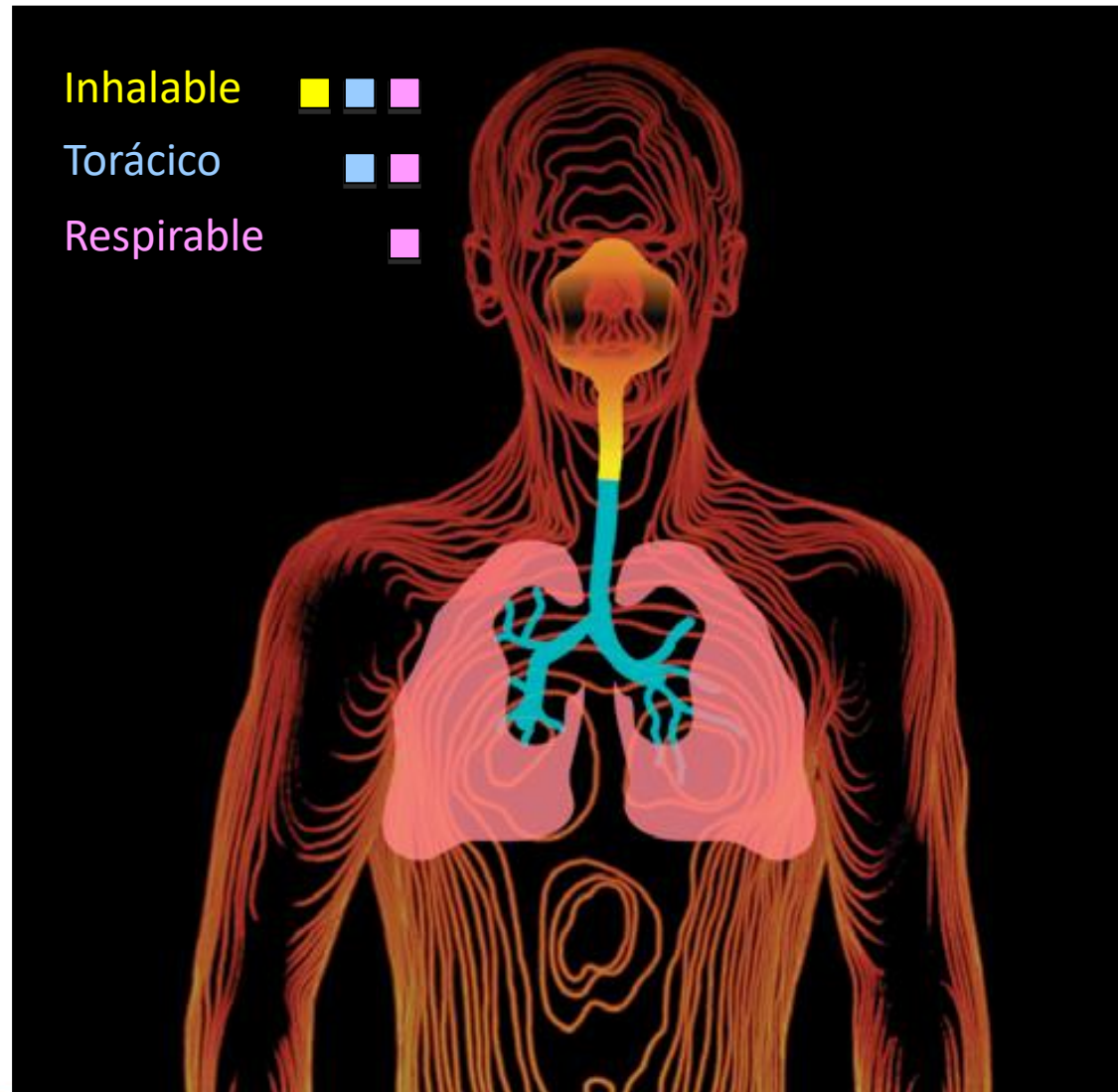
- Trabaja como el sistema de “control de crucero” de los automóviles
- Detecta cualquier disminución del flujo de aire de la bomba, y acelera el motor de la bomba.
- Mantiene el flujo de aire constante con una variación no mayor a  $\pm 5\%$



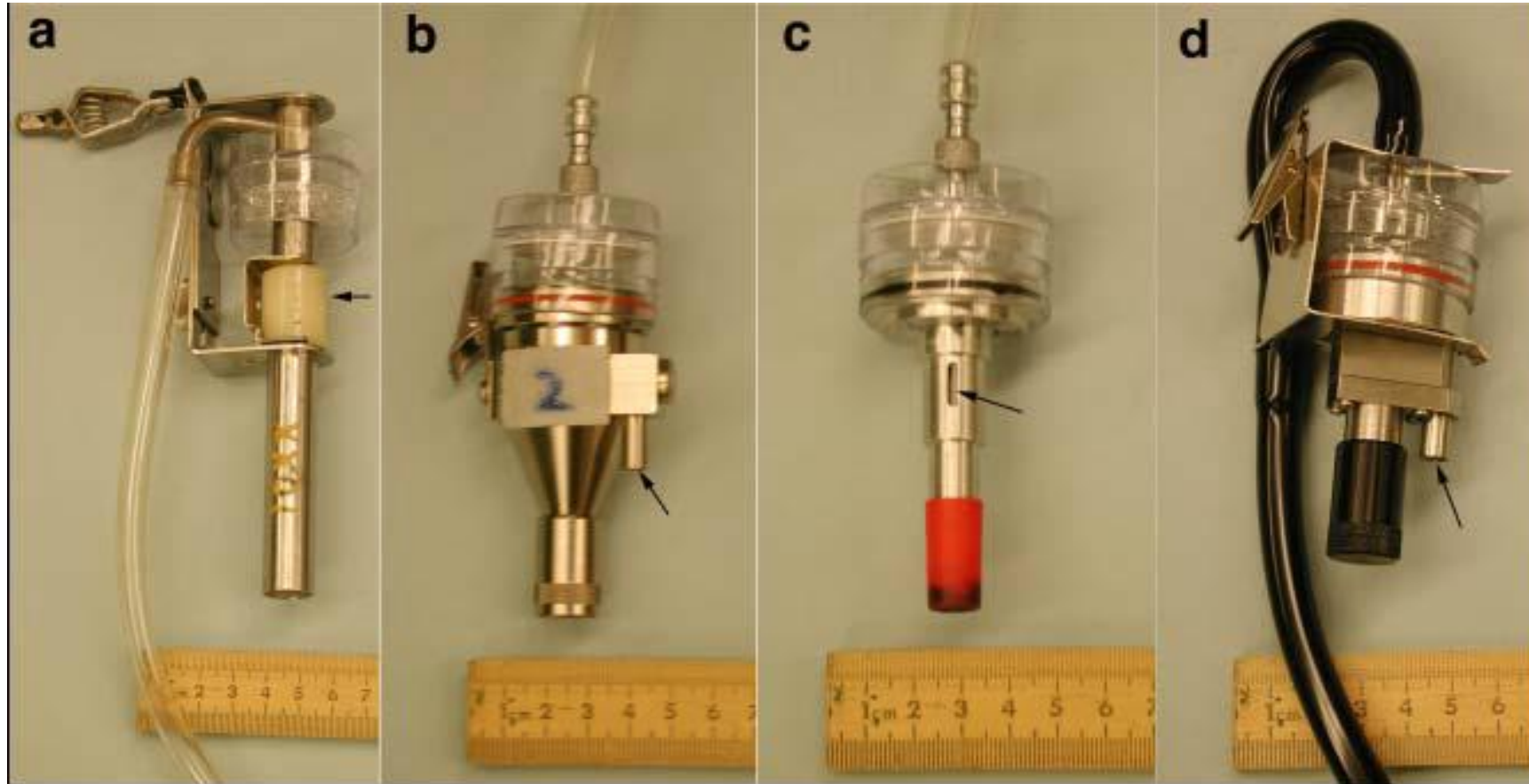
- El control de presión de succión constante (vacío) permite tomar de una a cuatro muestras de forma simultánea utilizando colectores especiales.
- Se mantiene un nivel de baja presión constante en la manguera de la bomba.
- El flujo de aire se controla con una válvula de aguja en cada tubo.



# FRACCIÓN DE PARTÍCULAS



# PARTÍCULAS RESPIRABLES



Dorr Olivier  
1.7 lpm

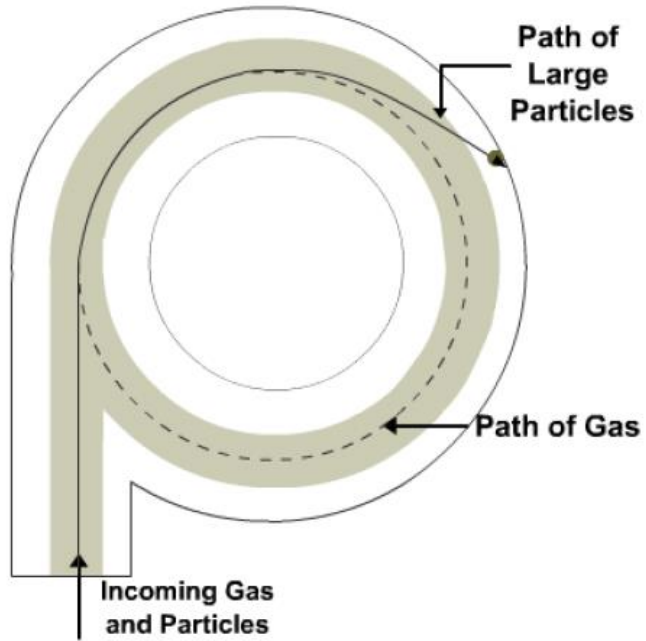
GK2 69  
4.2 lpm

SKC  
2.5 lpm

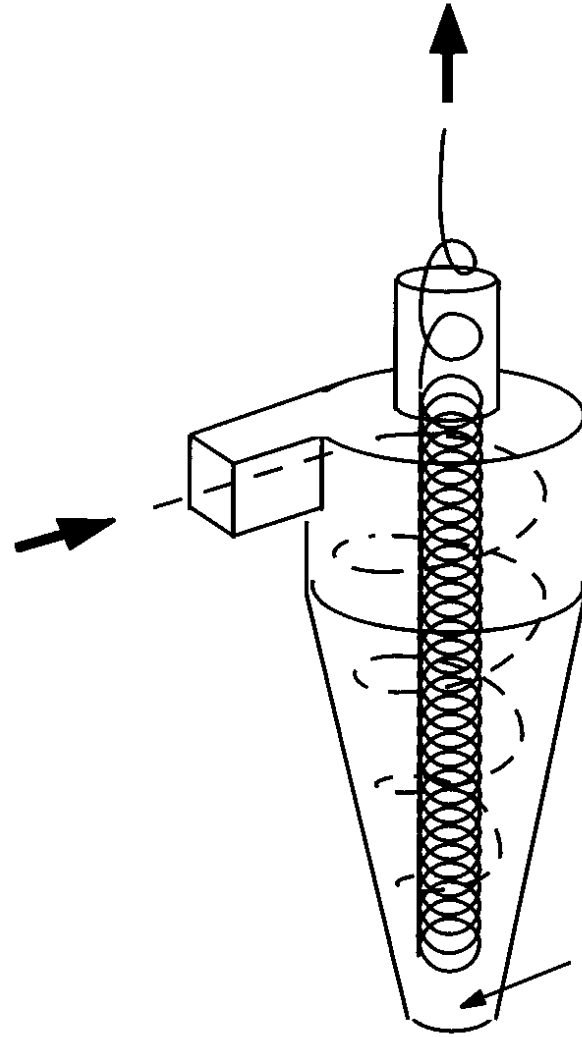
Higgins Dewel  
2.2 lpm



# PARTÍCULAS RESPIRABLES



*Demonstration of impaction*



## Sílice Cristalina

- NIOSH 7500 – Difracción de Rayos X
- NIOSH 7601 – Espectrofotometría de absorción Visible
- NIOSH 7602 – Espectroscopía IR

## Sílice Amorfa

- NIOSH 7501 – Difracción de Rayos X

## Cuarzo en polvo de minas de carbón

- NIOSH 7603 – Espectrofotometría de absorción IR





## SILICA, CRYSTALLINE, by XRD (filter redeposition) 7500

SiO<sub>2</sub> MW: 60.08 CAS: 14808-60-7 (quartz) RTECS: VV7330000 (quartz)  
 14464-46-1 (cristobalite) VV7325000 (cristobalite)  
 15468-32-3 (tridymite) VV7335000 (tridymite)

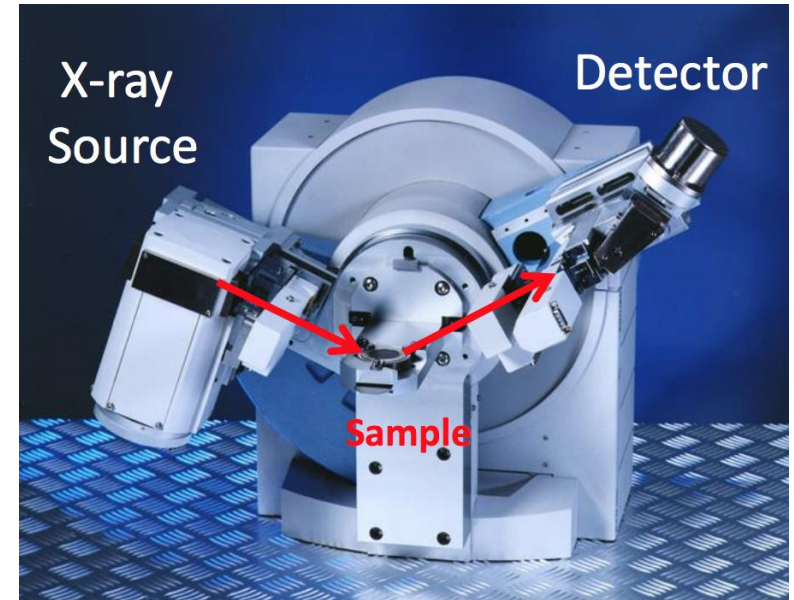
**METHOD:** 7500, Issue 4 **EVALUATION:** FULL **Issue 1:** 15 August 1990  
**Issue 4:** 15 March 2003

**OSHA :** quartz (respirable) 10 mg/m<sup>3</sup>/(%SiO<sub>2</sub>+2);  
 cristobalite and tridymite (respirable) ½ the above  
**NIOSH:** 0.05 mg/m<sup>3</sup>; carcinogen  
**ACGIH:** quartz (respirable) 0.1 mg/m<sup>3</sup>  
 cristobalite (respirable) 0.05 mg/m<sup>3</sup>  
 tridymite (respirable) 0.05 mg/m<sup>3</sup>

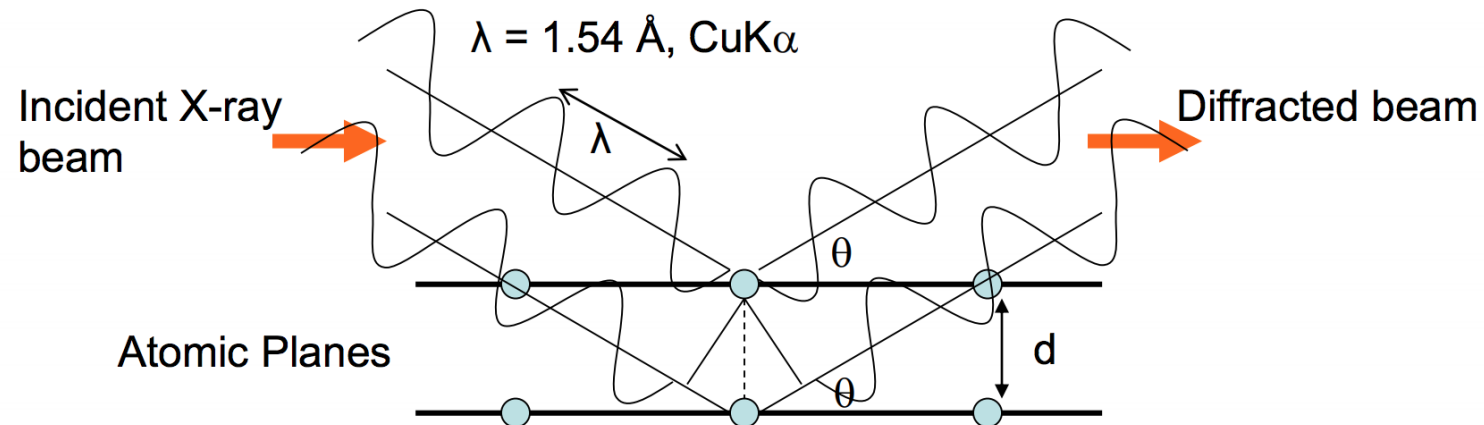
**PROPERTIES:** solid; d 2.65 g/cm<sup>3</sup> @ 0 °C; crystalline transformations: quartz to tridymite @ 867 °C; tridymite to cristobalite @ 1470 °C; α-quartz to β-quartz @ 573 °C

**SYNONYMS:** free crystalline silica; silicon dioxide

SAMPLING		MEASUREMENT	
<b>SAMPLER:</b>	CYCLONE + FILTER (10-mm nylon cyclone, Higgins-Dewell (HD) cyclone, or aluminum cyclone + 5-µm PVC membrane) *see sampling section	<b>TECHNIQUE:</b>	X-RAY POWDER DIFFRACTION
<b>FLOW RATE:</b>	Nylon cyclone: 1.7 L/min; HD cyclone: 2.2 L/min; aluminum cyclone: 2.5 L/min	<b>ANALYTE:</b>	Crystalline SiO <sub>2</sub>
<b>VOL-MIN:</b>	400 L	<b>ASH:</b>	Muffle furnace or RF plasma asher or dissolve in tetrahydrofuran
<b>-MAX:</b>	1000 L	<b>REDEPOSIT:</b>	On 0.45-µm Ag membrane filter
<b>SHIPMENT:</b>	Routine	<b>XRD:</b>	Cu target X-ray tube, graphite monochromator Optimize for intensity; 1° slit Slow step scan, 0.02°/10 sec Integrated intensity with background subtraction



- El bombardeo de la muestra con rayos X, da como resultado la dispersión de los Rayos X fuera de los planos atómicos.
- La difracción de rayos X produce patrones que son indicativo de los planos atómicos en un material, que sirven como una huella dactilar para minerales individuales.





## SILICA, Respirable Crystalline, by IR (KBr pellet)

7602

SiO<sub>2</sub>

MW: 60.08

CAS: 14808-60-7  
14464-46-1  
15468-32-3

RTECS: VV7330000 (quartz)  
VV7325000 (cristobalite)  
VV335000 (tridymite)

**METHOD:** 7602, Issue 4

**EVALUATION:** FULL

**Issue 1:** 15 February 1984

**Issue 4:** 25 July 2017

**OSHA:** 0.05 mg/m<sup>3</sup>

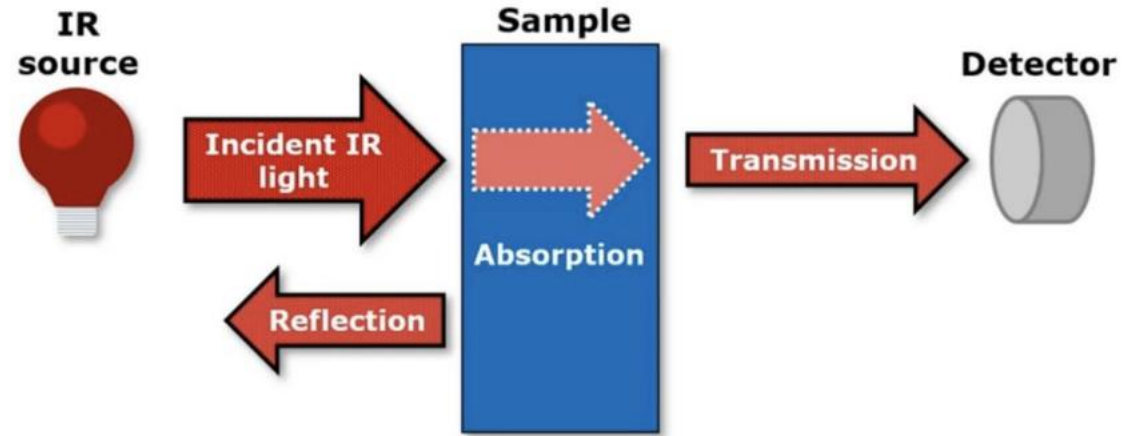
**NIOSH:** 0.05 mg/m<sup>3</sup>; carcinogens

**OTHER OELS:** [1,2]

**PROPERTIES:** solid; d 2.65 g/cm<sup>3</sup>; crystalline transformation:  
α-quartz to β-quartz @ 573 °C; quartz to tridymite @ 867 °C;  
tridymite to cristobalite @ 1470 °C

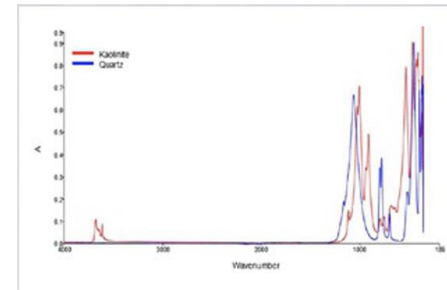
**SYNONYMS:** free crystalline silica; silicon dioxide

SAMPLING		MEASUREMENT	
<b>SAMPLER:</b>	CYCLONE + PRE-WEIGHED FILTER (PVC), with conductive filter holder	<b>TECHNIQUE:</b>	INFRARED SPECTROMETRY
<b>FLOW RATE:</b>	~2 to ~4 L/min, specific for the cyclone used	<b>ANALYTE:</b>	Quartz / Cristobalite
<b>VOL-MIN:</b>	400 L	<b>ASHING:</b>	Muffle furnace or RF plasma asher
<b>-MAX:</b>	1000 L (total dust < 4 mg)	<b>PELLET:</b>	Mix residue with KBr; press 13-mm pellet
<b>SHIPMENT:</b>	Routine	<b>IR DETECTION:</b>	Scan absorbance between 400 cm <sup>-1</sup> and 1000 cm <sup>-1</sup>
<b>SAMPLE STABILITY:</b>	Stable	<b>CALIBRATION:</b>	Certified reference material (CRM) respirable crystalline silica (RCS) quartz & cristobalite; e.g., NIST SRM 1878b quartz, NIST 1879a cristobalite, and/or other RCS CRMs; diluted in KBr and pressed into 13-mm pellet
<b>BLANKS:</b>	3 field blanks minimum per sample set		
<b>ACCURACY</b>			



Innovation with Integrity

3



Organiza:

**CSOA** CORPORACIÓN DE SALUD  
OCUPACIONAL Y AMBIENTAL

**29**  
Semana  
de la **Salud**  
**Ocupacional**

Somos prevención, bienestar y vida

# ASBESTO

# AGENDA

- Asbestos
- ¿En dónde están presentes?
- Efectos a la salud asociados a la exposición de asbestos.
- Regulaciones sobre asbestos.
- Límites de Exposición.
- Monitoreo de fibras para determinación de asbestos.
- Consideraciones importantes para el monitoreo de asbestos.
- Métodos analíticos para asbestos.

# Qué es el ASBESTO?

- Minerales naturales de **silicato** en forma de **fibras**
- Una amplia gama de **propiedades útiles** ha llevado a su uso en muchos productos desde la **antigüedad**
- Se extrae comercialmente en **muchos países**
  - Canadá, Sudáfrica, Rusia, Zimbabwe, China, EE. UU., Italia, Australia, Chipre, etc.
- El **crisotilo** es el mineral de asbesto más común (alrededor del 90% del asbesto extraído).



# Existe Riesgo con el Asbesto?

- La evidencia de los **efectos nocivos** de exposición al asbesto se hizo evidente durante el **siglo XX**.
- Inicialmente, los grupos vulnerables fueron:
  - **Mineros de asbesto**
  - **Instaladores de aislamiento de asbesto**
  - **Trabajadores textiles de asbesto**
- La aparición de **asbestosis** se documentó primero, seguido por un mayor riesgo de **cáncer de pulmón** y posteriormente **mesotelioma**.
- A medida que aumentó el uso de **paneles aislantes de asbesto**, los constructores y los oficios de la **construcción** estuvieron expuestos a altos niveles de **asbesto**

# Existe Riesgo con el Asbesto?

La producción y el uso de productos de asbesto en el Reino Unido, EE. UU., etc. **disminuyó** desde mediados de la **década de 1970** y los niveles altos de exposición han disminuido dramáticamente.

En estos países, los trabajadores más expuestos ahora son aquellos que pueden alterar de forma inadvertida los productos de asbesto durante trabajos de **reparación y renovación de instalaciones**.

**Sin embargo, en algunos países todavía se usa el asbesto, o el uso se detuvo recientemente.** En estos países, el potencial de altos niveles de exposición es mucho mayor.

**Colombia fue el mayor productor de Asbestos del Mundo en 2007.** En ese momento se utilizaban en: Tejas, Láminas, Discos de Embrague, Bandas – Bloques y Pastillas de Frenos, Cordones, Telas, Cintas, Aislamientos Térmicos, etc.

En todos los casos, debe existir un sistema integral de gestión del asbesto.

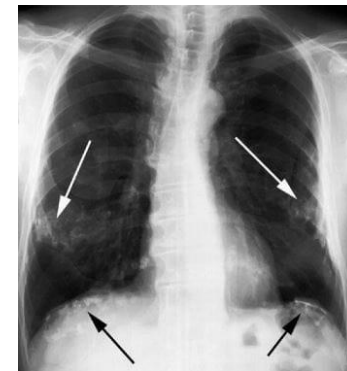
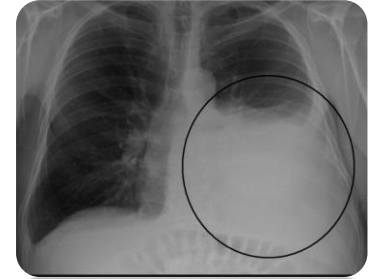
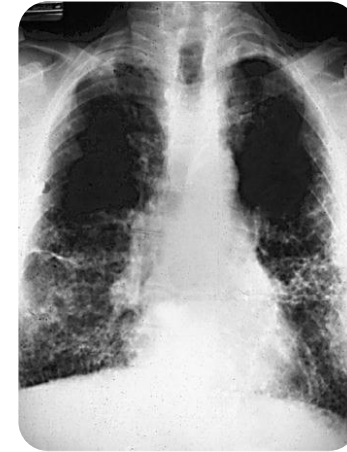
# 6 Tipos de Asbestos

- Tipo serpentina
  - Crisotilo – Asbesto blanco
- Tipo Anfíboles
  - Amosita – Asbesto café (grunerita)
  - Crocidolita – Asbesto azul
  - Antofilita
  - Tremolita
  - Actinolita



# Efectos a la Salud por Exposición a Asbestos

- Asbestosis
- Mesotelioma
- Cáncer de pulmón
- Placas pleurales
  - Engrosamiento de la membrana que recubre los pulmones, detectado por radiografía de tórax, rara vez de importancia clínica, ya que son benignos (no se vuelven malignos)
  - Indican una exposición significativa al asbesto
- Verrugas del asbesto
  - A veces se encuentra en la piel de los trabajadores, particularmente en las manos.
  - Las fibras se alojan en la piel y crecen demasiado, causando crecimientos benignos.



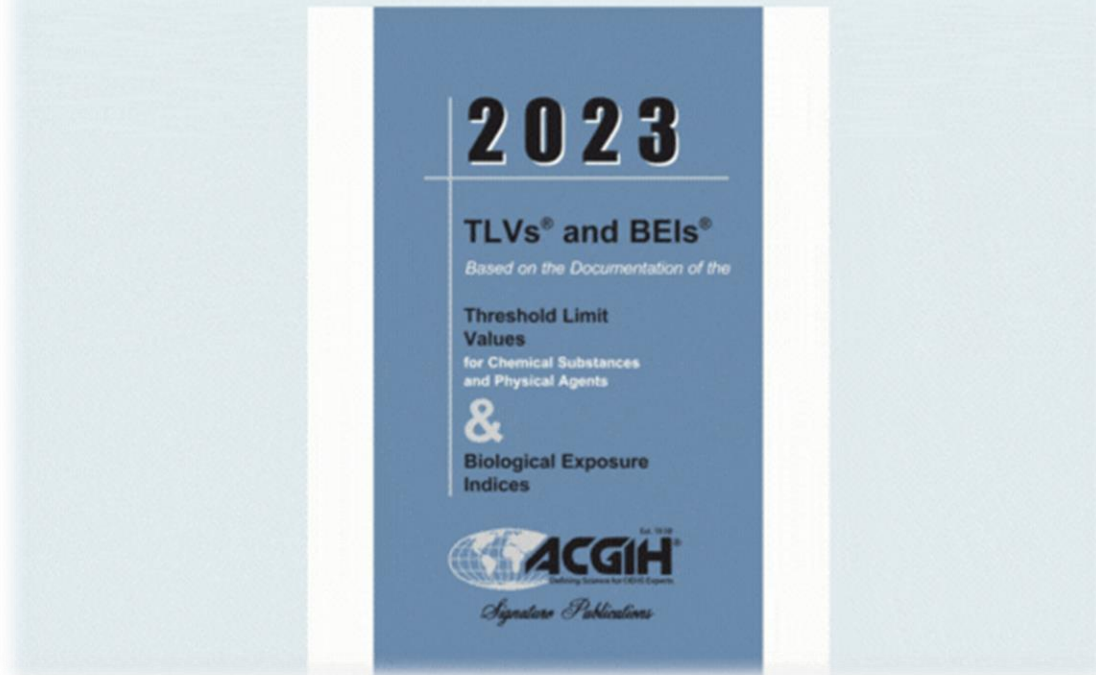
## El logro de Ana Cecilia Niño en Colombia



La **prohibición del amianto** es todavía una cuestión pendiente en varios países como Rusia, China, India, Vietnam, Filipinas, México e incluso Estados Unidos. Sin embargo, en los últimos años se ha progresado consiguiendo una **disminución de la extracción** de amianto en las mayores minas del mundo, aunque aún está pendiente su prohibición. Además, es de gran importancia **promover la retirada** de los materiales con amianto que se encuentran instalados en multitud de edificios y **luchar por hacer justicia a las víctimas** que ha ocasionado y seguirá ocasionando en las próximas décadas este residuo.

<https://amisur-amianto.com/el-logro-de-ana-cecilia-nino-en-colombia/>

## FLIPPIN' AWESOME!



**ASBESTOS ALL FORMS: 0.1 f/cc (F)**

(F) Respirable fibers: length  $>5 \mu\text{m}$ ; aspect ratio  $> 3:1$ , as determined by the membrane filter method at 400-450 $\times$  magnification (4-mm objective), using phase-contrast illumination

**FUENTE: TLV'S ACGIH 2023**

# Métodos de Medición

## NIOSH 7400 / OSHA ID-160

ASBESTOS and OTHER FIBERS by PCM		7400
FORMULA: Various	MW: Various	CAS: see Synonyms RTECS: Various
METHOD: 7400, Issue 2	EVALUATION: FULL	Issue 1: Rev. 3 on 15 May 1989 Issue 2: 15 August 1994
OSHA: 0.1 asbestos fiber (> 5 µm long)/cc; 1 f/cc; 30 min excursion; carcinogen	MSHA: 2 asbestos fibers/cc	NIOSH: 0.1 f/cc; fibers > 5 µm long; 400 L; carcinogen
ACGIH: 0.2 f/cc crocidolite; 0.5 f/cc amosite; 2 f/cc chrysotile and other asbestos; carcinogen	PROPERTIES: solid, fibrous, crystalline, anisotropic	
SYNONYMS (CAS #): actinolite [15669-07-5]; amosite [12172-73-5]; anthophyllite [77536-67-5]; chrysotile [12001-29-5]; serpentine [18786-24-8]; crocidolite [12001-28-4]; tremolite [77536-68-6]; amphibole asbestos [1332-21-4]; refractory ceramic fibers [143844-00-0]; fibrous glass		
SAMPLING		MEASUREMENT
<b>SAMPLER:</b> FILTER (0.45- to 1.2-µm cellulose ester membrane, 25-mm; conductive cover on cassette)	<b>TECHNIQUE:</b> LIGHT MICROSCOPY, PHASE CONTRAST	<b>ANALYTE:</b> fibers (manual count)
<b>FLOW RATE*:</b> 0.5 to 16 L/min	<b>SAMPLE PREPARATION:</b> acetone - collapse/triaceton - immersion method [2]	<b>COUNTING RULES:</b> described in previous version of this method as "A" rules [1,3]
<b>VOL-MIN*:</b> 400 L @ 0.1 fiber/cc <b>MAX*:</b> (step 4, sampling) *Adjust to give 100 to 1300 fibers/mm <sup>2</sup>	<b>EQUIPMENT:</b> 1. positive phase-contrast microscope 2. Walton-Beckett graticule (100-µm field of view) Type G-22 3. phase-shift test slide (HSE/NPL)	<b>SHIPMENT:</b> routine (pack to reduce shock)
<b>SHIPMENT:</b> routine (pack to reduce shock)	<b>CALIBRATION:</b> HSE/NPL test slide	<b>STABILITY:</b> stable
<b>BLANKS:</b> 2 to 10 field blanks per set	<b>RANGE:</b> 100 to 1300 fibers/mm <sup>2</sup> filter area	<b>BLANKS:</b> 2 to 10 field blanks per set
<b>ACCURACY</b>	<b>ESTIMATED LOD:</b> 7 fibers/mm <sup>2</sup> filter area	<b>ACCURACY</b>
<b>RANGE STUDIED:</b> 80 to 100 fibers counted	<b>PRECISION (S<sub>d</sub>):</b> 0.18 to 0.32 [1]; see EVALUATION OF METHOD	<b>RANGE STUDIED:</b> 80 to 100 fibers counted
<b>BIAS:</b> see EVALUATION OF METHOD		<b>BIAS:</b> not determined
<b>OVERALL PRECISION (S<sub>d</sub>):</b> 0.15 to 0.13 [1]		<b>OVERALL PRECISION (S<sub>d</sub>):</b> see EVALUATION OF METHOD
<b>ACCURACY:</b> see EVALUATION OF METHOD		<b>ACCURACY:</b> not determined
<b>APPLICABILITY:</b> The quantitative working range is 0.04 to 0.5 fiber/cc for a 1000-L air sample. The LOD depends on sample volume and quantity of interfering dust, and is <0.01 fiber/cc for atmospheres free of interferences. The method gives an index of airborne fibers. It is primarily used for estimating asbestos concentrations, though PCM does not differentiate between asbestos and other fibers. Fibers < ca. 0.25 µm diameter will not be detected by this method [4]. This method may be used for other materials such as fibrous glass by using alternate counting rules (see Appendix C).		
<b>INTERFERENCES:</b> If the method is used to detect a specific type of fiber, any other airborne fiber may interfere since all particles meeting the counting criteria are counted. Chain-like particles may appear fibrous. High levels of non-fibrous dust particles may obscure fibers in the field of view and increase the detection limit.		
<b>OTHER METHODS:</b> This revision replaces Method 7400, Revision #3 (dated 5/15/89).		
NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition		

## NIOSH 7402

ASBESTOS by TEM		7402
FORMULA: Various	MW: Various	CAS: Various RTECS: Various
METHOD: 7402	EVALUATION: PARTIAL	Issue 1: 15 May 1989 Issue 2: 15 August 1994
OSHA: 0.1 asbestos fibers (>5 µm long)/cc; 1 f/cc/30 min excursion; carcinogen	MSHA: 2 asbestos fibers/cc	NIOSH: 0.1 f/cc; fibers > 5 µm long/400 L; carcinogen
ACGIH: 0.2 crocidolite; 0.5 amosite; 2 chrysotile and other asbestos; fibrous; carcinogen	PROPERTIES: solid, fibrous, crystalline, anisotropic	
SYNONYMS (CAS #): actinolite [15669-07-5]; amosite [12172-73-5]; anthophyllite [77536-67-5]; chrysotile [12001-29-5]; serpentine [18786-24-8]; crocidolite [12001-28-4]; tremolite [77536-68-6]; amphibole asbestos [1332-21-4]		
SAMPLING		MEASUREMENT
<b>SAMPLER:</b> FILTER (0.45- to 1.2-µm cellulose ester membrane, 25-mm diameter; conductive cassette)	<b>TECHNIQUE:</b> MICROSCOPY, TRANSMISSION ELECTRON (TEM)	<b>ANALYTE:</b> asbestos fibers
<b>FLOW RATE:</b> 0.5 to 16 L/min	<b>SAMPLE PREPARATION:</b> modified Jaffe wick	<b>EQUIPMENT:</b> transmission electron microscope; energy dispersive X-ray system (EDX) analyzer
<b>VOL-MIN*:</b> 400 L @ 0.1 fiber/cc <b>MAX*:</b> (step 4, sampling) *Adjust for 100 to 1300 fibers/mm <sup>2</sup>	<b>CALIBRATION:</b> qualitative electron diffraction; calibration of TEM magnification and EDX system	<b>RANGE:</b> 100 to 1300 fibers/mm <sup>2</sup> filter area [1]
<b>SHIPMENT:</b> routine (pack to reduce shock)	<b>ESTIMATED LOD:</b> 1 confirmed asbestos fiber above 95% of expected mean blank value	<b>PRECISION (S<sub>d</sub>):</b> 0.28 when 65% of fibers are asbestos; 0.20 when adjusted fiber count is applied to PCM count [2]
<b>SHIPMENT:</b> routine (pack to reduce shock)		
<b>STABILITY:</b> stable		
<b>BLANKS:</b> 2 to 10 field blanks per set		
<b>ACCURACY</b>		
<b>RANGE STUDIED:</b> 80 to 100 fibers counted		
<b>BIAS:</b> not determined		
<b>OVERALL PRECISION (S<sub>d</sub>):</b> see EVALUATION OF METHOD		
<b>ACCURACY:</b> not determined		
<b>APPLICABILITY:</b> The quantitative working range is 0.04 to 0.5 fiber/cc for a 1000-L air sample. The LOD depends on sample volume and quantity of interfering dust, and is <0.01 fiber/cc for atmospheres free of interferences. This method is used to determine asbestos fibers in the optically visible range and is intended to complement the results obtained by phase contrast microscopy (Method 7400).		
<b>INTERFERENCES:</b> Other amphibole particles that have aspect ratios greater than 3:1 and elemental compositions similar to the asbestos minerals may interfere in the TEM analysis. Some non-amphibole minerals may give electron diffraction patterns similar to amphiboles. High concentrations of background dust interfere with fiber identification. Some non-asbestos amphibole minerals may give electron diffraction patterns similar to asbestos amphiboles.		
<b>OTHER METHODS:</b> This method is designed for use with Method 7400 (phase contrast microscopy).		
NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition, 8/15/94		

## OSHA ID-191

POLARIZED LIGHT MICROSCOPY OF ASBESTOS	
<b>Method number:</b>	ID-191
<b>Matrix:</b>	Bulk
<b>OSHA Content Limit:</b>	1.0%
<b>Collection Procedure:</b>	Collect approximately 1 to 2 grams of each type of material and place into separate 20 mL scintillation vials.
<b>Analytical Procedure:</b>	A portion of each separate phase is analyzed by gross examination, phase-polar examination, and central spot dispersion microscopy.
<b>Detection Limit:</b>	Less than 1% by area.
<b>Special Requirements:</b>	Send bulk samples to the laboratory in separate packages from air samples.
October 1992 Revised February 1995	Daniel T. Crane
Branch of Physical Measurements and Analysis OSHA Salt Lake Technical Center Salt Lake City, Utah 84070	
1 of 24	T-ID191-FI-01-9502-PM

# Toma de Muestras

## Area Air Sampling for Asbestos Exposure

### Area Sampling Reference Guide

Sample Method*	Method Number	Flow Rate	Pump & Calibrator	Sample Media & Accessories
Asbestos by PCM (USA)	NIOSH 7400	0.5 to 16 LPM	Aircon-2 (801012-100) with power supply (801000-2 for US plug or 801000-3 for EU plug).	25mm 0.45 to 1.2 micron MCE PCM filter cassette GCU25080 (plain) or GCU25080BLG (gridded); or TEM Cassette GCS25455-50 depending upon the protocol with 1/4 inch ID Tubing
Asbestos by PCM (USA)	OSHA ID-160	0.5 to 5 LPM	Gilibrator-2 with High Flow Cell (up to 30 LPM)	25mm, 0.4 to 1.2 micron MCE
Asbestos by TEM (USA)	NIOSH 7402	0.5 to 16 LPM	GoCal (up to 20 LPM)	25mm 0.45 to 1.2 micron MCE
Asbestos by PCM (UK)	HSG248 (Replaces MDHS 39/4)	1 to 4 LPM	An optional battery pack is available (801001).	25mm diameter MCE, gridded Source UK filter cassettes locally
Asbestos by PCM (Germany) (83/477/EWG)	BGI 505-31	2 to 10 LPM	GoCal (up to 20 LPM)	37mm 0.8micron MCE Source Sampling Media through local national distributor and use FAP Holder (DEHA)
Asbestos by REM / EDXA (Germany)	BGI 505-46	2 LPM		25mm 0.4micron Polycarbonate/gold plated filter Source Sampling Media through local national distributor and use FAP Holder (DEHA)

**Background**

Asbestos is a natural mineral mined throughout the 20th century for use in fire retardant materials and vehicle brake linings. It was commonly used in buildings to improve fire safety until the 1970's, when airborne exposure to asbestos fibers was linked to lung diseases including asbestosis and lung cancer. During the mid 1980's The Occupational Health and Safety Administration in the US passed an asbestos standard that addressed worker safety in removing asbestos from buildings. Rules included air sampling for personal exposure to asbestos fibers and background & clearance sampling using area samplers.

A background sample is taken prior to the removal process, and a clearance sample is taken after the removal. During the removal process, area samples are taken inside and outside of the containment area in order to indicate the integrity of the containment area. These area samples require high volumes of air in order to attain good sensitivity. Human internal airways are covered with tiny hair-like cilia that serve to remove particulates with a wave-like motion that carries the particles from the lungs to the base of the throat, where they trigger a cough response to expel them from the body. Asbestos fibers are long and thin like microscopic spears that stick to the lung walls and cannot be removed. A secondary defense system produces tiny fibers to hold the asbestos fiber in place producing a small scar area in the lung wall representing an area that is no longer functioning. As asbestos fibers collect, the body's fibrous defense system grows rapidly and the over-production of these defense fibers is known as fibrosis; when caused by asbestos it is called asbestosis. This slow process can take decades to show up in workers. People with asbestosis are at an increased risk for lung cancer.

**Equipment for Area Sampling**

Some typical sampling methods or protocols for area asbestos sampling are listed in the table above. Some of these methods are written for both personal and area sampling and describe a wide range of flow rates. Area sampling is generally done at higher flow rates so as to produce a prescribed minimum volume of air in a reasonably short sampling time.

Analysis of the sampling media for asbestos in the various sampling methods is done by fiber count, either optically by phase contrast microscope (PCM) or by electron microscope. Various types of electron microscopes are used including transmission electron microscope (TEM), reflection electron microscope (REM) or energy dispersive X-Ray (EDXA). The sampling procedures for both optical and electron microscope laboratory methods are similar, however the filter membrane material may vary to accommodate the different fiber counting technologies.

To best select the media and sampling equipment one might first consult with the intended laboratory to determine what analysis method will be used at that lab.

\* Definitions:  
PCM: Phase Contrast Microscope  
TEM: Transmission Electron Microscope  
REM: Reflection Electron Microscope  
EDXA: Energy Dispersive X-Ray (Scanning) Electron Microscope  
MCE: Mixed cellulose ester filter

Sensidyne, LP | 1000 132th Circle North, Suite 100 | St. Petersburg, Florida 33716  
Tel: 800-451-9444 / +1 727-530-3602 | E-mail: info@sensidyne.com | Web: www.sensidyne.com

A company of the **BECKHOFF** International Group

Sample Method*	Method Number	Flow Rate	Pump & Calibrator	Sample Media & Accessories
Asbestos by PCM (USA)	NIOSH 7400	0.5 to 16 LPM	Aircon-2 (801012-100) with power supply (801000-2 for US plug or 801000-3 for EU plug).	25mm 0.45 to 1.2 micron MCE PCM filter cassette GCU25080 (plain) or GCU25080BLG (gridded); or TEM Cassette GCS25455-50 depending upon the protocol with 1/4 inch ID Tubing
Asbestos by PCM (USA)	OSHA ID-160	0.5 to 5 LPM	Gilibrator-2 with High Flow Cell (up to 30 LPM)	25mm, 0.4 to 1.2 micron MCE
Asbestos by TEM (USA)	NIOSH 7402	0.5 to 16 LPM	GoCal (up to 20 LPM)	25mm 0.45 to 1.2 micron MCE
Asbestos by PCM (UK)	HSG248 (Replaces MDHS 39/4)	1 to 4 LPM	An optional battery pack is available (801001).	25mm diameter MCE, gridded Source UK filter cassettes locally
Asbestos by PCM (Germany) (83/477/EWG)	BGI 505-31	2 to 10 LPM	GoCal (up to 20 LPM)	37mm 0.8micron MCE Source Sampling Media through local national distributor and use FAP Holder (DEHA)
Asbestos by REM / EDXA (Germany)	BGI 505-46	2 LPM		25mm 0.4micron Polycarbonate/gold plated filter Source Sampling Media through local national distributor and use FAP Holder (DEHA)



# Equipo de Muestreo



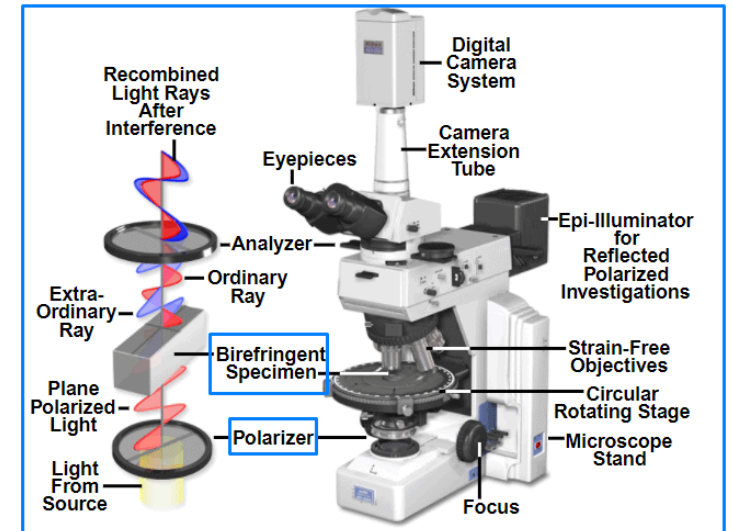
# Métodos Analíticos para Asbestos



Microscopia por  
Contraste de Fases



Microscopia  
Electrónica



Microscopia  
Luz Polarizada

# Métodos Analíticos para Asbestosos



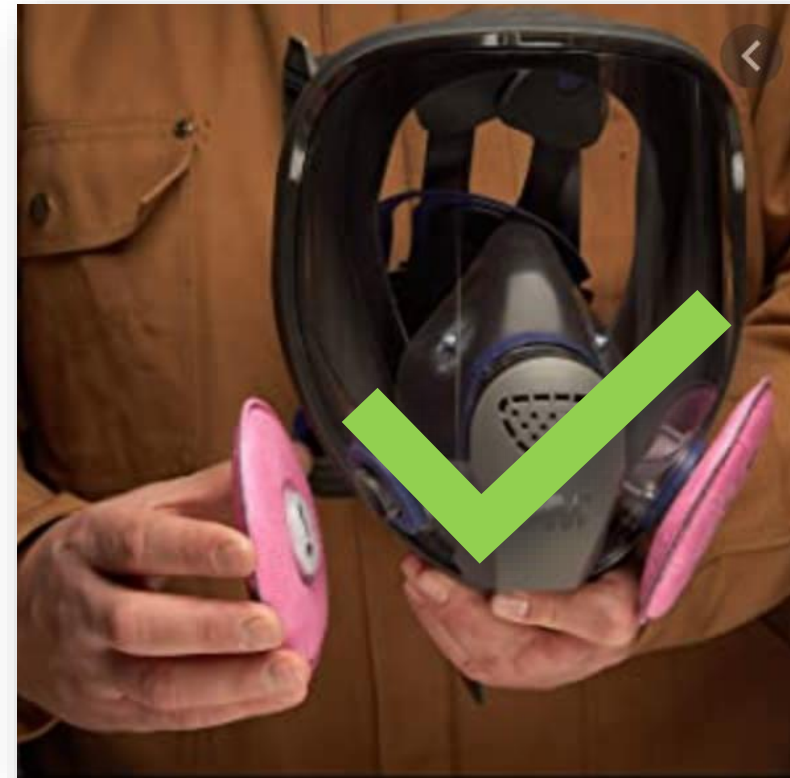
Microscopia por Contraste de Fases



Acreditación Personal

# PROTECCIÓN RESPIRATORIA

**29 CFR 1910.1001**



- Se deben utilizar overoles resistentes a fibras
  - Sin bolsillos externos ni cierres de velcro.
  - Overoles desechables - **no reutilizar** y deben ser eliminados como residuos de asbesto
  - Debería tener capuchas: se usa una capucha sobre las correas de la cabeza de la protección respiratoria
  - Puños elásticos en muñeca y tobillo.
  - Usado sobre la parte superior del calzado para evitar que el polvo / escombros entren en la parte superior de la bota
- Calzado apropiado
  - Fácil de limpiar y descontaminar

# MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN



**David S. Rodríguez Marín, PCHI**

Business Development Manager, México

Intecon, Inc.

6590 W Rogers Circle, Suites 11 & 12

Boca Raton, FL. 33487

(561) 912 9809

[droduiguez@inteconinc.com](mailto:droduiguez@inteconinc.com)

[droduiguez@innovare-ehs.com](mailto:droduiguez@innovare-ehs.com)

**Gustavo A. Palacio Z. Qco.**

LATAM Business Development Technical  
Manager

Intecon, Inc.

6590 W Rogers Circle, Suites 11 & 12

Boca Raton, FL. 33487

(561) 912 9809

[gpalacio@intecon.com](mailto:gpalacio@intecon.com)

[www.Intecon.com](http://www.Intecon.com)

# 29

Semana  
de la **Salud**  
Ocupacional

Somos prevención, bienestar y vida



43° Congreso de Ergonomía, Higiene,  
Medicina y Seguridad Ocupacional.  
Forum UPB, Medellín - Colombia  
1, 2 y 3 de noviembre de 2023

# MUCHAS GRACIAS

Organiza:

**CSOA** CORPORACIÓN DE SALUD  
OCUPACIONAL Y AMBIENTAL

[www.corporacionsoa.co](http://www.corporacionsoa.co)

