

PROTOCOLO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FIBRAS DE ASBESTO EN AIRE, EN AMBIENTES LABORALES, EN BASE AL MÉTODO DE MICROSCOPIA DE CONTRASTE EN FASE (PCM)

PROTOCOLO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FIBRAS DE ASBESTO EN AIRE
en Ambientes Laborales, en Base al Método de Microscopía de Contraste EN Fase (PCM)

Responsable:

Christian Albornoz Villagra
Sección Riesgos Químicos

Revisor:

Juan Alcaíno Lara
Subdepartamento Ambientes Laborales

D044-PR-500-02-001
Junio, 2016
Versión 2.0

Para citar el presente documento:

Instituto de Salud Pública de Chile, Protocolo para la Determinación de la Concentración de Fibras de Asbesto en Aire, en Ambientes Laborales, en Base al Método de Microscopía de Contraste en Fase (PCM). 2016, Versión 2.0.

Para consultas o comentarios se solicita ingresar a la página del Instituto de Salud Pública de Chile, www.ispch.cl, a la sección OIRS. Link directo: <http://www.ispch.cl/oirs/index.htm>

PROTOCOLO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FIBRAS DE ASBESTO EN AIRE, EN AMBIENTES LABORALES, EN BASE AL MÉTODO DE MICROSCOPIA DE CONTRASTE EN FASE (PCM)

ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN	4
2. OBJETIVO	4
3. ALCANCE	4
3.1. Alcance Teórico	4
3.2. Población Objetivo	4
3.3. Población Usuaría	4
4. MARCO LEGAL	4
4.1. Límite Permisible	5
5. TERMINOLOGÍA	5
6. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS	6
7. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	6
7.1. Calibración Inicial del Tren de Muestreo	6
7.2. Muestreo de Tipo Personal	6
7.3. Muestreo de Tipo Ambiental	7
7.4. Calibración Final del Tren de Muestreo	7
8. CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE MUESTREO	8
9. LIMITACIONES	9
10. BIBLIOGRAFÍA	10
11. PARTICIPANTES	10

1. PRESENTACIÓN.

La evaluación de fibras de asbesto en aire es necesaria para determinar las exposiciones laborales y disponer de antecedentes objetivos que permitan evaluar la eficacia y eficiencia de las medidas de prevención y control utilizadas en los lugares de trabajo.

2. OBJETIVO

Establecer un método estandarizado para la toma de muestras de fibras de asbesto en aire expresado en número de fibras por centímetro cúbico, mediante la captación en filtro de membrana y recuento por Microscopía de Contraste en Fase.

3. ALCANCE.

3.1. Alcance Teórico.

Este protocolo establece la forma de evaluar todas aquellas operaciones y actividades en las que los trabajadores tengan exposición o sean susceptibles de estar con exposición a fibras de asbesto o de materiales que lo contengan, especialmente en las siguientes situaciones:

- a) Verificación de cumplimiento del límite permisible ponderado para asbesto.
- b) Estudios epidemiológicos de exposición y programas de vigilancia ambiental.
- c) Verificación de eficacia y eficiencia de medidas de control.

3.2. Población Objetivo.

Trabajadores(as) con exposición a fibras de asbesto producto de sus actividades laborales.

3.3. Población Usuaria.

Profesionales que se desempeñan en el área de la higiene ocupacional.

4. MARCO LEGAL.

- a) DFL N° 1, de 2005, del Ministerio de Salud, refunde el texto del Decreto con Fuerza de Ley N° 2.763 de 1979 y las Leyes N° 18.933 y N° 18.469.
- b) Decreto Supremo N° 1.222, de 1996, del Ministerio de Salud, Reglamento del Instituto de Salud Pública de Chile.
- c) Decreto Supremo N° 594, de 1999, del Ministerio de Salud, que aprueba el Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.
- d) Decreto Supremo N° 656, de 2000, del Ministerio de Salud, que prohíbe el Uso del Asbesto en los Productos que Indica.
- e) Manual para la Elaboración de un plan de Trabajo con materiales que contienen Asbesto Friable y no Friable, de 2010, Ministerio de Salud.

4.1. Límite Permissible.

El D. S. N° 594, de 1999, del Ministerio de Salud, establece, en su artículo 66, el límite permissible ponderado para todos los tipos de asbesto, en los lugares de trabajo, siendo su valor igual a 0,1 fibra/cc.

CAS	Sustancia	Limite permissible Ponderado (1) (2)	Observaciones
		Fibras/cc	
1332-21-4	Asbesto - Todas las Formas	0,1	A.1 (3)

OBSERVACIONES:

- (1) Recuento mediante Microscopio de Contraste en Fase con 400 450 diámetros de aumento, en muestras tomadas en filtro de membrana, contando fibras de longitud mayor a 5 µm y de una relación largo a diámetro igual o mayor de 3:1.
- (2) Límite para una jornada de 8 horas diarias con un total de 45 horas semanales y hasta 1000 metros sobre el nivel del mar.
- (3) Las sustancias calificadas como A.1 son comprobadamente cancerígenas para el ser humano, por lo cual se deberá extremar las medidas de protección y de higiene personal frente a ella.

5. TERMINOLOGÍA

- 5.1. **Cabezal de Muestreo:** Dispositivo en el que queda retenida la fibra de asbesto durante un muestreo. Las características de éste se indican en número 6, letra c).
- 5.2. **Fibra:** Aerosol sólido de características tales que su longitud es mayor a 5 µm, y de una relación largo a diámetro igual o mayor que 3:1.
- 5.3. **Filtro MEC:** Filtro de membrana de esteres de celulosa.
- 5.4. **PCM:** técnica analítica para el recuento de fibras, cuya sigla significa Microscopía de Contraste en Fase.
- 5.5. **TEM:** microscopía electrónica de transmisión.
- 5.6. **Tren de Muestreo:** conjunto compuesto por bomba de muestreo, manguera de conexión y cabezal de muestreo.
- 5.7. **Muestreo Personal:** Es aquel que se realiza colocando el tren de muestreo fijo al trabajador, ubicando el cabezal de muestreo en la zona respiratoria del trabajador.
- 5.8. **Zona Respiratoria del Trabajador:** La que ocupa el volumen de una semiesfera de 30 cm de radio que va del centro de la recta que une las dos orejas. Y la nariz.

6. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS

- a. Bomba de muestreo portátil de flujo constante.
- b. Mangueras de conexión y pinzas de sujeción. El diámetro interior deberá ser tal que permita una correcta conexión con el cabezal de muestreo y la bomba. Su longitud deberá permitir alcanzar la distancia total entre la bomba y el cabezal de muestreo sin que ella esté tensa.
- c. Cabezal de muestreo. Filtro MEC de 25 mm de diámetro y 0,8 mm de tamaño de poro, colocado sobre una almohadilla o pad, todo esto montado en un portafiltro o cassette para fibras de asbesto con capucha antiestática de 50 mm de largo.
- d. Calibrador de flujos.
- e. Planilla de calibración y para toma de muestra en terreno.

7. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

7.1. Calibración Inicial del Tren de Muestreo.

- a) Armar el tren de muestreo conformado por a), b), c) y d) del punto 6, conectando el cabezal de muestreo a la bomba de muestreo portátil, a través de la manguera de conexión.
- b) Previo a la calibración, verificar si el tren de muestreo no presenta fugas, para lo cual se deberá encender la bomba manteniendo cerrado el ingreso de aire del portafiltro (prueba de vacío).
- c) Realizar chequeo físico del calibrador, observando a lo menos: buen estado de la estructura y componentes, ausencia de fracturas o daños visibles y constatar que el certificado de calibración del equipo se encuentre vigente.
- d) Unir el calibrador de flujo al tren de muestreo.
- e) Encender la bomba de muestreo portátil.
- f) Calibrar el tren de muestreo para un caudal de entre 1,5 l/min y 2,5 l/min. Se deberá tener presente que la cantidad de calibraciones parciales (lecturas) puede variar según el tipo de calibrador a utilizar. El caudal inicial será el promedio de estas lecturas, aceptando una dispersión respecto del caudal de referencia de $\pm 4\%$. Anotar este caudal en la Ficha de Calibración y Muestreo.
- g) El cabezal de muestreo utilizado para la calibración, es sólo para este fin y en ningún caso para la toma de muestras.
- h) Registrar en ficha diseñada para la calibración y/o muestreo, la identificación de la bomba y de la muestra. Además, cada una de las calibraciones parciales o el promedio de calibración, según sea el tipo de calibrador.
- i) En caso de utilizar más de un tren de muestreo, repetir los pasos de a) hasta g) para cada uno de ellos.

7.2. Muestreo de Tipo Personal.

- 7.2.1 Antes de utilizar los cabezales de muestreo y testigo(s), deberán identificarse claramente. El número de muestras testigo(s) o blanco(s) corresponderá a una por cada lugar donde se monten los trenes de muestreo. Cabe destacar que la(s) muestra(s) testigo(s) o blanco(s) deberán pertenecer al mismo lote de cabezales de muestreo entregados por el laboratorio. La(s) muestra(s) testigo(s) recibirá(n) el mismo tratamiento que una muestra normal, pero no se hace pasar aire por ella.

- 7.2.2 Seleccionar e instalar el tren de muestreo al o los trabajadores con el cabezal de muestreo lo más cercano posible a la zona respiratoria, ligeramente inclinado hacia abajo.
- 7.2.3 Informar al trabajador respecto del objetivo del muestreo e instruirlo en relación al funcionamiento y cuidado que se debe tener con el tren de muestreo para evitar la pérdida de la muestra.
- 7.2.4 Previo a iniciar el muestreo, deberán registrarse las condiciones ambientales de trabajo más relevantes en la toma de muestra, como por ejemplo: temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad del viento (si se cuenta con los equipos), dirección del viento, etc.
- 7.2.5 Retirar la tapa del cassette.
- 7.2.6 Encender la bomba y anotar la hora de inicio del muestreo en la Ficha de Calibración y Muestreo.
- 7.2.7 Durante el muestreo se deberá chequear periódicamente el tren de muestreo (por posibles fugas) y el funcionamiento de la bomba (por posibles problemas de la batería). Además, periódicamente se deberá observar el filtro del cassette con el objeto de evitar la presencia excesiva de polvo (esta situación impide un recuento de las fibras). Un filtro con demasiado polvo, puede no cumplir con los criterios de aceptación del laboratorio que analiza las muestras.
- 7.2.8 El volumen mínimo de muestreo se deberá corroborar con el laboratorio que realice el análisis de las muestras.
- 7.2.9 Una vez finalizado el muestreo, apagar la bomba, colocar la tapa del cabezal de muestreo (cassette) y anotar la hora de término del muestreo en la Ficha de Calibración y Muestreo.
- 7.2.10 Retirar cuidadosamente el cabezal de muestreo (cassette o portafiltro) de la manguera para evitar desprendimiento de las fibras recolectadas y colocar el tapón inferior del cabezal.
- 7.2.11 Transportar el o los cabezales de muestreo en contenedores apropiados libres de polvo u otro contaminante (se excluyen los contenedores de poliestireno expandido por problemas de cargas estáticas). El diseño del contenedor deberá ser tal que siempre los cabezales de muestreo se mantengan en forma vertical, evitando la vibración de éstos.

7.3. Muestreo de Tipo Ambiental.

- 7.3.1 Antes de utilizar los cabezales de muestreo y testigo(s), estos deberán identificarse claramente. El número de muestras testigo o blancos corresponderá a una por cada lugar en donde se monten los trenes de muestreo. La(s) muestra(s) testigo(s) recibirá(n) el mismo tratamiento que una muestra normal, pero no se hace pasar aire por ella.
- 7.3.2 Seleccionar el o los lugares a muestrear. La altura del cabezal de muestreo corresponderá a la zona respiratoria del trabajador en la posición de trabajo, ligeramente inclinado hacia abajo.
- 7.3.3 Seguir los pasos desde 7.2.4 hasta 7.2.11.

7.4. Calibración Final del Tren Muestreo.

- 7.4.1 Realizar la calibración final de acuerdo a lo establecido en el punto 7.1, registrando toda la información en la ficha utilizada para la calibración y toma de muestra.
- 7.4.2 Verificar si la diferencia entre ambos caudales (caudal inicial y caudal final) se encuentra dentro del 5% utilizando la siguiente fórmula:

Cálculo de la diferencia del 5%:

$$\Delta Q = \frac{(Q_{Mayor} - Q_{Menor})}{Q_{Menor}} \times 100$$

7.4.3. Si no se cumple con el porcentaje indicado dicha muestra deberá ser desechada. En el caso de cumplir este porcentaje se procederá a calcular el caudal de muestreo.

7.4.4. Calcular el Caudal de Muestreo aplicando la siguiente fórmula:

$$Q_M = \frac{(Q_i + Q_f)}{2}$$

Donde:

Q_M : Caudal de Muestreo.

Q_i : Caudal Inicial.

Q_f : Caudal Final.

7.4.5. Determinar el Volumen de Muestreo:

$$V_M = Q_M \cdot t_M$$

Donde:

V_M : Volumen Muestreado.

Q_M : Caudal de Muestreo.

t_M : Tiempo de Muestreo.

7.4.6. Enviar al laboratorio para su análisis la(s) muestra(s) tomada(s) y la(s) Muestra(s) Testigo, indicando el volumen de muestreo de cada una de las muestras

8. CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE MUESTREO

En caso que el muestreo tenga como finalidad verificar el cumplimiento del límite permisible ponderado, este deberá ser de tipo personal y cubrir como mínimo el 70% de la jornada de trabajo. Para la comprobación del cumplimiento del exceso máximo permitido, (Artículo N° 60, D.S. 594 de 1999, del Ministerio de Salud) el muestreo deberá efectuarse en el menor tiempo posible considerando el caudal mínimo de muestreo, el límite de detección de la técnica analítica y el momento de mayor exposición.

La presencia de una masa importante de polvo, puede afectar el recuento de fibras. Para evitar esto en lugares con exceso de polvo se aconseja cubrir el periodo de muestreo con muestras parciales.

9. LIMITACIONES

La técnica PCM sólo permite un recuento de fibras, pero no la caracterización de éstas. Si se requiere conocer el tipo de fibra de asbesto, se deberá realizar un muestreo de acuerdo a los requerimientos que exige la técnica TEM.

10. BIBLIOGRAFÍA

- 10.1. Health and Safety Executive, Health and Safety Laboratory; "Asbestos Fibres in Air, MDHS 94/4"; November 1995.
- 10.2. Organización Mundial de la Salud; "Determinación de la Concentración de Fibras Suspendidas en el Aire, Método Basado en la Microscopía de Contraste de Fase"; 1997.
- 10.3. National Institute for Occupational Safety and Health; "Asbestos and Other Fibers by PCM"; August 1994.
- 10.4. Ministerio de Salud; "Decreto Supremo N° 594, de 1999: Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo".
- 10.5. FUNDACENTRO; "Norma de Higiene Ocupacional, NHO 04 Método de colecta e Análise de Fibras em Locais de Trabalho" 2001.
- 10.6. Instituto de Salud Pública, "Manual Básico Sobre Mediciones y Toma de Muestras Ambientales y Biológicas en Salud Ocupacional", 2012.
- 10.7. Ministerio de Salud; Decreto Supremo N° 656, de 2000, que Prohíbe el Uso del Asbesto en los Productos que Indica.
- 10.8. Ministerio de Salud; Manual para la Elaboración de un Plan de Trabajo con Materiales que Contienen Asbesto Friable y no Friable. Año 2010.
- 10.9. UNE-EN 689 Atmósferas en el Lugar de Trabajo. "Directrices para la Evaluación de la Exposición por Inhalación de Agentes Químicos para la Comparación con los Valores Límite y Estrategia de la Medición".
- 10.10. UNE-EN 1540 Atmosferas en el lugar de Trabajo. Terminología.

11. PARTICIPANTES

Agradecemos la participación y contribución de:

Versión 1.0

- Víctor Córdova P., Asociación Chilena de Seguridad.
- Marcela González G., Instituto de Salud Pública de Chile.
- Pedro Quintanilla B., Instituto de Salud Pública de Chile.
- Cristian Fuentes T., Instituto de Salud Pública de Chile.

La versión 2.0 corresponde a la actualización luego de los cambios reglamentarios actualmente vigentes