



UTN.BA

FACULTAD  
REGIONAL  
BUENOS AIRES

TRABAJO FINAL INTEGRADOR  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA  
AMBIENTAL

Título:

“PROTOCOLO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL  
DE ASBESTOS EN ESTABLECIMIENTOS.  
CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN EN EDIFICIO  
ANTIGUO DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA.”

Autor: SEGON JUAN DANILO

Buenos Aires – Abril 2022

# Índice

<b>1 Marco teórico</b> .....	<b>4</b>
1.1 Introducción.....	4
1.1.1 Cronología del uso de asbestos .....	4
1.1.2 Historia del uso de asbestos en Establecimientos .....	5
1.2 Descripción del problema .....	5
1.2.1 Asbestos y contaminación .....	5
<b>2. Marco Regulatorio</b> .....	<b>6</b>
2.1 Marco Regulatorio Nacional.....	6
2.2 Marco Regulatorio Provincial.....	6
2.3 Ciudad Autónoma de Buenos Aires.....	6
2.4 Marco Regulatorio de referencia Internacional.....	7
2.4.1 Estados Unidos – EPA (Environmental Protection Agency) .....	7
2.4.2 OIT – Organización Internacional del Trabajo .....	7
<b>3. Caracterización del entorno de trabajo</b> .....	<b>8</b>
3.1 Área de estudio.....	8
3.2 Componentes biofísicos de CABA.....	8
3.2.1 Características del clima de CABA.....	8
3.2.2 Geología y Geomorfología de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires .....	9
3.2.3 Hidrología.....	9
3.2.4 Componentes Socio-económicos.....	10
<b>4. Caracterización de los Contaminantes</b> .....	<b>10</b>
4.1 Descripción de minerales de interés – Asbestos.....	11
4.1.1 Definición de asbestos – Minerales asbestiformes de interés .....	11
4.1.2 Composición química de los minerales de interés .....	11
4.1.3 Forma general de las fibras de asbestos .....	12
4.1.4 Propiedades de la fibra de asbestos .....	12
4.1.5 Identificación de las fibras Asbestiformes .....	13
<b>5. Problemas relacionados al asbestos y tamaño de fibra de interés</b> .....	<b>16</b>
5.1 enfermedades relacionadas al asbestos .....	16
5.2 Dimensión de fibra de interés .....	17
<b>6. Asbestos y contaminación</b> .....	<b>18</b>
6.1 Asbestos y contaminación del Ambiente – Registros.....	18
6.2 Aerodinámica de la fibra de asbestos .....	19
6.3 asbestos y contaminación en establecimientos.....	19
6.3.1 Concepto básico .....	19
<b>7. Modelo Conceptual del asbestos es establecimientos</b> .....	<b>21</b>
7.1 Diagrama Modelo Conceptual Materiales con asbestos en establecimientos .....	21
<b>8. Hipótesis General</b> .....	<b>21</b>

<b>9. Objetivos</b> .....	<b>22</b>
9.1 Objetivo Principal .....	22
9.2 Objetivo Específico .....	22
<b>10. Aportes</b> .....	<b>22</b>
<b>11. Metodología para la generación y aplicación del Protocolo de Gestión Integral de Asbestos en Establecimientos</b> .....	<b>22</b>
11.1 Diagrama de flujo para representación de la “Gestión Integral de Asbestos en Establecimientos”. .....	23
11.2 Desarrollo de las secciones del diagrama de flujo para la Gestión integral de Asbestos en Establecimientos. ....	24
11.2.1 Sección A: Inicio del Protocolo de Gestión Integral de Asbestos en Establecimientos. ....	24
11.2.2 Sección B: Establecimientos de Interés (EPA 40 CFR, Subpart M). ....	25
11.2.3 Sección C: Actividades de Interés en Establecimientos Comprendidos. ....	25
11.2.4 Sección D: Designación de Coordinador/a Responsable del Protocolo. ....	26
11.2.5 Sección E: Inspección e Identificación de Materiales con Potencial Contenido de Asbesto. ....	26
11.2.6 Sección F: Clasificación de Friabilidad de Materiales Identificados. ....	37
11.2.7 Sección G: Muestreo de Materiales con Potencial Contenido de Asbesto. ....	40
11.2.8 Sección H: Procedimiento de Control de Calidad para Muestreo de Materiales con Potencial Contenido de Asbesto. ....	50
11.2.9 Sección I: Método de Análisis de Laboratorio para Estudio y Detección de Materiales con Potencial Contenido de Asbesto. ....	54
11.2.10 Sección J: Procedimiento para Análisis Estadístico de Muestras Analizadas para Conformación de Existencia de Asbesto. ....	56
11.2.11 Sección K: Procedimiento para caso Afirmativo o Negativo de Muestras para Detección de Asbestos. ....	58
11.2.12 Sección L: Procedimiento de Evaluación de Riesgo Potencial de Liberación de Fibras de Asbesto al Ambiente de un Establecimiento. ....	58
11.2.13 Sección M: Informe de Intervención y No Intervención. ....	67
11.2.14 Sección N: Técnicas de Control para Materiales con Asbesto. ....	67
11.2.15 Sección Ñ: Gestión para Implementación de Técnicas de Control. ....	84
11.2.16 Sección O: Procedimiento de Análisis Estadístico para Evaluación de Técnicas de Control de Reducción de Asbestos. ....	85
11.2.17 Sección P: Programa de Operación y Mantenimiento de Materiales con Asbesto. ....	94
11.2.18 Sección Q: Fin de Gestión. ....	99
<b>12. Caso práctico para la implementación del protocolo de gestión integral de asbestos en edificio antiguo de la administración pública</b> .....	<b>100</b>
<b>13. Referencias bibliográficas</b> .....	<b>169</b>

## **1 Marco teórico**

### **1.1 Introducción**

El presente trabajo consiste en la identificación, caracterización, clasificación y evaluación del riesgo para el tratamiento de materiales con minerales asbestiformes de un edificio antiguo de la administración pública provincial ubicado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Se propone agrupar todas las tareas necesarias en un protocolo que oriente la gestión Integral de Asbestos. En este tipo de edificios se utilizaron materiales y/o productos con contenido de asbestos que para la época de construcción estaban permitidos pero que en la actualidad están prohibidos de uso de acuerdo a Resoluciones del Ministerio de Salud de la República Argentina.

Al día de la fecha en la Argentina todas las variedades de asbestos y los productos donde fueron utilizados se encuentran prohibidos, pero la legislación no establece nada respecto a los materiales asbestiformes que ya se encuentran potencialmente en uso y hasta tanto no sean identificados por los usuarios no tendrán ningún tipo de gestión.

Se debe considerar que la presencia de asbestos en un edificio no significa necesariamente que la salud de sus ocupantes y el ambiente esté en peligro, pero si es necesario que estos materiales se evalúen y se identifiquen. Si están en buenas condiciones es poco probable que exista liberación de fibras, pero esto si se puede generar en caso de tareas de mantenimiento, reparación, remodelación y/u otras actividades en el establecimiento.

A nivel internacional los Estados Unidos mediante la EPA puso en manifiesto la preocupación por el uso de asbestos. Si bien en principio la atención se dirigió a la exposición a asbestos en establecimientos industriales, con la extensión del uso de este mineral a diversos productos de la construcción la preocupación se extendió también a establecimientos no industriales. Los establecimientos no industriales que más preocupan son los edificios públicos y escuelas por su fecha de construcción, momento en el cual el asbestos era comúnmente utilizado y estaba fuera de prohibición. En este caso, este se trabajo está aplicado a un establecimiento de la administración pública para el control del asbestos mediante un protocolo.

#### **1.1.1 Cronología del uso de asbestos**

Las civilizaciones pasadas como los egipcios, griegos y romanos fueron los que iniciaron el uso de asbestos como elemento de protección contra incendios en distintos productos como; guantes, cortinas, manteles, guantes, mecheros de lámparas, entre otros elementos. Los romanos llamaron a estos minerales como "amianthus" que en su traducción significa incorruptible y en el caso de los griegos lo llamaron "Sasbestos" que en su traducción significa inextinguible. Otros usos estuvieron destinados a las cerámicas y en la chino se lo utilizó como complemento de la pólvora.

A fin de 1800 los asbestos comenzaron a comercializarse en los Estados Unidos y ya para 1930 se convirtió en uno de los materiales de uso más popular en la construcción. El uso más importante que se le dio fue para la protección de incendios en estructuras.

El uso de asbestos se incrementó con el comienzo de la Segunda Guerra Mundial. En este caso miles de trabajadores fueron contratados para atender las demandas para trabajos en los buques de guerra. Las condiciones de seguridad de los trabajadores en estos casos eran mínimas y para esa época no era común el uso de protección respiratoria para trabajos con asbestos. Esto hizo que de 20 a 30 años después de esta situación se empiece a evidenciar problemas en la salud de los trabajadores de este rubro.

Durante los años 60's y 70's los problemas respiratorios de los trabajadores se pronunciaron de tal forma que el Congreso de los Estados Unidos inició el reclamo de inicio de gestión para tratar al asbestos en el país como un problema que debía ser controlado y tratado como un nuevo peligro ambiental. Esto sumado a las demandas de la sociedad contra las empresas que manufacturaban productos con estos minerales forzó a que el Gobierno Federal actúe y se impulsen acciones de mitigación.

A comienzos de los 70's se empezaron a generar las primeras regulaciones hacia los trabajadores (OSHA) y el ambiente en general (EPA). En mayo de 1971 la OSHA regula la cantidad de asbestos permisible para la época para espacios laborales en 12.0 fibras/cm<sup>3</sup> y por su parte la EPA en el año 1973 controló la prohibición de uso de de asbestos en forma de spray que era una forma muy usual de aplicación como protección contra incendios en estructuras. Por último ya en la mitad de los 90's todos los usos de asbestos fueron prohibidos en los Estados Unidos (EPA Inspector Manual, 2009).

En el caso de la Argentina en 1962 ya existían cinco áreas de producción minera registrados en el rubro asbestos en las Provincias de Catamarca, La Rioja, San Juan, Córdoba y Mendoza. La explotación nunca adquirió gran volumen, con un promedio de 300/ton año y fue catalogado como grupo de minerales con reservas inferiores a las necesidades y de poca calidad comercial.

La producción y uso en el país siguió al mismo ritmo en la Provincia de Mendoza hasta el año 2000. Se debe tener en cuenta que también se importó asbesto desde Brasil, Canadá y Zimbabwe. Los datos aduaneros indican que del asbesto ingresado de 39 % corresponde a polvo/fibra, 55 % en rollos o bobinas de láminas para juntas y 6% restante directamente en forma de junta lista para venta (RODRÍGUEZ E.J. 2004).

### **1.1.2 Historia del uso de asbestos en Establecimientos**

Los minerales de asbestos se utilizaron por muchos propósitos, fueron materiales muy económicos y sus fibras tienen características de durabilidad, flexibilidad, resistentes al calor y al desgaste. Las fibras de asbesto se utilizaron en miles de aplicaciones incluyendo: materiales para techos, pisos, protección contra incendios, en productos de fricción, mezcla con cemento, en cañerías, como papel, revestimiento y en forma de aislante térmico, eléctrico y acústico. En el caso de los Estados Unidos hasta el fin de año de 1975 se registró un uso de asbestos en fibras de aproximadamente 800.000 toneladas anualmente. Se estima que el 90 % del asbesto utilizado estuvo destinado a productos o aplicaciones que efectivamente inmovilizan las fibras dado a que fueron mezcladas con materiales de fuerte unión que permite fijarlas en la matriz. Las fibras se pueden liberar desde estos productos cuando son cortados o en la molienda durante su fabricación o el mismo uso del producto una vez fabricado en instalado en su aplicación. El otro 10 % del asbesto se utilizó en aplicaciones donde las fibras pueden ser más fácilmente liberadas.

El mayor uso de fibras de asbestos en establecimientos fue en forma de aislamiento aplicado en forma de spray (salpicado de material de asbesto sobre estructuras) sobre techos, paredes y estructuras soporte como vigas de hierro y cemento. El asbesto aplicado de esta manera, en forma friable con fibras débilmente unidas, se aplicaron extensamente en estructuras de metal como vigas y columnas como protección contra incendio, y en el caso de los techos y paredes como aislante térmico y acústico, también como decoración arquitectónica y protección a la humedad y condensación. Este tipo de aplicación ofrece la ventaja de cubrimiento de superficies amplias e irregulares de manera eficiente sin el uso de maquinaria o la preparación de extensas superficies y/o estructuras para los trabajos.

La aplicación de asbesto en forma de spray para protección contra incendios y aislación fue utilizada en Inglaterra a comienzo del año 1930. En los Estados Unidos el asbesto en forma de spray fue utilizado en clubs y restaurants como uso decorativo y como material aislante en techos. En 1950, esta aplicación de asbestos fue utilizado en edificios de pisos altos y la cantidad registrada de uso fue de aproximadamente 40.000 toneladas.

La aplicación de asbesto en forma de spray tiene disponible varios sustitutos como materiales aplicados también en forma de spray pero con fibras de vidrio o fibras de otros minerales sin asbestos junto con cemento, yeso u otros materiales aglutinantes similares usados con asbestos. Estos materiales pueden ser utilizados como protección contra incendios, aislación térmica, acústica y decoración.

## **1.2 Descripción del problema**

### **1.2.1 Asbestos y contaminación**

En 1930, Estados Unidos y Reino Unido fueron los primeros en diagnosticar enfermedades en obreros de minas y empresas textiles que trabajaban con asbestos. Atento a esto la OMS (Organización Mundial de la Salud mediante la IARC (Centro internacional para la Investigación del Cáncer) profundiza los estudios determinando en 1976 que el asbesto es una sustancia cancerígena para el ser humano. Finalmente, en el año 1986 la OIT ante estas evidencias recomienda a los todos estados miembros la prohibición de esta sustancia. Argentina no adhiere a estas recomendaciones.

En 1997 nuestro país considera al asbesto como prioridad dentro de su Plan Nacional para el Manejo Racional de Sustancias Químicas y lo prohíbe en todas sus variedades finalmente en el año 2003 mediante Resoluciones del Ministerio de Salud de la Nación. Esta acción fue llevada a cabo después de cinco años de reuniones públicas de las que participaron representantes de la industria, universidades, ecologistas, científicos y consumidores donde se acordó que el asbesto es un factor de riesgo para los trabajadores, la población y el ambiente en general, y que se deberían adoptar las mismas políticas que los países más desarrollados.

El camino a la prohibición del asbesto en la Argentina no fue de manera integral y esto es un problema en la actualidad. La prohibición estuvo dada para el uso del asbesto en productos nuevos de importación, exportación y de producción minera, pero el principal problema es que no integra los usos que ya se le dieron, por ejemplo, en la construcción en general, y esto hace que de alguna manera el asbesto continúe en uso hasta tanto no sea identificado y tratado.

Reconocer al asbesto y sus aplicaciones en los establecimientos es clave para evitar poner en riesgo la salud de las personas y el ambiente en general.

El otro problema son las enfermedades relacionadas al asbesto. Estas tienen la particularidad de desarrollarse a muy largo plazo cuando ingresan al organismo. La asbestosis y mesotelioma pleural tiene un período de latencia promedio de 15 a 20 años o más, esto dificulta en la práctica conocer exactamente cuál fue la fuente de contaminación causante, además se le suele restar importancia por la amplitud de este lapso de tiempo. Por este motivo, saber reconocer estos materiales para su tratamiento permitirá evitar la liberación de fibras al ambiente general.

## **2. Marco Regulatorio**

El marco regulatorio para la temática de la gestión integral de asbestos en establecimientos de la República Argentina se divide en dos, Nacional y Provincial, a fin de denotar el contenido en cada una de ellas.

### **2.1 Marco Regulatorio Nacional**

La temática del Asbesto en la República Argentina tiene como origen la siguiente normativa:

- Ley de Residuos Peligrosos 24051/91 y Dto. Reg. 831/93

Detalle: respecto al de esta legislación y a su análisis cabe destacar que esta ley considera como residuos peligrosos al asbesto (fibra y polvo), siempre que el mismo sea identificado y analizado mediante prueba de laboratorio. El decreto reglamentario mediante su anexo permite rubricarlo con la denominación Y 36 – Asbesto (fibra y polvo). Esta ley no implica que los propietarios de los establecimientos tengan obligación de búsqueda de estos minerales. Además, cabe destacar que la presente Ley se la denomina de “adhesión”. Esto significa que las provincias argentinas pueden adherir o no a la legislación, y en caso de adhesión pueden dictar o no sus propias normas.

- CN. Art. 41
- CN Art. 123
- Res. Ministerio de Salud 845/2000 (Prohibición de producción, importación, comercialización y uso de asbestos variedad anfíboles)
- Res. Ministerio de Salud 823/2001 (Prohibición de producción, importación, comercialización y uso de asbestos variedad crisotilo)

### **2.2 Marco Regulatorio Provincial**

A nivel provincial el asbesto se encuentra regulado en función de las provincias que adhieran a la ley y la normativa complementaria que puede desarrollarse para la temática de asbestos.

Para este caso en particular la normativa y respecto a la jurisdicción del trabajo se desarrolla la legislación correspondiente a Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y a la Provincia de Buenos Aires.

### **2.3 Ciudad Autónoma de Buenos Aires**

Esta jurisdicción tiene la particular de no poder tratar los residuos en la misma jurisdicción por tal motivo se debe realizar fuera de ella, en la Provincia de Buenos Aires más convenientemente por distancia.

- CABA Ley 2214/2007 Ley de Residuos Peligrosos.

La CABA tiene imposibilidad de tratar residuos peligrosos en su jurisdicción, no adhiere a la ley de residuos peligrosos y dicta su propia ley. Existe una particularidad y es que si bien CABA no adhiere, la gestión de sus residuos debe realizarse en otra Provincia, por ejemplo, la de Buenos Aires, es decir, los residuos tienen tratamiento interjurisdiccional. Ante esta situación y al margen de que las jurisdicciones involucradas adhieran o no, los lineamientos a seguir son los de la ley de Residuos Peligrosos 24051/91 debido al movimiento de los residuos de jurisdicción a jurisdicción por rutas nacionales.

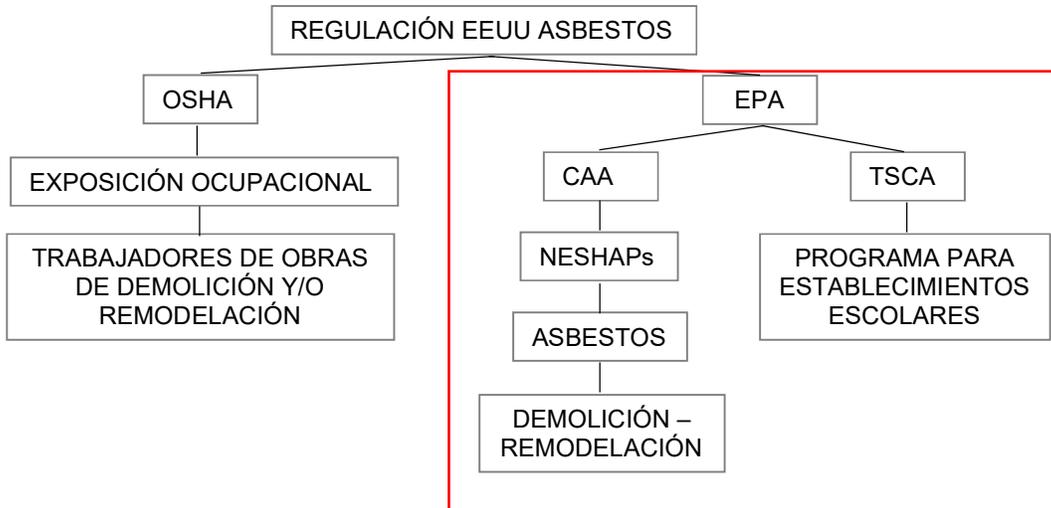
- Pcia. de Buenos Aires Ley 11.720 Dto. 806/1997

La Provincia de Buenos Aires no adhiere y dicta su propia ley. Incluye al asbesto como residuo peligroso.

## 2.4 Marco Regulatorio de referencia Internacional.

### 2.4.1 Estados Unidos – EPA (Environmental Protection Agency)

Teniendo en cuenta que el presente trabajo se basa en referencias técnicas de la EPA y que ese desarrollo técnico surge como consecuencia de una necesidad del Estado donde funciona tal agencia, se presenta a continuación en forma de diagrama de flujo la normativa sobre asbestos:



Referencias del diagrama de flujo:

OSHA: Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (siglas de inglés).

EPA: Agencia de protección ambiental (siglas de inglés).

CAA – Clean Air Act: Ley de Aire Limpio.

NESHAPs: Estándar Nacional para Emisión de Contaminantes Atmosféricos Peligrosos de Asbestos.

TSCA - Toxic Substances Control Act: Ley de Sustancias Peligrosas (Asbestos)

Teniendo en cuenta que la temática del presente trabajo hace referencia a la gestión de asbestos en establecimientos y su posible influencia en el ambiente, queda fuera de alcance la normativa relacionada a la seguridad e higiene laboral OSHA.

### 2.4.2 OIT – Organización Internacional del Trabajo

Convenio OIT N° 162/86. Seguridad en el uso del Amianto. Recomendaciones sobre sustitución. Argentina adhiere a estas recomendaciones a partir del año 2000 como se mencionó precedentemente.

### 3. Caracterización del entorno de trabajo

#### 3.1 Área de estudio

El establecimiento seleccionado se encuentra ubicado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Para más detalle se adjunta la siguiente vista fotográfica:



### 3.2 Componentes biofísicos de CABA

#### 3.2.1 Características del clima de CABA

##### 3.2.1.1 Clima

El clima es en la actualidad templado húmedo y se ve influenciado por la cercanía al Río de la Plata. No existe habitualmente amplitudes térmicas muy marcadas, pero si se puede dar esta situación entre estaciones del año. Pueden existir veranos muy calurosos e inviernos muy fríos.

##### 3.2.1.2 Temperatura

Los valores dependiendo de la época del año pueden ser de 30 °C en los meses más cálidos y de 7 °C en los meses más fríos (SMN, valores medios del 1981 al 2010).

##### 3.2.1.3 Precipitación

Los valores dependiendo de la época del año pueden ser de 120 mm en los meses más calurosos y de 60 mm en los meses más fríos (SMN, valores medios del 1981 al 2010).

### 3.2.2 Geología y Geomorfología de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

CABA se encuentra dentro de la Provincia de Buenos Aires y estas están integradas por un conjunto de geoformas de orígenes diversos y diferente antigüedad. Su llanura pampeana se divide en Pampa Deprimida, Pampa Ondulada, Pampa Arenosa y Pampa Interserrana.

El AMBA (CABA + 40 Municipios de la Provincia de Buenos Aires) se encuentra localizada en la Pampa Ondulada que se extiende como una franja de aproximadamente 60 km paralela al río de la Plata. El límite a este tipo de suelo es el Río Matanza Riachuelo. La CABA se encuentra ubicada específicamente en la zona de la Pampa Ondulada Alta. Una porción de la Ciudad se encuentra ubicada en la terraza baja del Río de la Plata.

#### 3.2.2.1 Suelo

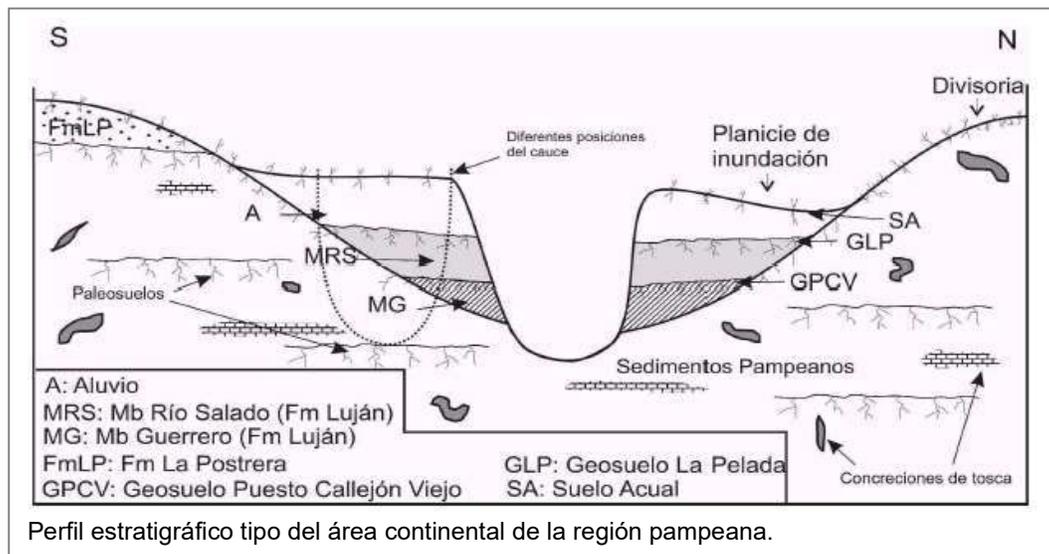
El suelo urbano se clasifica en la categoría de tecnosoles que son suelos artificiales constituidos por todo tipo de materiales hechos o expuestos por la actividad humana que de otra manera estarían sobre la superficie de la tierra.

Se puede presentar multiplicidad de situaciones, desde suelos casi naturales hasta suelos antropogénicos donde los suelos se mezclan.

#### 3.2.2.2 Perfil del suelo

La zona de estudio se encuentra dentro de la denominada Región Pampeana, y el perfil se puede denotar en la siguiente figura:

#### 3.2.3 Hidrología



Las cuencas que atraviesan la ciudad son un total de 11: Medrano, Vega, White, Maldonado, Radio Antiguo, Ugarteche, Boca-Barracas, Ochoa-Elía, Erézcano, Cildáñez y Larrazábal-Escalada2.

Para explicar el movimiento de sus aguas se las dividen en dos grupos. Las cuencas que desembocan en el Riachuelo y el Río de la Plata.

El primer grupo son las que desembocan en el Río de la Plata son: Arroyo Medrano, Arroyo Vega, Arroyo Maldonado, Arroyos White, Vega y Ugarteche y los "Tres Terceros (estos últimos tres corresponden al Radio Antiguo).

En el segundo grupo están las otras cuencas que desembocan en el que forma el límite de la Ciudad, el Riachuelo y son: Arroyo Cildáñez, Erézcano, Larrazábal-Escalada, Ochoa-Elía y Boca-Barracas.

Para una mejor descripción se adjunta la siguiente imagen:



### 3.2.4 Componentes Socio-económicos

#### 3.2.4.1 Aspectos Demográficos

CABA cuenta con una población de 2.890.151 habitantes, un 4,1% más que en el censo de 2001. Desde hace más de 70 años la población de la ciudad de Buenos Aires se mantiene estable con leves variaciones intercensales. En 2010 la ciudad cedió el 2º lugar que históricamente ocupaba entre las jurisdicciones más populosas del país, ante el crecimiento demográfico de las provincias de Córdoba y Santa Fe.

#### 3.2.4.2 Uso del Suelo

Existe una fuerte tendencia por parte del GCBA de erradicar las industrias que se encuentran en el distrito, de todas formas, aún persisten en menor medida. El uso del suelo en CABA se distribuye de la siguiente manera:

- Residencial: 81%
- Locales comerciales: 9%
- Uso industrial: 1%
- Oficinas: 2%
- Esparcimiento y cultura: 2%
- Espacios verdes: 1%
- Servicios y equipamiento: 4%

(Fuente GCBA)

#### 3.2.4.3 Actividades Productivas

Las principales actividades productivas están relacionadas a los rubros de la industria inmobiliaria, servicios financieros y de comerciales.

#### 3.2.4.4 Servicios

La Ciudad de Buenos Aires se encuentra conformada por servicios que brinda y se relacionan a; Servicios de red cloacal, Planta Potabilizadora de agua, Usinas eléctricas, Red de transporte (subte, tren, bus y bicicleta). Respecto a los residuos la Ciudad no tiene la posibilidad de tratarlos en su jurisdicción. Los residuos sólidos urbanos son tratados en la Provincia de Buenos Aires, al igual que los residuos peligrosos.

### 4. Caracterización de los Contaminantes

El asbesto es un nombre genérico que se utiliza para nombrar a un grupo de minerales silicatos formados de manera natural y que luego son separados en fibras. A comienzo del año 1970 la definición de asbesto comenzó a cambiar por acción judicial por el público y por la atención de la ciencia por la contaminación por asbestos. La definición aceptada por el Tribunal de Minnesota que sentó precedente durante el juicio a la *Reserve Mining Company* estableció que “el asbesto

es un nombre genérico para un número de silicatos hidratados que al triturarse o procesarse se separan en fibras compuestas de otras más chicas”. Es decir, son paquetes de fibras y que estos paquetes se pueden separar en fibras de menor tamaño. Esta definición luego fue redefinida (U.S: Tribunal de Distrito, Distrito de Minnesota, Quinta División 1973) y fue adoptada por la mayoría de los científicos, ambientalistas y profesionales de la salud pública como que “el asbesto es un mineral que es al menos tres veces más largo que su ancho”. Esta definición de fibra eliminó la tarea difícil de probar la flexibilidad y la presencia de composición fibrilar de partículas submicroscópicas, y retuvo solo la definición de la forma de la partícula por su dimensión como criterio decisivo para su definición técnica.

Las fibras que se utilizaron en los edificios provienen de variedades asbestiformes de silicatos. La tabla siguiente enumera alguno de los silicatos comunes y sus variedades asbestiformes que son la fuente de las fibras de asbestos que son utilizadas comercialmente.

Al margen de las distintas clases la calidad del asbesto depende de la mineralogía de la variedades asbestiformes, del grado de desarrollo asbestiforme de las fibras, la proporción de fibras asbestiformes a cristales aciculares u otras impurezas, como así también de la longitud y la flexibilidad de las fibras. Estas características del asbesto varían con las diferentes variedades de asbestos sin embargo los materiales de asbesto utilizados por la industria son aquellos que tiene resistencia a la tracción, resistencia térmica, dieléctrica y resistencia a los ataques químicos. Específicamente el asbesto es un mineral, y no es uno solo. Existen muchas familias de asbestos pero solo 6 (seis) fueron los utilizados en la industria.

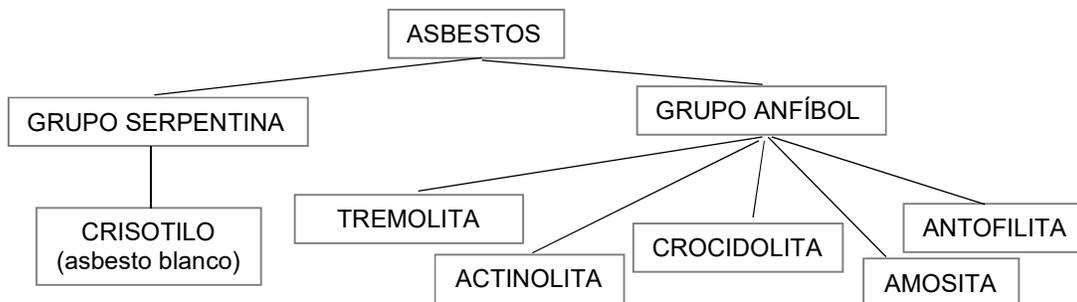
#### 4.1 Descripción de minerales de interés – Asbestos

##### 4.1.1 Definición de asbestos – Minerales asbestiformes de interés

El asbesto (o amianto) no es una definición mineralógica y tampoco es exactamente un mineral, sino que se lo utiliza como un nombre genérico para darle nombre a una variedad de 6 (seis) minerales fibrosos que se forman naturalmente y que se utilizan en productos comerciales.

El asbesto se forma por haces de fibras. Estos paquetes, a su vez, se componen de fibras largas y delgadas que pueden ser fácilmente separados unas de otras. Estos paquetes de fibras también tienen sus extremos abiertos y son extremadamente flexible.

El asbesto que se utiliza en la industria se forma naturalmente en la misma roca mediante silicatos hidratados de magnesio en dos grupos, serpentina y anfíboles como se detalla a continuación:



##### 4.1.2 Composición química de los minerales de interés

De acuerdo a las fibras de minerales que se tienen en cuenta se debe destacar que al tratarse de minerales los mismo están compuestos por distintos elementos químicos. Estos elementos son que distingue a cada una de las variedades es de vital importancia ya que los mismos se ponen en evidencia cuando las muestras de los materiales sospechosos de contener asbestos son analizadas por los métodos de laboratorio.

El detalle químico de los minerales de interés son los siguientes:

MINERAL	N° CAS	COMPOSICIÓN QUÍMICA
CRISOTILO	12001-29-5	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$
TREMOLITA ASBESTO	77536-68-6	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$
ACTINOLITA ASBESTO	77536-66-4	$Ca_2(Mg,Fe^{2+})_5Si_8O_{22}(OH)_2$
CROCIDOLITA ASBESTO	12001-28-4	$Na_2Fe^{2+}_3Fe^{3+}_2Si_8O_{22}(OH,F)_2$
ANTOFILITA ASBESTO	77536-67-5	$(Fe^{2+},Mg)_7Si_8O_{22}(OH,F)_2$
AMOSITA ASBESTO	12172-73-5	$(Fe^{2+},Mg)_7Si_8O_{22}(OH)_2$

Se aclara que los minerales de interés son los asbestiformes y fibrosos. Es decir, debe cumplir la condición de ser de la variedad de asbestos fibrosa. Las minerales que se nombran a continuación pertenecen a minerales de asbesto pero no cumplen la condición de ser fibrosos. El mineral no fibroso de la variedad Serpentina es la Antogorita y Lizardita. Para el caso de a variedad de asbesto Amfibol las variedades que no son fibrosas son: Antofilita, Amosita, Crocidolita, Tremolita y Actinolita (los que llevan de segundo nombre ASBESTO corresponde a la variedad fibrosa).

#### 4.1.3 Forma general de las fibras de asbestos

##### Grupo Serpentina

El amianto crisotilo pertenece a la clase de los silicatos con estructuras en forma de láminas de cristal. La forma fibrosa del amianto crisotilo consiste en tubos enrollados en espiral que resultan del patrón forma de crecimiento de la estructura laminar del mineral. Las fibras de crisotilo son de diámetro muy pequeño, tubulares, de textura muy suave y flexible. El diámetro promedio de las fibrillas individuales es menor a 0,1 micrómetros. Su estructura posee una estructura donde las capas de silicato se disponen en forma de tubos o cilindros enrollados generando fibras del tipo fibrosas.



Estructura del Crisotilo

##### Grupo anfíboles

Los anfíboles tienen una naturaleza fibrosa derivada de un cristal de silicato cuya estructura es en forma de cadena. Las fibras tienen un diámetro mayor que las fibras de crisotilo. Son rectas, sólidas, duras y elásticas. Suelen tener un diámetro inferior a 0,5  $\mu m$ . Los anfíboles se distinguen entre sí por la cantidad de sodio, calcio, magnesio y hierro que contienen entre las distintas variedades. Su estructura como se ve más abajo hace que las cadenas se extiendan a lo largo generando fibras del tipo fibrosas y en forma de varillas sólidas.



Estructura de los Anfíboles

#### 4.1.4 Propiedades de la fibra de asbestos

Las fibras de asbestos son incombustibles, resistentes a la corrosión y degradación, son fibras que también resisten a la tracción-tensión, son química y térmicamente estables, y tiene baja conductividad térmica y eléctrica. Dado estas características son ampliamente utilizadas en diversas industrias en una amplia variedad de productos.

#### 4.1.5 Identificación de las fibras Asbestiformes

Como se detalla más abajo en la sección correspondiente al análisis de las fibras la identificación de las variedades de asbestos se puede realizar por su forma y composición química. Respecto a su identificación por la forma dependerá del grupo de que se trate.

En el caso del grupo Serpentina la identificación del crisotilo se puede decir que resulta más evidente debido a que su forma es distinta de las otras variedades no asbestiformes, es decir, del grupo serpentina existen otras variedades que no son fibrosas y que no son minerales de interés para este trabajo como la Antigorita y Lizardita.

Para el caso del asbesto del grupo anfíboles, la distinción entre variedades asbestiformes y no asbestiformes (es decir, entre minerales de interés y no) es más dificultosa. Esto se debe a que las partículas anfíboles tienen un espectro de formas que va de bloque a prismático a acicular, y además, los anfíboles se rompen, es decir, se pueden dividir en fragmentos más pequeños (fragmentos de clivaje).

La razón por la cual se habla de minerales asbestiformes y no exactamente asbestos se debe a que existe una gran variedad de minerales que no son de interés porque no son fibrosos. Es decir, hay variedades de asbestos que no son fibrosos por este motivo resulta importante identificarlos por su forma (asbestiforme) y composición química.

Teniendo en cuenta la composición química de las variedades de asbestos de interés mencionadas precedentemente y el análisis químico de la muestra se puede identificar de manera fácil el tipo de fibra. No obstante, se debe tener en cuenta que existen otros compuestos que no son asbestos y que tienen la misma composición química que estos como por ejemplo las fibras de talco y los piroxenos. Debido a estos además del análisis químico se debe observar la morfología de las fibras. La observación de la morfología de la fibra junto con su análisis químico permite determinar con mayor exactitud la naturaleza de cada fibra.

Se aclara que los minerales de interés son los fibrosos porque tiene la posibilidad comprobada de generar problemas en la salud de las personas.

##### 4.1.5.1 Minerales asbestiformes – Estructuras Cristalinas

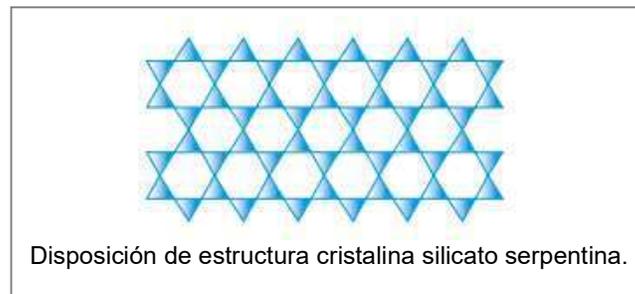
###### a) Estructura Cristalina Silicatos en general

Químicamente los silicatos están compuestos de oxígeno y silicio y se encuentran dispuestos en forma de pirámide (o tetraedro) con el silicio en el centro y el oxígeno en las cuatro esquinas. Generalmente esta forma está dispuesta en filas que se repiten para así formar la estructura cristalina como se denota a continuación:

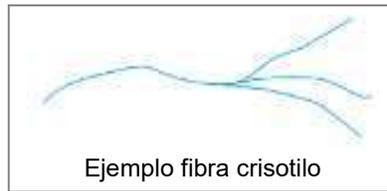


###### a.1) Estructura Cristalina Silicato Grupo Serpentina

En este mineral, desde donde proviene el crisotilo, el elemento magnesio se une con el átomo de oxígeno formando tetraedros dispuestos en forma laminar. La serpentina es un silicato laminar.

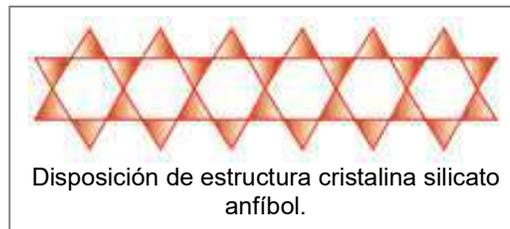


En la variedad asbestiforme serpentina crisotilo las hojas se enrollan firmemente para formar fibras como se muestra a continuación:



### b.2) Estructura Cristalina Silicatos Anfíbol

La estructura de estos silicatos está constituida por largas cadenas dobles, enlazadas por tetraedros de silicio y oxígeno.



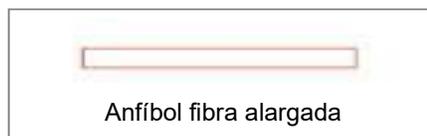
La distinción entre asbesto y variedades que no son asbestiformes es evidente y en estos los tetraedros están dispuestos en forma plana, similar a una hoja como se denota a continuación:



En el caso de los minerales asbestiformes del grupo anfíbol la distinción con los minerales no asbestiformes es más difícil debido a que las estructuras de los minerales anfíboles pueden tener doble cadena de forma tal que estén dispuestas una al lado de otra formando cristales en forma de bloque o equidistantes que presentan confusión.



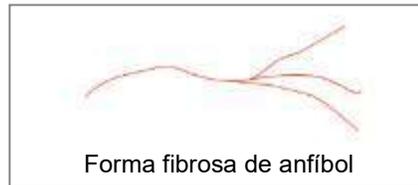
En caso de que el crecimiento de la cadena de cristales sea a lo largo y no a su ancho, los cristales anfíboles serán más largo (en relación con su ancho), en este caso los cristales son prismáticos y levemente alargados:



A medida que aumenta la longitud con respecto al ancho de la fibra a estos cristales se los denomina aciculares (que tiene forma de aguja).



Si la longitud es extremadamente larga en comparación con el ancho, los cristales se denominan asbestiformes o fibrosas:



Teniendo en cuenta la forma de partículas de interés a continuación se detallará sobre la unidad de estudio de interés, es decir, el tamaño de fibra que se comprueba genera problemas en el ambiente y consecuentemente en la salud de las personas.

#### 4.1.5.2 Forma específica y Color de los minerales asbestiformes de interés

##### a) Grupo Serpentina – Crisotilo

**Forma:** Para poder distinguirlos por microscopio las fibras de esta variedad se presentan como paquetes fibras y dicho paquete está compuesto unidades de fibras. Estas unidades de fibras tienen el aspecto visual al cabello humano. La longitud de estas fibras y su ancho suelen tener una proporción que generalmente excede la relación 10:1, aunque los paquetes cortos pueden. Las fibras son onduladas y los extremos se extienden como si fuese una cuerda “desenredada”.

**Color:** Las fibras de crisotilo normalmente son incoloras, pero depende de donde se obtenga la muestra puede ser color marrón como por ejemplo las muestras de fibras que se utilizan en materiales aislantes de cañerías sometidas a altas temperaturas (cañerías de vapor). La misma situación se da cuando el crisotilo se lo utiliza en forma de mezcla con asbesto con cemento.

##### b) Grupo anfíbol

###### b1) Amosita

**Forma:** Suelen tener aspecto de fibras rectas. Tienen menos curvas que la variedad crisotilo. La longitud de estas fibras y su ancho suelen tener una proporción que generalmente excede la relación 10:1 y hasta 50:1, en este caso la curvatura de la fibra es mayor.

**Color:** al igual que la variedad crisotilo su color puede variar. Tiene color opaco como óxido de hierro.

###### b2) Crocidolita

**Forma:** son fibras rectas similar al crisotilo formando paquetes de fibras. Las fibras cortas suelen ser rectas mientras que las de mayor longitud levemente curvadas.

**Color:** Las fibras gruesas tienden a ser de color azulado o azul púrpura.

###### b3) Antofilita

**Color:** suelen ser fibras de color marrón claro.

**Forma:** pueden ser fibras individuales y las fibras más grandes suelen presentarse en forma de paquetes de fibras.

###### b4) Tremolita

**Forma:** ídem a antofilita

**Color:** suelen ser fibras de color verde claro.

###### b5) Actinolita

**Forma:** se presentan en forma de paquete de fibras paralelas una de otras. Son fibras rectas.

**Color:** suelen ser fibras de color gris verdoso.

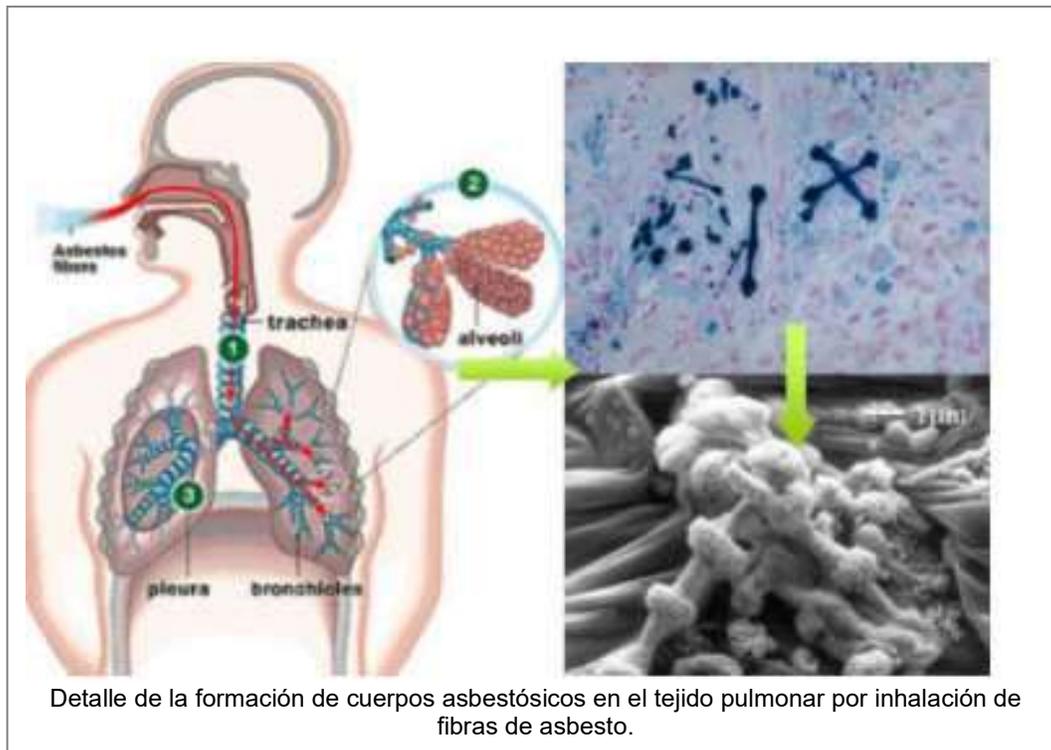
## 5. Problemas relacionados al asbesto y tamaño de fibra de interés

### 5.1 enfermedades relacionadas al asbesto

El problema con las fibras de asbesto está relacionado con el tamaño de las mismas, la permanencia en el aire ambiente y la capacidad de ingresar al organismo por el tracto respiratorio. De ser así se encuentra comprobado que las enfermedades que se pueden desarrollar son:

- Mesotelioma
- Cáncer Pulmonar
- Fibrosis Pulmonar

Uno de los factores que hace al desarrollo de estas enfermedades está relacionado con la exposición a la fibra de asbesto. El desarrollo de estas fibras tiene un período de exposición prolongado, de 20 a 30 años.



Respecto a la defensa del cuerpo humano se destaca que estas fibras tienen la capacidad de llegar hasta los alveolos pulmonares y quedar allí alojadas debido a la forma y tamaño (como pequeñas agujas que se insertan en los alvéolos). Una vez instaladas allí y sin la posibilidad de ser las fibras expulsadas son los macrófagos los que entran en acción. Estos tienen la función de rodear a los microorganismos y destruirlos, es decir, de rodear a las fibras de asbestos y tratar de destruirlas, pero esta acción no es posible no son biodegradables. El resultado final es que quedan alojadas allí produciendo actividad inflamatoria y malformación celular conduciendo al principio de desarrollo de la enfermedad.



Macrófagos tratando de capturar y digerir partícula de asbesto. Al no poder hacerlo mueren iniciando la actividad inflamatoria.

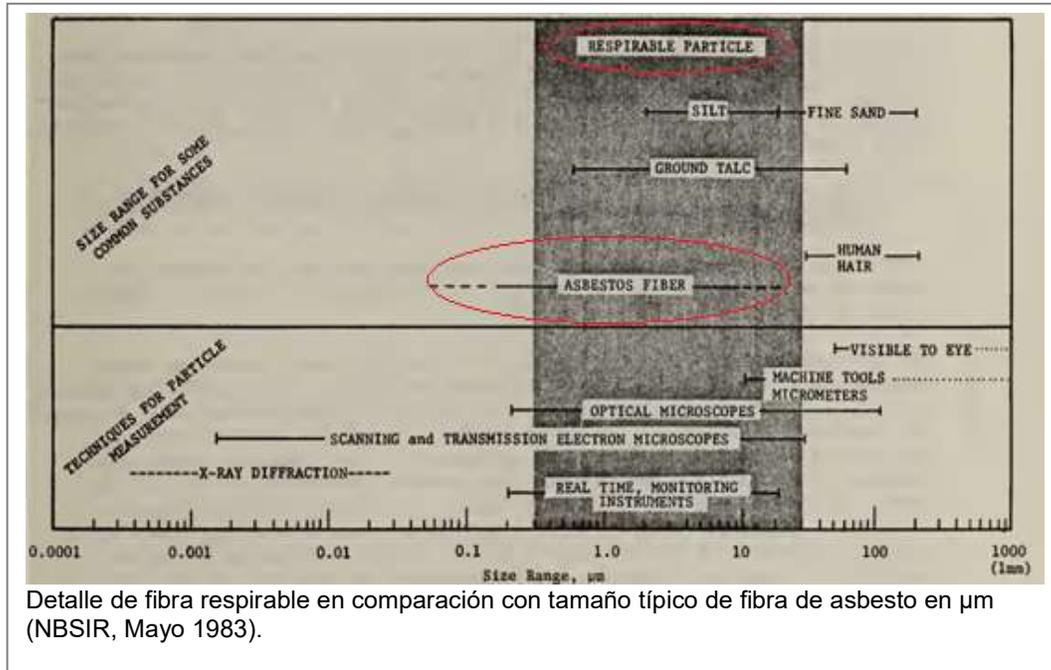
## 5.2 Dimensión de fibra de interés

La evaluación de la fibra de asbesto está limitada a una determinada dimensión que es la que se considera de peligrosidad para la contaminación del aire y su influencia en la salud de las personas. Se establece que la fibra de interés deber tener las siguientes características:

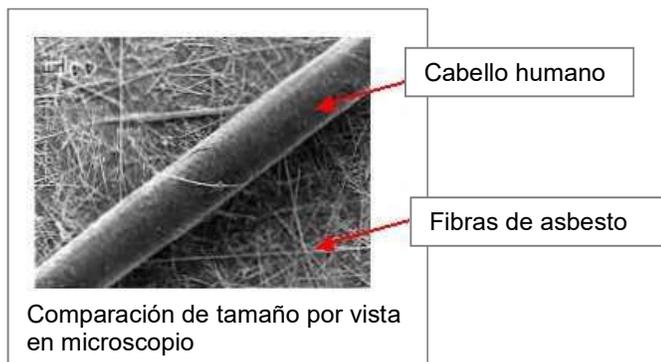
- Longitud > 5  $\mu\text{m}$ ,
- Diámetros < 3  $\mu\text{m}$  y
- Relación Longitud/Diámetro  $\geq 3:1$

Se considera que este tamaño de partícula es el más relevante por la capacidad de poder llegar hasta la fracción alveolar. Existe consenso de que el límite máximo de *diámetro* de partículas de asbesto respirable es de 3  $\mu\text{m}$  (OMS, 1986).

Para tener una imagen de las partículas de asbestos y la comparación de otros elementos se cita a continuación la siguiente imagen:



Detalle de fibra respirable en comparación con tamaño típico de fibra de asbesto en  $\mu\text{m}$  (NBSIR, Mayo 1983).



Comparación de tamaño por vista en microscopio

## 6. Asbestos y contaminación

### 6.1 Asbestos y contaminación del Ambiente – Registros

La contaminación del ambiente con fibras de asbestos puede ocurrir por diversos motivos. La mayor parte se produce en los procesos de extracción de este mineral en canteras, proceso de molienda, pulverizado y embolsado, y en menor medida cuando se alteran materiales asbestiformes en establecimientos liberando fibras al ambiente.

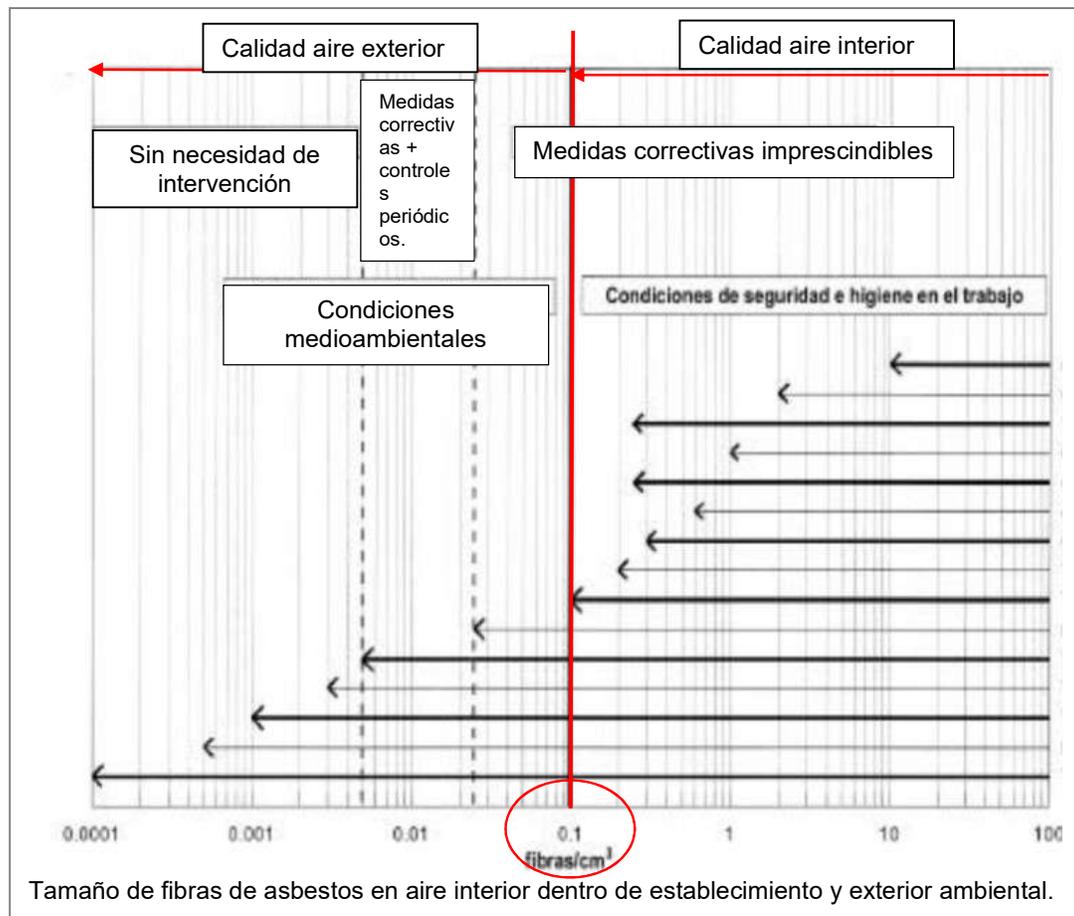
Se debe tener en cuenta que las fibras de asbesto son resistentes a la degradación térmica y/o química y esto hace que permanezcan disponibles para su liberación al medio ambiente.

Las fibras que participan de la contaminación tienen un rango de longitud que va de menos de 0,1 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) hasta algunas decenas de micrómetros. Este rango de tamaño de fibras de asbesto denota dos aspectos importantes que tiene que ver con la *capacidad aerodinámica* y *respirabilidad* de la fibra aerotransportada.

Las fibras que se liberan al ambiente quedan suspendidas en el aire y disponibles para su respiración y retención en el pulmón. Tienen la capacidad también de ingresar al tracto gastrointestinal. De esta manera se da inicio a la posibilidad de desarrollo de las enfermedades mencionadas anteriormente.

La contaminación por asbesto fuera de un establecimiento, en el aire ambiental urbano, los niveles de concentración son generalmente inferiores a 10 ng/m<sup>3</sup> y rara vez superan los 100 ng/m<sup>3</sup>. A modo de ejemplo, los niveles medios de asbesto en 49 ciudades de los Estados Unidos eran de 4,3 ng/m<sup>3</sup> en 1969 y de 2,1 ng/m<sup>3</sup> en 1970.

Para visualizar las dimensiones mencionadas precedentemente se adjunta el siguiente cuadro que permite distinguir entre el tamaño de fibra común dentro de un establecimiento y fuera del mismo:



Nota: se aclara que en Argentina el asbesto en aire exterior no se encuentra regulado. Si el material particulado (PM), pero no específicamente el MP referido a asbesto. El asbesto se regula como residuo peligroso (Y36 Polvo y Fibras) y en el interior de establecimiento limitado a cantidad de fibras en suspensión en una jornada de 8 hs.

## 6.2 Aerodinámica de la fibra de asbesto

La fibra de asbesto, una vez liberada al aire, puede entrar en una fase de sedimentación descendente que se determina por su masa, forma y relación de forma. Estas características de fibra están directamente relacionadas con las velocidades de sedimentación y el potencial de riesgo de ingreso al organismo del ser humano. Las fibras capaces de permanecer en el aire durante mas horas tienen una mayor probabilidad de exposición que las fibras que sedimentan rápidamente.

La velocidad de sedimentación depende del diámetro de la fibra y de su longitud, por ejemplo, las fibras de 1 a 5  $\mu\text{m}$  de longitud con una relación de forma (longitud / ancho) de aproximadamente 5:1 son las más comunes que se puedan generar en establecimientos con materiales aislantes en losas bajo techo. Para estos casos las velocidades de sedimentación para fibras de 5, 2 y 1  $\mu\text{m}$  de longitud con una relación de forma de 5:1 puede ser de  $2 \times 10^{-2}$ ,  $4 \times 10^{-3}$  y de  $1 \times 10^{-3}$ , respectivamente. Los tiempos teóricos necesarios para que estas fibras se asienten desde un techo de 3 metros, por ejemplo, sería de 4, 20 y 80 horas en aire quieto. En caso de que en el ambiente interior sea turbulento este tiempo de asentamiento se prolonga.

(Sawyer, R. Asbestos Exposure in a Yale Building: Analysis and Resolution. Environ. 146-168. 1977).

Se debe tener en cuenta también que durante el tiempo que la fibra se encuentra en suspensión y hasta que finalmente reposa sobre una superficie tiene la capacidad de moverse lateralmente y poder contaminar otros puntos que se encuentren distantes respecto al punto de liberación. La fibra no necesariamente cae de manera recta por acción de la gravedad, sino que también puede tener desplazamiento lateral. Respecto al movimiento de la fibra se aclara que se puede generar contaminación hasta cientos de metros mas allá de una fuente puntual de asbesto (Nicholson, 1971).

Para poder representar el movimiento de la fibra de asbesto en un medio, en este caso aire, se puede hacer uso del modelo de Stokes. En esta caso se consideraran a las fibras de asbestos como elipsoides de revolución que caen por la aceleración de la gravedad. Este modelo de representación no es perfecto, pero es aproximado para la representación teórica de la caída de partículas en condiciones de normales de velocidad y composición del aire (EPA ACB Part.2, Apéndice B B-1 a B-5, Marzo 1979). El estudio del movimiento de la fibra dentro de un establecimiento no forma parte del alcance de este trabajo.

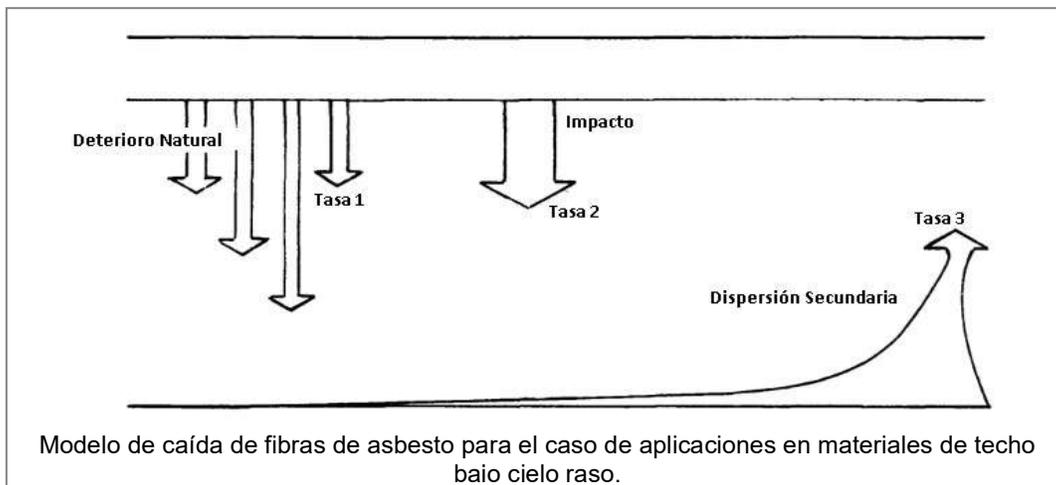
## 6.3 asbestos y contaminación en establecimientos

### 6.3.1 Concepto básico

El nivel de concentración de fibras de asbestos que se puede presentar en un establecimiento depende de la generación por medio de tres mecanismos posibles: a) Caída por Deterioro Natural, b) Contacto y/o Impacto y c) Dispersión Secundaria.

Respecto a cada una de las categorías se aclara que para el caso del deterioro natural esto depende de las características del material que contiene asbesto y la liberación de la fibra de asbesto al ambiente, y para el caso del Contacto-Impacto y Dispersión Secundaria estas categorías dependen del uso que se dispone para el establecimiento.

Como se muestra más abajo cada una de estas tres categorías tienen tasas diferentes de dispersión de fibra. Para poder explicar el fenómeno se propone trabajar con la aplicación de asbestos bajo cielo raso:



Para el caso del modelo anterior planteado, se establecen las tasas para cada uno de los casos:

Mecanismo de Dispersión	Causas	Frecuencia	Tasa
Deterioro Natural	Movimiento del aire y/o vibraciones	Constante	Tasa 1: Baja
Impacto	Mantenimiento e impacto accidental	Ocasional	Tasa 2: Alta
Dispersión Secundaria	Actividades dentro del establecimiento (mantenimiento, distintas actividades como consecuencia del uso que disponga el establecimiento en cuestión)	Frecuente	Tasa 1 a 2: de Baja a Alta.

Respecto al personal se considera que pueden estar expuestos a las fibras de asbesto en aire son; los ocupantes del establecimiento, el personal de mantenimiento y personal de empresas contratistas. Todos estos grupos de personas se encuentran expuestos al tipo de dispersión de partículas por deterioro natural dentro de los espacios ocupados. Se debe tener en cuenta también que estas fibras se pueden dispersar a otros ambientes también por medio de los ductos del sistema de aire acondicionado centralizado. Esta situación se puede dar cuando las fibras de asbesto se liberan en la misma cámara de retorno del sistema de aire acondicionado debido al deterioro natural y/o el impacto sobre materiales que contengan asbestos en estas instalaciones. La exposición se puede producir también por medio de una dispersión secundaria de las fibras que hayan caído sobre las superficies interiores del establecimiento.

El personal de mantenimiento y el personal de las empresas contratistas pueden estar expuestos a las fibras de asbestos en el aire cuando se realicen tareas que puedan implicar la alteración de materiales que contengan asbestos principalmente de la variedad friables (que se pueden pulverizar fácilmente).

a) *Deterioración natural*: este tipo de liberación de partículas se puede generar como consecuencia de una lenta y continua degradación principalmente de materiales con asbestos aplicados sobre superficies. Esta degradación representada por la Tasa 1 se puede acelerar por el movimiento del aire y por las vibraciones propias que se puedan generar en la estructura establecimiento. Se aclara que este tipo de liberación de fibras puede suceder sin una interrupción física real del material que contiene asbesto y también depende de la unión que exista entre el material propiamente dicho y las fibras de asbestos. Esta liberación de fibras se puede genera de manera continua durante un largo período de tiempo a una tasa continua. Los factores que inciden en la tasa liberación de fibras al ambiente son: vibración de la estructura, cambio de humedad de los materiales, movimiento del aire por equipos de calefacción, refrigeración y/o ventilación y las turbulencias del aire y vibraciones causadas por las actividades humanas. Esta tasa de liberación de fibras también puede aumentar por el envejecimiento y/o degradación del componente adhesivo que disponga el material que contiene asbesto. En el caso de materiales de asbesto y cemento, conocido como fibrocemento, puede existir poca u nula (cero) liberación de fibras siempre que el material se encuentre en buenas condiciones. Las tasas más altas (100ng/m<sup>3</sup>) se generan en materiales friables que se encuentren deteriorados.

b) *Impacto*: la tasa de liberación de fibras por impacto depende de la accesibilidad que se tenga al material y la probabilidad de contacto. El uso que tenga el establecimiento y las actividades que se realicen en su interior afectara la tasa de liberación de fibras al ambiente. Se debe tener en cuenta que las superficies con contenido de asbestos friable tienen baja resistencia al impacto y se dañan fácilmente. Por más que el contacto sea menor pueden liberar fibras al ambiente. Este tipo de liberación se considera localizado y de corta duración. Se considera que el nivel de concentración de fibras en el aire durante actividades de rutina como de mantenimiento y de reparación puede superar (dependiendo de la actividad) las 20 fibras por centímetro cúbico (f/cc), límite en Argentina 0.1 f/cc. Y para el caso de aplicaciones de asbesto rociado sobre superficies como medidas de aislación y/o ignífugo puede superar las 100 f/cc.

c) *Dispersión secundaria*: esta se puede producir por medio de las fibras que se depositen sobre superficies de los establecimientos como ser; piso, paredes o cualquier tipo de objetos. Esto

partículas se pueden ubicar sobre estas superficies luego de una liberación por deterioro natural o impactos. Esta acción se puede repetir generando ciclos de re-suspensión y asentamiento de acuerdo con las actividades del establecimiento. Para trabajos de limpieza de superficies en estas condiciones se pueden detectar niveles de fibras en aire de hasta 5 f/cc dentro de un establecimiento. Por ejemplo, para casos de establecimientos de uso bibliotecario con techo rociado en superficie con asbesto y con tareas periódicas de limpieza de estanterías el nivel promedio de fibras que se registro es de 4 f/cc hasta 0,3 f/cc.

### 7. Modelo Conceptual del asbesto es establecimientos

Para poder llevar a cabo el modelo conceptual del asbesto dentro de establecimientos resulta necesario el análisis cualitativo del riesgo. Esto se realiza con la rubricación de los siguientes datos:

- a) Fuentes de asbestos en los establecimientos: materiales típicos con uso de fibras de asbestos que se identifiquen y que potencialmente puedan liberar fibras al ambiente.
- b) Ruta de exposición: camino que sigue la partícula de asbesto hasta que entra en contacto con los receptores. Se considera receptores a los diferentes grupos de personas del establecimiento.
- c) Vías de exposición: medio de ingreso del contaminante al cuerpo humano hasta el órgano principal que pueda ser afectado. La vía de exposición es la respiratoria y la afectación es principalmente el sistema pulmonar.
- d) Receptores: se limita a los que se encuentran dentro de los establecimientos. En este trabajo no se estudia a la fibra de asbesto que potencialmente pueda migrar fuera de un establecimiento por este motivo no se considera como receptor a la comunidad cercana.

#### 7.1 Diagrama Modelo Conceptual Materiales con asbestos en establecimientos



### 8. Hipótesis General

El uso del asbesto en la actualidad se encuentra prohibido y el problema es que su aplicación en la industria comenzó hace mucho tiempo atrás y en la actualidad se transforma en un pasivo ambiental cuando se lo localiza.

El asbesto se empezó a utilizar de manera masiva a fines de 1800 con el efecto de la Primera Revolución Industrial, con un crecimiento fuerte y constante en distintas industrias. Se lo utilizó en más de 3.000 productos. La OIT luego lo prohíbe el uso de asbestos en el año 1986.

Teniendo en cuenta las aplicaciones principales se dieron entre los años 1930 hasta el 2000 se supone, entre otros, que los edificios públicos antiguos tienen mayor posibilidad de contener estos materiales cancerígenos.

El principal riesgo del asbesto es que está compuesto de fibras pequeñas, muy finas y que no se pueden ver a simple vista. Pueden permanecer en suspensión por varios días y ser transportadas a largas distancias por las corrientes de aire. La posibilidad de que las fibras no se puedan ver incrementa el riesgo.

Los materiales con asbesto no identificados y que continúen en uso en un establecimiento son un problema ya que pueden sufrir deterioro. Los factores externos pueden generar deterioro de los elementos portantes y la consecuente liberación de fibras de asbesto. La identificación de estos materiales es de importancia para analizar su riesgo y tomar la acción que sea la más conveniente.

El asbesto que no está caracterizado tiene riesgo de liberación de partículas al aire en caso de obra y/o remodelaciones. Esto no solo genera contaminación de aire interior, sino que también los restos obra que sean dispuestos como escombros en volquetes en vía pública pueden tener como posible destino plantas de áridos y volver a la obra pública. La falta de reconocimiento de materiales con asbesto potencialmente puede generar que las personas se expongan al contaminante de manera involuntaria.

## **9. Objetivos**

### **9.1 Objetivo Principal**

El objetivo principal es la creación de una herramienta que permita identificar materiales con asbestos para que se puedan gestionar de manera integral y evitar riesgos en establecimientos.

### **9.2 Objetivo Específico**

Identificados los materiales con asbestos en establecimientos se detallan los siguientes objetivos específicos que consisten en; confirmar la existencia de asbesto por medio de análisis de laboratorio, precisar la ubicación y la extensión de los materiales peligrosos, cuantificarlo y evaluar el riesgo para determinar la acción más conveniente a aplicar, ya sea remoción o tratamiento in situ e inventario final.

## **10. Aportes**

En la República Argentina la gestión de integral de asbestos en establecimientos no está reglamentada. Es decir, no existe obligación por parte del estado hacia propietarios y/o responsables de establecimientos en declarar potencial contenido de asbesto para su tratamiento, al margen de las obras de remodelación y/o demolición. Entonces, al no existir esta condición no existe obligación de relevamiento (para establecimientos no declarados en obra), y si no releva un establecimiento en búsqueda de estos materiales se los desconoce y no hay gestión. Por tal motivo, mediante este trabajo se propone la creación del prototipo de un protocolo para la gestión integral de asbestos en establecimientos para conocer el estado de situación.

El Protocolo para la gestión integral de asbestos que se propone busca crear una herramienta que pueda ser aplicada a cualquier establecimiento en forma de plantilla o modelo. Persigue varios propósitos, no solo el de brindar seguridad a las personas y al ambiente, sino también el económico. Respecto a esto último, el hecho de que se descubra asbestos en un establecimiento no necesariamente implica que se deba retirar. En esta oportunidad se propone que el asbesto pueda permanecer en la instalación siempre que el mismo se encuentre seguro, en buen estado, y mediante tratamiento y monitoreo continuo. Esto se puede realizar siempre que los materiales sean evaluados.

La evaluación de las condiciones en la que se encuentren los materiales con asbesto que son identificados en las tareas de inspección forma parte de un procedimiento denominado *Análisis de Riesgo de Liberación Potencial de Fibras de Asbesto al Ambiente del Establecimiento (sección L)*. Este procedimiento permite establecer el concepto *Análisis de Riesgos* en la gestión para justificar de esta manera un tratamiento distinto al de la remoción de material, es decir, brinda la posibilidad de implementar, siempre que la evaluación lo permita, un tratamiento dentro del establecimiento si necesidad de retirarlo del mismo, es decir, tratamiento in-situ.

## **11. Metodología para la generación y aplicación del Protocolo de Gestión Integral de Asbestos en Establecimientos**

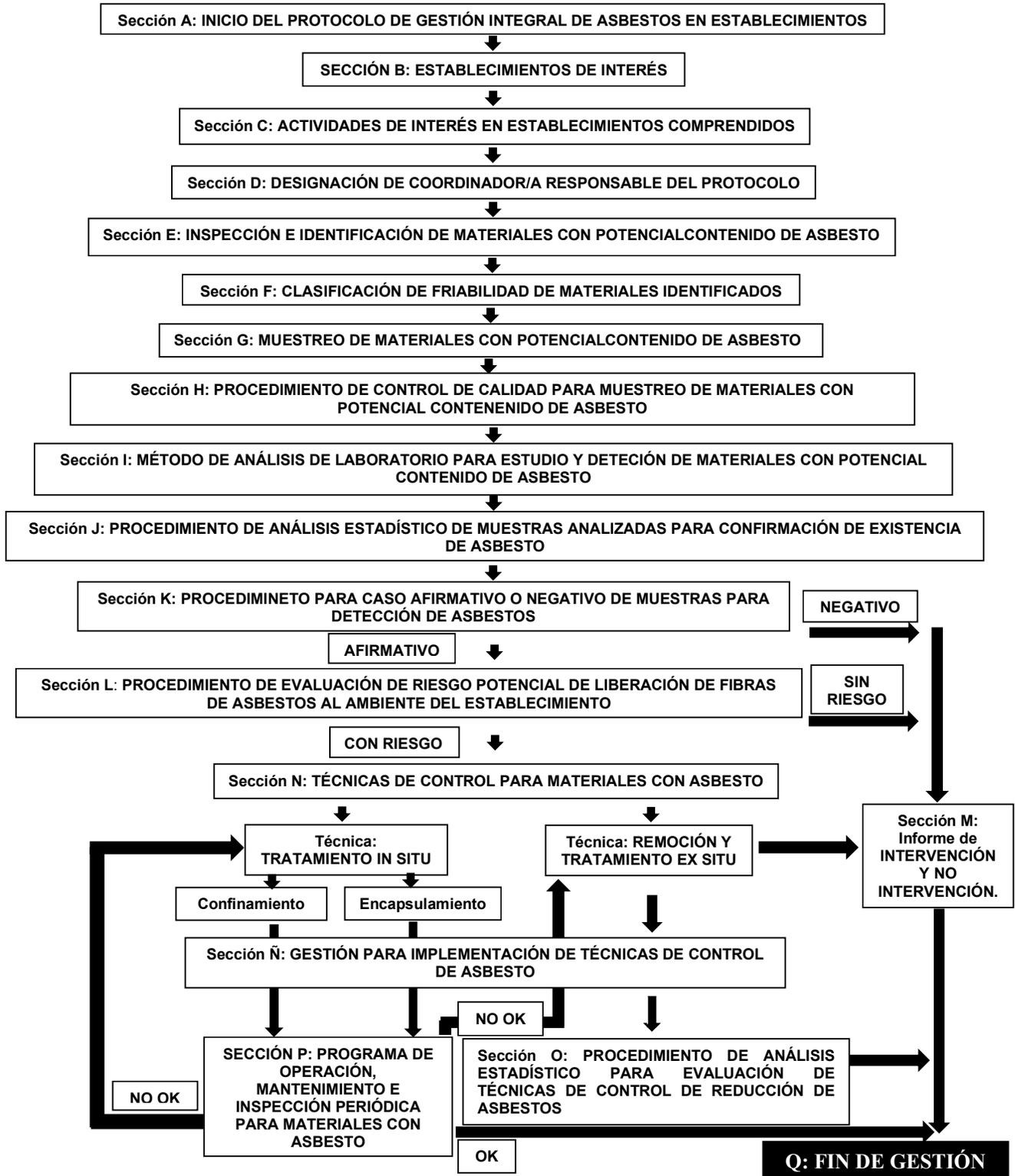
Se propone para la generación y aplicación del protocolo propuesto para la gestión integral de asbestos en establecimientos el uso de un conjunto de recomendaciones brindadas por la EPA en forma secuencial mediante un diagrama de flujo.

La base de la propuesta está relacionada a documentos guía de la EPA "*Asbestos Containing Materials in School Buildings: Parte 1 y 2 (EPA Marzo 1979)*". A esta información de manera sucesiva en el tiempo la EPA le fue realizando aportes sobre procedimientos en distintas temáticas mediante otras guías. A todo este conjunto de información se lo utiliza para conformar y proponer el protocolo propuesto.

Como se menciona, el *Protocolo para la Gestión Integral de Asbestos en Establecimientos* se lo representa mediante un diagrama de flujo general que está conformado por "secciones". Cada una de las "secciones" responde a una temática que permite avanzar en la gestión integral, y cada temática está representada un procedimiento específico el cuál se desarrolla y se explica en cada sección. De esta manera, mediante el protocolo que se propone se intenta crear una herramienta que brinde una solución al tratamiento de asbestos en establecimientos.

### 11.1 Diagrama de flujo para representación de la “Gestión Integral de Asbestos en Establecimientos”.

Como se mencionó precedentemente para una mejor comprensión se detallará la metodología mediante un diagrama de flujo al cuál se lo dividirá en secciones para hacer referencia a las guías metodológicas recomendadas por la EPA para conformar así el protocolo de gestión integral de asbestos en establecimientos.



## **11.2 Desarrollo de las secciones del diagrama de flujo para la Gestión integral de Asbestos en Establecimientos.**

### **11.2.1 Sección A: Inicio del Protocolo de Gestión Integral de Asbestos en Establecimientos.**

#### **¿Cuál es el motivo para el inicio de aplicación de un protocolo para la gestión integral de asbestos en un establecimiento?**

El motivo que justifica el inicio del Protocolo de Gestión Integral de Asbestos propuesto está relacionado con las regulaciones sobre su uso. Se establecen dos parámetros y los detalles de cada uno de ellos. Estos parámetros hacen referencia a las regulaciones nacionales e internacionales sobre este mineral de uso en la industria de la construcción en diversos rubros. Los parámetros nacionales se pueden establecer como parámetros mínimos y los internacionales como máximos. A continuación, se detallan cada uno de ellos.

#### **Parámetro Mínimo Nacional**

**Res. 845/2000 - Ministerio de Salud de la Nación. Prohibición de uso de Asbestos. Variedad: Anfíboles.**

Aplica a establecimientos de producción, importación, comercialización y **uso de fibras de Asbesto** variedad Crisotilo y productos que las contengan. Se entiende como aplicación del protocolo propuesto a establecimientos que hacen uso de materiales con asbestos.

**Res. 823/2001 - Ministerio de Salud de la Nación. Prohibición de uso de Asbestos. Variedad: Crisotilo.**

Se entiende aplica a establecimientos de producción, importación, comercialización y **uso de fibras de Asbesto** variedad Crisotilo y productos que las contengan. Se entiende como aplicación del protocolo propuesto a establecimientos que hacen uso de materiales con asbestos.

**Superintendencia de Riesgos del Trabajo de la Nación. Res. SRT 550/2011 Inc. C**

**Trabajos de Obra de Demolición en establecimientos.**

Se deben adoptar medidas preventivas para asbestos en caso de tareas de obra de demolición.

#### **Parámetro Máximo Internacional**

**Libro negro. 560 5-83-002**

**USEPA, Abril 1973 (40 CFR Part 61, Subpart M)** Prohibición de uso de aplicación de asbestos en forma de spray (proyectado) como aislante ignífugo en estructuras como medio para protección contra incendios, excepto para equipamientos y maquinaria.

**USEPA, (40 CFR Part 61, Subpart M), 1975.** Prohibición de uso de asbestos en cañerías y ductos de sistemas de refrigeración de agua y sus componentes.

**USEPA (16 CFR Part 1304/5), 1977.** Prohibición de uso de asbestos en aplicaciones de chimeneas (ceniza artificial) y como componentes de parche para reparaciones de paredes.

**USEPA, Junio 1978 (43 FR 26372 EEUU)** Prohibición de uso de asbestos como aplicaciones decorativas. Se excluye de la normativa todo tipo de aplicación con asbestos no-friable.

**USEPA, Mayo 1982 (47 FR 23360 EEUU)** Obligación de inspección, muestreo y análisis de materiales para verificar la presencia de asbestos (friable y no friable) en establecimientos educativos primarios, secundarios, públicos y privados.

**USEPA, Abril 1984, 40 CFR 61 – Subparte M inc. 61.145.** Control de asbestos para tareas de **Demolición y Remodelación.** Aplica si el establecimiento tiene la posibilidad de contener una cantidad superior de asbestos friables en materiales en las siguientes proporciones: **80 metros** lineales de cañerías, **15 metros<sup>2</sup>** de materiales superficiales en otros componentes del establecimiento o **1 metro<sup>3</sup>** de materiales fuera de los componentes de una instalación del establecimiento donde la longitud o el área no se pudieron medir previamente o que no haya asbestos.

**USEPA, NESHAP 1984.** Materiales con Contenido de Asbestos Regulados (**MCAR**). Se consideran estos a los materiales con contenido de más del **1%** de asbestos por peso determinado mediante la técnica de laboratorio de **MLP – Microscopía por Luz Polarizada.** Se debe incluir en el protocolo los materiales con asbestos con las siguientes características: materiales con asbestos friables (a), Categoría I de materiales con asbestos **no friables** que se pueden convertir en friables (b) o Categoría II de materiales **no friables** que tienen alta probabilidad de convertirse o que se convirtieron en polvo como consecuencia de las fuerzas actuantes sobre el material en las operaciones de demolición o remodelación de establecimientos.

**USEPA (40 CFR 763 Subparte I), 1989.** Prohibición de uso de asbestos como nuevo uso en productos y prohibición de 5 productos específicos (productos decorativos).

**USEPA (40 CFR 61, Subpart M)**, 1990. Prohibición de uso de asbestos. Aplicaciones superficiales en estructuras, cañerías y ductos con una composición de asbestos mayor a 1%.

**USEPA Final Rule, Abril 2019.** Prohibición de reinscripción al mercado productos con asbestos discontinuados.

#### **11.2.2 Sección B: Establecimientos de Interés (EPA 40 CFR, Subpart M).**

En esta sección se recomiendan se efectúen las siguientes preguntas guía para proceder.

¿Cuáles son los establecimientos con potencial contenido de asbestos donde se recomienda iniciar la aplicación del protocolo?

La USEPA trata a los establecimientos y sus componentes como fuentes de potencial contenido de asbestos y estas pueden ser:

1. Establecimientos educativos públicos y privados de enseñanza primaria y secundaria.
2. Establecimientos declarados bajo trabajos de Demolición y/o Remodelación.
3. Establecimientos públicos, comerciales, industriales y residenciales (con más de 4 unidades funcionales), incluyendo cualquier barco.
4. Cualquier sitio de disposición de residuos (activo o inactivo).
5. Fecha de construcción y/o remodelación del establecimiento que incluya el período 1938 (inicio de la 2da guerra Mundial) al año 2000, momento en el cual los asbestos fueron prohibidos en la Argentina. En EE.UU. la primera prohibición de uso de asbestos fue en 1978 (USEPA, Marzo 1979).
6. Establecimientos que posean en su legajo técnico información teórica sobre materiales que se utilizaron con contenido de asbestos.

#### **11.2.3 Sección C: Actividades de Interés en Establecimientos Comprendidos.**

Las actividades de interés y usos confirman y justifican el inicio del protocolo de gestión integral de asbestos en los establecimientos comprendidos se generan como consecuencia de la posibilidad que tienen de generar liberación de fibras al ambiente.

Estas actividades son las de:

**Demolición:** significa la destrucción o el desmantelamiento de cualquier elemento estructural de soporte de carga de una instalación junto con cualquier operación de manejo relacionada, o la quema intencional de cualquier instalación.

**Remodelación:** significa alterar una instalación, o uno o más componentes de la instalación, de cualquier manera, donde se incluye el desmontaje o la eliminación de asbestos en un componente de la instalación. Las operaciones en las que los elementos estructurales que soportan la carga se destrozan o se extraen son demoliciones.

**Voluntad de Saber:** la voluntad de saber surge como consecuencia del parámetro establecido por el año de construcción del establecimiento o estructura a considerar. Se estima que aquellos que fueron construidos y/o remodelados en la época donde los materiales con asbestos estaban permitidos tendrán mayor probabilidad de contenerlos. Esto justifica la inclusión al protocolo propuesto de establecimientos antiguos y no de nuevas construcciones. Las operaciones mencionadas precedentemente en edificios con potencial contenido de asbestos, son actividades de riesgo para el ambiente.

Se debe tener en cuenta que el protocolo para la gestión de asbestos se activa en todo establecimiento por tres motivos de acuerdo a la USEPA, la tarea de demolición, remodelación y establecimientos especiales como es el caso de los establecimientos escolares. Se aclara que las tareas de demolición y remodelación están incluidas debido a su modalidad de trabajo y la posibilidad de liberación de fibras al ambiente.

**Nota: La USEPA desarrolló técnicas y procedimientos teniendo en cuenta principalmente los establecimientos educativos debido a la exposición temprana de tal población y la posibilidad del desarrollo de enfermedades características. Se debe tener en cuenta que los materiales con contenidos de asbestos en estos establecimientos pueden generar exposición cuando el material está dañado o sufre deterioro produciendo liberación de fibras (EPA, Marzo 1979). No obstante, esta misma información desarrollada por la EPA puede ser aplicada a establecimientos públicos y privados, comerciales e industriales (EPA 560/5-83-002 pág. 3-5, Marzo 1983)**

### 11.2.4 Sección D: Designación de Coordinador/a Responsable del Protocolo.

El próximo elemento en el protocolo es que se designe un coordinador del Protocolo de Gestión Integral de Asbestos cuya función será la que se supervisar las tareas. Particularmente, el coordinador del protocolo el que se encarga de supervisar el muestreo de los materiales sospechosos de contener asbestos, seleccionar el laboratorio a cargo del análisis de las muestras recolectadas, monitoreo de las tareas que se realicen mediante el laboratorio seleccionado y preparación de informe resumido de las tareas. Si es posible se recomienda que esta persona tenga antecedentes técnicos, como ser en Matemáticas y/o Ciencia (USEPA Guía 560 13-80-017A, Diciembre 1980).

### 11.2.5 Sección E: Inspección e Identificación de Materiales con Potencial Contenido de Asbesto.

El procedimiento de inspección e identificación de materiales con potencial contenido de asbestos es una de las etapas más importantes porque de esta manera se definen los materiales que serán sometidos a pruebas de laboratorio para la confirmación de su presencia. Para el desarrollo de esta sección se divide a la misma es dos temáticas; el *procedimiento propiamente de inspección* y las premisas para *identificación de los materiales* con potencial contenido de asbestos. Se establece como potencial contenido de asbestos ya que para que se confirme su presencia se debe muestrear y confirmar por medio de análisis de laboratorio. Se debe tener en cuenta que el asbestos se incorporó en una amplia gama de materiales, aproximadamente en más de 3600 productos comerciales.

#### E 1 Procedimiento de inspección en establecimientos

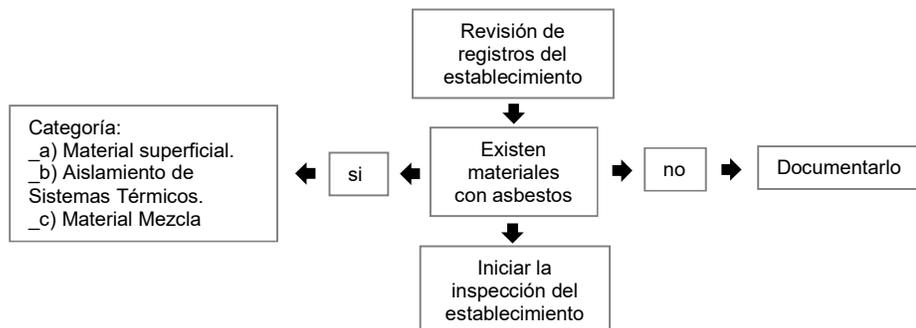
##### E 1.1 Equipamiento y material necesario previo al inicio de las tareas de inspección.

El personal a cargo de la inspección debe reunir el equipamiento como ser; cinta métrica, linterna, cámara digital, anotador para confección de croquis y destornilladores (EPA Manual guía de inspección, Cap. 7 pag. 32 Junio 1992).

##### E 2.1 Tareas propias del proceso de inspección de establecimientos.

Con la información de los dos puntos precedentes se debe comenzar con el relevamiento del establecimiento en cuestión. Se recomiendan los tips detallados a continuación (EPA Manual guía de inspección, Cap. 8 pag. 41, Junio 1992):

- \_ Ingresar por el acceso principal.
- \_ Realizar un plan de inspección previo a la realización.
- \_ Asegurar que se dispone de todo el equipamiento necesario para el relevamiento.
- \_ Conocimiento previo de planos del establecimiento, siempre que están disponibles, para asegurar la inspección total.
- \_ Comenzar por el nivel más bajo hasta el más alto.
- \_ Se deben tomar todas las vistas fotográficas necesarias para documentar de la mejor manera posible la localización de los materiales.
- \_ Solicitar información al personal de mantenimiento y/o cualquier persona familiarizada con las instalaciones en general (EPA, Manual del Estudiante, 2009).
- \_ En el caso de que se cuenten con registros técnicos EPA recomienda el siguiente procedimiento (560/5-85-024 pág. 2-5, Junio 1985):



## **E 2.2 Información teórica para identificación de materiales con potencial contenido de asbestos**

Teniendo en cuenta las tareas mencionadas en el punto precedente sobre el procedimiento necesario para las *tareas de inspección*, en este apartado se propone la información necesaria para poder realizar la identificación de materiales con potencial contenido de asbestos.

Se recomienda al profesional a cargo de la inspección nutrirse de los contenidos difundidos por la EPA como ser:

\_Ley de Información de Asbestos (Asbestos information Act – AIA, Octubre 1988): se requiere a fabricantes y procesadores de asbestos a brindar información sobre productos. La misma es divulgada por la EPA (EPA, Febrero de 1990).

\_Manual Procedimiento de Inspección de Asbestos (EPA 455/B-93-001a, Agosto 1997): Tablas; 4-1 Resumen de Materiales con contenidos de asbestos, 4-2 Resumen de Marcas productoras de materiales con asbestos, 4-3 Listado de materiales con contenido de asbestos.

\_Ejemplos de vistas fotográficas de materiales con contenido de asbestos en establecimientos (EPA 560/5-85-024, Cap.1 pág. 1-3, Cap. 2 pág. 4-4, 4-5, Cap. 5 pág. 5-2, y Usos típicos: Apéndice A (A-1 y A-2), Junio 1985).

\_Ejemplos de vistas fotográficas de materiales con contenido de asbestos en establecimientos (EPA Materiales con asbestos en escuelas. Cap. 2 pág. 2 y 3, Cap. 4 pág. 7, 8 y 9, Marzo 1979).

\_Ejemplos de vistas fotográficas de materiales con contenido de asbestos en establecimientos (EPA 560 5-83-002 Cap. 2 pág. 2-3, Marzo 1983) y Usos típicos: Apéndice C – Tablas (C-2 y C3)

Con esta información se procede a la identificación de los materiales asbestiformes. Esta identificación se hace por medio del registro de *áreas homogéneas*. Un área homogénea de material sospechoso de contener asbestos se define como cualquier material de aplicación superficial, de aislamiento de sistema térmico o material mezcla definidos precedentemente que se encuentre de manera uniforme en color y textura (EPA Asbestos, 40 CFR 763, inc. 763.83). Estas áreas se tienen que identificar, si están presentes, por cada uno de los ambientes del establecimiento con la aplicación del formulario de la sección anterior.

### **E 2.3 Registro de los trabajos de Inspección e Identificación**

En el relevamiento de un establecimiento se pueden dar dos resultados posibles, la identificación o no de materiales sospechosos de contener asbestos. Para cualquiera de los dos resultados se deben gestionar su registro.

En caso de que en las tareas de inspección inicial “no” se sospeche sobre presencia de materiales con potencial contenido de asbestos se debe dejar constancia mediante formulario de no intervención (EPA Inspection Manual, Formulario Nro. 1, pág. 16, Octubre 1982). Y en caso de que “sí” se sospeche de la existencia de estos materiales se procede a la conformación de otro formulario con más contenido para ampliar (EPA Inspection Yellow Manual, Formulario Nro. 1, pág. 24, Octubre 1982).

Respecto a los formularios de chequeo, en caso afirmativo se deben registrar cada uno de los ambientes y cada una de las áreas homogéneas de materiales sospechosos para una mejor evaluación en las secciones siguientes. Cuando no se sospecha de ellos la gestión también se debe registrar por posibles fallas en las tareas de inspección. Se clara que las tareas de inspección para el caso de existencia de materiales sospechosos incluyen a los materiales friables y no friables ya que estos últimos también tienen posibilidad de liberación de fibras al ambiente en caso de las áreas sean sometidos a tareas típicas de la construcción y/o mantenimiento.

Cada área debe ser supervisada sistemáticamente en búsqueda de las tres categorías de materiales con contenido de asbestos que se pueden encontrar, siendo estas (EPA 560/5-85-0024 pag. S-1, Junio 1985):

- a) *Materiales de Aplicación Superficial*. se refiere a materiales con asbestos que se aplican en forma de revoque, alisado o rociado sobre superficies, como yeso en techos y/o paredes, materiales ignífugos en estructuras, u otros materiales en superficies para propósitos acústicos, ignífugos u otros.
- b) *Aislamiento de Sistemas Térmicos*. se refiere a materiales aplicados a cañerías, accesorios, calderas, tanques, conductos de sistema de aire acondicionado centralizado u otros componentes estructurales interiores para evitar la pérdida o ganancia de calor, o la condensación de agua, o para otros fines.
- c) *Material Mezcla*: se refiere a materiales de construcción para interior en componentes estructurales como losas de piso y techo, baldosas, placas de pared. No se puede incluir en esta categoría a los materiales de superficie o aislamiento de sistemas térmicos mencionados precedentemente.

Cualquiera de estas tres categorías de materiales con asbestos se puede encontrar en un establecimiento y cada una de ellas tiene un procedimiento en particular para su inspección que se desarrolla a continuación:

**a) Procedimiento para identificación de Material de Aplicación Superficial.**

Los materiales superficiales con contenido de asbestos son revestimientos que son aplicados en forma de rociado en vigas de acero, bajo losa (cielo raso), paredes y otras superficies. Se utilizan como materiales ignífugos, aislantes térmicos/control de condensación, aislante acústico y propósitos decorativos. Frecuentemente su aplicación responde a más de uno de los usos mencionados, por ejemplo, suele utilizarse como aislante acústico y decorativo, o ignífugo y aislante térmico.

Los revestimientos aplicados en forma de rociado suelen tener apariencia cementicia y/o esponjosa, mientras que las aplicaciones en forma de alisado tienen un acabado de aspecto visual más suave, plano y/o similar y puede ser cubierto con una capa de yeso u otro material sin asbestos.

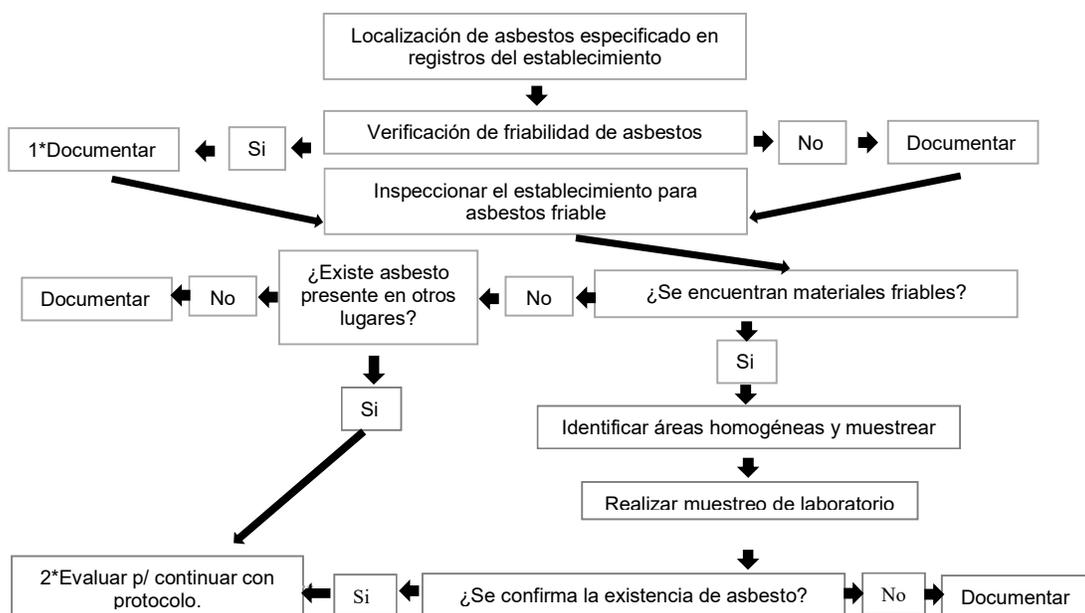
Se utiliza también con fines ignífugos en estructuras de acero. Las altas temperaturas generan deterioro de las propiedades de ductilidad, las fuerzas de tensión y compresión de los materiales de la construcción. En la industria de la construcción se utilizó las aplicaciones de asbestos como ignífugo en las estructuras de hierro.

Las aplicaciones de aislante térmico o control de condensación se utilizaron en aquellas aplicaciones donde se requiere una muy baja conductividad de calor. Por esta razón se lo utilizó en aplicaciones de acero, concreto y otras superficies de construcción para minimizar la pérdida o ganancia de calor. Como aplicaciones de superficies para aislación sonora se lo utilizó en pasillos, escaleras, salas de música, restaurantes, hoteles y auditorios.

Se debe tener en cuenta para cada una de estas aplicaciones que el asbestos se puede encontrar en la forma friable y no friable, por este motivo esta cualidad tiene que ser evaluada como se detallará más abajo. Una vez determinada la friabilidad de cada uno de los materiales se procede al muestreo de los materiales friables ya que estos tienen mayor posibilidad de liberar fibras al ambiente. Los materiales no friables se deben registrar para su monitoreo periódico como también se determinará más adelante.

Si se trabaja en la localización de estos materiales mediante registros u otros antecedentes del edificios se deben localizar los materiales, evaluar su friabilidad y efectuar las muestras de laboratorio para confirmar la existencia de asbestos. Por último y en todos los casos se debe registrar la ubicación de los materiales.

Si bien este protocolo trata sobre la gestión integral asbestos, de forma generalizada en este fragmento se recomienda, de acuerdo a la EPA, el siguiente procedimiento mediante el diagrama de flujo presentado:



1\* Estos materiales pueden ser muestreados y analizados en laboratorio para confirmar que contienen asbestos y que se necesita un programa especial de Operación y Mantenimiento.  
2\* Se debe continuar con la evaluación como se propone en este protocolo para determinar si los materiales se remueven o permanecen en el establecimiento mediante el control por medio de un Programa de Operación y Mantenimiento.

Procedimiento para inspección en aplicaciones superficiales con asbestos (EPA 560/5-85-024, pág. 2-7, Junio 1985).

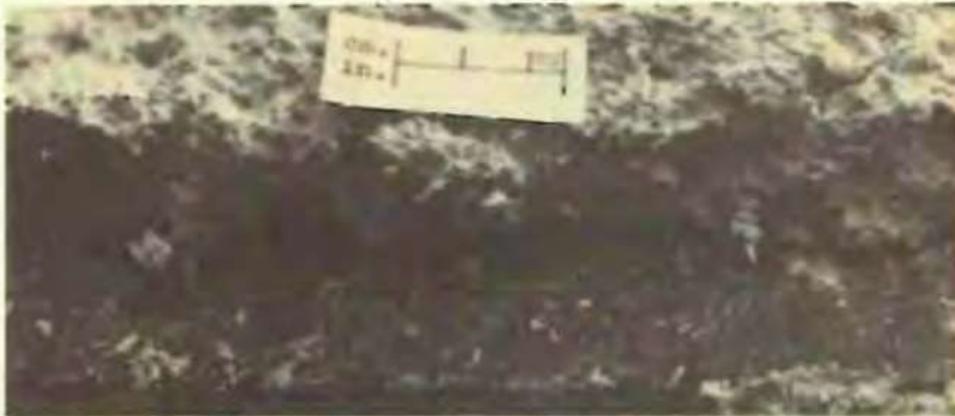
Para una mejor identificación visual se adjuntas las siguientes vistas proporcionadas por la EPA en diferentes manuales, como ser:

● **Fluffy or spongy appearance (always applied by spraying)**



Apariencia esponjosa: habitualmente destinado a aquellas aplicaciones de asbestos en forma de spray como medidas de protección contra incendios en estructuras de hierro u hormigón (EPA, Marzo 1979)

- Irregular, soft surface (usually applied by spraying)

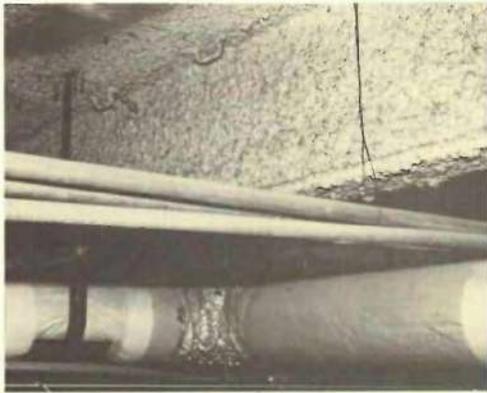


Superficie suave e irregular: usualmente aplicado en forma de spray (EPA, Marzo 1979).

- Textured, dense, fairly firm surface (usually applied by troweling)



Superficie, texturada, densa y firme: usualmente aplicado en forma de alisado (EPA, Marzo 1979)



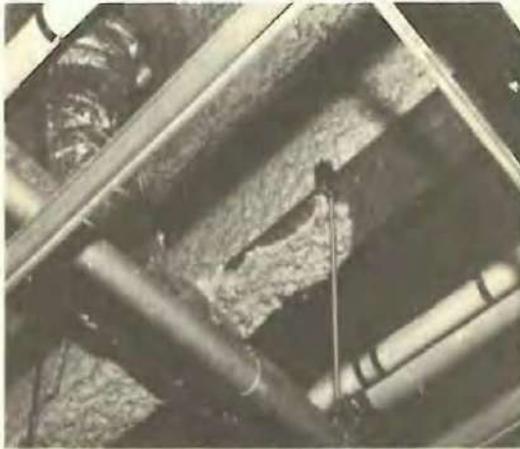
*Overhead Surface and Steel Beams Covered With Friable Material*

Aplicación de asbesto en vigas – morteros (EPA, Marzo 1979).



*Cafeteria With Friable Material Ceiling Surface*

Aplicación de asbestos en casetonado bajo cieloraso (EPA, Marzo 1979)



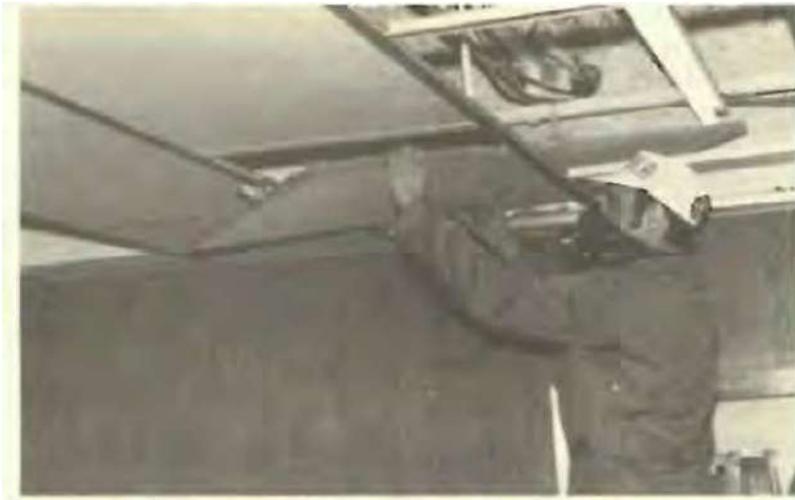
*Area Above Suspended Ceiling With Friable Material*

Aplicación de asbesto friable sobre cielo raso suspendido (EPA, Marzo 1979).



*Ceiling Tile*

Placas cielo raso suspendido. Asbesto no friable. (EPA, Marzo 1979).



*Removing Suspended Ceiling Panel For Inspection*

Aplicaciones de asbestos como las anteriores, sobre instalaciones de cielorraso suspendido (EPA, Marzo 1979).

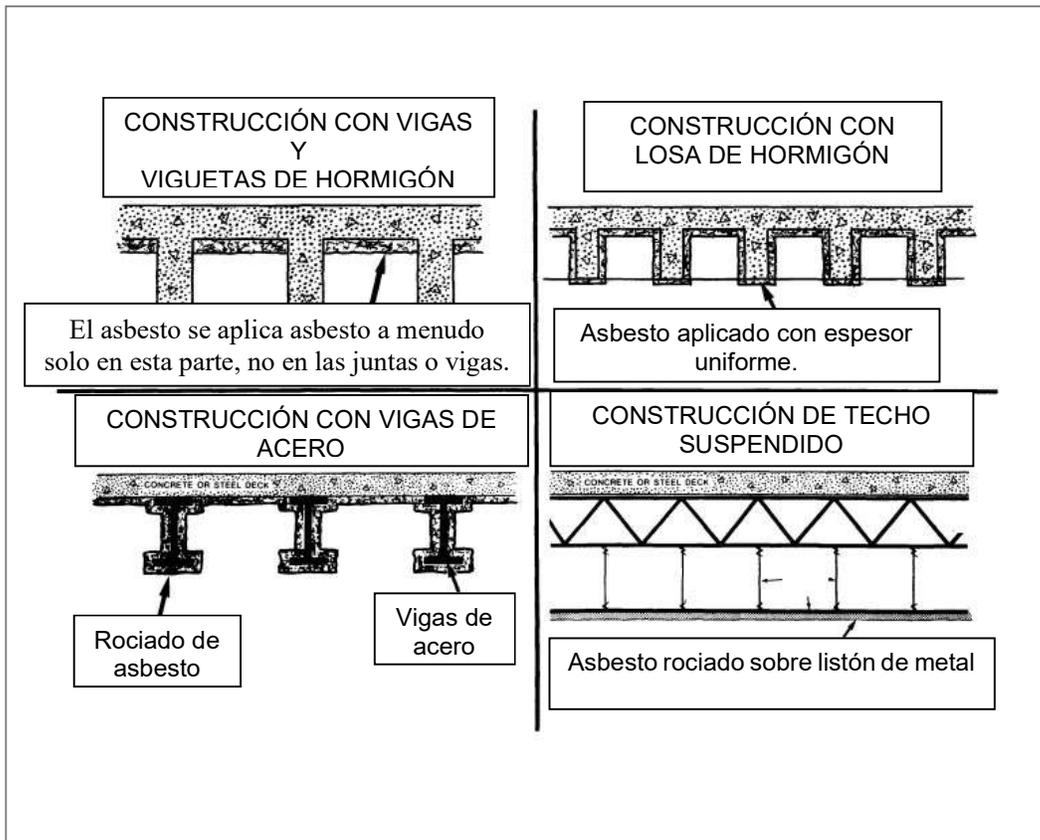
Respecto a las aplicaciones superficiales y las formas de techos, se detalla a continuación aplicaciones superficiales sobre techos con más detalle con el fin de que puedan ser identificados por el profesional que se encargue del relevamiento del establecimiento que se trate, en este caso aplica para establecimientos edilicios:

Descripción de material que contiene asbestos aplicado en forma de rociado		
FIBROSO	CEMENTOSO GRANULAR	CONCRETO
<p>a) Detalle del grosor (1 a 4") de asbesto:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muy friable</li> <li>2. Muy suave</li> <li>3. Esponjoso.</li> <li>4. Débilmente unido</li> <li>5. Compuesto casi en su totalidad por fibras de asbesto.</li> <li>6. Apariencia morfológica a porción de algodón.</li> <li>7. Usualmente contiene más del 10% de asbesto.</li> </ol>	<p>b) Detalle del grosor (1/8 a 3/4") de asbesto asbesto:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Friable.</li> <li>2. Material suave.</li> <li>3. De estructura modificable por presión de las manos.</li> <li>4. Mezcla granular no fibrosa.</li> <li>5. Densamente compactado</li> <li>6. 10 % de asbesto</li> <li>7. Símil yeso acústico.</li> <li>8. Texturado.</li> </ol>	<p>c) Detalle del grosor (1/8 a 3/4") de asbesto asbesto:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Material duro.</li> <li>2. No friable: que no se puede modificar su estructura con la presión de las manos.</li> <li>3. Requiere de herramienta mecánica para perforar la superficie del material.</li> <li>4. Material de mezcla no fibrosa granular (los únicos componentes fibrosos son los que corresponden a las fibras de asbesto).</li> <li>5. Densamente compactada.</li> <li>6. Apariencia texturada.</li> </ol>

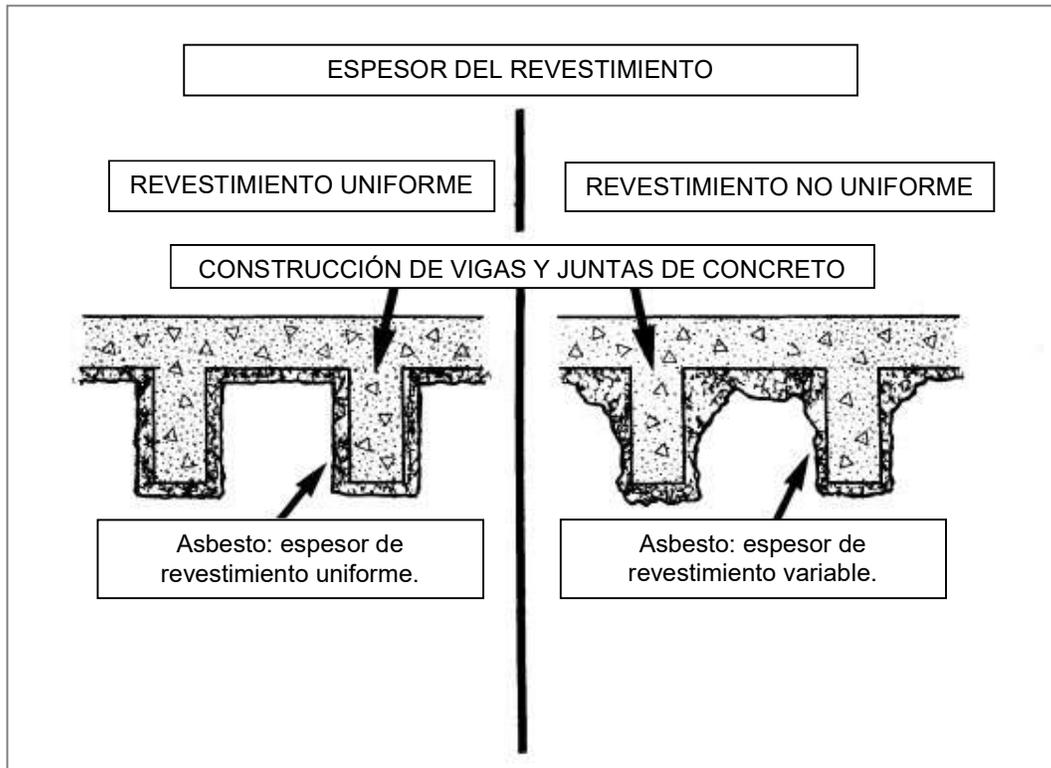
Descripción de material que contiene asbestos aplicado en forma de rociado:

- a) Este tipo de material es muy fibroso, suele estar compuesto completamente de fibras, tiene apariencia esponjosa, las fibras suelen estar débilmente unidas entre sí y el espesor suele tener entre 1 a 4 pulgadas. El contenido de asbestos puede variar y usualmente es mayor a 10% con un máximo de concentración del 98%. Suele tener apariencia de algodón. Este material suele estar compuesto de una mezcla asbestos más celulosa, piedra y/o fibra de vidrio y compactado o comprimido sobre la superficie a aislar. Tener en cuenta que estas aplicaciones suelen estar cubiertas superficialmente con pintura látex o esmaltes sintéticos.
- b) Este segundo tipo de rociado de material se trata de un material no fibroso, y generalmente se lo relaciona con el material yeso acústico. Este material suele estar compuesto por una mezcla no fibrosa y granular con otros materiales como perlita, calcita y/o vermiculita. En esta composición el único material fibroso es el referido a las fibras de asbestos y usualmente suele tener una concentración menor al 10%. Estas aplicaciones suelen colocarse en forma de rociado o revoque. Suele tener apariencia texturada y con un espesor que suele tener entre 1/8 a 1/2 y un máximo de 3/4 de pulgada. Son materiales blandos y se pueden desprender fácilmente de la estructura con la presión de la mano, además si se los frota puede quedar un residuo en forma de polvo en las manos. Pueden estar cubierto con pintura.
- c) El tercer tipo de aplicación se trata de un material de consistencia firme, suele ser concreto con asbestos. Tiene apariencia texturada y de un espesor aproximado de 1/8 a 3/4 de pulgada. Es muy utilizado como aislante contra incendio en estructuras como vigas de acero o concreto. No deja residuo cuando se frota la superficie del material con las manos y se requiere de una herramienta metálica.

Estos materiales a su vez se pueden encontrar en distintos tipos de techos de construcción como se detalla a continuación:



Estos materiales a su vez se pueden encontrar en distintos tipos de techos de construcción y con distintos espesores como se detalla a continuación:



**b) Procedimiento para identificación de Aislamiento de Sistemas Térmicos.**

Estos materiales se suelen encontrar en equipamientos que contienen aire y líquido a altas temperaturas, por ejemplo, cañerías, calderas, tanques y algunos ductos. Se lo suele utilizar en forma de mezcla con otros minerales como magnesio para formar una cubierta o envoltura sobre la estructura. Este material suele ser cubierto con productos de tela, papel, metal o cemento para darle estructura. Lo más habitual es que se lo encuentre en la forma de una cubierta con mezcla de asbestos, una tela para darle estructura al material y una cubierta de enchapada. Esta sección, aunque no exclusivamente, se puede relacionar con el procedimiento de inspección en calderas y sus cañerías ya que suele ser el sistema térmico más común con contenido de asbesto en sus instalaciones. La EPA recomienda para estos equipos que se realice el siguiente procedimiento para su inspección en establecimientos (EPA 560/5-85-024, pág. 2-8, Junio 1985). Se recomienda comenzar por la sala de máquinas del establecimiento, usualmente se ubican en la planta más baja o más del establecimiento. Se deben verificar los planos de planta siempre que estén disponibles. Luego de debe seguir la distribución de las cañerías a treves del establecimiento.

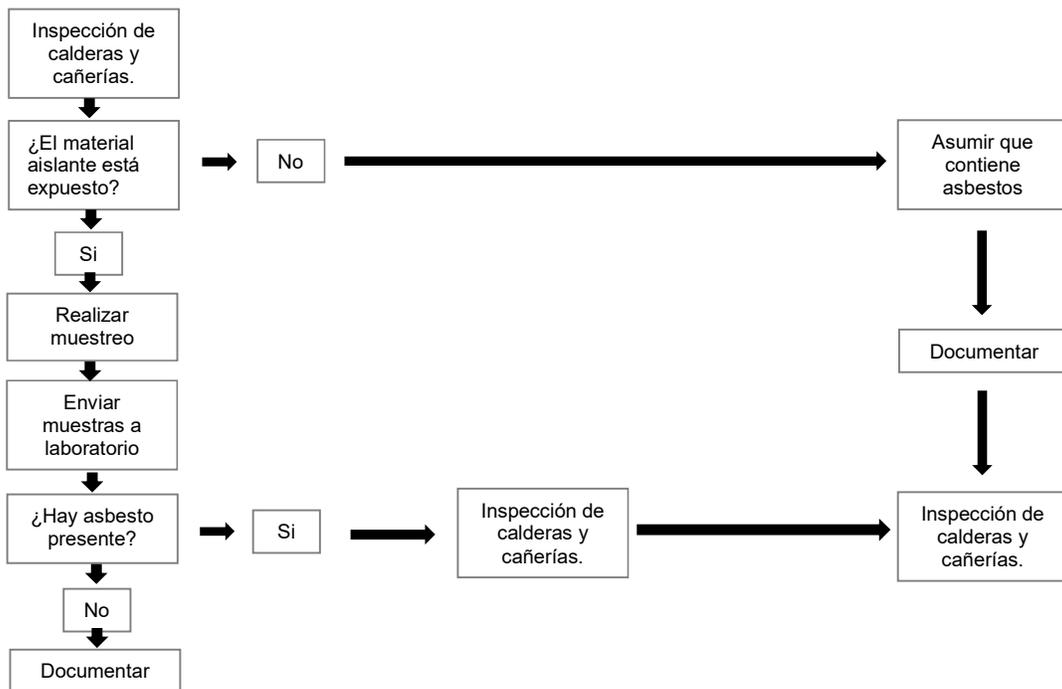
Si se detecta que el material aislante de la caldera y sus cañerías se encuentra en buenas condiciones, se debe dejarlo en esa manera. Teniendo en cuenta que suelen contener asbestos es estas condiciones se recomienda no muestrear y se debe asumir que las instalaciones contienen asbestos. Esto se determina así por lo relevamientos realizados por la EPA en establecimientos con instalaciones similares. Existe una excepción y se relaciona con el color del recubrimiento de estas instalaciones.

En caso de que se registren colores de materiales aislantes como rosa o amarillo esto suela relacionarse con materiales aislante con contenido de fibra de vidrio en lugar de asbestos. Sin embargo, se debe considerar que otras partes de la instalación pueden contener asbestos como los codos de las cañerías y las juntas.

Se recomienda para los muestreos de estas instalaciones obtener las muestras desde las partes dañadas o las expuestas, o cualquier otra parte de la instalación. El procedimiento para el muestreo es el mismo que en el caso anterior. Siempre se deben considerara las áreas homogéneas.

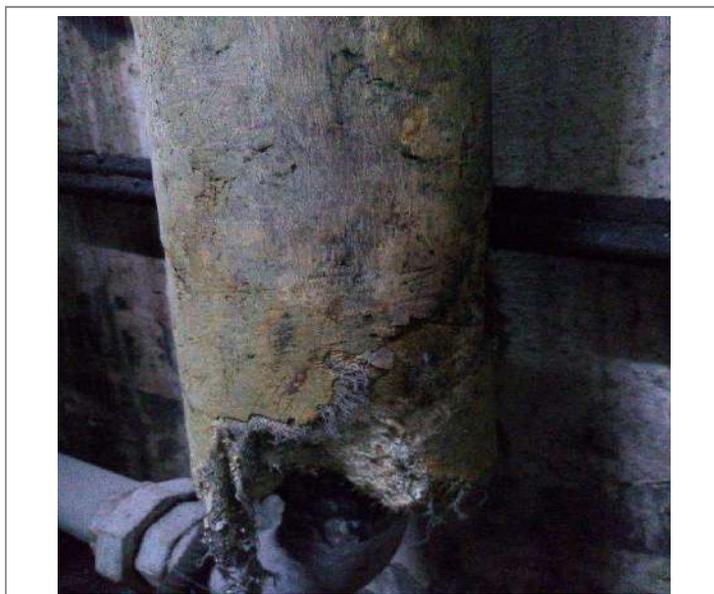
Si bien este protocolo trata sobre la gestión integral asbestos, de forma generalizada en este

fragmento se recomienda, de acuerdo a la EPA, el siguiente procedimiento mediante el diagrama de flujo presentado:

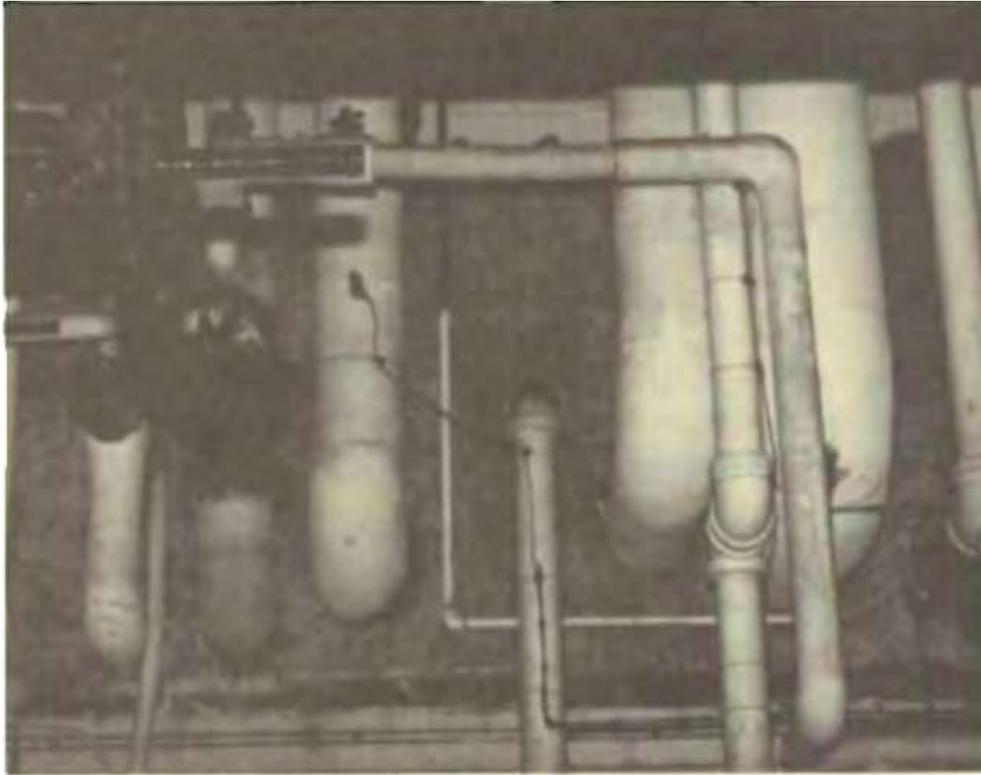


Procedimiento para inspección en aplicaciones superficiales con asbestos (EPA 560/5-85-024, pág. 2-9, Junio 1985).

En la jerga practica estas aplicaciones de asbestos en instalaciones térmicas se suelen llamar “calorifugados”. Se denomina así a una mezcla que se encuentra aplicada generalmente en instalaciones térmicas como el cuerpo de calderas y sus cañerías. Este material calorifugado suele estar conformado con agua, yeso, asbestos y una pieza textil (tela), formando una especie de estructura que se adhiere a la superficie a aislar. Para más detalle se adjunta la siguiente vista fotográfica:



Uso de califugado en cañería: material mezcla (asbesto, yeso y agua) soportado por una envoltura textil que lo afirma a la estructura, en este caso una cañería.



*Friable Material in Machinery Area*

Calorifugados: aplicaciones de asbestos en calderas y cañerías (EPA, Marzo 1979).

### **c) Procedimiento para identificación de Material Mezcla**

Como se mencionó estos materiales se refieren a aquellos de la construcción que son utilizados generalmente en establecimientos para interior en componentes estructurales como losas, baldosas, placas de yeso, paneles, revestimientos rígidos de techos, masilla y/o adhesivos para baldosas, paneles acústicos de pared y techo y materiales de fibrocemento (chapas, cañerías y otros productos). En esta categoría no se debe incluir a los materiales utilizados para el aislamiento de los sistemas térmicos o los materiales de superficie (calorifugados).

La mayoría de estos materiales contienen asbesto, pero son estructuralmente fuertes y no friables (que no degradan fácilmente aplicando presión solo con la fuerza de las manos). Es decir, las fibras de asbesto en estos productos se encuentran fuertemente ligadas a la matriz. La información sobre la existencia de estos productos proviene principalmente de los registros técnicos del establecimiento y del personal de mantenimiento. Para este caso se recomienda documentar la presencia y la localización de estos materiales en registros permanentes y se debe proceder con un programa de control, como se desarrollará más adelante, que se utiliza para los casos donde el asbesto queda en la instalación donde se lo encuentre por cuestiones de conveniencias técnicas.

La conveniencia técnica de mantener materiales con asbestos en establecimientos cuando son identificados se debe a que hay situaciones donde es más conveniente dejarlos en la matriz donde son identificados porque su remoción puede ser negativa desde distintos puntos de vista, técnica y económica. La técnica se refiere que el asbesto puede estar ligado fuerte a una matriz que lo contiene y su remoción implicaría poner las fibras en suspensión de manera innecesaria. El punto de vista económica, ligado el concepto anterior, la gestión de remoción para asbesto no friable implica tareas de impacto para pasar el asbesto de no friables a friable para poder ser retirado.

### 11.2.6 Sección F: Clasificación de Friabilidad de Materiales Identificados.

Para el desarrollo de esta sección se proponen las siguientes preguntas:

#### ¿Qué significa material con contenido de asbesto friable?

Se define como material con contenido de asbesto friable a cualquier material con más del 1% de asbestos determinado mediante el uso del método especificado en el Apéndice A, Subparte F, 40 CFR Part 763, Sección 1, Microscopía por Luz Polarizada y que cuando se encuentra seco puede ser desmenuzado, pulverizado o reducido a polvo por la presión manual.

#### ¿Qué significa material con contenido de asbesto NO friable?

De manera similar que anteriormente solo que en este caso el material con asbestos NO SE PUEDE desmoronar, pulverizar o reducir a polvo por presión manual. Los materiales no friables se dividen en dos categorías I y II.

#### ¿Cuál es la prueba que se debe realizar para saber si un material con contenido de asbestos es friable?

Se debe colectar una pieza seca (sin humedad) de material con contenido de asbesto, alojarlo y sellarlo dentro de una bolsa plástica transparente. Se debe aplicar presión con la mano sobre la superficie del material y observar si se deshace hasta el punto de desmoronarse, pulverizarse o reducirse a polvo. Se deben respetar las normas de seguridad para con estos trabajos según las recomendaciones de la EPA (WPR Work Protection Rule - 40 CFR 763, Subparte G).

#### ¿Cómo son clasificados los materiales con asbestos de acuerdo a la EPA respecto a la friabilidad?

La EPA clasifica a los materiales con asbestos como **RACM – Regulated Asbestos Containing Materials** - Materiales Regulados con Contenido de Asbestos. Estos materiales se encuentran clasificados en distintas categorías, con sus respectivos ejemplos:

##### a) Materiales con asbesto friables.

Materiales con asbesto friables: el uso más común de este tipo de asbestos son las aplicaciones como material aislante para sistemas térmicos en calderas y cañerías, aplicaciones ignífugas y como decoración. Estos materiales con el paso del tiempo, la exposición a fuerzas dañinas, por ejemplo; climas severos, químicos, fuerzas mecánicas, etc. sufren deterioro y dispersión de partículas al ambiente, se detalla a continuación sobre estos materiales:

- **Materiales típicos con Asbestos Friables**

De acuerdo a la EPA (340/1-90-007, Noviembre 1990) los materiales comúnmente encontrados en establecimientos pueden ser:

\_Aplicaciones superficiales en forma de rociado de la forma fibrosa o esponjosa para funciones de: ignífugo, revestimientos decorativos y control de condensación.

\_Alisado a mano para aislamiento: aislamiento acústico y térmico (revestimiento de cañerías de calderas o similar).

\_Aislamiento moldeado: aislamiento térmico (aplicaciones en cañerías en forma de envoltorio moldeado).

##### b) Materiales con asbestos no friable.

Son materiales con asbestos que NO SE PUEDEN desmoronar, pulverizar o reducir a polvo por presión manual. *Se debe tener en cuenta que un material no friable se puede convertir en friable cuando se lo somete a las tareas típicas de demolición y/o remodelación. De ser así ser así, se los deben considerar **materiales friables**.*

Los materiales no friables se dividen en dos categorías, I y II, que se detalla más abajo.

##### b.1) Categoría I de materiales con asbestos NO friable

Son los utilizados como revestimientos en pisos, paredes y mezcla con asfalto que contengan más del 1% de asbestos determinado por el método PLM – Microscopía por Luz Polarizada. En esta categoría los materiales se deben testear para saber si son friables o si se encuentran en esa condición debido a que este grupo de materiales así lo permite.

Ejemplo de estos materiales son las aplicaciones:

- **Juntas y selladores con contenido de asbesto**

Estos materiales son difíciles de ser encontrados debido a que están ubicados dentro de hornos, puertas, cañerías y calderas, etc. Este tipo de materiales suelen ser encontrados en caso de tareas de demolición o desmantelado. Por ejemplo, las calderas dentro de su compartimiento suelen contener cera de parafina que contiene asbesto y a altas temperaturas suelen convertirse en material friable. Dependiendo del estado en que se encuentra se puede considerar como friable o no friable. Se debe determinar al momento de la inspección.

Para este caso se debe extraer una porción representativa (en buena o mala condición) retirado con herramienta, disponerlo en un contenedor del tipo bolsa plástica transparente. Aplicar presión con la mano para determinar y determinar si alguna porción de a muestra de desmorona,

pulveriza o reduce a polvo. Si el material simplemente se deforma, pero no se desmorona, pulveriza o reduce a polvo al material se lo considera no friable.

En el caso específico de las juntas estas se suelen encontrar, respecto a calderas, en la junta de los quemadores ubicadas en el cuerpo exterior, a simple vista y de fácil acceso.

- **Baldosas para piso de vinilo**

Para el caso de revestimiento para suelo existen varias aplicaciones con contenido de asbesto. El más común es el denominado VAT (Vinyl Asbestos Tile) baldosas de vinilo. Existen de varias medidas 9"x9" o 12"x12". Las más comúnmente encontradas son las de 9"x9".

Para determinar si estos productos se encuentran en malas condiciones se debe verificar por secciones o baldosas que estén deterioradas para verificar la medida en las que se desmoronan. Este tipo de situaciones suele darse en los sectores del piso próximos a pasillos y/o áreas de piso sometidas alto tránsito.

Si se detectan sectores del piso que se encuentren en malas condiciones se debe recolectar una pequeña muestra representativa y se procede de igual manera que anteriormente. Se dispone en un contenedor del tipo bolsa plástica transparente. Se aplica presión con la mano para determinar si alguna porción de a muestra de desmorona, pulveriza o reduce a polvo. De ser así al material se lo considera friable.

- **Productos de asfalto para techos**

Estos productos se utilizaron para la construcción de techos. En el caso de los fieltros para techos que contienen asbesto se han utilizado ampliamente en la construcción de techos. Consiste en papel de asbesto saturado y recubierto con asfalto. Estos productos se utilizaron entre los años 1971 y 1974. En este caso en particular se debe encontrar sectores durante la inspección que se encuentren en malas condiciones para su muestreo y análisis. Si es posible se deben muestrear áreas donde las fibras de asbestos estén salientes de la matriz de asfalto.

La muestra obtenida se debe colocar en bolsa transparente, sellada y aplicar presión con la fuerza de la mano sobre la superficie del material para verificar que el mismo se desmorone, pulverice y se reduzca a polvo para verificar friabilidad del material.

### **b.2) Categoría II de materiales con asbestos NO friable**

Se considera a estos a materiales, excepto a los incluidos en la categoría I no friables, que contienen más del 1% determinado por MLP y que cuando se encuentren en estado seco el material **no** se pueda desmenuzarse, pulverizar o reducir a polvo por la presión manual cuando se lo somete al testeo de friabilidad. Se debe tener en cuenta que estos materiales por su uso al estar sometido a condiciones ambientales extremas como tormentas, vientos, altas temperaturas y humedad por tiempos prolongados se pueden convertir en materiales friables.

Ejemplo de estos de materiales son las aplicaciones de revestimiento con cemento, tejas-cubiertas, adhesivos, masillas, etc., que

- **Cañerías y Chapas de fibrocemento (cemento y asbestos)**

Estos productos respecto a cañerías fueron ampliamente utilizados en cañerías para agua en domicilios y redes principales de agua. Muy ocasionalmente se utilizaron como conductos para instalaciones eléctricas, cañerías de drenaje y ventilación de gases calientes al exterior.

Se fabricaron también láminas de cemento de asbesto en forma de paneles y tejas, planas o corrugadas, que se utilizaron principalmente para techos y revestimientos, pero también para paneles de interruptores eléctricos.

Para estos casos se debe verificar que los materiales se pueden desmoronar, pulverizar o reducir a polvo. Los bordes deteriorados de estos materiales con asbestos se consideran típicamente friables. En caso de que se detecten superficies fracturadas estas se deben raspar/frotar para verificar si produce polvo.

Nota: la diferencia entre las categorías I y II está en el testeo de friabilidad. Los materiales de la categoría I pueden pasar a estado friable mientras que los de la categoría II no. Se recuerda que la prueba de friabilidad se realiza ejerciendo presión sobre los materiales solo con la fuerza de las manos. Pero existe una particularidad con los materiales de la categoría II y es que por el uso que tienen pueden estar sometidos a condiciones climáticas fuertes como tormentas, vientos, exposición prolongada a altas temperaturas y humedad que generan desgaste a tal punto que se pueden volver friables. Estas condiciones se evalúan más abajo en la sección correspondiente referida a la evaluación de liberación potencial de fibras de asbestos al ambiente.

Para mayor información sobre ejemplo de productos no friables de categoría I y II, usos y porcentaje de contenido de asbestos, se puede consultar el listado difundido por la EPA (EPA 560/5-85-02 Apéndice A, pág. A-1).

Respecto a cada una de las categorías la EPA recomienda que **no se deben remover** materiales con contenido de asbestos **antes de las tareas de demolición** si reúnen las siguientes condiciones:

- 1) Si se trata de materiales con asbestos de la categoría I no friables que no es friable.
- 2) Si se encuentra en un componente de la instalación que está revestido con concreto u otro material duro.
- 3) Si no es accesible para el testeo y consecuentemente sería no posible su retiro.
- 4) Si se trata de materiales con asbestos de la categoría II y que el resultado de su evaluación indique que la posibilidad de que material se desmorone, pulverice o se reduzca a polvo sea baja.

Como se menciona más arriba, estas particularidades se desarrollarán más abajo en la sección correspondiente a la evaluación de liberación potencial de fibras de asbestos al ambiente.

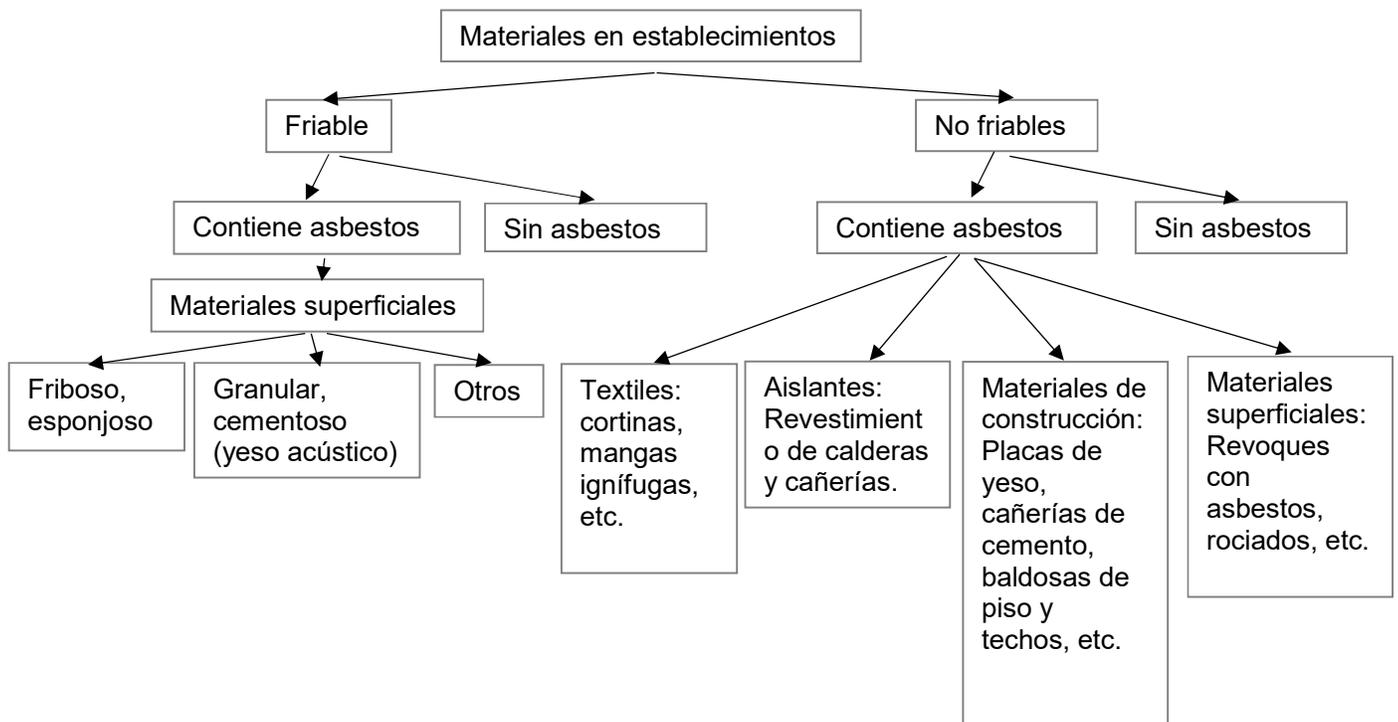
### Materiales con Asbesto Friables Vs. No Friables

Teniendo en cuenta la definición de cada uno de ellos los materiales friables con contenido de asbestos FRIABLES tienen mayor probabilidad de liberación de fibras al ambiente que los NO FRIABLES, por este motivo la EPA los diferencia.

Se aclara nuevamente que los materiales con asbestos friables son aquellos que se pueden desmoronar, pulverizar o reducir a polvo por la presión ejercida por la mano sobre la superficie del material en cuestión previamente identificado cuando se encuentran secos (relativamente poca humedad). Esta definición también incluye a materiales con asbestos previamente no friable que cuando se dañan (estando secos, con poca humedad) se pueden desmoronar, pulverizar o reducir a polvo.

Los materiales con asbestos no friables deberían ser tratados como friables en caso de que los mismos se pueden encontrar expuestos a acciones que puedan transformarlos en friables (EPA, Como manejar Asbesto, Cap. 2 pág. 7, Junio 1996)

En resumen, los materiales en establecimientos se pueden encontrar de acuerdo a friabilidad de la siguiente manera (EPA 560 5-83-002, Cap. 3 pág. 3-4, Marzo 1983):



Nota: conocer la friabilidad del material resulta de importancia en el mecanismo de liberación de

fibra al ambiente. Cuanto más friable es el material menor es la fuerza de cohesión y es más fácil que la liberación de la fibra se produzca.

#### **11.2.7 Sección G: Muestreo de Materiales con Potencial Contenido de Asbesto.**

El muestreo de materiales sospechosos de contener asbestos se debe hacer sobre los materiales friables y no friables. En teoría los materiales friables son los potencialmente más peligrosos y esto se debe a su capacidad para liberar fibras al ambiente. Los materiales no friables que se los relaciona con aquellos que no podrían liberar fibras al ambiente también deben ser tenidos en cuenta. Trabajos relacionados a tareas de demolición y/o remodelación pueden convertir a los materiales no friables en friables. Por este motivo se los debe tener en cuenta en la gestión integral.

Si bien se considera importante la friabilidad de los materiales, resulta importante saber fehacientemente si se tratan de materiales con asbesto. Para poder comprobar si se tratan de materiales con contenido de estos minerales asbestiformes la EPA requiere que primero se realice la toma de muestra y luego se envíen a laboratorio para su análisis.

En esta sección en particular del protocolo se tratará sobre las recomendaciones de la EPA para la obtención de las muestras, el método de acuerdo al material en cuestión y la cantidad de cada una de ellas.

Las preguntas que se detallan a continuación sirven de guía para el desarrollo de esta sección. Identificado el material con asbestos se deberían poder resolver las siguientes preguntas:

**a) ¿Cuáles con los materiales sobre los cuáles se deben centrar los muestreos de materiales para conocer si contienen asbestos?**

Los identificados precedentemente como consecuencia del procedimiento de inspección.

**b) ¿Específicamente desde donde se toma la muestra una vez identificado el material?**

Las muestras exactamente se toman desde un sitio del material que se denomina “**área homogénea**”.

**c) ¿Cómo se identifica un área homogénea en un material a muestrear?**

Un área homogénea siempre se la tiene que referenciar a los 3 (tres) posibles grupos de materiales con asbesto que se pueden encontrar en un establecimiento, siendo estos; Materiales de Aplicación Superficial, Aislamiento de Sistemas Térmico y Materiales Mezcla. Sobre cada uno de los materiales que puedan pertenecer a este grupo se deben tomar muestras sobre áreas que dispongan de **color y textura uniforme**.

Respecto a las áreas homogéneas la EPA hace las siguientes sugerencias:

\_ Las estructuras que sean agregadas a un establecimiento no se las puede considerar como áreas homogéneas de un todo. Se las debe muestrear por separado.

\_ Materiales similares que sean utilizados en distintos espacios funcionales no se los puede considerar como una única área homogénea. Se las debe muestrear por separado.

\_ Si se sospecha que los materiales pueden ser diferentes no se los debe considerar como áreas homogéneas sino como áreas separadas. Cada una de ellas serán muestreadas por separado.

\_ Es importante que el inspector identifique correctamente todas las áreas homogéneas en el registro de inspección.

\_ Se recomienda registrar las áreas homogéneas en un formulario de registro de inspección (ver EPA 910-B-96-0, Cap. 2, Enero 1996). Este formulario se lo debe utilizar asimismo para desarrollar el procedimiento de muestreo general que se detallará más abajo.

**d) ¿Qué son los espacios funcionales en establecimientos y que relación tienen con las áreas homogéneas?**

Se denomina espacio funcional a una habitación, grupo de habitaciones, o espacio en un establecimiento que tiene un uso identificado. Ejemplos de espacios funcionales puede ser habitaciones, pasillos, oficinas, cuartos de máquinas, cámaras de techo (falso techo), túneles, pasillos, etc.

Cuando se identifican áreas homogéneas luego de las debe vincular a un espacio funcional, con detalle del uso.

**e) ¿Cómo se registran las áreas desde donde se retirarán cada una de las muestras?**

Se recomienda la utilización de un **diagrama** para cada área homogénea de muestreo en escala sobre papel para su registro.

Para la preparación de este diagrama se recomienda lo detallado a continuación:

Para cada Área de Muestreo se debe preparar un diagrama donde se muestre todos los materiales con posibilidad de contener asbestos. El diagrama se lo debe conformar sobre papel como se muestra a continuación:

- 1) Indicar las dimensiones aproximadas de todos los recintos en cuestión. Si las mismas no están disponibles se toman medidas in situ y se conforma un diagrama en escala.
- 2) Distinguir entre las áreas con posible contenido de asbestos y las que no en el diagrama de Área de Muestreo.
- 3) Dibujar en el diagrama (a escala) algunas de las siguientes características que se puedan encontrar en el Área de Muestreo:
  - a) Daño causado por el agua y/o humedad.
  - b) Daño por vandalismo, uso robusto del sector u otros factores.
  - c) Detalle de existencia de parches, reparaciones, etc.
  - d) Existencia de áreas que resulten inaccesibles para el propósito de muestreo de materiales con posibilidad de contenido de asbestos.

La razón por la cual se recomienda el registro por daño de agua (a) se debe a que es apropiado para tomar acciones correctivas sin importar el contenido de asbestos. La notación en (b) puede ser utilizada en la evaluación de las acciones correctivas a ser tomadas en caso de existencia de asbestos. Las áreas inaccesibles (d) son registradas para dejar constancia de las áreas que no serán muestreadas.

En cada una de las áreas de muestreo del diagrama se debe registrar la siguiente información:

- 1) Identificación del área de muestreo que permita distinguir una de otras de las registradas.
- 2) Breve descripción del área de muestreo.
- 3) Escala y dimensiones del área.
- 4) Nombre y dirección del establecimiento.
- 5) Nombre del personal a cargo de la inspección y fecha.

Identificada el área homogénea desde donde se retirarán las muestras, **f) ¿Qué cantidad de muestras se deberían retirar de acuerdo al tipo de material identificado?**

Dependiendo de cualquiera de las 3 (tres) categorías de material que se trate de acuerdo a la EPA (Asbestos Hazard Emergency Response Act Manual, Apéndice D, pág. 8, Junio 1992, USEPA, Manual 560/5-85030a, Pág. 5, Octubre 1985 y EPA Student Manual, 10/1/09), Section 18 pá. 4) la cantidad de muestras a tomar son las siguientes:

<b>Categoría de material:</b>	<b>Cantidad de muestras requeridas</b>
<b>a)Materiales Superficiales</b>	
Área < o = a 100 m <sup>2</sup>	Recomendado: 9 Mínimo: 3
Área > a 100 m <sup>2</sup> , pero < o = a 500 m <sup>2</sup>	Recomendado: 9 Mínimo: 5
Área > a 500 m <sup>2</sup>	Recomendado: 9 Mínimo: 7
<b>b)Aislamiento de Sistemas Térmicos (AST)</b>	
AST que se supone que contiene asbestos	mínimo 3
AST que se encuentra reparada (parche) y que se supone que contiene asbestos con sección de reparación < 0.5 metros lineales o cuadrados.	mínimo 1
Aislamiento de sistema mecánico en T, codos o válvulas donde se utilice fibra de vidrio con potencial contenido de asbestos.	mínimo 2
<b>c)Material Mezcla Friable que se supone que tiene asbestos.</b>	mínimo 2

Nota: la designación de material con contenido de asbestos (MCA) para un área homogénea está basado en que el resultado positivo de dicha área es aceptable.

Además, se aclara que los materiales no friables no tienen la posibilidad de liberar fibras al ambiente tan fácilmente, salvo cuando son perturbados, a comparación de los friables, por este motivo también se debe confirmar su existencia en todo establecimiento, ser muestreado, analizado por laboratorio y registro.

**g) ¿Cómo se identifican las localizaciones desde donde se retirarán las muestras de cada área homogénea para el caso de la categoría?**

Dependiendo de la categoría de materiales con asbestos de que se trata la metodología para la selección del sitio de muestreo son los siguientes:

**g.1) Materiales de Aplicación Superficial**

Después de la preparación del diagrama de muestreo y la cantidad de muestras a tomar de cada uno de ellos se debe determinar la **localización** exacta del lugar desde donde se obtendrán las muestras. Esta actividad se recomienda se realice mediante cualquiera de las 2 (dos) metodologías de la EPA que se desarrollan a continuación.

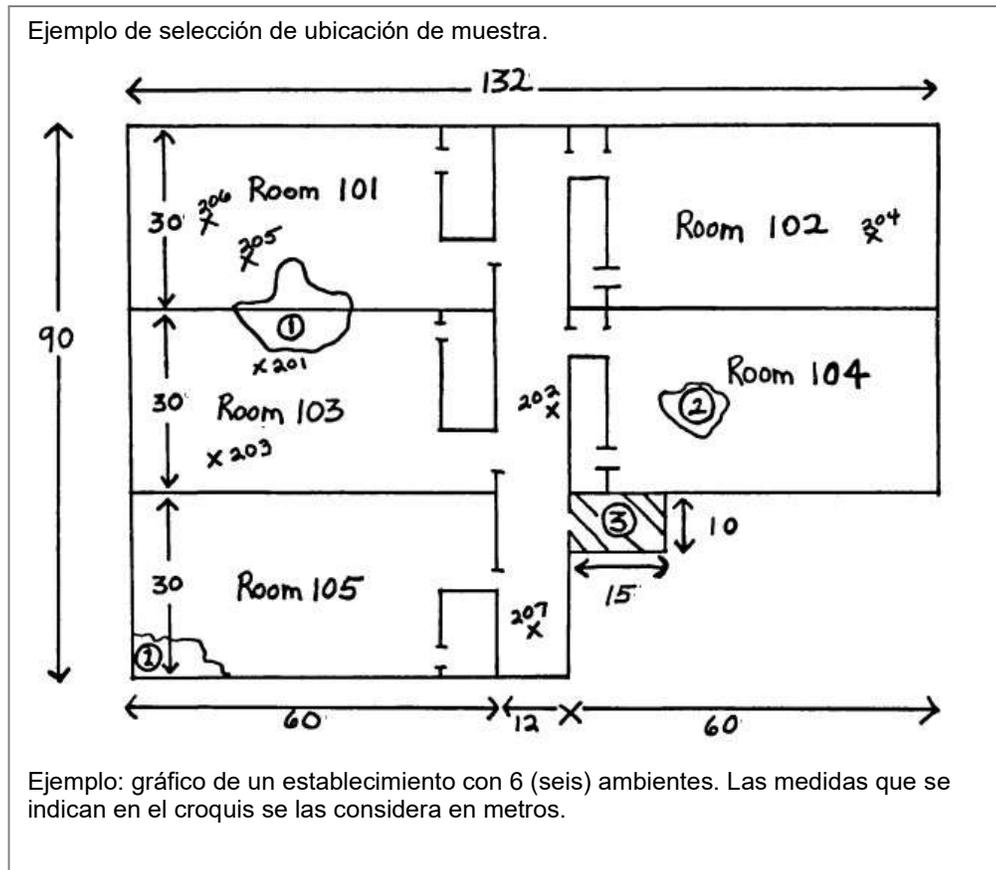
**Método 1** (Manual EPA 560 13-80-017ª Diciembre 1980, pág. 27 a 35)

Este método es más complejo y consiste en la utilización de tablas de números aleatorios y consta en lo siguiente:

- 1) Registrar el número de ID de área de muestreo en la hoja de trabajo (diagrama) de selección de ubicaciones de muestra.
- 2) Construir sobre el diagrama del área de muestreo un rectángulo imaginario que encierre toda el área de muestreo sobre la hoja de trabajo: se debe registrar las dimensiones de la base y el alto del rectángulo en metros.
- 3) De la tabla de números aleatorios se debe elegir un par de números y registrarlos en la hoja de trabajo (croquis). Se brindan especificaciones sobre el uso de la Tabla de Dígitos Aleatorios en el Apéndice C - Manual EPA 560 13-80-017A.  
El primer número del par de números a elegir debe ser entre cero (0) y el número correspondiente al valor en metros que se registró para el largo de la base del rectángulo y el segundo número aleatorio debe ser entre cero (0) y el número correspondiente al valor en metros que se registró para alto rectángulo. La base y al alto del rectángulo hacen referencia al diagrama realizado para el Área de Muestreo en cuestión.
- 4) El par de números aleatorios describe la localización de un punto dentro del rectángulo. El primer número del par de número especifica el número en metros desde el lado izquierdo hacia el derecho del rectángulo y el segundo número especifica el número en metros desde la parte más baja del rectángulo hacia arriba. Dicho punto debe ser trazado en el diagrama del Área de Muestreo.
- 5) Si el punto que se describe mediante el par de números aleatorios se encuentra dentro del Área de Muestreo y no dentro de las áreas del diagrama identificadas como áreas inaccesibles, a este punto se lo considera como **Localización de Muestreo**. Caso contrario al punto **no** se lo considera como localización de muestreo. La eliminación de localizaciones de puntos de muestreo no debe afectar el proceso de selección aleatoria. Si la selección de números aleatorios genera una localización fuera del área del diagrama o en una zona identificada como inaccesible se debe seleccionar un par de números aleatorios extra y se procede de la misma manera hasta que el punto localizado sea de utilidad.
- 6) Se debe seguir seleccionando pares de números aleatorios para obtener localizaciones apropiadas de puntos de muestreo en el diagrama hasta alcanzar la cantidad de muestras que correspondan de acuerdo a la superficie del área en cuestión (3, 5 u 8).
- 7) El par de números aleatorios debe ser registrado en el croquis de trabajo. Junto a cada par de números aleatorios indicar si el mismo corresponde a uno dentro del área de muestreo (punto de muestreo) o si corresponde a una zona inaccesible u otra zona que no cumpla con el propósito. En cualquiera de los casos se deben registrar.
- 8) A cada localización se la identifica con un único número de identificación (ID) y se la registran en el croquis del Diagrama del Área de Muestreo.

- 9) Se debe asignar un segundo número ID totalmente distinto al anterior, sin ningún tipo de referencia, para cada localización de muestreo y se lo deja registrado en el contenedor de la muestra cuando se envía a laboratorio. El uso de estos segundos números de ID permite prevenir que el laboratorio sepa cuáles son las muestras que vienen de una misma área del edificio. Este procedimiento tiene la finalidad de ayudar a prevenir errores por parte de los analistas. Registrar este segundo número de ID (para el laboratorio) también se debe registrar sobre el croquis.

Para una mejor comprensión se propone el siguiente ejemplo práctico:



En el gráfico se señala: la identificación de los ambientes (ej. Room 105), el valor de alto (90) y ancho (132) en metros, manchas de humedad (ref. 1 y 2), superficies no muestreadas (3) inaccesibles y los puntos obtenidos mediante la tabla de números aleatorios (ej. 202, 203, etc.). Teniendo en cuenta que el valor del ancho total es de 132 m se requieren 3 (tres) dígitos para la selección del número aleatorio de la tabla, y para el valor de alto de 90 metros se requieren 2 (dos).

Teniendo en cuenta cada uno de los ambientes y sus dimensiones, se obtiene el siguiente valor de área total:

$$\text{Área: } (60 \times 90) + (12 \times 90) + (60 \times 60) = 10.080 \text{ mtrs}^2$$

Con este valor de área de trabajo requiere por tabla una cantidad de muestras mínimas de 7 (siete).

Continuando con el procedimiento, se debe hacer uso de los valores de máximos del ancho (132) y alto (90) del área para la obtención de los pares de números aleatorios. Estos pares de números servirán como coordenadas para ubicarlos en el croquis. En caso de que se obtenga como resultado coordenadas fuera del gráfico se debe optar por otro par de números aleatorios.

El primer número aleatorio del par de números debe estar entre 0 y 132, y el segundo entre 0 y 90. Se recuerda que el valor 132 y 90 se refieren a los metros de cada lado. Para continuar se requiere que se utilice la tabla difundida por la EPA que se denota a continuación:

**TABLE OF RANDOM DIGITS**

<del>63271</del>	<del>59986</del>	<del>71744</del>	<del>51102</del>	15141	<del>80714</del>	<del>58683</del>	<del>93108</del>	13654	<del>79945</del>
98547	09896	95436	79115	98393	01041	20030	63754	96458	28364
55987	<del>57248</del>	83865	09931	19761	86535	<del>40102</del>	26646	<del>60147</del>	15702
46276	87453	<del>44790</del>	67122	45573	84358	21625	16999	13385	22782
<b>69393</b>	<b>92785</b>	<b>49902</b>	<b>58447</b>	<b>42048</b>	<b>30378</b>	<b>87618</b>	<b>26933</b>	<b>40640</b>	<b>16281</b>
<b>13186</b>	<b>29431</b>	<b>88190</b>	<b>04588</b>	<b>38733</b>	<b>81290</b>	<b>89541</b>	<b>70290</b>	<b>40113</b>	<b>08243</b>
<b>17726</b>	<b>28652</b>	<b>56836</b>	<b>78351</b>	<b>47327</b>	<b>18518</b>	<b>92222</b>	<b>55201</b>	<b>27340</b>	<b>10493</b>
<b>36520</b>	<b>64465</b>	<b>05550</b>	<b>30157</b>	<b>82242</b>	<b>29520</b>	<b>69753</b>	<b>72602</b>	<b>23756</b>	<b>54935</b>
<b>81628</b>	<b>36100</b>	<b>39254</b>	<b>56835</b>	<b>37636</b>	<b>02421</b>	<b>98063</b>	<b>89641</b>	<b>64953</b>	<b>99337</b>

Tabla de números aleatorios EPA para selección de coordenadas de puntos de toma de muestra.

Teniendo en cuenta que se requieren 7 (siete) muestras se tiene que conseguir 7 (siete) coordenadas de X (ancho) e Y (alto) y que se puedan ubicar dentro de la superficie a descontaminar. El procedimiento consiste en comenzar desde el borde superior izquierdo (63271). Se comienza con el valor de x (ancho) que en este caso contiene 3 dígitos (132) y se comienza a recorrer los números aleatorios de la tabla desde arriba a la izquierda hacia la derecha hasta encontrar un número entre que se encuentre entre 0 y 132, una vez encontrado se lo registra. El resultado es **021** y como dicho número se encuentre entre 0 y 132 es una coordenada válida para X. El segundo número aleatorio se obtiene de la misma manera. En este caso, como el valor de Y (alto) es de 90 (m), 2 dígitos, por lo que corresponde buscar en la tabla un número de 2 dígitos que esté entre el valor de 0 y 90 recorriendo la tabla de la misma manera, en este caso es 51. De esta manera se obtiene la primera localización de la muestra con su correspondiente coordenada en X e Y. Se debe verificar que la coordenada se encuentre dentro del área de muestreo caso contrario se procede la misma manera hasta encontrar un par de números aleatorios dentro de la zona.

Nro. orden muestra	Número aleatorio		Localización de muestra errónea		Localización de la muestra	Número único de ID
	Primera	Segunda	NO	SI	Número de ID	Para laboratorio
1	21	51	x		201	217
2	71	45	x		202	884
3	108	13		x		
4	10	41	x		203	072
5	119	76	x		204	300
6	22	66	x		205	940
7	14	71	x		206	572
8	67	12	x		207	579

**Método 2** (Manual EPA 560/5-85 030ª, Octubre 1985 pág. 7 a 9)

**Para áreas de trabajo aproximadamente cuadradas y/o rectangulares**

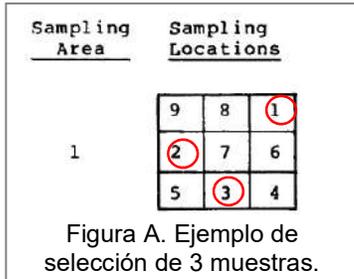
Este procedimiento consiste en utilizar *esquemas de muestreo* preestablecidos para seleccionar localizaciones que sean representativas del área a muestrear. El proceso consiste en la formar nueve sectores aproximadamente proporcionados dentro del área de interés, obviamente el proceso resulta más sencillo en caso de que se trate de un área cuadrada o rectangular. Las partes en las que se divide el área no necesariamente debe ser exactamente igual. Teniendo en cuenta que la mayor cantidad de muestras que se recomienda que sean extraídas es de 9 (nueve), las zonas en la que se divide a cada área de trabajo son de 9 (nueve) sectores como se ve en las figuras más abajo. En caso de que se decida tomar el máximo número de muestras por área a muestrear se debe tomar una muestra por cada una de las 9 (nueve) zonas del esquema de muestreo (ver ejemplo en rojo más abajo). En caso de que opte por el mínimo de muestras (3), la localización queda definida los recuadros que formen 1, 2 y 3. Se detalla mas abajo.

Sampling Area	Sampling Locations	Sampling Area	Sampling Locations	Sampling Area	Sampling Locations																											
1	<table border="1"> <tr><td>9</td><td>8</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>7</td><td>6</td></tr> <tr><td>5</td><td>3</td><td>4</td></tr> </table>	9	8	1	2	7	6	5	3	4	7	<table border="1"> <tr><td>5</td><td>8</td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td>3</td><td>6</td></tr> <tr><td>2</td><td>7</td><td>9</td></tr> </table>	5	8	1	4	3	6	2	7	9	13	<table border="1"> <tr><td>8</td><td>5</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>6</td><td>9</td></tr> <tr><td>7</td><td>1</td><td>4</td></tr> </table>	8	5	2	3	6	9	7	1	4
9	8	1																														
2	7	6																														
5	3	4																														
5	8	1																														
4	3	6																														
2	7	9																														
8	5	2																														
3	6	9																														
7	1	4																														
2	<table border="1"> <tr><td>8</td><td>7</td><td>1</td></tr> <tr><td>3</td><td>9</td><td>5</td></tr> <tr><td>4</td><td>2</td><td>6</td></tr> </table>	8	7	1	3	9	5	4	2	6	8	<table border="1"> <tr><td>5</td><td>7</td><td>1</td></tr> <tr><td>6</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>2</td><td>8</td><td>9</td></tr> </table>	5	7	1	6	3	4	2	8	9	14	<table border="1"> <tr><td>4</td><td>1</td><td>6</td></tr> <tr><td>3</td><td>9</td><td>7</td></tr> <tr><td>8</td><td>5</td><td>2</td></tr> </table>	4	1	6	3	9	7	8	5	2
8	7	1																														
3	9	5																														
4	2	6																														
5	7	1																														
6	3	4																														
2	8	9																														
4	1	6																														
3	9	7																														
8	5	2																														
3	<table border="1"> <tr><td>4</td><td>1</td><td>7</td></tr> <tr><td>2</td><td>9</td><td>6</td></tr> <tr><td>8</td><td>5</td><td>3</td></tr> </table>	4	1	7	2	9	6	8	5	3	9	<table border="1"> <tr><td>3</td><td>6</td><td>4</td></tr> <tr><td>9</td><td>2</td><td>7</td></tr> <tr><td>5</td><td>8</td><td>1</td></tr> </table>	3	6	4	9	2	7	5	8	1	15	<table border="1"> <tr><td>3</td><td>5</td><td>6</td></tr> <tr><td>9</td><td>2</td><td>8</td></tr> <tr><td>7</td><td>4</td><td>1</td></tr> </table>	3	5	6	9	2	8	7	4	1
4	1	7																														
2	9	6																														
8	5	3																														
3	6	4																														
9	2	7																														
5	8	1																														
3	5	6																														
9	2	8																														
7	4	1																														
4	<table border="1"> <tr><td>6</td><td>1</td><td>8</td></tr> <tr><td>5</td><td>9</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>7</td><td>4</td></tr> </table>	6	1	8	5	9	3	2	7	4	10	<table border="1"> <tr><td>5</td><td>7</td><td>3</td></tr> <tr><td>8</td><td>1</td><td>6</td></tr> <tr><td>2</td><td>9</td><td>4</td></tr> </table>	5	7	3	8	1	6	2	9	4	16	<table border="1"> <tr><td>4</td><td>8</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>5</td><td>9</td></tr> <tr><td>7</td><td>1</td><td>6</td></tr> </table>	4	8	3	2	5	9	7	1	6
6	1	8																														
5	9	3																														
2	7	4																														
5	7	3																														
8	1	6																														
2	9	4																														
4	8	3																														
2	5	9																														
7	1	6																														
5	<table border="1"> <tr><td>6</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>1</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr><td>9</td><td>2</td><td>7</td></tr> </table>	6	4	3	1	5	8	9	2	7	11	<table border="1"> <tr><td>5</td><td>1</td><td>6</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>9</td></tr> <tr><td>7</td><td>8</td><td>2</td></tr> </table>	5	1	6	3	4	9	7	8	2	17	<table border="1"> <tr><td>8</td><td>2</td><td>7</td></tr> <tr><td>4</td><td>5</td><td>3</td></tr> <tr><td>1</td><td>9</td><td>6</td></tr> </table>	8	2	7	4	5	3	1	9	6
6	4	3																														
1	5	8																														
9	2	7																														
5	1	6																														
3	4	9																														
7	8	2																														
8	2	7																														
4	5	3																														
1	9	6																														
6	<table border="1"> <tr><td>7</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>6</td><td>1</td><td>5</td></tr> <tr><td>2</td><td>9</td><td>8</td></tr> </table>	7	4	3	6	1	5	2	9	8	12	<table border="1"> <tr><td>7</td><td>1</td><td>9</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td>8</td><td>3</td></tr> </table>	7	1	9	2	4	5	6	8	3	18	<table border="1"> <tr><td>2</td><td>5</td><td>9</td></tr> <tr><td>6</td><td>1</td><td>8</td></tr> <tr><td>4</td><td>7</td><td>3</td></tr> </table>	2	5	9	6	1	8	4	7	3
7	4	3																														
6	1	5																														
2	9	8																														
7	1	9																														
2	4	5																														
6	8	3																														
2	5	9																														
6	1	8																														
4	7	3																														

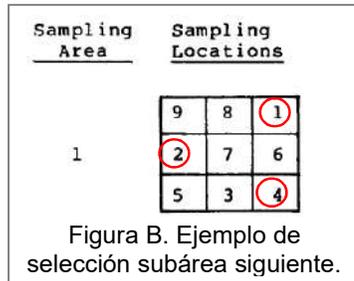
Tabla propuesta por la EPA para selección de localizaciones de muestreo de un área de muestreo. Esta tabla está propuesta para 18 áreas.

En esta table se representan 18 esquemas típicos que se pueden utilizar en forma de plantilla. En caso de que se utilicen todos en el establecimiento a trabajar se debe empezar por el primero nuevamente para el resto de las áreas.

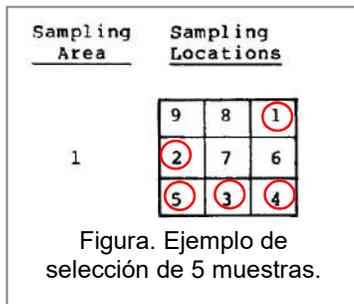
Para una mejor comprensión del método se propone el desarrollo de un ejemplo. Para la primera área que se desee muestrear del establecimiento, por ejemplo, una superficie que pertenece al techo se la debe subdividir y numerar en 9 subáreas como se muestra más abajo (Figura A). En caso de que desee tomar el máximo de muestras (9) se debe obtener una por cada subárea, y en caso de que se tome el mínimo de número de muestras (3) se deben tomar las muestras de manera correlativa y se comienza ascendentemente desde el espacio numerado con el número 1 hasta llegar al 3, para este ejemplo el diagrama se establece de la siguiente manera:



Además, en el caso de que una de estas 3 muestras caiga fuera de la zona de muestreo se procede con la toma de la muestra de la siguiente subárea y así sucesivamente hasta que se solucione el problema como se muestra a continuación (Figura B):

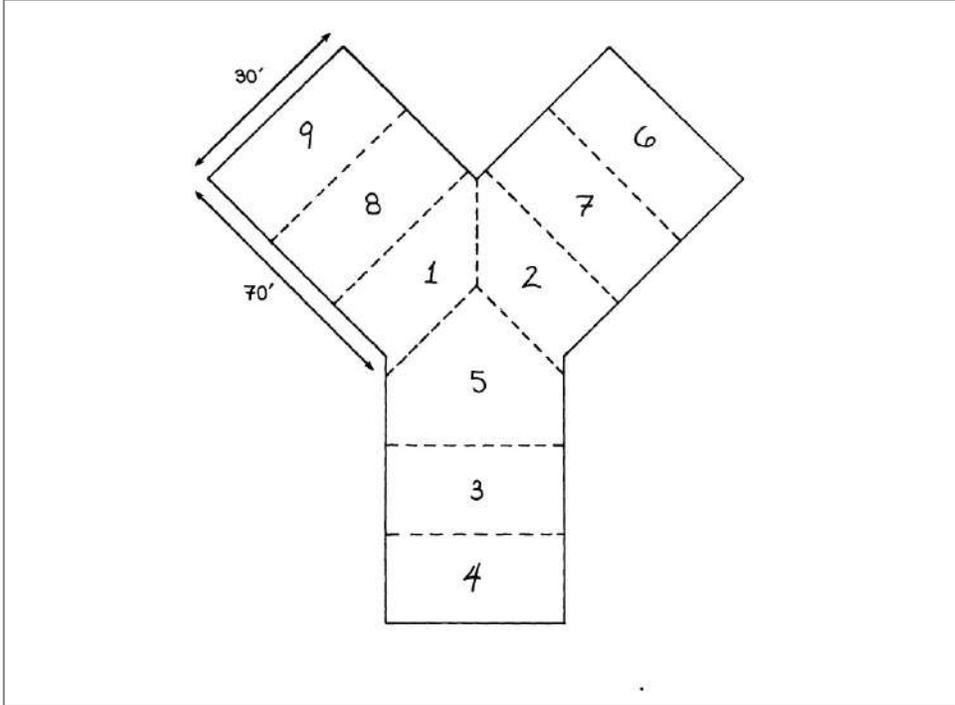


En caso de que la gestión implique una mayor cantidad de muestras y menos que 9, por ejemplo, 5, se procede a la toma de muestras como indique el diagrama a continuación (Figura C):



**Para áreas de trabajo de otras formas no cuadradas y/o rectangulares**

En el caso de que la superficie a muestrear no sea de forma regular, cuadrada o rectangular, se debe buscar la forma de generar la subdivisión en 9 partes iguales conformando de alguna manera una grilla proporcional. Por ejemplo, si la superficie tiene forma de “Y”, se trata de dividir en partes iguales como se detalla a continuación:



En otras situaciones donde la superficie tenga forma de “L”, se debe buscar la forma de dividirla en dos o más “áreas separadas de muestreo”. Cada una de ellas debe ser aproximadamente de forma rectangular y se deben seleccionar localizaciones de muestreo por la aplicación del *esquema muestreo*.

Nota: para todos los casos de posibles figuras de muestreo, esquema de muestreo, forma de “Y” u “L”, las muestras se deben tomar “aproximadamente” lo más cerca posible del centro de cada subárea. Se debe tener en cuenta de que dicha actividad se puede obstaculizar por la existencia de luminarias, falsos techos u otros objetos que dificulten la accesibilidad.

Nota: la selección de localizaciones de muestreo a juicio personal del profesional interviniente podría no ser representativo y podría conducir a una incorrecta decisión sobre la presencia o ausencia de asbestos. Este método tiene la finalidad de evitar este problema y controlar la frecuencia de los errores.

Para cualquiera de las formas de las áreas de muestreo las mismas se deben retirar de forma aleatoria desde las denominadas “áreas homogéneas de muestreo (misma textura y color)”

**g.2) Aislamiento de Sistemas Térmicos (AST)**

Respecto a la localización de las muestras y para el caso de materiales aislantes como los utilizados en calderas y cañerías *no se recomienda que los mismos sean muestreados en las zonas donde el material aislante se encuentre en buenas condiciones* ya que el procedimiento de muestreo consiste en la perforación de todas las capas del material. De ser muestreado la zona luego debe ser sellada con materiales con la misma propiedad. Para evitar la rotura del material aislante que se encuentre en buenas condiciones se recomienda solo tomar muestras desde puntos que ya se encuentren deteriorados o de zonas expuestas (EPA 560/5-85-024 pág. 2-8 y EPA 560/5-83-002 pág. 3-5).

Para instalaciones donde el material aislante se encuentre en malas condiciones y/o fuera de uso, y que no sea un problema el daño del material (aislante) para la obtención de la muestra se deben seguir el mismo concepto para con los materiales del ítem anterior (a) para la localización de las muestras.

Si en la toma y análisis de muestras se llega a la conclusión de que la zona homogénea contiene fibra de vidrio, espuma de vidrio, caucho u otro material aislante que a simple vista pareciera no contener asbesto es fundamental examinar todas las capas de material que puedan estar presentes para su muestreo.

El número de muestras también depende de otras circunstancias como, por ejemplo, para el caso de existencia de cañerías extensas y que alcancen a diferentes ambientes, por más que tengan la misma apariencia (textura y color), se recomienda que sean muestreadas por separado como una nueva área funcional. El mismo criterio se debe adoptar en caso de que el material aislante cambie de apariencia debido a que esta particularidad puede indicar un cambio en la composición del material aislante, de esta manera se debe considerar como una nueva *área homogénea* de muestreo.

### **g.3) Materiales mezcla**

Para estos materiales se debe hacer referencia a productos de fibrocemento y otros prefabricados como baldosas, tejas, paneles, etc., se tratan de productos de revestimiento para pisos, techos y/o paredes. Se deben tener en cuenta también otros materiales que son necesarios para su aplicación como masillas y adhesivos ya que también pueden contener asbesto. Para el retiro de la muestra se debe mantener el mismo concepto anterior, es decir, las zonas de muestreo deben ser "áreas homogéneas (misma textura y color)", caso contrario se deben muestrear por separadas. El muestreo en este tipo de materiales es más difícil debido a que suelen ser materiales rígidos y esto implica métodos destructivos para su obtención.

Respecto a la localización de las muestras se recomienda que se tomen de zonas poco visibles y en lo posible que no afecten el fin para el que se encuentra el uso. No se deben dejar daños a la vista o sitios en condiciones físicas que resulte peligrosas como consecuencia del muestreo. Se recomienda tomar pequeñas muestras desde el borde del material.

Para la localización de las muestras en pisos y paredes se deben buscar zonas como, por ejemplo, debajo o detrás de estufas o radiadores, detrás de molduras y/o aplicaciones decorativas o mobiliario permanente para evitar que el faltante de material quede a la vista.

Para materiales que sean rígidos como ejemplo aplicaciones de yeso o revestimiento de cubiertas como tejas o losetas se recomienda tomar muestras siempre que se pueda acceder a un borde sin alterar la función de la aplicación, caso contrario no. Se recomienda que estos materiales sean muestreados siempre que el establecimiento este o vaya a estar sometido a tareas de demolición, remodelaciones y/o reparaciones. La EPA no recomienda que sean muestreados solo para inventario o actualización del legajo técnico del establecimiento.

Para estas aplicaciones se requiere la cantidad mínima de **2 (dos)** muestras en forma aleatoria haciendo uso de los métodos mencionados y para la obtención de la localización de la muestra se puede seguir aproximadamente los mismos conceptos que para los materiales de superficie y materiales para aislamiento térmico, siempre que el material o las condiciones de contorno del establecimiento que se trate lo permita.

Identificadas las localizaciones y la cantidad de muestras a obtener, **h) ¿Cómo se extrae la muestra del material para su análisis?**

Las muestras para envío y análisis en laboratorio se deben efectuar de la siguiente manera de acuerdo a la EPA:

(1) Se debe usar un recipiente pequeño, puede ser de plástico de 35 mm<sup>3</sup> o un frasco pequeño de vidrio de boca ancha con tapa a rosca. El recipiente debe estar seco y limpio. También se puede hacer uso de un muestreador de un solo uso.

(2) Se gira suavemente el extremo abierto del recipiente en el material. Un trozo del material debe caer en el envase. También se puede tomar una muestra con cuchillo para cortar o raspar una pequeña pieza del material y luego se coloca en el contenedor. Asegurarse de penetrar cualquier pintura o capa protectora, y a su vez, todas las capas del material. Si no se puede obtener la muestra por los medios detallados se debe considerar si el material es realmente friable o no. Para esto se debe retomar el ensayo de friabilidad detallado en la sección anterior correspondiente.

(3) Se cierra herméticamente el recipiente de la muestra y se limpia el exterior con un paño húmedo para quitar cualquier material que se haya adherido durante muestreo.

(4) Se tapa el contenedor para evitar aperturas durante el envío o manipulación hasta el laboratorio para su análisis.

El procedimiento mencionado precedentemente se resume en la siguiente imagen:



**I) ¿Cuáles son las precauciones que se deben tomar en cuenta durante el muestreo?**

- 1) Muestrear los materiales cuando el área no esté en uso.
- 2) Debe estar presentes solo las personas necesarias para el muestreo.
- 3) Utilizar al menos máscara de media cara con filtros descartables si se requiere el movimiento de placas de cielo raso para inspección de falso techos, o cualquier otro tipo actividad que puede generar la posibilidad de liberación, caída de fibras de asbestos. Ídem para el caso del retiro de la muestra.
- 4) Mantener el contenedor de muestreo lejos de la cara lo más posible durante la obtención de la muestra.
- 5) Si se utilizan muestreadores reutilizables plásticos, se debe extraer y expulsar la muestra en un recipiente para su envío a laboratorio. El muestreador luego se limpia en húmedo. Para muestras con dispositivos de un solo uso, extraiga, se limpia en húmedo el exterior del recipiente, se tapa y se envía a laboratorio.
- 6) No alterar el material a muestrear más de lo necesario. Se debe tener en cuenta que la acción de toma de muestra puede dañar el material y provocar la liberación significativa de fibras al ambiente.
- 7) Humedecer adecuadamente (EPA 340/1-90-019, pág. 12-18, Diciembre 1990) la superficie del material a muestrear con agua de una botella rociadora o coloque un plástico bolsa alrededor del muestreador.
- 8) Si el material a muestrear se rompe en piezas durante el muestreo se debe trapear las áreas donde haya caído material. Limpiar los desechos con toallas húmedas y desecharlos en una bolsa de plástico para su gestión como residuo peligroso.
- 9) Finalizada la extracción de la muestra se debe utilizar pintura de látex o un sellador para cubrir el área de la muestra. Para el caso de muestreo de material aislante de calderas y cañerías se debe utilizar en el lugar de la muestra masilla que no contenga asbestos. Se recomienda muestrear en lo posible zona descubierta, siempre que el procedimiento propuesto en el presente protocolo lo permita.

### 11.2.8 Sección H: Procedimiento de Control de Calidad para Muestreo de Materiales con Potencial Contenido de Asbesto.

#### Procedimiento para verificar el Control de Calidad del Muestreo

El procedimiento se lo denomina “Side-by-Side Samples” o “Split-Samples”, **muestras continuas o muestras divididas (EPA 560/5-85-030a, pág. 11, Octubre 1985)**. Un procedimiento de aseguramiento de la calidad es importante para asegurar la fiabilidad de los resultados de los análisis de laboratorio.

Este procedimiento de Control de Calidad consiste en tomar dos muestras, una inmediatamente adyacente a la otra. Ambas muestras son etiquetadas y manipuladas como muestras comunes, sin ninguna mención en especial. El laboratorio no debería conocer que este par de muestras corresponden a las utilizadas para el control de calidad. Se recomienda que se repita este procedimiento cada 20 (veinte) muestras o por cada establecimiento estudiado, cualquiera sea la magnitud del mismo. A este par de muestras para verificar la *calidad del muestreo* se las denomina muestras de Control de Calidad (muestras de “CC”).

El procedimiento consiste que las muestras de “CC” sean analizadas por distintos laboratorios. La muestra principal puede ser analizada por el laboratorio original a cargo de las tareas de análisis general de las muestras y la segunda muestra de “CC” por un laboratorio secundario que debería confirmar el resultado del primer análisis.

Cualquier discrepancia en relación a las muestras de “CC” sobre la **presencia o ausencia de asbesto** se debe investigar repitiendo los análisis o recolectando muestras adicionales. En este proceso es fundamental que las dos muestras representen materiales equivalentes. El procedimiento continúa cuando se denota, respecto a presencia y/o ausencia asbesto, cantidad de **número de discrepancias** en los resultados. Este número de discrepancias se analiza.

Si el resultado de las muestras de “CC” es *una vez distinto* no significa que el laboratorio no sea efectivo, sino que el **procedimiento consiste en analizar este número de discrepancias**. Esto conlleva a la definición de **número crítico de discrepancias de muestras “CC”**.

Para que se compruebe que el laboratorio a cargo de las tareas de muestreo está actuando de manera satisfactoria el número de **muestreos en discrepancia** entre los resultados de las muestras de “CC” tienen que ser menor un **número crítico** predeterminado, y este número a su vez depende del número de muestras de “CC” analizadas.

De acuerdo a la EPA (EPA 560 13-80-017A pág. 40) se difunden los siguientes **números críticos** de discrepancias que resultan aceptables de acuerdo al número de muestras en cuestión:

Nro. de muestras de “CC”	Nro. Crítico de Discrepancias de muestras “CC”
5	2
6 a 8	3
9 a 14	4
15 a 20	5
21 a 25	6

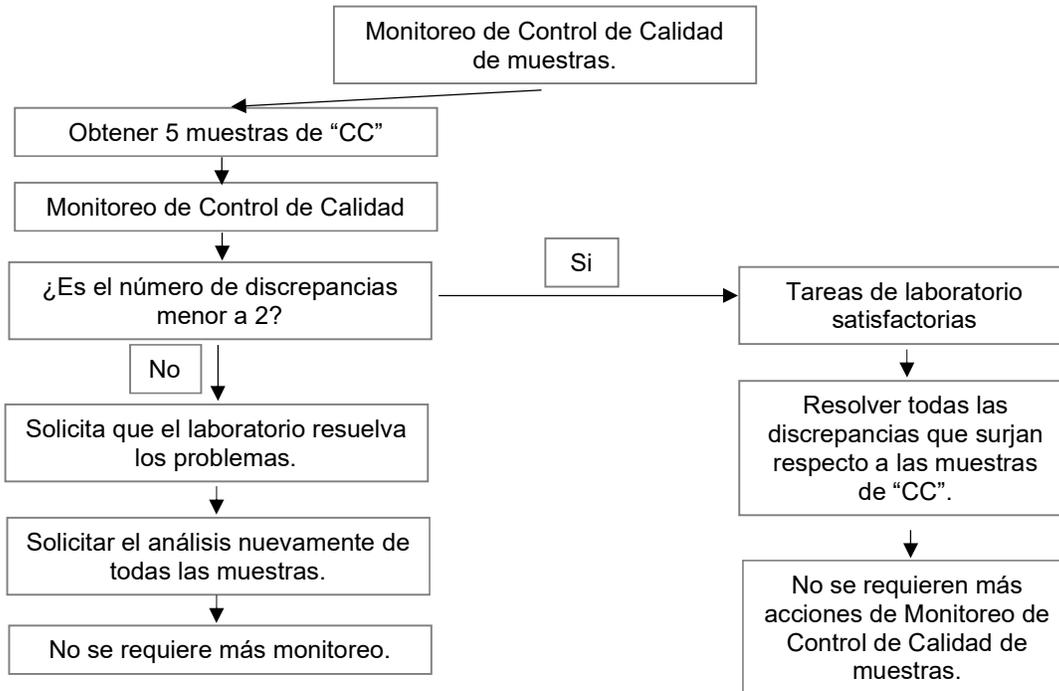
De acuerdo al cuadro precedente, si se observan 2 (dos) o más discrepancias en 5 (cinco) muestras de “CC” (Control de Calidad) o 3 (tres) o más discrepancias para de 6 (seis) a 8 (ocho) muestras de “CC” y así sucesivamente se debe sospechar sobre el correcto desempeño del laboratorio. Caso contrario, si el número de discrepancias es menor que al número crítico el desempeño del laboratorio significa que es satisfactorio. Se aclara que más allá del método que se propone, todos los resultados de muestras que presenten discrepancias deben ser resultos, por ejemplo, obteniendo muestras adicionales a las seleccionadas en principio como side-by-side sample. En caso que resulte incorrecto el desempeño del laboratorio, se debe investigar las causas y volver a analizarse cada una de las muestras.

Se aclara que las muestras de “CC” deben ser tomadas de distintas Áreas de Muestreo, no se deben tomar todas de la misma área. Esto se refiere a las diversas áreas que se pueden llegar a muestrear en un mismo establecimiento y que hacen al número de muestras para la obtención de las muestras de “CC”.

Para conocer la cantidad de muestras de “CC” se debe hacer referencia a la cantidad de muestras por establecimiento. Esto implica tres categorías y consecuentemente tres procedimientos distintos de acuerdo a la EPA como se denota a continuación:

- a) < a 25 muestras,
- b) de 25 a 100 muestras, y
- c) Más de 100 muestras.

**a) Procedimiento de Monitoreo de Control de Calidad de Muestreo para establecimientos con toma de muestras menores a 25 (veinticinco).**



Para este caso en particular se debe tomar un mínimo de 5 muestras de “CC” con el fin de llevar a cabo el monitoreo de los trabajos del laboratorio a cargo de las tareas de análisis de muestras. Si el número de discrepancias respecto a las muestras “CC” es de 2 o más, se debe sospechar del trabajo realizado por el laboratorio. Todas las muestras que se analizaron durante el período donde el muestreo no resultó conforme se deben volver a analizar hasta que el laboratorio resuelva los problemas.

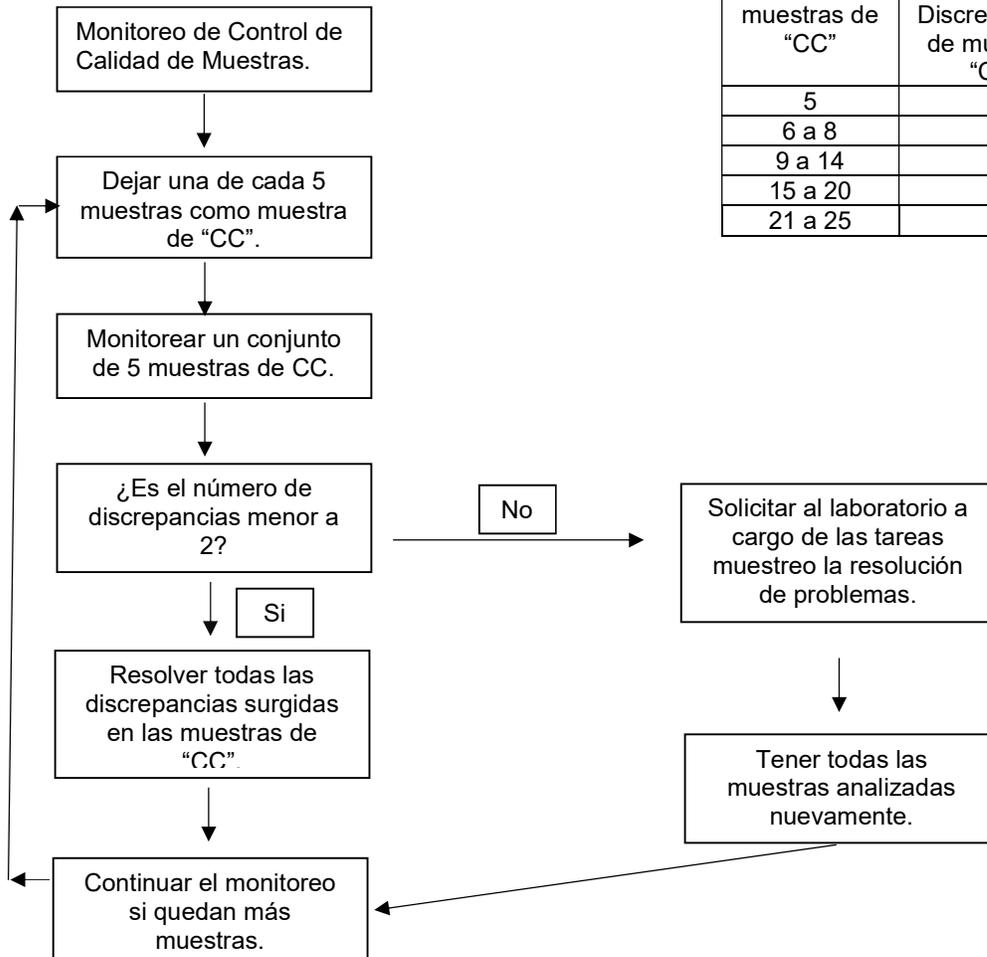
Si el número de discrepancias respecto a las muestras de “CC” es menor a 2, los trabajos realizados por el laboratorio se consideran satisfactorios. De todas formas, todas las discrepancias que surjan respecto a muestras de “CC” deben ser resueltas. La gestión finaliza cuando se establece que no se requiere más tareas de monitoreo.

**b) Procedimiento de Monitoreo de Control de Calidad de Muestreo para establecimientos con toma de muestras mayor a 25 (veinticinco) y menor a 100 (cien) muestras.**

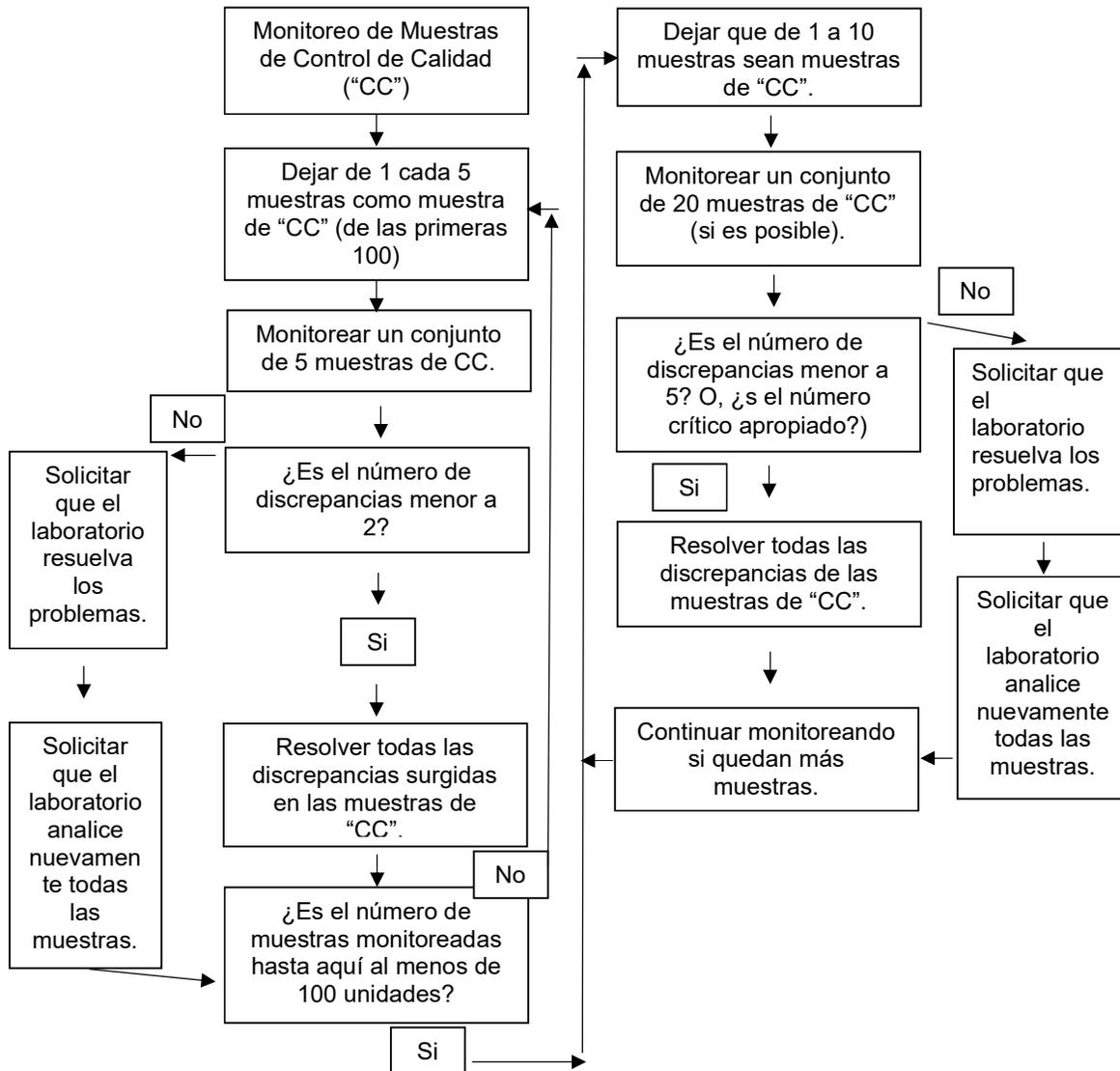
En este caso una de cada 5 muestras se deben consideradas muestras "CC". Se requiere el monitoreo de los resultados da cada conjunto consecutivo de 5 muestra de "CC" para verificar resultados de equidad. Si el número de discrepancias respecto a las muestras "CC" es de 2 o más, se debe verificar del trabajo realizado por el laboratorio a cargo, y todas las muestras que se analizaron durante ese período se deben volver a analizar hasta tanto el laboratorio resuelva los problemas.

El procedimiento que se grafica a continuación se basa en el supuesto de 5 muestras de "CC". Si el número de muestras de "CC" en un conjunto determinado no es múltiple de 5, se debe utilizar el número crítico apropiado en la tabla precedente para determinar el número inaceptable de desacuerdos.

Nro. de muestras de "CC"	Nro. Crítico de Discrepancias de muestras "CC"
5	2
6 a 8	3
9 a 14	4
15 a 20	5
21 a 25	6



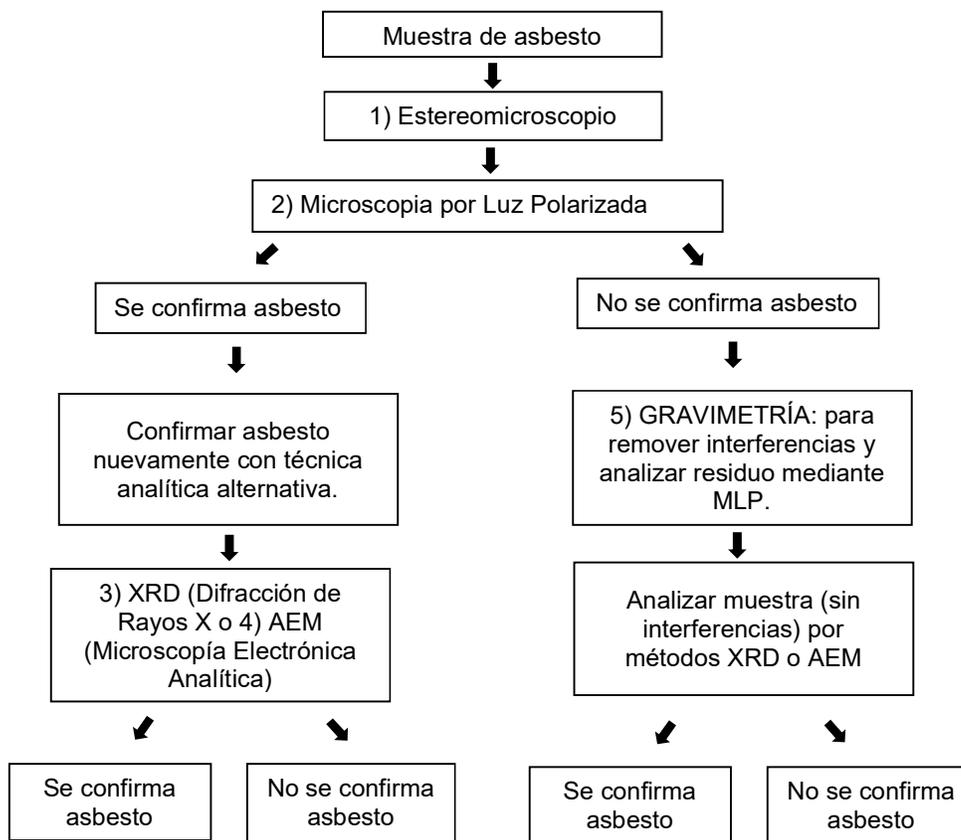
c) Procedimiento de Monitoreo de Control de Calidad de Muestreo para establecimientos con toma de muestras mayor a 100 (cien) muestras.



Finalizados los controles de calidad del muestreo realizado sobre materiales sospechosos de contener asbestos, se procede en la siguiente sección a describir el método de laboratorio por el cual se analizarán las muestras.

### 11.2.9 Sección I: Método de Análisis de Laboratorio para Estudio y Detección de Materiales con Potencial Contenido de Asbesto.

De acuerdo a la EPA (EPA/600/R-93/116, Julio 1993) el procedimiento para la identificación de fibras de asbestos en muestras de materiales típicos de establecimientos que se analicen en laboratorio debería responder al siguiente diagrama de flujo:



A continuación, se hace una breve descripción de cada una de las técnicas analíticas para la detección de asbestos en muestras. Cabe destacar que resultan de obligatoriedad las técnicas 1 y 2. Estas luego se pueden complementar con las técnicas 3, 4 o 5 de acuerdo a la situación que se presente de acuerdo al diagrama precedente.

#### 1) ESTEREOMICROSCOPIO

Se utiliza esta técnica para una evaluación preliminar de las muestras. Esta tarea resulta de obligatoriedad por la EPA.

Para el caso de materiales analizados de aplicaciones como baldosas, revestimientos de techos, etc. se requieren medidas de muestras de aproximadamente 6,5 cm<sup>2</sup>. En caso de análisis de muestras de material aislante de cañerías se requieren muestras de aproximadamente 15 cc. Para el caso de otros materiales como pinturas, masillas, adhesivos, estas muestras pueden ser de menor tamaño.

#### Aplicabilidad

Se aplica a todo tipo de muestras, pero tiene algunas limitaciones para algunos materiales, por ejemplo, para el caso de baldosas de pisos estas suelen contener tamaños de fibras de asbestos muy pequeñas y/o materiales de interferencia que no hace a esta técnica efectiva. El objetivo es determinar la homogeneidad de la muestra para el próximo análisis.

#### Rango de trabajo

El asbesto tiene que poder ser detectado en concentraciones inferiores al 1% por volumen de material muestreado, pero esta detección depende mucho del material que se trate y otras características como la matriz en la que se encuentre el asbesto ya que esto produce absorción e interferencias de rayos x, orientación del material en el análisis y las limitaciones del instrumental de trabajo.

### **Interferencias**

La detección de fibras de asbestos no es tarea sencilla cuando en la muestra se encuentren otras fibras no asbestiforme como por ejemplo fibra de vidrio, celulosa, en matriz las cuales pueden enmascarar otros componentes que puedan estar presentes como asbestos, o cuando las fibras puedan estar expuestas a acido ambiental, altas temperaturas, etc., condiciones que son capaces de alterar o transformar las fibras de asbestos.

### **2) MICROSCOPIA POR LUZ (MLP)**

En principio, antes de realizar estos estudios de laboratorio primero deben analizarse las muestras mediante estereomicroscopio para determinar la homogeneidad e identificación preliminar de la fibra de asbestos. Estas muestras luego pueden ser analizadas por la metodología MLP (microscopía por luz polarizada) para el análisis de las propiedades ópticas para confirmar la existencia de las fibras.

#### **Aplicabilidad**

Se utiliza un microscopio de luz equipado con dos filtros polarizados para observar las características de las muestras. El uso de una luz polarizada plana permite determinar ciertos índices de refracción que se relacionan específicamente a orientaciones cristalográficas para relacionarlas a un tipo de asbestos. No todos los minerales tienen la misma estructura cristalográfica. Los asbestos y las 6 (seis) variedades más utilizadas en la industria tienen estructura cristalográfica específica y pueden detectarse con esta técnica de laboratorio.

#### **Rango de trabajo**

El límite de detección para la determinación visual de partículas de asbestos por esta técnica está dado por la cantidad de muestra analizada, la naturaleza de la matriz de interferencia, la preparación de la muestra, y el tamaño y distribución de las fibras.

El asbestos puede ser detectado en concentraciones menores al 1% por área si se analiza el material suficiente. En caso de que se deseen analizar muestras provenientes de baldosas estas podrían contener fibras demasiado pequeñas (menores a 0.25  $\mu\text{m}$  de largo) para poder ser resuelto por MLP. Tener en cuenta que la detección de este tipo de fibras por este método no es posible.

### **Interferencias**

Muestras con contenidos de materiales fibrosos y no fibrosos, u orgánicos e inorgánicos son hallazgos típicos del análisis que pueden llegar a generar interferencias en la identificación y cuantificación del contenido de asbestos. Otra cuestión a tener en cuenta es la matriz/aglutinante, es decir, la matriz que contiene a las fibras de asbestos. Esta puede afectar el color de las fibras u oscurecerlas a tal punto de afectar las características ópticas enmascarando la verdadera identidad de la fibra.

La industria hizo uso de asbestos en masillas adhesivas. Estas son orgánicas, suelen ser solubles en líquidos y poseen índices de refracción que pueden generar interferencias cuando se hace la medición del índice de refracción del asbestos. También está la posibilidad de que partículas finas de otros materiales se adhieran a las fibras de asbestos generando confusión en la identificación.

### **3) XRD - Difracción de Rayos X**

#### **Aplicabilidad**

Se trata de la aplicación de rayos X sobre una estructura cristalina, en este caso, se refiere a la aplicación de rayos X sobre las muestras de minerales asbestiformes. Estos rayos cuando viajan por la estructura cristalina de un mineral son difractados por las distintas capas atómicas o moleculares características de ese mineral. Después de la inserción la intensidad de los rayos se puede evaluar ya que esto produce un patrón de difracción en forma de gráfico. Estos brindan información sobre los espacios entre los planos de la estructura cristalina del material que se analiza y esta característica (distancia entre planos) es específica para cada elemento cristalino. De esta manera se puede saber si se trata de minerales de asbestos por comparación de los patrones de difracción.

**Rango de trabajo:** permite el análisis de contenido de muestras con asbestos hasta de un 5% sin una preparación especial de la muestra. En caso de necesidad de una detección menor de una traza del 5% requiere una preparación especial de la muestra y procedimiento de análisis.

**Interferencias:** el problema de esta técnica en el análisis de minerales de asbestos y más específicamente en el análisis de la forma del mineral es que no determina morfología cristalina, esto hace que no pueda distinguir entre las variedades fibrosas y no fibrosas de asbestos serpentina y anfíboles, pero cuando se lo utiliza en forma conjunta con MLP es un método confiable para la caracterización de asbestos.

#### 4) AEM (Microscopía Electrónica Analítica)

Para el uso de esta técnica el analista debe comprar los resultados con la difracción característica para fibras de asbestos. El laboratorio debe poseer también un set de referencia de patrones para materiales con asbesto además de información cristalográfica y composición química para hacer la comparativa

##### **Aplicabilidad**

Esta técnica permite el análisis de fibras de asbesto friables y no friables. Se la utiliza cuando la muestra tiene una gran cantidad de interferencias, que son removidas, y que no se pueden analizar por MLP. Es muy utilizada para el caso de muestras de baldosas de piso, masillas y adhesivos.

##### **Rango de trabajo**

Depende de la muestra del material analizado. El límite superior es de 100% y la detección más baja puede ser de hasta 0.0001% dependiendo de las interferencias y la preparación de la muestra.

##### **Interferencias**

La presencia de una gran cantidad de otros materiales dada la matriz donde se encuentre contenida a la fibra de asbestos puede dificultar las tareas de identificación de estas fibras. Para el análisis deberían estar libre de estos materiales.

#### **11.2.10 Sección J: Procedimiento para Análisis Estadístico de Muestras Analizadas para Conformación de Existencia de Asbesto.**

Una vez que se establece la cantidad de muestras a tomar en el establecimiento, que se toman las muestras de "CC" para asegurar la calidad de los trabajos de análisis de laboratorio, que se envían al laboratorio para su análisis y se confirma su existencia el próximo paso en la gestión integral de asbestos es la confirmación en el resto de la superficie desde donde se obtiene las muestras y esto se realiza analíticamente mediante un método estadístico.

Se debe tener en cuenta que las muestras se obtienen de la porción de un total que se supone que contiene asbestos, pero para que se garantice que el total de muestras (que se determina por clase y cantidad de material) "con resultado positivo" representa al total del material en cuestión se debe aplicar un método de análisis estadístico que se desarrolla en esta sección. Se recomienda se acompañe como registro a todo el set de muestras de cada una de las plantas y/o sectores muestreados del establecimiento bajo protocolo.

Teniendo en cuenta que la técnica analítica de laboratorio no es perfecta, que existe error humano en el análisis de laboratorio y que la naturaleza del material con asbestos suele ser una matriz heterogénea, no perfectamente compuesta, los resultados de laboratorio para una misma área de muestreo pueden ser variados. Por este motivo se requiere de la aplicación del análisis estadístico de los resultados de laboratorio mediante intervalos de confianza.

El cálculo de intervalos de confianza del 90% permite proporcionar estimaciones internas del contenido de asbestos en cada área de muestreo. Es decir, si el muestreo se repite 100 veces y por cada uno de ellos se calcula un intervalo de confianza, entonces 90 de 100 intervalos de confianza para el área de muestreo en cuestión contendrá la concentración promedio real de asbesto.

En este procedimiento se pueden obtener tres posibles resultados:

- a) Si todo el intervalo de confianza **está por debajo del 1%** se debe concluir que el **asbesto no está presente**.
- b) Si el intervalo de confianza **está por encima del 1%** se puede concluir que el **asbesto está presente**.
- c) Si el intervalo de confianza tiene un valor del 1%, no se puede concluir que el **asbesto está presente o es incierto el contenido en el área de muestreo**. Se deben tomar muestras adicionales y verificar el resultado.

Para el cálculo de los intervalos de confianza se debe utilizar el valor del porcentaje de asbestos informado por laboratorio y se debe computar un intervalo de confianza para cada área de muestreo. En caso de que se dispongan de estudios cualitativos y no cuantitativos se puede hacer uso de los valores por tabla que establece la EPA para diversas aplicaciones.

El procedimiento estadístico debe estar registrado en una hoja de trabajo para cada área de muestreo siguiendo el procedimiento que se establece según lo recomendado por la EPA (EPA 560 13-80-017a, pág. 57 y 58, diciembre de 1980).

A modo de guía y para explicación del método se propone el siguiente ejemplo para un área de muestreo con requerimiento de 3 (tres) muestras:

**Paso 1.**

Registrar en una columna **A** los resultados de laboratorio con sus respectivos porcentajes y en una columna **B** el valor cuadrado de cada uno de los valores de la columna **A**, luego se suman los valores de la columna como se detalla a continuación:

Nro. de Muestra	A: Porcentaje de Asbestos	B: Cuadrado de la columna A
1	15	225
2	30	900
3	25	625
	<b>(A) 70 %</b>	<b>(B) 1750</b>

**Paso 2.**

**N** = valor de número de muestras, en este caso **3**.

**Paso 3. Cálculo de la Media (M)**

**M = A/N = 70/3 = 23,3 %**

**Paso 4. Cálculo de la varianza (V)**

Se utiliza para la medición de la precisión según la siguiente formula,

**V = 1/(N-1) x (B-(A<sup>2</sup>/N))**

**V = 1/(3-1) x (1750-(70<sup>2</sup>/3))**

**V = 58,3**

**Paso 5. Cálculo de la desviación estándar SD**

**SD =  $\sqrt{V}$**

**SD =  $\sqrt{58,3}$**

**SD = 7,63**

**Paso 6. Cálculo del Rango Medio (RM) que depende del número N**

**RM = SD x Constante\***

La Constante\* para diferentes números de muestras "N" es el siguiente:

Si el número N de muestras es:	El valor de la Constante* es:
*3	*1,69
5	0,95
7	0,73

Para el caso particular de N = 3 el valor de la Constante\* por tabla es 1,69

**RM = SD x Cte. = 7,63 x 1,69 = 12,89 %**

**Paso 7. Límites superiores e inferiores de confianza**

Estos se calculan por sustracción del Rango Medio (RM) desde la Media (M) para obtener así el Límite de Confianza Inferior, y agregando el Rango Medio (RM) a la Media (M) se obtiene el Límite de Confianza Superior, como se denota a continuación:

**\_Límite de Confianza Inferior (LCI) = M – RM = 23,3 % – 12,89 % = 10,41 % (LCI)**

**\_Límite de Confianza Superior (LCS) = M + RM = 23,3 % +12,89 % = 36,19 % (LCS)**

**Paso 8. Intervalo de Confianza (IC) del 90 %**

El intervalo de confianza del 90 % consta de todos los números entre los límites de confianza superior e inferior.

Entonces para un intervalo de confianza del 90 % se procede de la siguiente manera:

**90 % IC = ((LCI) 10,41 % ; (LCS) 36,19 %)**

**Paso 9. Obtención de conclusiones**

Si el 90 % del Intervalo de Confianza (IC)	después concluir que
está por debajo del 1 %	el contenido de asbesto está ausente
está por arriba del 1 %	el contenido de asbesto está presente
Contiene 1 %	el contenido de asbesto es incierto

Entonces, en relación al Paso 8 donde;

**90 % IC = ((LCI) 10,41 % ; (LCS) 36,19 %), se denota que este intervalo se encuentra**

**completamente por arriba del 1 %, entonces “se concluye que el asbesto está presente”.** LCI y LCS no pueden ser valores negativos y este método permite obtener estos valores, de ser así, se debe establecer el valor negativo como cero (0) ya que no es posible un valor de % de contenido de asbestos en la muestra.

#### **Paso 10. Máximo Valor Probable**

Para este caso en particular el Máximo Valor Probable (MVP) es igual el Límite de Confianza Superior (LCS) que para este caso es **36,19 %**.

Nota 1: se debe seguir el mismo procedimiento para el caso de mayor cantidad de muestras.

Nota 2: En caso de que se realicen estudios de laboratorio para solo conocer la existencia de contenido de fibras de asbestos en materiales (estudio cualitativo de asbesto) existe una opción de gestión más simple para que se conozca el porcentaje de asbestos en materiales característicos. Esta gestión consiste en verificar el porcentaje que la EPA publica en productos característicos con asbesto (EPA 560, Pág. C-2 y C-3, Marzo 1983).

#### **11.2.11 Sección K: Procedimiento para caso Afirmativo o Negativo de Muestras para Detección de Asbestos.**

Hasta las secciones que se definieron el presente propuesto para la Gestión Integral de Asbestos se brindan las herramientas para que se pueda establecer si existe o no materiales con contenido de asbestos en establecimientos y si se tratan de materiales “friables” o “no friables”. Conocer la friabilidad de los materiales resulta de importancia ya que esta característica indica la capacidad que tienen para liberar fibras de asbestos al ambiente.

##### **Procedimiento en caso afirmativo**

Cuando se confirma que el material sospechoso de contener asbestos es efectivamente asbesto, y además se trata de material friable, se deben tomar medidas prevención. Se aclara que si bien los materiales con asbestos no friables, es decir, que no tienen la posibilidad por si solos de liberar fibras al ambiente, son menos riesgos también se los debe considerar dentro de las medidas de prevención ya que trabajos que se realicen sobre estos materiales pueden generar liberación de fibras al ambiente, como ser golpes y/o vibraciones en tareas de demolición y/o remodelación.

Cuando se confirma la existencia de asbesto por pruebas de análisis de laboratorio el próximo paso en la gestión integral de asbestos es la *evaluación de potencial liberación de fibras al ambiente*. Esta evaluación permite establecer dos resultados. Le necesidad de tratar a los materiales con asbestos o registrarlos y monitorearlos hasta que sea necesario su retiro por tareas por ejemplo de demolición y/o remodelación.

Para el caso que resulte que los materiales se pueden conservar se debe establecer para su controlarlos un Programa de Operación y Mantenimiento. Este sirve para registrar las tareas necesarias y su frecuencia como se verá más abajo en la sección correspondiente.

##### **Procedimiento en caso negativo**

En caso de que no se confirme la existencia de asbesto, con toda la información precedente del protocolo, se debe documentar y se da fin a la gestión. No se requieren más acciones (EPA 560 5-83-002, pág. 3-6, Marzo 1983). Incluir gestión en el informe de no intervención.

#### **11.2.12 Sección L: Procedimiento de Evaluación de Riesgo Potencial de Liberación de Fibras de Asbesto al Ambiente de un Establecimiento.**

En la sección anterior se detalla cuáles son las medidas preventivas para las tres categorías de materiales con asbesto que se pueden caracterizar en un establecimiento, siendo estas; a) *Aplicaciones Superficiales*, b) *Materiales para Aislaciones Térmicas* y c) *Materiales Mezcla*.

El paso siguiente en el Protocolo para la Gestión Integral de Asbestos es el de estudiar las condiciones del material y la posibilidad que tiene de liberar fibras al ambiente del establecimiento mediante el procedimiento de esta sección que se denomina **“Evaluación del Riesgo Potencial de Liberación de Fibras al Ambiente de un establecimiento”** para obtener como resultado la “Técnica de Control” más adecuada. Las Técnicas de Control se desarrollan en la siguiente sección.

Esta evaluación permite resolver las siguientes preguntas:

¿Es necesario el retiro de materiales con asbestos cuando se los identifican?

¿Cuándo se considera necesaria la aplicación de una Técnica de Control?

¿Cuál es la Técnica de Control más adecuada que se puede utilizar?

Al respecto, cuando el material con asbesto se lo identifica se propone en esta sección que no necesariamente sea retirado, sino que primero sea evaluado para que se decida la técnica de control más adecuada. Esta evaluación se realiza mediante el análisis de distintos factores como

ser; *tipo de material, estado físico, acceso* y otras condiciones de contorno que se desarrollan más abajo.

Se propone para la evaluación el desarrollo de un método numérico basado en el análisis de los factores propuestos por la EPA (EPA, Octubre-1982-, Junio-1985 y Enero-2009). Estos factores se listan en una tabla para evaluarlos con parámetros sencillos como se muestra más abajo para obtener un resultado.

Los factores a evaluar son los siguientes:

1. Estado de conservación del material.
2. Característica de la protección física del material.
3. Accesibilidad
4. Grado de exposición a la circulación de aire.
5. Grado de exposición a choques y/o vibraciones.
6. Grado de daño por humedad.
7. Friabilidad
8. Contenido de asbesto

A continuación, se detalla a cada uno de los factores con sus respectivos parámetros para que se puedan evaluar.

### **L1 Valorización de factores**

#### **1. ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL MATERIAL**

El estado de conservación del material o condición del material es el indicador más importante que permite evaluar si se liberaron fibras o si se liberarán en el futuro. En la evaluación de la condición del material se debe verificar: la calidad de la instalación, la adherencia del material con asbesto al sustrato subyacente, la presencia de deterioro y daño por vandalismo o cualquier otra causa. Otros indicadores del mal estado del material son la evidencia de escombros en superficies horizontales, material colgante, trozos desprendidos, raspaduras o agrietamientos.

El material que contiene asbesto se puede deteriorar como resultado de la calidad de la instalación, por factores ambientales que pueden afectar la fuerza adherencia o deterioro de manera accidental por choque accidental con los materiales.

El deterioro del material también se puede evidenciar como resultado de la acumulación de polvo en superficies, delaminación o decapación del material (es decir, separación de capas), o por una falla adhesiva del material que se evidencia visualmente cuando se separa del sustrato, se desprende, o se observa caída al suelo.

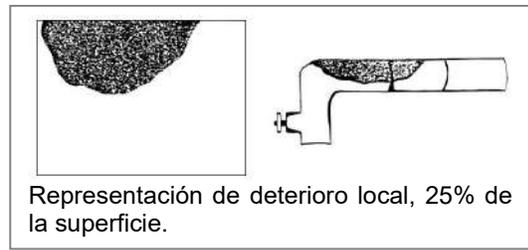
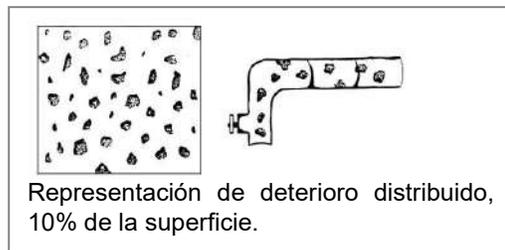
Los parámetros que se le otorgan a este factor para darle un valor está dado por 3 (tres) niveles:

**1.a) Bueno:** significa que el material está sin deterioro o daños visibles. El material está intacto y sin signos de deterioración. **Valoración = 0**

**1.b) Moderado – pequeñas áreas:** significa que por medio de la inspección visual y del contacto físico con el material se denota que el 10% o menos el material se encuentra con la capa superficial en mal estado, desgastada, perforada y/o con signos de humedad distribuido uniformemente. También aplica este parámetro cuando el deterioro se representa en un 25% pero de manera localizada. **Valoración = 2**

**1.c) Malo:** se considera de esta manera cuando se dan cualquiera de las siguientes condiciones. Que la capa superficial no se encuentra adherida o cuya capa superficial se denota decapada (desprendimiento de capa superficial) y distribuida de manera uniforme en una porción superior al 10% y/o que esta condición se denote de manera local en un 25% de la superficie. La segunda condición se refiere a que se denoten manchas de agua/humedad con grietas, perforaciones, desgaste o deterioro distribuido uniformemente en la superficie superior al 10% y/o el mismo estado, pero localizado superior al 25%. **Valoración = 5**

Se describe gráficamente estas condiciones de distribución uniforme del 10% o 25% localizado con los siguientes ejemplos para una mejor aplicación:



Nota: imágenes de Manual EPA (Inspección de Asbestos, Enero 2009).

## 2. GRADO DE DAÑO POR HUMEDAD.

Los daños por agua generalmente son causados por goteras en el techo, esto se da particularmente en edificios con techos planos o de losa de hormigón. Los tragaluces también pueden ser fuentes importantes de humedad. El daño por agua también se puede generar por fugas de cañerías o por alta humedad por inmediaciones a piscinas, vestuarios y/o baños.

La humedad tiene un efecto sobre los materiales en buenas condiciones con asbesto que es el de alterar las capas superficiales, se genera un efecto de delaminación, es decir, eliminación de una capa fina superficial, de aquellos materiales el asbesto friable. De esta manera se aumenta la potencial de liberación de fibra cuando se disuelve y se lava el aglutinante. Se denomina aglutinante a aquella a la porción de material sin asbestos friable que contiene a las fibras de asbesto, como puede ser yeso. El agua que genera el efecto de humedad también puede actuar como medio de suspensión para transportar las fibras de asbesto a otras áreas donde se pueden quedar suspendidas en el aire.

Se debe inspeccionar el área en busca de signos visibles de daño por agua, como puede ser decoloración o manchas en el material que contiene asbesto. Se debe verificar también manchas en paredes o pisos, pandeo de las paredes o pisos; o áreas donde piezas del material que contiene asbesto se han separado en capas o se han caído.

Se requiere una inspección minuciosa y esto se debe a que si bien la humedad puede generar manchas solo en un área determinada el daño por este efecto puede tener consecuencias a posterior en áreas mucho más grandes. Por este motivo se deben re-inspeccionar a futuro para verificar si el efecto de la humedad afectó áreas mayores.

**2.a) Bajo:** se considera así cuando no se registran manchas o evidencias de que el material se modifica por efecto de la humedad. No debe existir evidencia de daños por humedad de antigua data. **Valoración = 0**

**2.b) Medio:** se considera así cuando se registra en áreas pequeñas, suelo adyacente y/o paredes leves manchas de humedad. Además, no se debe registrar caída de material (por efecto de la humedad) y la superficie del material no debe estar afectada en más del 10% de la superficie. **Valoración = 1**

**3.c) Alto:** se considera así cuando se registra que la humedad desplaza parte del material con asbesto de la superficie haciendo que el mismo se desprenda o potencialmente se encuentra por caerse, o más del 10% de la superficie del material se encuentra afectada.

El efecto de la humedad puede generar que las fibras de asbesto sean transportadas desde el material que contiene asbesto por el agua cuando se produce evaporación y las fibras se depositan en otras superficies. **Valoración = 2**

## 3. SUPERFICIE DE ÁREA EXPUESTA Y PROTECCIÓN FÍSICA DEL MATERIAL

La característica de la protección física del material se trata de un factor que permite evaluar si el material con contenido de asbesto identificado tiene disponible una algún tipo de protección que permita protegerlo de golpes, choques y otros factores que permitan la liberación de fibras al ambiente.

Los parámetros que se le otorgan a este factor para darle un valor se dividen en 3 (tres) niveles:

**3.a) Protección cerrada:** se considera esta clasificación cuando la protección o cerramiento permite aislarlo de la corriente de aire circundante. Es decir, que el material posee una protección cerrada que impide la circulación de aire entre el material con asbesto y el lugar donde se encuentra alojado. Incluye cuando el material tiene una protección cerrada. **Valoración = 0**

**3.b) Existe protección, pero no es cerrada:** se trata de protecciones que no ofrecen un cerramiento total del material con asbesto donde se encuentra alojado respecto a la circulación de aire. Es decir, dispone de un cerramiento por no es totalmente estanco, sino que es registrable, se puede acceder de alguna manera al material. El 10% o menos del material se encuentra expuesto. **Valoración = 1**

**3.c) No existe protección física que impida llegar al material y además es registrable.** El hecho de que sea registrable se aclara se refiere a que es visible al profesional. Del 10% al 100% del material se encuentra expuesto. **Valoración = 4**

#### 4. ACCESIBILIDAD

Si el material con asbesto puede ser alcanzado por los usuarios del establecimiento o personal de mantenimiento ya sea de manera directa o indirecta o por impacto con objetos usados en el área, se considera que los materiales están accesibles y sujetos a contacto accidental o intencional y consecuente daño.

La evidencia sobre la accesibilidad a los materiales con asbesto se puede evaluar cuando se denotan marcas, impactos, golpes sobre estos materiales.

Se incrementa la accesibilidad cuando estos materiales se encuentran en las cercanías de instalaciones como sistema de calefacción, ventilación, luces y/o plomería. Estas instalaciones requieren de mantenimiento periódico y/o reparación por tal motivo se puede incrementar la accesibilidad al material. Es decir, si se registran materiales que contienen asbesto que pueden ser alcanzados por operarios de la construcción o personal de mantenimiento, ya sea de manera directa o indirecta por impacto de objetos utilizados como herramientas de manera accidental o intencional, es probable que a futuro el material sea perturbado.

Se dice que se tiene acceso al material cuando se lo puede observar. No es accesible si posee alguna barrera física sin daños y con poca probabilidad de que la misma sea removida por el motivo que sea. Se considera que el material está accesible al margen de la altura a la que se encuentre dentro del establecimiento.

Las actividades y conductas de los ocupantes del establecimiento también se deben evaluar en función del estado de accesibilidad que se cuente en el establecimiento en relación a los materiales con asbesto, por ejemplo, actividades relacionadas a la actividad física con el uso de pelotas u otro tipo de elementos que puedan generar daño. Se deben tener en cuenta otras actividades y condiciones similares. Las fibras tienen la posibilidad de moverse en el área afectada o en otras cercanas.

Si el material que contiene asbesto se encuentra detrás de una estructura como cielo raso suspendido o falso techo, se debe hacer una inspección minuciosa sobre el estado del techo suspendido, también la probabilidad y/o frecuencia de acceso al mismo ya sea por tareas de mantenimiento o similar. Se considera al material con asbesto expuesto si el espacio entre el falso techo y bajo techo es una cámara de aire (no posee ductos independientes). Los techos suspendidos con rejillas u otros espacios abiertos deben considerarse como material expuesto y accesible siempre que se detecten asbestos en dichas instalaciones.

Los parámetros que se le otorgan a este factor para darle un valor se dividen en 3 (tres) niveles:

**4.a) No accesible:** significa que un material puede estar localizado sobre cielo raso suspendido o cubierto por ductos o cañerías (cubriendo al material). En este caso los ocupantes del establecimiento no pueden entrar en contacto con el material. Es decir, es una buena condición. Son casos típicos de estas condiciones el asbesto aplicado bajo losa y cubierto por techo suspendido. Este nivel podría incluir áreas como oficinas administrativas, librería, aulas u otro tipo de uso donde no se puedan registrar actividades que pueden generar daños físicos en los materiales del lugar. **Valoración = 0**

**4.b) Acceso parcial o raramente accesible:** se trata para aquellos materiales a los que se acceden de manera no frecuente y esporádica por cuestiones relacionadas a mantenimiento y/o reparaciones relacionadas a los sistemas de calefacción, iluminación y/o montaje de equipamiento sobre dichas instalaciones. Se aclara que se trata de accesos al material por medio no habituales y/o frecuentes. Se suele dar esta situación en reparaciones de instalaciones que se encuentren sobre cielo raso suspendido como ser; reparaciones de cañerías, recambio de luminarias, recambio de dispositivos de protección contra incendios, etc.

En esta situación los ocupantes del establecimiento raramente pueden entrar en contacto con el material u objetos pueden llegar a generar daños físicos al material con asbesto.

**Valoración = 1**

**4.c) Accesible:** se trata de aquellos materiales cuyo contacto con ellos es frecuente, por ejemplo, por tareas de mantenimiento. En este nivel las zonas suelen registrarse actividades que pueden generar perturbaciones y/o daño físico sobre materiales. Se considera en esta sección las tareas de mantenimiento, salas de máquinas u otras actividades recreativas. **Valoración = 4**

## 5. ACTIVIDAD Y/O MOVIMIENTO

El nivel de actividad y movimiento dentro de un establecimiento que contiene materiales con asbestos puede afectar potencialmente la estructura física del material y el nivel de re-suspensión de fibras que se pierdan desde dichos materiales. No se deben considerar solo los movimientos causados como consecuencia de las actividades dentro del área en cuestión sino también las actividades y movimientos desde otras fuentes como puede ser vibraciones desde ambientes adyacentes.

Cuando se evalúa el nivel de actividad no se debe considerar solo aquellos que se puedan generar por los ocupantes transitorios o permanentes del establecimiento sino también por el movimiento que generen otras fuentes como ser el sonido (música, ruido, etc.). Estos pueden poner en movimiento ondas de aire a ciertas frecuencias. A medidas que estas ondas de sonido impactan sobre el material que contiene asbestos puede hacerlo vibrar y contribuir a la potencial liberación de fibras en el área. Obviamente, la potencial liberación en estos sectores es mayor que en el resto del edificio. Otras fuentes a considerar pueden ser las vibraciones por equipos mecánicos, medios de transporte, incluso cercanías a aeropuertos. Estas situaciones pueden contribuir a la potencial liberación de fibras al ambiente.

El nivel de actividad puede ser bien descrito identificando el propósito del área y estimando el número de personas que ingresan al sector en un día típico.

Los parámetros que se le otorgan a este factor para darle un valor se dividen en 3 (tres) niveles:

**5.a) Actividad y/o movimiento baja o nula:** en este nivel podría incluir áreas como de uso administrativo, bibliotecas, aulas de enseñanza o similar donde las actividades y el personal involucrado suele tener comportamiento y/o las actividades comprendidas son de carácter pasivas o no activas o destructivas.

Se considera en este nivel a los materiales que se encuentren localizados dentro de instalaciones de cielo raso suspendido o instalaciones similares. El cielo raso suspendido no debe estar dañado o sus placas desplazadas del lugar original o con faltantes.

El material que contiene asbestos no está expuesto a daños mecánicos y no es susceptible de ser degradado directamente por los ocupantes.

El personal de mantenimiento trabaja menos de una vez al mes cerca de la ubicación que contiene asbestos. **Valoración = 0**

**5.b) Actividad y/o movimiento moderada:** en este caso el material que contiene asbestos no está expuesto a daños mecánicos, pero está ubicado en un lugar muy frecuentado por las personas (actividad laboral, mantenimiento, etc.). Además, el servicio de mantenimiento trabaja una vez al mes o una vez por semana cerca de la ubicación del material que contiene asbestos. Para el caso de materiales cubiertos con cielo raso está la posibilidad de que los paneles hayan sido removidos y/o existen espacios que podrán permitir el paso de fibras al ambiente.

Las actividades de esta nivel también incluye a las vibraciones indebidas que se puedan producir en pasillos, aulas u otras áreas de uso común. **Valoración = 1**

**5.c) Actividad y/o movimiento alto:** en este caso las actividades dentro del local o en el exterior pueden generar vibraciones o choques directos en el material que contiene asbestos al encontrarse en una zona pública y ser accesible a cualquier persona del establecimiento. El servicio de mantenimiento trabaja más de una vez por semana cerca de la ubicación del material con asbestos. Este nivel también hace referencia las tareas recreativas en gimnasios o si el material se encuentra cerca de pasillos, cafetería de acceso al público, auditorios u espacios similares. **Valoración = 2**

## 6. GRADO DE EXPOSICIÓN A LA CIRCULACIÓN DE AIRE.

Para el análisis de este factor se debe tener en cuenta si en el establecimiento existe cámara aire o ductos que son que se utilizan en los sistemas de aire acondicionado centralizado. Si bien estos pueden ser ductos también se utilizó el espacio real entre el bajo techo y el techo suspendido. Por estos sectores se registra el paso de corriente de aire. El aire en movimiento puede erosionar cualquier material que contenga asbestos en estos sectores.

Al evaluar este factor el responsable debe verificar si en el establecimiento se cuenta con ductos, cavidades o similar que sean utilizados para la circulación de aire. Se debe hacer esto desde y hacia los equipos de calefacción y/o refrigeración verificando la presencia de rejillas de ventilación o salidas que dirijan el flujo del aire sobre materiales con asbestos registrado.

Se deben tener en cuenta cuando se realizan tareas de mantenimiento ya estas pueden alterar el material con asbestos liberándolo o erosionándolo haciendo que el mismo pueda circular con la corriente de aire.

Los parámetros que se le otorgan a este factor para darle un valor se dividen en 2 (dos) niveles:

**6.a) Sin exposición:** se considera así cuando no se registran ductos de aire y/o corriente de aire directa sobre los materiales con asbesto. No existen ni aberturas ni sistemas de ventilación mecánica forzada y/o similar dentro de la zona evaluada. **Valoración = 0**

**6.b) Con exposición:** se considera así cuando se registra un sistema de ventilación mecánica forzada y/o similar dentro de la zona evaluada pero la salida de aire, rejillas, bocas u otro tipo de salida de aire similar es tal que no afecta directamente sobre la superficie del material con asbesto o cuando no se registra sistema de ventilación o similar pero la zona evaluada posee ventilación no forzada, por ejemplo, mediante aberturas, o se registra sistema de ventilación de aire dentro de la zona evaluada y los dispositivos de salida de aire se encuentran de tal forma que afectan directamente al material que contiene asbesto. Se avalúa así también cuando el local presenta una o varias fachadas abiertas al exterior que sean susceptibles de crear situaciones con fuertes corrientes de aire.

Para este caso en particular se deben observar sobre los materiales con asbestos rastros o patrones de polvo depositados por una corriente de aire en las superficies próximas a los difusores de suministro de aire en techos, equipos de aire acondicionado centralizado y/o cualquier elemento mecánico que genere movimiento de aire en la zona con asbesto. Esto permite denotar la existencia de flujos de aire sobre los materiales con asbesto. También incluye la presencia de escombros en estos sitios. Esta situación más la existencia de equipos que generen flujo de aire representan una mala situación. En el caso de los ductos verificar la presencia de escombros en su cercanía, incluye la inspección sobre cielo raso suspendido y/o todo tipo de superficies expuestas.

Para el caso de calderas y cañerías u otros elementos de calefacción verificar la existencia de estos equipos y equipos de provisión de aire en un mismo sector. Esta situación suele darse en sala de máquinas ya que son lugares recurrentes de emplazamiento de dichos equipos.

**Valoración = 1**

## **7. FRIABILIDAD**

El término friabilidad, como se mencionó, aplica para los materiales que se pueden desmoronar, pulverizar o reducir a polvo por la presión de la mano. Para poder evaluar la friabilidad del material estos deben ser manipulados manualmente. Los materiales con contenido de asbestos pueden variar en relación al grado de friabilidad. Cuanto más friable sea el material más posibilidad tiene de liberar fibras al ambiente y contaminar. Los materiales aplicados sobre superficies en forma de asbesto rociado son generalmente más friables que las aplicaciones en forma de revoque, como se realiza de manera similar en operaciones de revoque fino de paredes. Otras aplicaciones de materiales friables son las utilizadas como materiales aislantes en calderas y cañerías y/u otros equipos de refrigeración.

En el caso de los materiales no friables y de manera contraria a la definición de friabilidad, se considera a los materiales no friables a aquellos que no se pulverizan y que no se pueden degradar con la simple presión de las manos. Estos materiales se pueden representar, por ejemplo, en aplicaciones de asbestos en materiales más rígidos como fibrocemento, baldosas y adhesivos, otros productos similares.

Para los materiales que sean muestreados y que se confirme la presencia de asbesto la evaluación de este factor puede resultar en cualquiera de los siguientes parámetros.

Los parámetros que se le otorgan a este factor para darle un valor se dividen en 4 (cuatro) niveles:

**7.a) No friable:** se considera a estos a los materiales que no pueden ser dañados por la presión de las manos. Para poder modificar físicamente al material se requiere de herramientas con filo. Se trata de materiales duros. **Valoración = 0**

**7.b) Baja friabilidad.** Es difícil, pero posibilidad de dañar el material por presión manual. El material puede ceder en caso de impacto contundente. Si se trata de material cemento granular o similar y es alterado físicamente (raspado o acción similar) puede generar restos de material en forma granular (trozos) pero no polvo. **Valoración = 1**

**7.c) Moderada friabilidad.** Se trata de materiales que son bastante fácil de romper por presión manual y/o pulverizar. El material se puede remover en piezas pequeñas o grandes. Cuando se frota la superficie tiene la capacidad de liberar residuos en forma de polvo. **Valoración = 2**

**7.d) Alta friabilidad.** El material se deshace cuando se manipula. Se consideran en este caso a los materiales que al frotar las superficies los mismos pueden liberar fácilmente polvo, se denote a simple vista un decapado superficial y/o restos de material colgante. En casos más severos el material puede desintegrarse y caer por gravedad sin ejercer presión manual o puede ceder simplemente entrando en mínimo contacto con el mismo. **Valoración = 3**

### 8) CONTENIDO DE ASBESTO (% total presente)

La medición de este factor no puede realizarse solo con una inspección visual, sino que debe estar relacionado con los estudios de laboratorio. Se propone para la evaluación de este factor la confirmación de los análisis de laboratorio sobre el contenido de asbesto y los valores de porcentaje difundidos por la EPA para con las aplicaciones de asbestos comunes solicitadas e informadas por la industria.

A mayor porcentaje de asbesto son más las fibras que se pueden liberar al ambiente. Este factor se utiliza para establecer prioridades a la hora de llevarse a cabo acciones sobre otras áreas con asbestos en un establecimiento, pero con porcentajes menores. Esto no significa que este factor se considera totalmente determinante, sino se deben analizar en conjunto con el resto de los factores.

Los parámetros que se le otorgan a este factor para darle un valor se dividen en 3 (tres) niveles:

**8.a) Porcentaje menores a 1%:** todos los materiales con contenido de asbesto menor al 1% no se tiene en cuenta en el presente protocolo. La EPA propone que dispongan de gestión más que su informe y registro. **Valoración = 0**

**8.b) Porcentaje entre 1 y 50%:** estos materiales suelen estar representados por revestimientos de techos y paredes con materiales como cementos con asbesto y/o yeso con asbesto. **Valoración = 2**

**8.c) Porcentaje de 50 a 100%:** estos porcentajes suelen estar representados por aplicaciones como material aislante de calderas y cañerías (envoltura exterior), y las aplicadas en forma de rociado. **Valoración = 3**

Para este factor en particular se propone hacer uso de las tablas difundidas por la EPA sobre el contenido de asbestos de los materiales tipo de construcción utilizados en secciones anteriores.

### L.2 Cálculo de Número de Exposición E

Finalizada la descripción de cada uno de los factores y los parámetros para su evaluación se describe la metodología que brinda como resultado la necesidad de que se apliquen técnicas de control sobre los materiales evaluados. Para lo mismo se propone el algoritmo utilizado por la EPA que se detalla a continuación y que permite calcular el "Número de Exposición" (E):

EVALUACIÓN DE RIESGO POTENCIAL LIBERACIÓN DE FIBRAS DE ASBESTOS AL AMBIENTE DE UN ESTABLECIMIENTO								
Material evaluado: Nro. Orden, Planta y Muestra								
Nro. Factor	Factor	Valoración del factor			Valor otorgado	Cálculos	Valor	Total
1	Estado de conservación de material	0	2	5		$\Sigma A$		
2	Grado de daño por humedad	0	1	2				
3	Superficie de área expuesta y protección física del material	0	1	4				
4	Accesibilidad	0	1	4				
5	Actividad y/o movimiento	0	1	2				
6	Grado de exposición a la circulación de aire	0		1				
7	Friabilidad	0	1	2	3			
8	Contenido de asbesto (% total presente)	0	2	3		Producto B		
NRO. DE EXPOSICIÓN (Nro. E) =						(Producto B) x ( $\Sigma A$ ) =		

Respecto al “Número de Exposición E” se debe tener en cuenta que este proceso de evaluación de potencial liberación de fibra al ambiente es una herramienta para decidir la técnica de control más adecuada, no brinda un valor que se relaciona con la potencial cantidad de fibras de asbesto en el ambiente de un establecimiento y la exposición al mismo. El número de exposición (E) es un valor que da como resultado la técnica de control más adecuada cuando se lo compara con la *Escala de Toma de Decisiones*.

Se aclara que este sistema propuesto surge como consecuencia del desarrollo y experiencia de la EPA por estudios realizados en establecimientos escolares, en estos se tomaron en consideración las características de las fibras de asbestos y los factores de evaluación mencionados precedentemente. En síntesis, no solo permite denotar una potencial exposición sino también la selección más apropiada para el método correctivo y establecer prioridades ya que hay situaciones que se indica que deben remediarse y otras que pueden postergarse.

Para llevar a cabo el sistema de evaluación se deben desarrollar los siguientes pasos:

- 1) Asignar un valor numérico para cada uno de los 8 (ocho) factores de la tabla precedente.
- 2) “SUM-A” se refiere a la sumatoria de cada uno de los valores que se otorgan a los parámetros de los factores 1 a 6.
- 3) “Producto-B” se refiere al producto entre los valores que se otorgan a los parámetros de los factores 7 y 8. El valor obtenido se usa para multiplicar al valor obtenido en paso anterior (SUM-A)
- 4) Obtención del Nro. de Exposición (Nro. E)

Nro. E = SUM-A x Producto-B, siendo:

SUM-A = sumatoria de los valores obtenidos para los factores de 1 a 6.

Producto-B = producto entre los valores obtenidos para los factores 7 y 8.

- 5) Se compara el *Número de Exposición (Nro. E)* con la *Escala de Toma de Decisiones*.

Se aclara que esta metodología propuesta por la EPA es para ayuda del profesional en la selección de la decisión más adecuada. Además, un cálculo de exposición más preciso debe considerar factores como la duración de la exposición y las características de la población. Este método no incluye estos factores. No se encuentra dentro del alcance de este protocolo propuesto.

Este valor denominado “Nro. E” puede resultar entre **0 y 162**. A mayor valor de “Nro. E” mayor es la potencial liberación de fibras al ambiente del establecimiento y por lo tanto más peligrosa es la situación. Finalmente, al Nro. E se lo compara con la *Escala de Toma de Decisiones*.

Se aclara que el área a evaluar es cualquier parte del establecimiento sometido al protocolo donde los factores se pueden aplicar de manera uniforme, a modo de ejemplo, si en un mismo ambiente se observan dos situaciones, una donde la superficie afectada es inaccesible y otra donde la accesibilidad es muy fácil, entonces se deben evaluar como dos áreas diferentes, y la evaluación a su vez pueden dar dos resultados distintos.

### **L.3 Uso de Escala de Toma de Decisiones**

El número de exposición (Nro. E) obtenido en el paso anterior se lo compara con la *Escala de Toma de Decisiones*. Esta escala permite seleccionar el tratamiento más adecuado para cada una de las áreas de materiales evaluados. Pueden ser tratamientos cuya modalidad se divide en 2 (dos) grupos; a) ex -situ o b) in-situ/Acción Diferida. Cada uno de estos grupos representan distintas técnicas y/o modo de operación y mantenimiento que se desarrollan más abajo.

La *Escala de Toma de Decisiones* responde a 4 (cuatro) tipos de acciones y se establece un rango de “Nro. E” que se utiliza para representa a cada una de ellas. Es decir, Nro. E. calculado en el paso anterior se lo compara con los rangos que se establecen para cada tipo de acción y así se determina cuál es la acción más conveniente. No siempre el retiro de los materiales con asbesto es la mejor opción cuando se lo caracteriza por este motivo se propone esta metodología de evaluación que permite otras opciones.

Para comprender la modalidad de evaluación se citan los siguientes ejemplos. Para el caso donde se registre un “Nro. E” igual a “60” esto indica claramente que el asbesto debe ser removido. Pero en el caso de un resultado de “Nro. E” igual a “10” se propone una acción de remediación local (in-situ) o Acción Diferida. Respecto a la opción de *Acción Diferida* se hace referencia con este término a la posibilidad de retrasar una acción de tratamiento sobre material que se encuentra en buen estado y/o que son materiales del tipo no friables (que no se pulverizan fácilmente). Esta evaluación permite establecer prioridades de tratamiento.

En resumen, "Nro. E", se lo puede utilizar para:

- a) Determinar la decisión más adecuada sobre materiales identificados en cuanto a la técnica de control a aplicar.
- b) Establecer prioridad en la gestión de intervención. A mayor Nro. E, mayor prioridad de intervención.
- c) Determinar cuándo una acción correctiva puede ser diferida o iniciada.

Continuando con la metodología, el número "Nro. E", se lo debe comparar con la *Escala de Toma de Decisiones*, y esta presenta 4 (cuatro) acciones posibles;

### **Acción correctiva 1: ENCAPSULACIÓN/ACCIÓN DIFERIDA**

#### **Encapsulación**

Existe un amplio rango de números de exposición (Nro. E) donde la aplicación de un sellador puede ser una solución satisfactoria. La aplicación de selladores es efectiva cuando se trata de extensas superficies expuestas (factor 3) y existe un bajo número para el resto de los factores evaluados. Se debe tener en cuenta que esta acción no se recomienda para las siguientes situaciones:

\_ Cuando se registran daños severos por acción de la humedad (factor 2),

\_ Si el material posee alta accesibilidad (factor 4).

#### **Acción diferida**

Es un término que se utiliza retrasar acciones sobre materiales con asbesto. Los motivos por los cuales se puede tomar esta decisión, además de lo que se menciona precedentemente, es debido a que el material se puede encontrar en buenas condiciones físicas y de contorno y/o poseer características de materiales no friables (materiales que no se degradan fácilmente).

En ambas acciones, los materiales se deben someter a un tratamiento continuo de Operación y Mantenimiento hasta tanto los materiales sean removidos por necesidad (remodelación/demolición) o degradación natural.

***El rango para estas acciones es de "0 a 12". Es decir, si el "Nro. E" se encuentra en este intervalo son posibles las acciones.***

### **Acción correctiva 2: CERRAMIENTO**

Se debe tener en cuenta que esta acción no se recomienda para las mismas situaciones que se detallan para la encapsulación (factores 2, 3 y 4).

***El rango para estas acciones es de "10 a 50". Si el "Nro. E" se encuentra en este intervalo es posible la acción.***

### **Acción correctiva 3: REMOCIÓN**

Esta acción correctiva es la única que ofrece una solución completa. Se considera apropiada en los sectores donde se registren como resultados problemas de "Nro. E" elevados. Se debe tener en cuenta que esta acción no se recomienda para situaciones relacionadas a remoción de material es de difícil accesibilidad. La tarea de remoción debe ser técnicamente factible de poder llevarse a cabo.

***El rango para estas acciones es de "> a 40". Si el "Nro. E" se encuentra en este intervalo es posible la acción.***

Por último, la gestión indica que de todos los resultados posibles se generen informes. El informe de intervención se relaciona cuando se implementan tareas de reducción de asbesto como la remoción o reparación (si es un daño menor). El informe de no intervención se relaciona cuando se implementan tareas de tratamiento in situ como encapsulamiento/acción diferida y/o cerramiento. Estas últimas, se deben someter a programas de Operación y Mantenimiento como se detalla más abajo en la sección correspondiente.

Está la posibilidad también de que se registren materiales con asbesto que cuentan con tratamiento previo al inicio de una gestión integral. Estos materiales también deben ser informados y evaluados para verificar posibilidad de tratamiento de Operación y Mantenimiento y/o retiro.

### **11.2.13 Sección M: Informe de Intervención y No Intervención.**

En esta sección se propone definir el concepto de "intervención" "no intervención". La intervención hace referencia a cuando los materiales son sometidos a tratamiento de reducción y retiro. En cambio, la no intervención no solo se refiere al NO retiro de los materiales, sino que también reúne las siguientes condiciones:

1. Zonas relevadas con resultado negativo de materiales con asbesto.
2. Zonas relevadas con resultado positivo de materiales con asbesto que no serán retirados y serán tratados in situ o de manera diferida mediante programas de Operación y Mantenimiento porque su evaluación así lo determina.
3. Zonas relevadas con resultado positivo de materiales con asbesto o materiales que se tratan de manera previo al inicio del protocolo que no serán retirados y no serán tratados in situ porque su evaluación así lo determina su evaluación.

De esta manera se deja constancia de todos los materiales gestionados con informe de lo mismo.

### **11.2.14 Sección N: Técnicas de Control para Materiales con Asbesto.**

De acuerdo a lo que se desarrolla en la sección L, Evaluación del riesgo potencial de liberación de fibras al ambiente del establecimiento, esto da como resultado la aplicación de Técnicas de Control sobre los materiales con asbesto caracterizados. Estas técnicas se describen a continuación.

Las técnicas de control de asbesto se dividen en dos grupos:

- a) In situ: representado por las técnicas de Encapsulamiento y Cerramiento.
- b) Ex situ: remoción.

A continuación, se desarrolla cada una de las técnicas con sus fundamentos básicos.

#### **Grupo A – In situ: a.1) ENCAPSULAMIENTO/ACCIÓN DIFERIDA** **ENCAPSULAMIENTO**

En el caso de que la evaluación del riesgo determine como resultado que el número de exposición (Nro. EXP) se encuentra entre 0 a 10 se puede optar por el método de acción correctiva denominado encapsulamiento. La encapsulación es un método de tratamiento del tipo *in situ*. Brinda la opción de tratamiento en el mismo lugar donde se caracterizan los materiales con contenido de asbesto sin necesidad de ser retirados del establecimiento.

La técnica del encapsulamiento se refiere a la pulverización de los materiales con contenido de asbestos con un sellador. Esta técnica tiene la finalidad de que se sellen y se fijen las partículas de asbestos a la matriz en la que se encuentra. Esta solución no aporta resistencia mecánica considerable al material, por lo tanto, no es aconsejable si el material puede estar expuesto a golpes durante su uso en el edificio.

Se debe tener en cuenta que la aplicación por pulverización puede provocar el desprendimiento del material y emitir fibras al aire, por tal motivo, se deben realizar pruebas de idoneidad in situ del producto químico y del sistema de aplicación antes de su colocación. También se debe establecer la durabilidad del tratamiento y las tareas de Operaciones de Mantenimiento que se deban realizar a posterior. Se tiene que tener en cuenta que la aplicación de esta técnica no se trata de solo una simple aplicación de sellador o látex. Solo se trata de una corrección temporaria. Existen 2 (dos) tipos de encapsulamiento. En el primero la técnica puede consistir en unir los constituyentes de un material que contiene asbesto entere sí a su sustrato. El producto utilizado debe asegurar que se alcance "todo el espesor" del material con asbesto hasta la estructura donde se encuentre alojado. La segunda opción consiste en formar solo una capa encapsulante resistente y flexible en la cara exterior del material. Sin atravesar "todo el espesor" del material. No es fácil la selección del sellador acorde al material caracterizado, y para cada uno de los dos tipos se pueden obtener distintas ventajas. Los selladores que tienen la función de atravesar el material pueden tener distintos grados de inserción, aproximadamente, de entre 13 y 32 mm. Otros selladores tienen la finalidad de formar capas superficiales, sin atravesar el material y pueden formar una protección superficial cuyas características varían en los grados que pueden otorgar flexibilidad y resistencia a la abrasión.

La EPA realizó pruebas en más de 100 selladores donde se evaluaron distintos criterios como; resistencia al impacto, propagación de llamas, generación de humo, liberación de gases durante la posible combustión y la fuerza de adhesiva/cohesiva al sustrato. De todas formas, si bien se realizaron estudios por parte de la EPA el sellador a utilizar debe ser testeado por varios días en campo en una sección pequeña del material. Se deben probar varios encapsulantes hasta obtener la mejor selección.

La pintura de látex también se puede utilizar como sellador, pero dependerá también del material donde se aplicará. Esta técnica está limitada para el caso de materiales cementosos granulares. Si se va a usar pintura de látex, se debe seleccionar una marca con un alto contenido porcentaje

por peso, al menos 60 por ciento y de al menos 20 por ciento en peso de resina. En los trabajos de encapsulación, la pintura se debe aplicar considerablemente más espesa que la recomendada por el fabricante. La experiencia de la EPA en la aplicación de esta técnica sugiere que la cobertura no debe superar los 10 metros cuadrados por cada 4 litros aproximadamente.

Se sugiere que si los selladores se aplican con equipos de pulverización el aire a presión tiene que ser regulado. Se debe tener en cuenta que cuando se aplica el sellador por pulverización, el impacto de este sobre el material con asbesto puede producir liberación de fibra durante la aplicación. Sobre este detalle técnico se establece que la pistola de aplicación debe ubicarse a 8" (20 cm aaprox.) de la superficie donde se aplica la pintura. El caudal de bombeo puede ser de 300 PSI (21bar) y la cantidad de pintura a utilizar es de 700 cm<sup>3</sup> por cada 900 cm<sup>2</sup>.

Respecto al recinto donde se encuentren los materiales con asbestos que se quieren encapsular estos se pueden aislar mediante una barrera conformada por una capa simple de polietileno en pisos, techos y/o paredes (dependiendo la zona a tratar), selladas en las uniones con cinta adhesiva.

Se recomienda que se aplique una capa en forma de niebla, luego una capa completa aplicada en un ángulo de 90 grados en la dirección de la primera cuando se utilice sellador aplicado a presión. Para el caso de aplicación de pintura de látex también se puede hacer con rodillo de forma manual.

Se debe tener en cuenta que el tratamiento de encapsulamiento puede ser tan costoso como el tratamiento de retiro. La ventaja de esta técnica es que no tiene costo adicional por sustitución de los materiales, pero se debe considerar inversión de mano de obra para re-inspección de los materiales tratados y re-aplicación periódica de sellador. Esta metodología de tratamiento se debe acompañar con programas de Operación y Mantenimiento sostenido en el tiempo como se detalla más abajo. A consideraciones también se debe sumar que dichos materiales tratados a futuro podrían ser removidos por necesidad de remodelación y/o demolición.

Se deben tener registros precisos y detallados sobre el tipo de materiales que se utilicen y la naturaleza del material y el sustrato que se encapsule, y alcance de los trabajos. Esta información es necesaria para evitar la liberación no intencional de fibras durante tareas de remodelación y/o demolición.

Los selladores que se utilizan suelen contener polímeros de látex a base de agua, resinas epoxi solubles en agua y polímeros basados en disolventes orgánicos de varios tipos.

Un sellador efectivo debería poseer las siguientes características:

1. Evitar la dispersión de fibras adhiriéndose al sustrato fibroso (al material donde se lo aplica) con suficiente penetración para que se evite la separación del sellador del material con asbesto.
2. Poseer suficiente flexibilidad para adaptarse a la atmósfera de la estructura donde se lo aplica a lo largo del tiempo.
3. Debe tener características ignífugas y un bajo índice de emisión de humos y gases tóxicos.
4. De fácil aplicación y preparación para personal no especializado.
5. El sellador no debe ser tóxico en su aplicación.
6. Debe tener cierta permeabilidad al vapor de agua para evitar acumulación de condensación y resistencia a los agentes de limpieza común.
7. Debe tener una adecuada estabilidad a la intemperie y al envejecimiento.

Si bien existe una sección específica para el análisis de riesgo de liberación de fibras donde se estudia y se evalúa el estado del material, se sugieren las siguientes recomendaciones sobre la aplicación de selladores:

- Se debe aplicar cuando la eliminación virtual no es posible, por ejemplo, en materiales densos y duros, como pueden ser mezclas de asbesto y cemento (productos de fibrocemento o aplicaciones similares).
- No instalarlo en materiales sujetos a daño físico, por ejemplo, vandalismo, actividades deportivas, mantenimiento de rutina o uso general del edificio.
- Materiales que pueden estar expuesto a daños por agua o existan antecedentes de goteras en techo.
- problemas de plomería o acumulación de condensación; o
- Materiales que estén potencialmente sujetos a fuertes de vibraciones estructurales por ejemplo por recintos cercanos con equipos pesados en funcionamiento.

La ASTM ha desarrollado estudios también fundados en dos principios:

1. Se realizan pruebas para demostrar si el encapsulante tiene un funcionamiento aceptable en ambientes libres de asbesto.
2. Pruebas de campo en sectores donde se puede considerar si la técnica de encapsulación es

aceptable en la matriz del producto que contiene asbesto.

Se aclara que la norma ASTM solo brinda información sobre cuál podría ser el encapsulante más recomendable una vez que se decidió sobre la aplicación de la técnica. No brinda recomendaciones o ayuda sobre la decisión de la aplicación de la técnica o no.

Al margen de los estudios realizados por la ASTM, la EPA brinda también una guía metodológica para la prueba de encapsulantes con mayores especificaciones (EPA – Oficina de sustancias Tóxicas, Febrero de 1981).

### **ACCIÓN DIFERIDA**

Es un término que se utiliza retrasar acciones sobre materiales con asbesto. Los motivos por los cuales se puede tomar esta decisión, además de lo que se menciona precedentemente, es debido a que el material se puede encontrar en buenas condiciones físicas y de contorno y/o poseer características de materiales no friables (materiales que no se degradan fácilmente).

En ambas acciones, los materiales se deben someter a un tratamiento continuo de Operación y Mantenimiento hasta tanto los materiales sean removidos por necesidad (remodelación/demolición) o degradación natural.

### **Grupo A - In situ: a.2) CERRAMIENTO**

El cerramiento consiste en la instalación de un recinto, una barrera entre el material que contiene asbesto y el área de actividad. Esto implica la necesidad de que se realicen tareas donde se realicen tareas de taladrar o anclar partes sobre superficies de materiales con asbestos. Esto a su vez genera la liberación de fibras al ambiente.

El diseño de una obra de cerramiento debería cumplir con las siguientes premisas:

- La estructura donde se monte la estructura de cerramiento debe poder soportar la nueva estructurada incorporada como cerramiento.
- La nueva estructura debe ser resistente a los impactos y debe estar bien ensamblada para cumplir con la hermeticidad necesaria.
- El cerramiento puede realizarse de madera, paneles de yeso sellado en las uniones y/o metal.
- No se considera como cerramiento a la instalación de cielo raso suspendido por ejemplo para materiales con asbesto aplicado en superficies de bajo techo.
- Se deben tener en cuenta que si se realizan el cerramiento esto no puede incluir sistemas de cañerías (plomería), instalaciones eléctricas o mecánicas que requieran ser inspeccionadas con periodicidad por cuestiones de mantenimiento. De ser así, esto podría generar liberación de fibras de asbestos al ambiente del establecimiento.
- Se debe garantizar que en la zona no exista daño por agua.
- Detrás de las barreras de contención que se creen no deben existir instalaciones del sistema de aire acondicionado y ductos que puedan transportar fibras.

Si bien se crea una barrera de contención se debe tener en cuenta que detrás de la misma las fibras de asbestos se pueden continuar acumulando. El acceso a estos sectores implica tomar medidas de seguridad de protección para con las personas.

Se entiende que la evaluación del riesgo potencial de liberación de fibras al ambiente puede dar como resultado la aplicación de la técnica que se desarrolla en esta parte de la sección, pero en la práctica no es de las más utilizadas por las incertidumbres en su eficacia a largo plazo, dado a que se requiere del monitoreo de aire en el tiempo. La creación de un cerramiento no siempre puede darse, y depende de las características del material y la forma en la que se encuentre el material con asbesto. Este tipo de aplicaciones pueda darse en instalaciones térmicas donde suelen confinarse pequeñas áreas de materiales con asbesto en cañerías para evitar la remoción, o en cuerpo de calderas, siempre que la condición del material los permita.

### **Grupo B - Ex situ: Remoción**

La remoción requiere del desarrollo de técnicas y estas a su vez están relacionadas con el tipo de material que se requiere remover cuando su evaluación así lo indica. Se recuerda que la categoría de materiales con asbestos, de acuerdo a la EPA, se dividen en tres categorías: a) *Material de Aplicación Superficial*, b) *Materiales Aislantes de Sistemas Térmicos* y c) *Materiales Mezcla para diversos usos*. Dependerá del material que se requiera remover la técnica de remoción a utilizar.

Se detallan más abajo las especificaciones técnicas a tener en cuenta en caso de tareas de remoción para cada una de las categorías en las que se puede presentar el material con asbesto.

#### **b.1) Métodos de Remoción, Disposición y Reemplazo para categoría de materiales a y b**

Esta técnica es la más compleja debido a que se requieren diversos parámetros para que se pueda implementar. Para el desarrollo de la misma se compila las recomendaciones realizadas por la EPA en diversas guías técnicas ya que a la misma se fue modificando en el tiempo con

mejoras. La base del desarrollo de la técnica se construye por las recomendaciones de la EPA según guías metodológicas 560/5-85, 560/5-83, 560/5-85-019, 340/1-90-019 e INRS, Fr., 2019. Existen dos formas de remoción de asbestos. La misma se puede realizar en forma húmeda o seca. Se detallarán ambas a continuación dado que los requisitos son distintos. La diferencia entre cada uno de ellos tiene que ver con la potencial liberación de fibras al ambiente y los equipos necesarios para su control.

#### **b.1.1) Remoción de asbesto en forma húmeda**

En la remoción de asbesto en forma húmeda se procede a la correcta humectación de asbesto rociado sobre la superficie para su posterior remoción. Esta técnica tiene la ventaja de reducir la puesta en suspensión de partículas y la desventaja de generar un mayor volumen de residuo por el uso de materiales humectantes y la de no poder ser utilizada en caso de que exista riesgo eléctrico y no se pueda aislar con total seguridad.

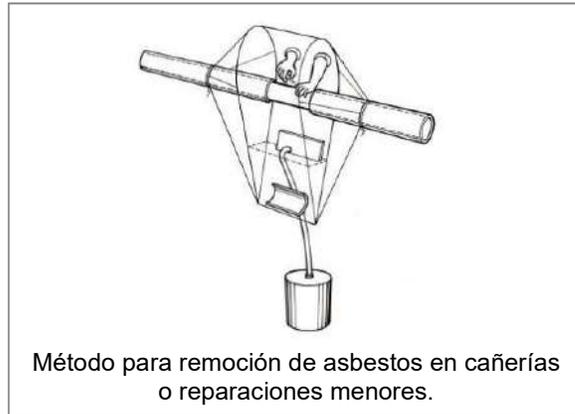
En el caso de remoción de aplicaciones de asbesto superficiales, es decir, asbestos que se aplica en forma conjunta con otros materiales en superficies planas, el procedimiento a seguir de manera general es el siguiente:

- Antes de la remoción los materiales primero se deben someter a un tratamiento de humectación. Esto consiste en tratar a los materiales con una solución de agua y un agente humectante para reducir la liberación de fibras. Se exceptúa de este procedimiento a la variedad de asbesto "amosita" porque este material suele no absorber agua y/o agua con agentes humectantes. La EPA propone como composición para conformar la solución el 50 % de polioxietileno ester y 50% polioxietileno eter. Se debe mezclar 30 cm<sup>3</sup> de agente humectante por cada 4 litros de agua. De todas formas, los agentes humectantes deben ser probados sobre los materiales a retirar mediante pruebas de adsorción. En caso de que los materiales a retirar no adsorban al agente humectante se debe implementar otra modalidad de remoción. Esta modalidad es en forma seca. Este tipo de remoción es más compleja debido a que se requiere de mayor seguridad ya que se estima que se genere una mayor liberación de fibras al ambiente dado a que el material se encuentra en estado seco.
- Los materiales con asbestos se deben colocar en bolsas de polietileno de alta densidad preferentemente 60 µm. Las bolsas luego se pueden colocar en barriles metálicos de 200 ltrs para mayor seguridad cuando sean dispuestos en rellenos de seguridad.
- Las medidas de protección para los trabajadores que realizan estas tareas se rigen bajo los conceptos de la OSHA. No forma parte de este protocolo el desarrollo de conceptos de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
- Un incumplimiento en las barreras de contención es una exposición peligrosa para los ocupantes del establecimiento por tal motivo debe ser solucionado de manera inmediata. Si se utiliza sistema de presión negativa en forma conjunta con filtros de alta eficiencia (HEPA) para hacer circular aire desde el interior del área de trabajo a una zona exterior puede brindar protección incluso si parte de la barrera de contención está levemente deteriorada. Se aclara que los sistemas de presión negativa consisten en el uso de extractores de aire de bajo volumen con filtros HEPA.
- En caso de utilizarse la metodología de remoción en húmedo se debe prever doble barrera de plástico de polietileno para evitar que el agua con agente humectante traspase dicha barrera. El material sobrante debe ser filtrado ya que se considera por sí solo como residuo peligroso.

#### **b.1.2) Remoción de asbesto en forma húmeda de pequeña escala**

Este tipo de técnica de remoción se utiliza para reparaciones a pequeña escala de cañerías con material aislante de asbesto (Material aislante de Sistema Térmico). Suele presentarse este tipo de situaciones en cañerías de instalaciones térmicas como puede ser calderas y cañerías. Se utiliza para trabajos donde se requiere el retiro de una pequeña porción del material aislante con asbesto y reparación, o cuando se lo reemplaza por otros materiales, siempre para pequeños tramos. Luego de esta técnica se deben realizar actividades de Operación y Mantenimiento, con o sin remoción de materiales.

Específicamente se usa para reparar juntas abiertas o áreas envueltas o enyesadas (mezcla de yeso y asbesto) que están dañadas y/o áreas alrededor de válvulas y bridas. No es utilizado para aplicaciones de asbestos superficiales, pisos, techos y paredes.

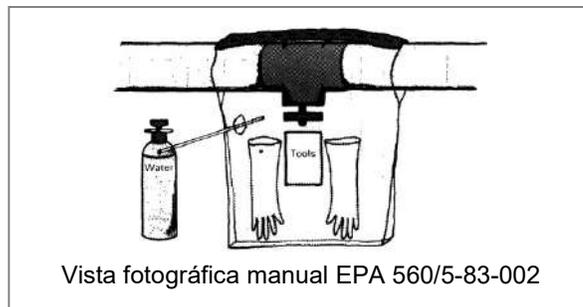


El material aislante de sistemas térmicos puede constituirse de muchas formas como ser mezclas calcáreas de magnesia y asbestos, envoltura de asbestos fibroso preformado, fieltro de fibra de asbestos, papel corrugado y cemento aislante. Se debe tener especial atención de que estos materiales se pueden encontrar con una cubierta protectora (revestimiento) hecho de tela, cinta, papel, metal o cemento. Respecto al cuerpo de la caldera generalmente se suelen cubrir con una mezcla de asbestos y cemento y/o similar.

Este revestimiento técnicamente, por ejemplo, para el caso de calderas y cañerías, se utiliza para evitar la liberación espontánea de fibras y ayuda a proteger contra vibraciones, impacto físico o daños por agua. Existe un problema con estas instalaciones y es que no todas las partes de las redes de distribución de vapor o agua caliente son fácilmente accesibles, y además las altas temperaturas pueden hacer que la reducción sea una tarea muy difícil en caso de que por cuestiones operativas las instalaciones deban permanecer en funcionamiento.

En caso de daños menores en las instalaciones se puede optar por la reparación y/o reemplazo por materiales de iguales características técnicas, pero si se deben quitar grandes porciones de material se debe adoptar las mismas medidas que para el caso de asbestos aplicado en instalaciones superficiales mencionadas precedentemente. Es decir, se deben adoptar las medidas para la creación de las barreras plásticas de contención y la protección completa para el trabajador. Esto se determina mediante la evaluación de la condición del material.

Sobre el material a quitar de la cañería se procede al uso, como se ve en la figura, de bolsa con orificio sellados para el acceso manual y el uso de herramientas. Estas bolsas se colocan alrededor del aislamiento de la cañería que se retirará y se sella con cinta adhesiva. En el interior de dicha contención el trabajador debe tener una segunda bolsa que le permitirá quitar el aislamiento sin exposición a las fibras de asbestos. También se puede agregar una abertura lateral para poder utilizar un dispositivo para humedecer el asbestos previo y durante el retiro para disminuir las fibras de asbestos en suspensión y hacer uso de aspiradora con filtros HEPA. Otro prototipo de bolsa es como la que se presenta a continuación.



En el caso de una remoción total de las cañerías con asbestos se puede proceder por quitar una pequeña sección de material aislante, por ejemplo, de una pulgada de ancho y luego se utiliza ese espacio para cortar la cañería en longitudes que sean más fáciles de manipular. Se debe envolver toda la cañería en bolsas polietileno de alta densidad.

### **b.1.3) Remoción de asbesto en forma seca mediante Sistema de Presión Negativa (confinamiento dinámico)**

A comparación de la metodología anterior la remoción en forma seca, que tiene la función de remoción de material con asbestos por impacto, tiene la desventaja de generar una mayor liberación de fibras al ambiente y por este motivo las tareas de remoción requieren de tomar mayores medidas en cuanto al control de partículas en suspensión en el ambiente interior. Para lo mismo, además de las medidas de contención se requiere de equipamiento que generen presión negativa. A todo el equipamiento necesario para la remoción por este medio se lo denomina Sistema de Presión Negativa para Abatimiento de Asbestos.

#### **b.1.3.1) Introducción del sistema de presión negativa**

Este sistema tiene la función de generar que la presión estática en un área de trabajo cerrada a descontaminar sea más baja que la del ambiente exterior, fuera de las barreras de contención. Este gradiente de presión se mantiene moviendo el aire desde el área de trabajo hacia el ambiente exterior fuera de la zona de trabajo. Esto se realiza mediante un equipo motorizado que tiene la finalidad de generar un el flujo de aire necesario para mantener este gradiente de presión. El aire que se libera de la barrera de contención (recinto que se construye en el área de trabajos) se hace circular por medio de filtros de alta eficiencia HEPA para eliminar las fibras de asbesto.

El uso del sistema de presión negativa tiene la ventaja de prevenir una fuga masiva de partículas de asbestos en caso de que las barreras de contención se averíen, también reduce la concentración de asbesto en aire en la zona de trabajo por dilución al aumentar la tasa de ventilación de aire limpio, es decir, introduce aire limpio exterior. Mejorar la calidad de aire en la zona de trabajo permite aumentar la productividad de remoción dado a que brinda mayor comodidad para la ejecución de las tareas.

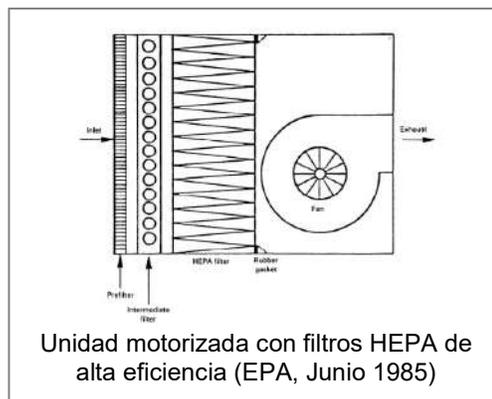
#### **b.1.3.2) Materiales y equipamiento necesario para el Sistema de Presión Negativa**

##### **Unida motorizado portátil con filtros HEPA (Extractor/Depresor)**

Esta se encarga de generar una menor presión dentro de la zona de trabajo que fuera de la misma durante la remoción de asbesto.

Como se denota más abajo en la figura este equipo consta de un gabinete y aberturas en cada extremo. Una para la entrada de aire y otra para salida. Dentro del gabinete se sitúa el ventilador y el porta filtro. El ventilador tiene la función de filtrar aire contaminado desde la zona interna del recinto a descontaminar y descargar aire limpio mediante la zona de escape fuera del recinto.

Específicamente el gabinete se requiere que sea sólido, robusto y de una dimensión menor a 80 cm que permita que sea transportado por los ambientes pasando por el ancho de normal de puertas. Tiene que ser sellado para evitar que se emita polvo que contenga asbesto durante su uso, transporte y mantenimiento. Debe tener fácil acceso para el reemplazo de filtros y ruedas para su transporte.



#### **Especificaciones técnicas de la unidad motorizada con filtros HEPA**

##### **Ventiladores**

El ventilador de cada unidad motorizada tiene que tener el tamaño adecuado para extraer el flujo de aire deseado a través de los filtros HEPA y generar una caída de presión estática determinada. La unidad completa debe tener una capacidad de trabajo de aire de 28 a 56 m<sup>3</sup>/min en condiciones de filtro limpio y debe ser del tipo centrífugo. Pero en caso de que se necesite mayor

potencia se presenta está la posibilidad de diseñar un solo sistema más potente que en lugar del uso de varias unidades pequeñas. Para este caso la capacidad del sistema con filtros se puede calcular de la siguiente manera;

$Carga\ Total\ (m3/min) = Volumen\ de\ aire\ (m3) \times Aire\ (cambios/hora)/60\ (min/hora)$

En caso que se requiera la ventilación de áreas de trabajo más pequeñas se pueden utilizar unidades de menor capacidad (menor de 28 m3/min) que se equipan con ventiladores y filtros de tamaño adecuado. La ventilación adecuada se puede lograr por varias unidades.

#### **Filtros**

El filtro final debe ser de alta eficiencia del tipo HEPA. Cada filtro debe tener una capacidad de al menos 31 m3/min de flujo soportado. Debe estar completamente sellado en todos los bordes y poseer un marco rígido. Las dimensiones pueden ser de 60 ancho x 60 alto x 30 profundidad en centímetros. La eficiencia debe ser de al menos 99,97%. Se recomienda que a estos filtros se los acompañe con prefiltros de baja eficiencia para partículas mayores a 10 µm y un segundo prefiltro de 5 µm para mejorar la vida útil de los filtros HEPA.

#### **Instrumental de seguridad**

Deben poseer manómetros que permitan detectar la caída de presión a través de los filtros cuando los mismos se comienzan a saturar y que permita controlar su reemplazo. La presión estática a través de los filtros aumenta a medida que los mismos se cargan de polvo afectando la capacidad de la unidad para mover aire filtrado.

#### **Set up y uso del equipamiento**

##### **Determinación de la ventilación requerida para el área de trabajo**

Le EPA recomienda que el sistema de presión negativa en proyectos de abatimiento de asbesto tenga una tasa de renovación de aire en el interior del recinto que debe ser de 1 (uno) Cambio de Aire por cada 115 minutos. Respecto al cambio de aire se refiere a los m3 del recinto donde se está realizando el abatimiento y se obtiene multiplicando el área del piso por la altura al techo. Por lo tanto, el Flujo de Aire Total necesario (m3/min) para el área de trabajo donde se está realizando la descontaminación se calcula dividiendo el volumen del recinto sobre la Tasa de cambio de aire recomendada siendo la misma de 1 (uno) cambio de aire por cada 15 minutos.

En resumen;

$Total\ de\ flujo\ de\ aire\ Necesario = Volumen\ del\ área\ de\ trabajo\ (m3) / 15\ minutos$

De esta forma el número de unidades necesitadas para la aplicación está determinada por la división del flujo total de aire calculado precedentemente dividido por la capacidad de cada unidad de extracción. De esta manera;

$Número\ de\ unidades\ de\ flujo\ de\ aire\ necesitadas = [Total\ flujo\ de\ Aire\ Necesario\ (m3/min)]/[Capacidad\ de\ Unidad\ de\ Extracción(m3)]$

\*la capacidad de la unidad de extracción dependerá de la ofrecida por el fabricante.

##### **Localización de las Unidades de Extracción**

Se deben colocar de forma tal que el aire de reposición que ingresa a la zona de trabajo atraviese la misma tanto como sea posible. Las unidades de extracción se pueden ubicar en el piso, cerca de puertas y/o ventanas. El extremo de la unidad o su conducto de escape se tiene que colocar a través de una abertura en la barrera de plástico que se debe instalar en la zona de trabajo. El plástico alrededor de la unidad o conducto se debe sellar con cinta.

El flujo de las unidades de extracción, es decir, el aire filtrado tiene que tener salida al exterior del edificio. De ser necesario se instalarán tramos de ductos, rígidos o flexibles, dirigidos hasta la abertura exterior más cercana.

Se deben prever entradas de aire adicionales para evitar crear un diferencial de presión mayor que pueda generar la rotura de la cobertura plástica que cubre la zona de trabajo. Estas entradas de aire deben quedar habilitadas mientras funcione el sistema de presión negativa y cerradas cuando el mismo esté fuera de servicio. Las entradas de aire se pueden realizar sobre la misma cobertura plástica y lo más lejos posible de la zona de donde se ubiquen los depresores. Estos dispositivos tienen la función de regular el exceso de depresión que pueda existir en la zona de abatimiento. Se debe considerar también que en estos sistemas y durante una jornada de abatimiento la depresión dentro de la zona de trabajo no tiene un valor fijo sino que el mismo va fluctuando dentro de un margen aceptable mínimo y máximo como se detalla más abajo en el ejemplo práctico.

##### **Reemplazo de filtros**

Estos deben ser accesibles para su reemplazo desde el interior de la zona de trabajo. La vida útil de los filtros dependerá del nivel de contaminación que haya en la zona de trabajo. Durante su uso los filtros se cargarán de polvo, esto aumentará la resistencia al paso de flujo de aire de esta manera disminuye la capacidad de manejo de caudal de aire de la unidad de extracción y

los valores de depresión. De esta manera, para determinar cuando se deben cambiar los filtros se mide la diferencia de caída de presión entre condiciones de filtro limpio – filtro cargado.

El sistema de filtros está compuesto por tres tipos de filtros; prefiltro, filtro intermedio y el filtro principal, que es el de menor tamaño de poro.

Cuando se registra una caída de presión superior a  $2,04 \times 10^{-3}$  bar se debe reemplazar primero el prefiltro y considerarlo como residuo peligroso. En caso de que la caída de presión continúe en la misma condición anterior, se debe reemplazar el filtro intermedio y también considerarlo como residuo con asbesto. Por último, el filtro de alta eficiencia HEPA se debe reemplazar en caso de que con los recambios de filtros anteriores no se reponga los valores de normales de presión. En caso de que se decida el reemplazo del filtro HEPA en primera instancia, también se deben reemplazar los prefiltros y filtros intermedios.

Los filtros se cambian con el sistema funcionando y el resto de las unidades de extracción en uso. De esta manera se mantiene controlado el movimiento de partículas y su filtrado mediante del resto de las unidades en funcionamiento.

#### **Uso del sistema de presión negativa**

El sistema debe ser encendido justo antes del inicio de las tareas de remoción, antes de iniciar cualquier tipo de acción sobre materiales con contenido de asbestos. Comenzadas las tareas de descontaminación las unidades deben funcionar de manera continua hasta que se completen las tareas de descontaminación. Las unidades no se deben apagar hasta finalizar la descontaminación o hasta que finalice la jornada de trabajo. Teniendo en cuenta que el sistema trabaja con valores de depresión bajos el dispositivo de medición de presión debe ser sensible a los leves cambios de presión para asegurar el correcto seguimiento de los parámetros normales de trabajos. En caso que se genere una falla eléctrica y el sistema no funcione los trabajos se deben suspender y no reanudarse hasta que se restablezca la energía y las unidades comiencen a funcionar nuevamente. Siempre que sea posible todo el sistema debería estar acompañado de un dispositivo que brinde energía en caso de falta de suministro energético.

Finalizadas las tareas de remoción y una vez que se haya realizado la limpieza a fondo de pisos, paredes y la lámina plástica que conforma al recinto de contención propiamente dicho del sistema este debe permanecer en funcionamiento hasta 4 hs posterior a la finalización de los trabajos debido a que las fibras en suspensión de asbestos tienen la capacidad de permanecer por largo períodos de tiempo.

#### **Consideraciones generales para la remoción**

##### **Alcance de los trabajos de remoción**

Se debe especificar el alcance de los trabajos identificando cada una de las áreas donde se confirma la existencia de asbesto. Se recomienda que los sectores se registren en croquis con detalle de la ubicación y un dibujo aproximado de la zona. Se aclara que lo desarrollado en esta sección se debe cumplir para cada una de las zonas del edificio donde se haya confirmado la existencia de asbestos mediante pruebas de laboratorio.

##### **Protección al trabajador**

Se debe proveer protección respiratoria para el trabajador de acuerdo a las reglamentaciones de higiene y seguridad en el trabajo de jurisdicción. Si se utilizan máscaras con filtros descartables se deben provisionar los necesarios para su recambio. Los filtros recambiados se gestionan como residuos peligrosos. Se debe proveer a los trabajadores conjuntos de ropa de seguridad suficiente para cubrir cuerpo, cabeza y pies, además de protección para los ojos. Todo lo relacionado a ropa descartable tiene que ser desechado como residuo con asbestos cuando se finalicen los trabajos. En el caso de los elementos de reutilización como los lentes de protección, se deben limpiar cuidadosamente. Los elementos con que se limpien también forman parte de los residuos peligrosos. Los visitantes de obra deben cumplir con los mismos requisitos de protección. Al personal que intervenga en las tareas de remoción se le debe proporcionar la siguiente información que debe estar publicada y claramente visible:

- Cada trabajador o personal autorizado antes de ingresar a la zona de trabajos debe removerse la ropa de calle en un cuarto de cambio de ropa limpia, se debe colocar la ropa y elementos de protección antes del ingreso a la zona de trabajo.
- La descontaminación del trabajador y del personal visitante se debe realizar cada vez que se deja el área de trabajo. Se procede retirando toda la ropa de trabajos y manteniendo la protección respiratoria. Proceder al cuarto de ducha, se limpia el exterior de la máscara, se retiran los filtros y al finalizar la descontaminación se disponen los filtros como residuo. Este procedimiento se debe repetir por cada vez que el personal abandone el área o se realizan las paradas de obra por relevos.
- El calzado de trabajo que se encuentre contaminado se almacenará en la sala de

equipos cuando no se utilice en el área de trabajo. La ropa de trabajo de seguridad contaminada se podrá mantener en la sala de equipos para su reutilización o se puede disponer como residuo. El calzado de seguridad también se puede disponer como residuo cuando finalicen las tareas de remoción.

- Los trabajadores que se encarguen del retiro de los elementos contaminados como basura deben ingresar al recinto con las mismas condiciones de seguridad que los trabajadores que realizan la descontaminación siguiendo las mismas medidas de seguridad.
- En la zona de trabajo se debe prohibir comer, tomar, fumar, masticar goma de mascar. Estas actividades se deben realizar fuera de la zona de descontaminación.
- Mientras se preparen los sistemas de recinto de descontaminación se deben mantener todas las recomendaciones de seguridad en la vestimenta y los elementos de protección personal, durante la descontaminación y hasta que se finalicen los trabajos.

#### Protección del establecimiento

- Se deben proveer particiones temporarias en el establecimiento a descontaminar con el fin de que el resto del edificio pueda seguir en uso, y corredores libres y seguros desde y hacia el establecimiento para los ocupantes.
- Se debe proteger al edificio de los daños que se puedan producir como consecuencia de las tareas propias de remoción, humectación y la provisión de todo el equipamiento necesario para las tareas.

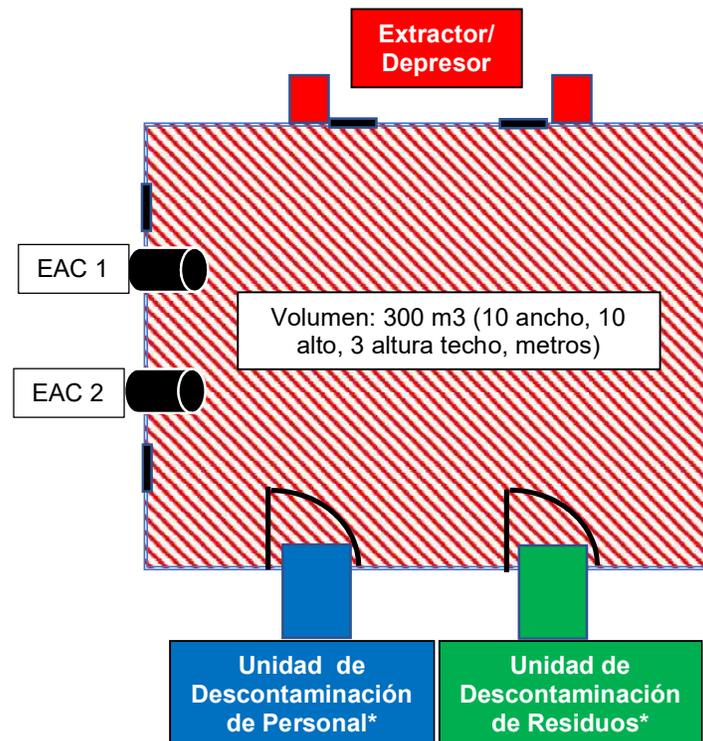
(Fuente de base teórica: EPA 560/5-85-024, Junio 1985, Cap. 5, y complementado y actualizado por INRS, Fr., 2018).

#### Implementación de abatimiento mediante Sistema de Presión Negativa (confinamiento dinámico). Ejemplo práctico y cálculos generales de primera instancia.

La implementación de este sistema de abatimiento no es tarea sencilla y se requiere del seguimiento de los pasos que se detallan a continuación:

##### Esquema general del Sistema de Presión de Negativa para remoción de asbestos

En este ejemplo se plantea un esquema básico para descontaminación de un área de trabajo con detalle de cada uno de los componentes.



Zona y material a descontaminar: dependerá de la zona en la que se caracterice al material con asbesto que puede ser en piso, techo, paredes o una instalación en particular como una caldera y sus cañerías. En este caso la zona roja representa la superficie del piso a desmontar por contenido de asbesto.

Unidad de Descontaminación Personal y de Residuos: estas unidades tienen la función de permitir el ingreso y descontaminar al personal al finalizar cada jornada. La misma función para el caso de los residuos. Permite la descontaminación exterior del recipiente que los contenga para su transporte a relleno de seguridad.

EACM - entradas de aire de compensación controlada: estas unidades se deben dimensionar y dependerá del valor de depresión recomendada en la zona de trabajo y el volumen del recinto.

Depresores: son unidades de extracción de aire con un flujo preestablecido. Se describieron anteriormente.

Continuando con el dimensionamiento del equipamiento necesario para realizar la descontaminación, se detalla paso a paso el cálculo un ejemplo:

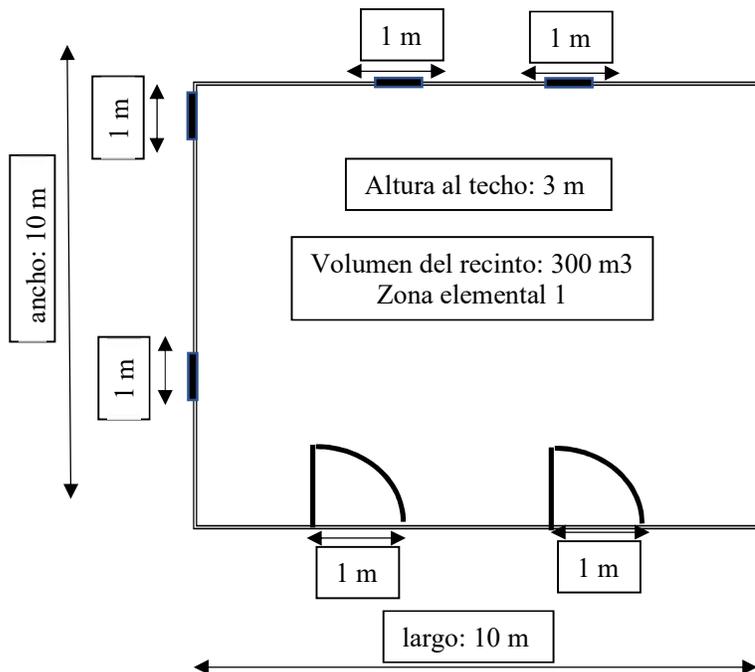
### Paso 1: Zonificación de los trabajos

A partir de la información que se releva en el sitio se trata de realizar un plano o croquis para registrar las medidas del lugar.

Se deberá tener en cuenta en entorno al sitio:

- Accesos.
- Espacio disponible alrededor del local.
- Uso de los ambientes adyacentes al sitio.
- Conexiones necesarias para los equipos mencionados precedentemente (tablero eléctrico, agua para las unidades de descontaminación, descarga de agua, etc.)
- Características del local a tratar; posición y tamaño de aberturas, ubicación forma y distribución de los materiales con asbesto.

En este ejemplo se trabajará con el siguiente plano:



### Paso 2: Delimitación del área a confinar. Confinamiento estático.

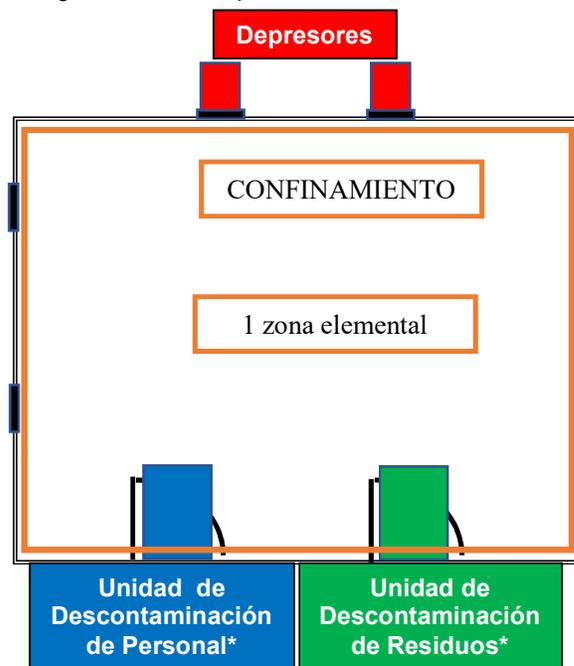
En esta sección se debe delimitar el área de trabajo para lograr el confinamiento. En este croquis de ejemplo se presenta solo un ambiente. En la práctica este podría pertenecer a más de un ambiente como ser, un cuarto, una sala de máquina, etc. Por este motivo y también para reducir costos se debe delimitar el área de trabajo y confinarla de la forma más pequeña posible. Se debe tener en cuenta la facilidad del acceso a los materiales con asbesto que serán retirados y

el depósito en un determinado lugar hasta su retiro.

El recinto puede presentar dificultades de contención e impermeabilización. A pesar del cuidado y la experiencia que se pueda tener en estas tareas un área confinada nunca será 100% estanca. Generalmente el origen de las entradas de aire incontroladas al recinto se debe en la mayoría de los casos a fugas en uno o más elementos pertenecientes a la contención estática (cobertura plástica sobre la estructura), filtraciones por las cintas adhesivas, también pueden existir fugas estructurales ya que el aire también puede filtrarse por la superficie que soporta al material con asbesto a retirar debido a su permeabilidad y/o porosidad, por último también, por medio de las instalaciones de descontaminación (personal y residuos).

Las instalaciones de descontaminación de personal y de residuos se deben instalar teniendo en cuenta las limitaciones específicas del entorno como el espacio físico disponible, dimensiones de las aberturas, abastecimiento de agua y descarga de aguas residuales. Ambos equipos aportan en la zona a descontaminar de suministros de aire controlados que debe ser tenidos en cuenta en los cálculos de depresión.

Se recomienda que los extractores de aire se encuentren frente a las entradas de aire de modo que el flujo pueda barrer mejor el volumen de trabajo. El aire que se extraiga de la zona se debe conducir fuera del edificio mediante conductos flexibles o rígidos. No cerca de otros ambientes o zonas sensibles con presencia de personas. Teniendo en cuenta que este paso aún se desconocen los extractores necesarios se sugiere que se diagrame un posicionamiento parcial de los equipos y se registre en un croquis como se detalla a continuación.



Para este caso práctico en particular el confinamiento se realiza específicamente en la superficie estructural (línea naranja) que no contenga asbesto con material plástico. Específicamente dependerá de la configuración del local. Se debe realizar un calafateo que consiste en una operación de calado en la superficie a confinar para hundir el cerramiento plástico. El calafateo se realiza utilizando, según el caso, solo cinta adhesiva, espuma expansible, etc. Respecto a la película plástica esta debe ser estanca y su estado debe evitar el paso del aire y del agua, puede ser de polietileno o PVC. Esta operación permite cerrar todas las aberturas que puedan dar lugar a intercambio entre el interior y exterior de la zona de trabajo.

### **Paso 3: División del área confinada en áreas básicas**

Para este caso en particular y para simplificar el proceso del área a descontaminar se cuenta con un solo ambiente, pero se debe tener en cuenta que el área puede estar compuesta por otros ambientes más en donde los equipos de intercambio de aire no funcionen a plenitud. En estos casos estas se denominan "zonas muertas". De manera contraria, las zonas en donde el intercambio de flujo producido por el equipamiento circula de manera normal, sin obstrucciones, se las denominan "zonas elementales". En este caso, se tiene una zona elemental (ver paso 2).

La razón por la cual se deben analizar las zonas elementales y las zonas muertas se debe a que el plan de trabajo debe garantizar la renovación de aire en toda la zona confinada.

**Paso 4: Calcular el volumen de la zona elemental**

Ver paso 1 (300 m<sup>3</sup>)

**Paso 5: Selección del punto de medición de vacío y valor de depresión**

El valor del vacío debe mantenerse constante durante el funcionamiento del sistema y el mismo surge por la diferencia de presión entre la medida fuera y dentro de la zona de trabajo (Gradiente de presión). Se puede optar por instalar el punto de medición cerca de la unidad de descontaminación del personal. El valor de depresión puede ser entre los 10 a 20 pa, y debe ser el mismo valor en todos los puntos del ambiente. Para los cálculos se trabajan con dos valores, el mínimo 10 pa y otro valor de trabajo a selección del contratista, por ejemplo 20 pa.

Para los casos donde la depresión mínima baje de los 10pa por mas de 10 segundos deben entrar en funcionamiento los depresores de emergencia. Se recomienda siempre una depresión por encima del mínimo ya que la misma durante el funcionamiento del sistema puede fluctuar. De esta manera permita que se encuentre siempre dentro de los parámetros normales de trabajo.

**Paso 6: Selección de tasa mínima de renovación de aire fresco dentro de la zona de trabajo**

La tasa de renovación tiene la función de establecer una medida ingreso del aire del exterior a la zona de descontaminación con el fin de compensar el aire que se descarga por los extractores. Tiene que mantenerse constante desde el inicio hasta el fin de la obra de manera continua sin interrupciones y garantizarse aún en el valor mínimo de depresión (10 pa).

Esta tasa representa el número de veces que el volumen del ambiente a descontaminar se renueva en una hora. Esto permite reducir el nivel de polvo en la zona de trabajo por dilución. Esta renovación se debe mantener constante durante el trabajo e incluso hasta cuando el valor de depresión sea la mínima. La tasa de renovación promedio se calcula a partir de la entrada de aire fresco mediante los *depresores* y *las instalaciones de descontaminación*. Las entradas de aire *compensadoras* no se deben tener en cuenta en este cálculo.

La tasa mínima de renovación depende del del nivel de polvo que surja como consecuencia de la implementación del proceso que se necesite para la descontaminación. La tasa mínima de renovación puede ser de 4 a 15 volúmenes/hora. Se hará uso del valor recomendado de la EPA de **4 volúmenes/hora** (EPA 560/5-85-024 pág.J-4). Existen otras fuentes que determinan que esta tasa de renovación puede variar en función a las fibras de asbesto/cc que se pueden generar como consecuencia de los procesos de remoción (INRS, Fr., 2018).

**Paso 7: Determinación de los aportes de aire desde los equipamientos de descontaminación de Personal y Residuos.**

Se debe tener en cuenta el aporte de aire desde estas unidades para realizar el balance hidráulico. Se deben conocer ambos valores en función de los valores de depresión mínima (10 pa) y máxima (20 pa). Los valores por tabla\* son los siguientes:

Unidad de descontaminación Personal: a **10pa=244 m<sup>3</sup>/h** y a **20pa= 350 m<sup>3</sup>/h**.

Unidad de descontaminación de residuos: a **10pa=280 m<sup>3</sup>/h** y a **20pa= 450 m<sup>3</sup>/h**.

*\*Fuente disponible INRS, 2018.*

**Paso 8: Determinación del caudal mínimo de aire limpio a conducir a la zona a descontaminar. Confinamiento dinámico.**

Las entradas de descontaminación aportan aire limpio en la zona de trabajo, pero además se debe crear un aporte extra para asegurar la tasa de renovación elegida. Este suministro adicional se logra a través de las entradas de aire de compensación controladas. Se deben disponer y distribuir de forma tal de optimizar el aire limpio que ingresa a la zona elemental.

Para este cálculo se debe tener en cuenta:

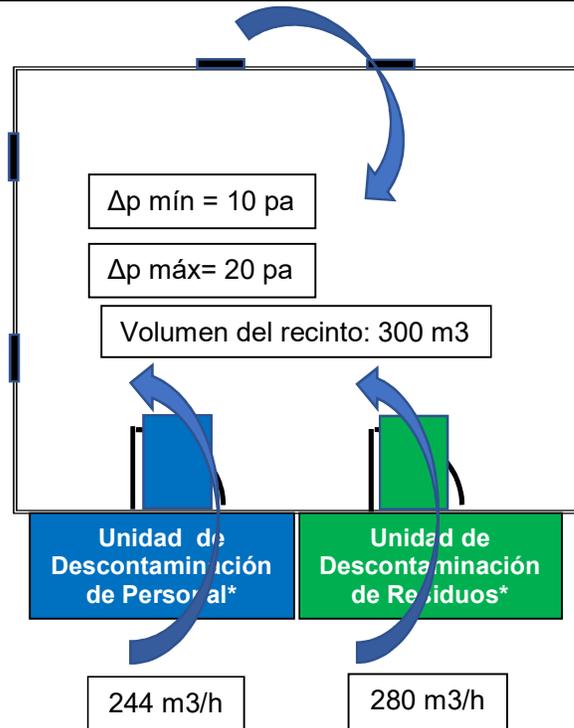
\_El volumen de la zona elemental y la tasa de renovación que se elija.

\_El suministro de aire que aporta la instalación de descontaminación del personal.

\_El suministro de aire que aporta la instalación de descontaminación de residuos.

Por lo expuesto, el cálculo para este ejemplo en particular es el siguiente:

$$Q_1 = (300 \text{ m}^3 \times 4/\text{h}) - 244 \text{ m}^3/\text{h} - 280 \text{ m}^3/\text{h} = \mathbf{676 \text{ m}^3/\text{h}}$$



Por lo tanto, el caudal mínimo de aire fresco que se necesita en la zona elemental (300 m³) a través de las entradas de aire de compensación es de **676 m³/h**. Respecto al resultado, se pueden dar dos situaciones:

- Que el caudal que aporten las instalaciones de descontaminación de residuos y personal sean suficientes como para brindar aire limpio desde el exterior a la zona contaminada teniendo en cuenta el volumen del recinto y la tasa mínima de renovación. En este caso no serían necesarias la instalación de entradas de aire controladas.
- De no cumplir la situación anterior, como en este ejemplo, ya que las unidades de descontaminación aportan **244** y **280** m³/h haciendo un total de **524** m³/h, pero como se requieren **676** m³/h (déficit,  $676 - 524 \text{ m}^3/\text{h} = 152 \text{ m}^3/\text{h}$ ) se debe instalar las denominadas entradas de aire controladas como se detalla a continuación.

Entradas de Aire Controladas (EAC): estas tienen la función de mantener la depresión y la tasa de renovación dentro de los parámetros normales de trabajo complementando los aportes de las unidades de descontaminación y los depresores. Estas funcionan de manera forzada gracias a la depresión que existe entre el interior y el exterior de la zona a descontaminar permitiendo ingreso de aire limpio cuando sea necesario. Existen diversos diseños de entradas de aire controladas y para este caso en particular se plantea el uso de las de acero galvanizado con puerta anti-retorno que impide la salida de aire contaminado en caso de falla en el sistema de depresión. Un ejemplo gráfico de la misma es la siguiente:



Entrada de aire regulada instalada en barrera de contención estática.

Para cada uno de los valores de depresión (mínima y máxima) se pueden obtener por tabla los siguientes valores de aporte de aire limpio para este modelo de entrada de aire controlada:

$\Delta p$  10 pa = **410 m<sup>3</sup>/h**

$\Delta p$  20 pa = **850 m<sup>3</sup>/h**.

Con estos valores ahora se requiere que se calculen el número de entradas de aire controladas (EAC) para la zona a descontaminar:

**Para  $\Delta p$  10 pa**

Nro. de EAC = FLUJO DE AIRE LIMPIO DE INGRESO EN ZONA ELEMENTAL 1/FLUJO MÍNIMO DE EAR

Nro. de EAC =  $676\text{m}^3/\text{h} / 410\text{m}^3/\text{h} = 1,65$  por redondeo corresponden **2 EAC**, las cuales se identifican en el esquema definitivo como EAC1 y EAC2.

**Para  $\Delta p$  20 pa**

Nro. de EAC = FLUJO DE AIRE LIMPIO DE INGRESO EN ZONA ELEMENTAL 1/FLUJO MÁXIMO DE EAR

Nro. de EAC =  $676\text{m}^3/\text{h} / 850 \text{ m}^3/\text{h} = 0,79$  por redondeo corresponden **1 EAC**, las cuales se identifican en el esquema definitivo como EAC1b

**Paso 9: Determinación de la Tasa de Fuga y deducción del caudal de aire que entra por fugas en la contención del recinto.**

Como se mencionó anteriormente, tanto el confinamiento dinámico como el estático no garantizan el % 100 de hermeticidad de la zona de trabajo. Estas fugas se pueden dar, en el confinamiento estático, por fugas por las uniones por la misma cinta adhesiva y/o por las superficies que no se pueden contener porque tienen el material a descontaminar. Estos materiales pueden ser permeables por su estructura y material con que se encuentran constituidos. Por todos estos motivos se debe estimar la Tasa de Fuga. En resumen, la tasa de fuga se estima bajo las siguientes tres condiciones de sellado;

- La presencia de fugas estructurales que no se pueden contener en el área de trabajo, desde el interior y/o exterior de la misma.
- Imposibilidad de colocar contención plástica.
- Dificultad para conseguir el confinamiento.

En relación al confinamiento, las situaciones que se pueden dar por falta de confinamiento propiamente dicha son las siguientes:

- Confinamiento Tipo 1

En este caso no existen fugas estructurales que no se puedan contener, es posible el confinamiento sobre la estructura y no es difícil realizarlo. De darse estas condiciones, es un confinamiento de Tipo 1.

- Confinamiento Tipo 2

En este caso, no existen fugas estructurales que no se puedan confinar, el confinamiento sobre la estructura no es imposible, pero es difícil de realizar, además, si existen fugas estructurales, es posible el confinamiento sobre la estructura y esto no es difícil de realizar, se trata de un confinamiento Tipo 2.

- Confinamiento Tipo 3

Es este caso, se puede dar la situación de que no existen fugas estructurales que no se puedan confinar, que es imposible el confinamiento sobre la estructura, o que existen fugas estructurales que no se pueden confinar, que es posible el confinamiento sobre la estructura, pero es difícil de realizar, es esta situación el confinamiento es de Tipo 3.

- Confinamiento Tipo 4

En este caso, se puede dar la situación de que existan fugas estructurales que no se puedan confinar y que el confinamiento sobre la estructura es difícil de realizar, es decir, se trata de la peor condición, en esta situación el confinamiento es de tipo 4.

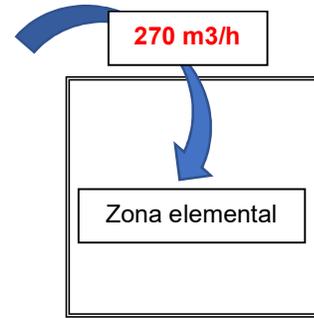
Para proceder con el cálculo se debe tener en cuenta estas 4 (cuatro) clasificaciones de confinamiento, el volumen del área de descontaminar y el valor de depresión. En este caso, el valor recomendado de depresión a utilizar tiene que ser la máxima de trabajo (20 pa).

La Tasa de Fuga de Contención en un volumen confinado es el número de veces que la atmósfera de este volumen cambia por hora y que es causado por el suministro de aire limpio que ingresa a la zona mediante las fugas y depende del valor de depresión.

Se puede obtener por tabla la estimación del valor de la tasa de fuga de contención mediante el tipo de contención de que se trate y el volumen a descontaminar, dejando fijo el valor de depresión máximo 20pa (INRS, 2018).

Para este caso en particular se toman los siguientes parámetros para el uso de las gráficas a fin de obtener las constantes:

- Confinamiento de Tipo1,
- Volumen de zona a confinar 300 m<sup>3</sup>
- Tasa de fuga 0,9 1/h (de tabla)
- Tasa de fuga total = 0.9 1/h x 300 m<sup>3</sup> = **270 m<sup>3</sup>/h**



Tasa de Fuga (Caudal de aire que entra por fugas en la contención del recinto) = **270 m<sup>3</sup>/h**  
 Se aclara que este valor de fuga, es decir, aporte de aire limpio a la zona confinada se basa en el supuesto de que el sistema se encuentra funcionando a la depresión máxima de Δp 20 pa.  
 Si la depresión que se selecciona en la práctica es de otro valor, es decir, entre los 10 a 20 pa, el procedimiento que se debe realizar es el siguiente:

Tasa de Fuga a "X valor de depresión" = Tasa de Fuga a 20 pa /  $\sqrt{20/15}$   
 Ejemplo de Depresión de trabajo seleccionada: X = **15 pa**

Tasa de fuga a 15 pa = 270 m<sup>3</sup>/h /  $\sqrt{20/15}$

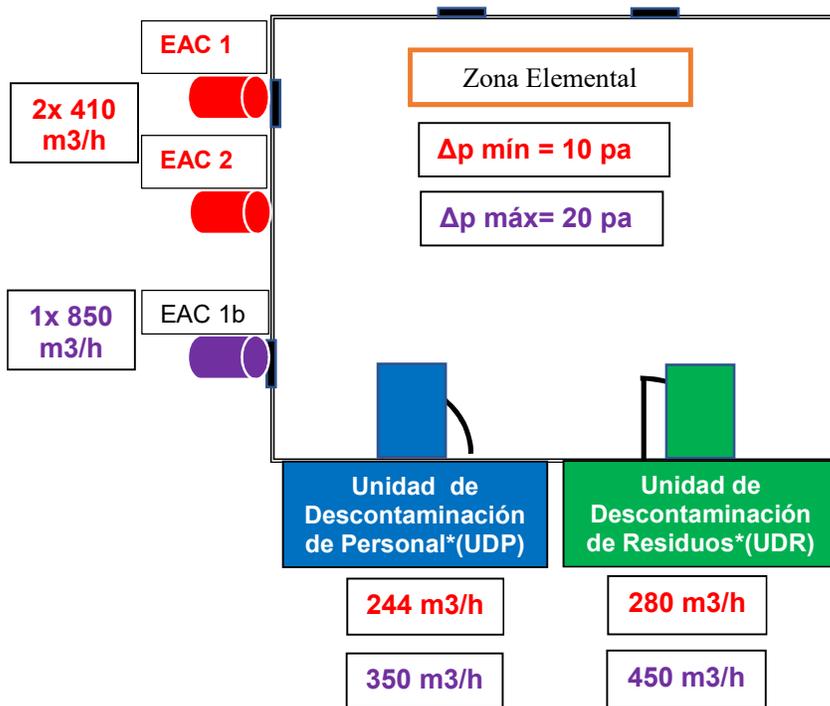
Tasa de fuga a 15 pa = 233 m<sup>3</sup>/h

Para continuar con la aplicación del procedimiento se continúa con el valor de Tasa de Fuga para depresión de 20pa de **270 m<sup>3</sup>/h**

**Paso 10: Cálculo del Caudal de Aire Total de Entrada para los valores de depresión mínima y máxima.**

Se tiene que tener en cuenta que en un recinto a descontaminar puede existir, como en este caso tres formas de aportes de flujo de aire limpio del exterior al interior del recinto por medio de las unidades de descontaminación de personal, residuos y las entradas de aire controladas (EAC).

Resumen gráfico:



De esta manera se desprenden los siguientes resultados:

Caudal de entrada 10 pa		Caudal de entrada 20 pa	
EAR 1 y 2	410 x 2 = 820	EAC 1b x 1	850
UDP	244	UDP	350
UDR	280	UDR	450
Total (m3/h)	1344	Total (m3/h)	1650

**Paso 11: Cálculo del Caudal de Aire Total a Extraer desde el ambiente a descontaminar de forma permanente.**

Para este cálculo y teniendo en cuenta el valor máximo de depresión (de trabajo) se suma al caudal de entrada del paso anterior la Tasa de Fuga a 20 pa.

Por los tanto:

Caudal de aire a extraer de forma permanente = 1650 + 270 = **1920 m3/h**

**Paso 12: Cálculo del Número de Extractores para extraer de forma permanente el caudal.**

El número de extractores se determina conociendo el caudal de aire a extraer de forma permanente cuando el sistema de contención se encuentra trabajando al valor de depresión establecido, como en este caso, 20pa. A este valor de caudal se lo divide por la capacidad mínima del extractor.

Dependiendo de los depresores del mercado, un extractor tipo tiene las siguientes características (INRS, 2018, ficha técnica 6):

Caudal de aire máximo: 2000 m3/h con filtros nuevos, sin uso.

Caudal de aire mínimo: 1700 m3/h con filtros usados.

Cálculo:

$1920/2000 = 0,96$ , esto significa que la máxima capacidad no llega a cumplirse con un extractor con un extractor.

$1920/1700 = 1,1$  esto significa que la capacidad mínima no llega a cumplirse con un extractor.

Se requieren 2 (dos) extractores.

Resumen:

- Capacidad máxima total de extractores: se requieren 2 extractores (2 x 2000 = 4000 m3/h) para cubrir las necesidades.
- Capacidad mínima total de extractores: se requieren 2 extractores (2 x 1700 = 3400 m3/h) para cubrir las necesidades.

Por cuestiones de seguridad, al número final de extractores se le debe sumar una unidad. En este caso el redondeo del número de extractores da como resultado el aporte de un extractor más que también cumple la función del de seguridad por el amplio margen de sobrante.

Se debe tener en cuenta que el exceso de extracción de flujo entre la capacidad máxima del extractor y el flujo de aire que se debe extraer de manera continua. Sobre esta corrección se especifica en el próximo paso.

**Paso 13: Evaluación de la necesidad de instalación de Entradas de Aire de Ajustables (EAA)**

Para este paso se trabaja con la diferencia que se registre entre la capacidad máxima de los extractores y el caudal de aire que se tiene que extraer de forma permanente (paso 10). Este exceso de flujo se controla mediante las EAA. Estas entradas tienen la finalidad de mantener el control de la contención en el recinto a descontaminar. El número de entradas de se calcula a partir de caudal unitario que pueden aportan cada una de estas entradas a 20 pa (INRS, 2018, ficha técnica 5).

Para este ejemplo, se tienen los siguientes datos:

Caudal de aire a extraer de manera permanente = **1920 m3/h**

Capacidad máxima de los extractores = **4000 m3/h**

Capacidad de EAA = **1420 m3/h**

Número de EAA =  $4000 - 1920/1420 = 1,46$ , redondeo, **1**. Se requiere una EAA para este caso.

Se aclara que estos valores son teóricos y dependerá mucho de la tecnología que se utilice in situ. Estos cálculos se estiman con la base de que los extractores disponen de moto ventiladores de giro fijo. En caso de que se cuenten con extractores motorizados con velocidad de rotación variable esto permite ajustar el caudal de aire a extraer de acuerdo a la necesidad del caso. Es

decir, la depresión se puede obtener ajustando automáticamente o forma manual las velocidades de rotación.

#### **Paso 14: Verificación de la tasa de renovación seleccionada**

Para este ejemplo se propuso en el paso 6 una tasa mínima de renovación 4 volúmenes/hora. Como se mencionó, se pueden establecer tasas mayores para más seguridad o de acuerdo al proceso de remoción de que se trate.

Para la verificación se citan nuevamente los valores del caudal de aire a remover de forma permanente en ambos valores de depresión, la mínima 10 pa y la máxima, o la elegida de trabajo, como en este caso 20 pa.

Datos:

Depresión mínima = 10 pa

Depresión de trabajo = 20 pa

Volumen de la zona elemental = 300 m<sup>3</sup>

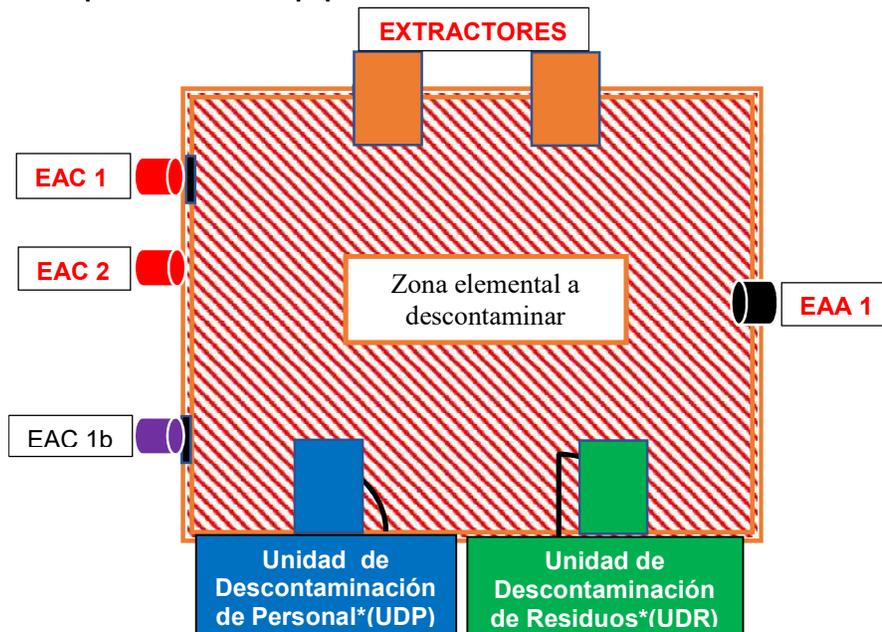
Flujo a extraer de manera permanente: A 10pa = 1344 m<sup>3</sup>/h y a 20 pa = 1650 m<sup>3</sup>/h

Tasa de renovación (vol/h):

A 10 pa = 1344 m<sup>3</sup>/h / 300 m<sup>3</sup> = 4 vol/hora, este valor concuerda con la tasa mínima seleccionada en el paso 6.

A 20 pa = 1650 m<sup>3</sup>/h / 300 m<sup>3</sup> = 5,5 vol/hora, esta es la tasa máxima teórica a este valor de depresión.

#### **Paso 15: Esquema final con equipamiento teórico necesario**



Nota: el motivo por el cual se trabaja con dos valores de diferencial de depresión (10 y 20 pa) se debe a que no se recomienda trabajar en la mínima de depresión (10 pa) ya que esto resulta riesgoso por la variación que este parámetro tiene comúnmente en la práctica, y se recomienda un valor de depresión máximo de 20 pa ya que superior a este se corre el riesgo de perder el confinamiento por un exceso de vacío. Este valor máximo para aplicar a los cálculos teóricos permite que en la práctica la depresión fluctúe entre el mínimo y el máximo sin riesgos.

La base teórica de los aspectos técnicos para los cálculos de la barrera de contención dinámica se nutre de las recomendaciones de la EPA, EEUU con complemento de INRS, FR, 2018.

Por último, y finalizadas las tareas de cualquiera de las técnicas de control que se aplique se debe realizar la limpieza en húmedo a modo de repaso en todo el ambiente involucrado a los trabajos (cuarto, sala, etc.) 2 (dos) veces y con elementos de material textil o similar. Estos luego se deben gestionar como residuo peligroso junto con el resto de los materiales tratados.

## **11.2.15 Sección Ñ: Gestión para Implementación de Técnicas de Control.**

### **1. Selección del Contratista**

Para la selección del contratista a cargo de las tareas no solo basta con estar habilitado en el organismo controlador para las tareas de remoción de residuos peligrosos en la/s jurisdicción/es que se trate y la corriente de residuo (Y36), sino que también se recomienda se tenga en cuenta que disponga de lo siguiente:

- Experiencia comprobable en la gestión de tratamiento integral de asbesto en establecimientos.
- Un asesor técnico para llevar a cabo las especificaciones técnicas de los trabajos contratados por luego técnico y supervisar los trabajos de obra, un director propio del establecimiento.
- Plan de ejecución teórico de tareas y tiempo estimado de obra.
- Comprometerse fehacientemente con el cumplimiento de las recomendaciones de seguridad para los trabajadores y todos los planes de contención necesarios para un trabajo seguro.
- En lo posible, una sola contratista a cargo de la gestión integral, es decir, retiro, tratamiento y disposición final de residuos.

### **2. Personal destinado a los trabajos de abatimiento**

El personal destinado a los trabajos de abatimiento debe estar especialmente entrenado y comprometido con la calidad de los trabajos. Se recomienda se tenga en cuenta que dispongan de lo siguiente:

- Documentación relacionada a capacitación de trabajadores para trabajo de obra en cuanto a procedimientos de trabajo seguro y uso de elementos de protección personal.
- Antecedentes sobre entrenamiento en sitio de trabajadores destinados a obra.
- Deben estar familiarizados con los problemas del asbesto en aire.

La EPA brinda recomendaciones sobre la posibilidad de realizar las tareas con personal propio del establecimiento, como puede ser personal de mantenimiento, debidamente entrenado en las tareas y las medidas preventivas. Esto solo podrá ser posible dependiendo de la jurisdicción de que se trate dado que los trabajos podrían estar supeditados a la legislación de jurisdicción.

### **3. Gestión del trabajo**

Con el cumplimiento de los puntos precedentes se procede a la gestión de los trabajos propiamente dichos. El personal técnico asignado para la verificación de los trabajos que se lleven a cabo debe visitar el sitio en una cantidad no menor a 4 (cuatro) veces por cada jornada de trabajo para verificar el estado de los mismos. Esto se recomienda para asegurar que todos los planes y procedimientos se estén implementando correctamente durante la ejecución de los trabajos. En esta instancia se debe verificar:

- Que los trabajadores sigan las especificaciones para los trabajos.
- Confirmar el cumplimiento de los requisitos de protección de los trabajadores.
- Asegurar que las barreras de contención alrededor de la zona de trabajo estén construidas correctamente y que el personal a cargo de verificar el cerramiento lo tenga así también registrado.
- Se debe realizar la limpieza en húmedo final a modo de repaso de todo el ambiente involucrado en los trabajos, 2 (dos) veces y con elementos de material textil o similar. Estos luego se deben tratar como residuo peligroso junto con el resto de los materiales tratados. Si estos trabajos no se realizan pueden interferir de manera negativa en el análisis estadístico para verificar la aprobación de los trabajos de implementación de técnicas de control.

Cuando se monitorea de manera sistemática los trabajos resulta más sencilla la tarea de hallar y corregir los errores a tiempo. Se debe tener acceso a plan de trabajo detallado diario para que la inspección sea más efectiva en su control. En caso de discrepancias entre lo que se establezca en la documentación técnica y la práctica el proyecto se debe detener de inmediato, registrar y corregir.

Se debe realizar un trabajo coordinado entre el responsable técnico de la empresa y el director del establecimiento durante la ejecución de las tareas. El proyecto se debe administrar durante su curso entre ambos actores para identificar los problemas, tratarlos y tomar las medidas necesarias para corregirlos durante esta ejecución.

Cuando se comienzan con las tareas de remoción, cualquiera sea la magnitud del proyecto, toda persona ajena a los trabajos debe estar fuera del área de trabajo. El supervisor de obra deberá verificar el cerramiento de las barreras de contención y que están bien señalizadas las zonas de trabajos y las indicaciones de advertencias sobre los peligros a una distancia del lugar de no

menos de 10 (diez) metros. En caso de que las tareas se limiten solo se limiten solo retiro y/o reparación de pequeñas porciones de material con asbesto se deben verificar los trabajos de igual manera que los proyectos de mayor alcance.

Respecto al cumplimiento de las normas de seguridad, esta responsabilidad es propia de la empresa. De todas formas, es recomendable que el director seleccionado del establecimiento pueda verificar su cumplimiento e informe en caso de ser necesario al responsable técnico de la contratista.

Por último, las recomendaciones sobre las medidas de prevención y las pautas de control para las formas de control de asbestos tienen una práctica específica para cada tipo de abatimiento que se mencionaron precedentemente. Ambos responsables, de la empresa a cargo de las tareas de control y el director propio del establecimiento deben estar en conocimiento de todas las pautas para un mejor control en conjunto.

#### **4. Consideraciones particulares de la gestión de materiales con asbesto**

Las técnicas de control que se presenten como solución para el tratamiento de los materiales con asbesto deben ser presentadas a la autoridad de control de jurisdicción para su aprobación. Para el caso de las técnicas de control que implican “*remoción de asbesto*” su gestión resulta más habitual que las técnicas de tratamiento “*in situ*” ya que estas últimas están vinculadas al concepto de evaluación de riesgo para su aprobación. Si bien este protocolo se propone la herramienta de evaluación de riesgo potencial de fibras al ambiente del establecimiento, este procedimiento debe ser avalado.

En la práctica, cada gestión debe tratarse de manera particular ya que existen otras variables que hacen a que un residuo pueda ser gestionado, por ejemplo:

- Que la cantidad de residuos no justifique su retiro.
- Que la cantidad de residuos no justifique su retiro porque su tratamiento se encuentra a larga distancia respecto al tratador, es decir, establecimiento que recibe los residuos para su disposición final.
- Que la remoción de los materiales caracterizados no sea posible y la mejor opción sea controlarlos in situ con la aprobación del organismo controlador.

Es resumen, se debe tener en cuenta que la gestión de residuos de asbesto no es tarea sencilla porque no existe una técnica específica regulada para su tratamiento. Cada material en particular caracterizado puede tener como aprobado distintas formas de tratamiento y esto dependerá de la jurisdicción/es alcanzada/s por los trabajos que incluyen; generación, transporte, tratamiento y disposición final. En resumen, las instrucciones y posibilidades de gestión para los residuos con asbesto dependen del organismo que los controle.

#### **11.2.16 Sección O: Procedimiento de Análisis Estadístico para Evaluación de Técnicas de Control de Reducción de Asbestos.**

Para cada una de las medidas de control que se implementen se deben evaluar los trabajos que se desarrollen. Si bien las técnicas de control se dividen in situ y ex situ, las medidas de control de la evaluación de los trabajos se reúnen en una misma sección dada la similitud en la gestión. Cuando la gestión conduce a la implementación de las técnicas de control, se debe realizar luego una evaluación de los trabajos bajo los siguientes ítems:

##### **a) Evaluación de técnicas de control de asbesto**

##### **a.1) Tareas de “inspección visual” finalizada la tarea de implementación de Técnica de Control**

En el caso de proyectos de creación de barreras de contención la tarea de inspección debe realizarse antes del retiro de dichas barreras y luego de que se haya realizado la limpieza en el interior del recinto. Teniendo en cuenta que aún pueden persistir altos niveles de asbesto en aire se debe utilizar para estas tareas protección respiratoria.

Para proceder con las tareas primero se debe confirmar que los trabajos de control de asbestos se finalizaron. En caso de que se traten de medidas de control de “remoción” se debe verificar las superficies de donde se retiró el material con asbesto para comprobar que no quedan restos de materiales sin ser retirados. Se debe tener especial atención en las zonas como vigas, cañerías o superficies irregulares de difícil acceso.

Para el caso de que se hayan tomado como medida de control de asbestos el “cerramiento” se debe verificar que su construcción es hermética, sin perforaciones ni aberturas y para el caso de superficies que se utilizaron como método de control la “encapsulación” se debe verificar que el látex/sellador utilizado no deje grietas, superficies y/o agujeros sin cubrir.

Se deben examinar todas las superficies en búsqueda de polvo y escombros, especialmente en aquellos sectores elevados del recinto. Se puede utilizar paño húmedo y de resultar satisfactoria se considera la zona tratada como “libre de polvo”. Existe un segundo control más exhaustivo y

está relacionado al uso de una linterna para verificar mediante la luz emitida la presencia de polvo. Cualquiera de las dos queda criterio del profesional.

Finalmente, cuando el proyecto queda terminado completamente los sitios tratados se deben limpiar por completo al menos 2 (dos) veces en forma húmeda con elementos textiles o similar. Estos luego se tratan como residuos peligrosos en forma conjunta con los residuos retirados.

#### **a.2) Evaluación ambiental del aire del local**

Otra herramienta con la que se puede contar en la gestión integral de asbestos es con la medición de la calidad de aire ambiental. Este procedimiento permite medir las condiciones al momento del monitoreo. No es una herramienta que pueda ser utilizada para obtener información sobre la potencial liberación de fibras al ambiente y los niveles futuros. Es un procedimiento técnico difícil y costoso (EPA 560/5-85-024, pág. 4-2, Junio 1985). Solo permite obtener información para el lapso de duración que dure la medición. Estas prácticas están relacionadas a los conceptos de Higiene y Seguridad en el Trabajo pero que no están contempladas en el alcance de este protocolo. Se debe tener en cuenta también que el método para la medición de fibras de asbestos en aire desarrollado por NIOSH tiene limitaciones. Puede ser bien aplicado para sectores industriales que se trabaje con asbestos donde evidentemente hay mayor probabilidad de presencia de fibras de asbestos reales, no es aconsejable que sea aplicado a otro tipo de establecimientos con usos no industriales como pueden ser público, escolar, etc. debido a que en estos además de asbestos se pueden encontrar otras fibras no relacionadas con este mineral que se confunden en los estudios. Caso contrario, se debe contar con personal especializado para realizar de manera efectiva el recuento y distinción de entre fibras de asbestos y otras fibras. Otra desventaja del monitoreo por este método es que tampoco incluye a las fibras menores a 5 micrones y en un establecimiento estas podrían existir. Justamente el protocolo propuesto tiene como finalidad detectar la existencia de asbestos por el problema que causa en las personas, incluso por debajo de los 5 micrones de longitud de fibra. Este método tampoco registra las partículas con diámetros menor a 0.2 micrones. Por lo expuesto precedentemente no se recomienda el solo uso de esta técnica, sino que debe ser complementada por microscopía electrónica. Esta técnica de laboratorio, como se mencionó, permite estudiar para distinguir entre fibras de asbestos y otras por medio del análisis de la forma y composición química de las partículas.

#### **a.3) Muestreo de aire**

El muestreo de asbestos consiste en recolectar fibras mediante el pasaje de un volumen de aire sobre un filtro a una tasa determinada. Debe realizarse luego de la descontaminación, cuando las superficies estén libres de humedad y dentro de las 48 hs de finalizados los trabajos. Realizar los trabajos fuera de estos parámetros no es recomendable para la detección de fibras. Se debe tener especial atención respecto al momento del muestreo ya que el mismo se puede llegar a realizar durante un período de calma, es decir, cuando el movimiento del aire en la zona es limitado, en esta situación las fibras estarían potencialmente con mayor frecuencia depositadas en el piso u otras superficies y esto puede generar que las mediciones de aire no reflejen la realidad. Respecto a los monitores de recolección de aire estos se deben colocar a una altura promedio tipo persona. Se puede realizar el muestreo mediante método agresivo. Este consiste en la utilización de forzadores de aire para la puesta en suspensión de las partículas y luego el uso de ventiladores de baja velocidad para generar la mantención de las mismas en este estado durante el muestreo. Otras prácticas pueden obviar el uso de estos equipos. Durante estos trabajos las personas deben utilizar elementos de protección respiratoria más allá de que la zona haya sido descontaminada ya que los niveles de asbestos en aire pueden continuar siendo elevada.

#### **a.4) Métodos de Análisis para filtros muestras de aire**

Se utiliza el mismo método especificado en la sección I, pero además existen otros métodos con distintas ventajas y desventajas como se denota a continuación que también se pueden utilizar: Se proponen distintas técnicas que se pueden utilizar para el análisis del contenido de los filtros que se obtengan como consecuencia de la filtración de aire de la zona controlada. Las técnicas que se pueden utilizar son las siguientes; microscopía de contraste de fase (MCF), microscopía electrónica de barrido (MEB) y microscopía de transmisión electrónica (MTE), esta última la más utilizada. Cada una de estas técnicas tiene sus ventajas y desventajas. A continuación, se brindan algunas referencias de cada una de ellas.

El método (MCF) es el método más familiar, disponible y frecuentemente utilizado. Entre los demás se lo considera el más conveniente desde el punto de vista económico, pero tiene la desventaja de no ser muy preciso ya que no tiene la posibilidad de distinguir entre fibras de asbestos y otras fibras, y solo permite contar fibras mayores a 5 micrones de longitud. Además,

no es sensible para la detección de fibras extremadamente delgadas como lo son las de asbestos en edificios. Para el caso de la técnica MTE es la más recomendada ya que brinda información completa sobre el asbestos en aire, puede distinguir entre asbestos y otras fibras, y además es capaz de detectar fibras muy delgadas.

Detalle de las técnicas de análisis de filtros:

	MCF	MEB	MTE
1) Método STD	Niosh 239	Sin STD	Método EPA
2) Requerimiento de tiempo	Preparación de muestra y análisis menos de 6 hs.	Preparación de muestra y análisis menor de 24 hs.	Preparación de muestra y análisis de 2 a 7 días.
3) Delgadez de la fibra visible	0.15 a 0.25 µm	0.05 a 0.2	0.0002 a 0.0025
4) Especificidad	No específicamente para asbestos	Mejor que MCF pero no definitivamente para asbestos	Definitivamente para detectar asbestos

(EPA 560/5-85-024, Junio 1985)

#### a.4.1) Práctica del muestreo para monitoreo de aire:

Existen especificaciones sobre la modalidad de cómo llevar a cabo el muestreo de aire en la zona donde se realice el abatimiento de asbestos de acuerdo a recomendaciones de la EPA.

(EPA 560/5-85-024, Junio 1985)

#### a.4.2) Equipo de muestreo

Se requiere de una bomba de muestreo que opere en una tasa de 2 a 12 litros, filtro y cassette conectados a tubos y soportes. Los filtros que se pueden utilizar son los siguientes de acuerdo al método que se seleccione:

- Policarbonato con 0.4 micrones de tamaño de poro o éster celulosa con tamaño de poro de 0.8 micrones.
- Éster de celulosa con un tamaño de poro de 0.8 a 1.2 micrones.

#### a.4.3) Número de muestras

En general se recomiendan 5 (cinco) muestras. Pero dependiendo del método de que se utilice MCF o MTE, se brindan las siguientes recomendaciones:

- Método MTE (Microscopía por Transmisión Electrónica)

Se recomienda un mínimo de 5 (cinco) muestras dentro de la zona de trabajo y otras 5 (cinco) muestras fuera de la misma.

- Método MCF (Microscopía por Contraste de Fase)

Se recomienda para este caso un mínimo de 5 (cinco) muestras.

#### a.4.4) Localización de muestreadores

La localización de los muestreadores en ambientes interiores se debe ubicar de tal manera que no estén influenciados por corrientes de aire inusuales. Se debe evitar las zonas de esquinas o cercanos a cualquier tipo de mobiliario. Teniendo en cuenta estas premisas se deben ubicar los muestreadores, en caso de tratarse de un cuarto simple, de manera aleatoria por la superficie ocupando espacios aproximadamente iguales. Si el sitio a descontaminar posee varias habitaciones, por ejemplo 5, se colocan uno en cada habitación.

En caso de que se utilice un sistema de presión negativa en el abatimiento los muestreadores se deben ubicar dentro y fuera del sistema y con este en funcionamiento. Se deben ubicar al menos a una distancia de 10 a 15 metros desde la entrada principal a la zona de descontaminación o la barrera plástica de contención, etc., y se deben colocar a nivel del piso, a 2 metros de altura, lejos de obstrucciones o ductos de aire que puedan influir en los resultados.

#### a.4.5) Volumen de aire a muestrear

- Método MTE

Para este caso el volumen de aire requerido se calcula a partir del límite de detección teórico de esta técnica y de los niveles típicos de asbestos que se podrían encontrar cuando se realizan los muestreos. Para estos casos el desarrollo del cálculo del volumen necesario es el siguiente:

$$\text{Volumen de aire a muestrear} = \frac{(A)}{(0.005 \text{ f/cc})} \times \frac{(855 \text{ mm}^2)}{(0.0056 \text{ mm}^2)} \times \frac{(1 \text{ litro})}{(1000 \text{ cc})} = 3054 \text{ litros}$$

Donde:

\_A = es igual a una grilla conformada por un tamaño (cada una) de 30cm/10 (área máxima de conteo para cada filtro), siendo esta el área más pequeña para realizar una medición distinta de cero.

\_El valor de 0.005 f/cc es el valor típico de asbestos en espacios exteriores (Chafield, 1983).

\_855 mm<sup>2</sup> es el área de recolección que dispone un filtro de 37 mm.

\_0.0056 mm<sup>2</sup> es el área de cada grilla cuadrada (75 micrones por cada lado) en microscopio de esta técnica. Este valor puede variar de 0.0056 a 0.0081 mm<sup>2</sup> para diferentes grillas. De esta manera, las grillas más grandes mejorarán la precisión del muestreo para el mismo volumen de muestreo.

- Método MCF

Para el caso de que se utilice este método el límite de cuantificación para un volumen de muestreo de 3000 litros se da con la siguiente ecuación:

$$\text{Límite de cuantificación} = \frac{3\text{m}/100\text{campos}}{(3000 \text{ litros})} \times \frac{(855 \text{ mm}^2)}{(0.003 \text{ mm}^2)} \times \frac{(1 \text{ litro})}{(1000\text{cc})} = 0.01 \text{ f/cc}$$

Donde:

\_3m/100 campos es el límite de cuantificación confiable para el método que se denomina PyCAM239.

\_855 m<sup>2</sup> es el área de recolección que dispone un filtro de 37 mm de diámetro.

\_0.003 mm<sup>2</sup> es el tamaño típico de un campo de observación para un microscopio de la técnica MCF. Este valor puede variar de 0.003 a 0.006 mm<sup>2</sup> dependiendo de los microscopios que se dispongan. Campos más grandes de observación disminuirán el límite confiable de cuantificación.

Si se aumenta el volumen de muestreo, el límite de cuantificación puede aumentar como se muestra con los siguientes valores, esto dependerá de las necesidades y los parámetros del muestreo propiamente dicho:

Volumen de muestreo (litros)	Límite de cuantificación
3000	0.01 f/cc
5000	0.006
7500	0.004

- Muestreo agresivo (Niosh)

En la actualidad se suele utilizar el método de muestreo NIOSH 7400, en este caso el límite de confiabilidad de la cuantificación puede ser menor para el mismo volumen de muestreo.

El procedimiento para este tipo de muestreo de manera pormenorizada es el siguiente:

\_Antes de encender las bombas de muestreo se debe dirigir el escape del equipo de aire forzado en lo posible contra las superficies como puede ser pisos, repisas y otras superficies de la habitación. Esta acción debería tomar al menos 5 (cinco) minutos por cada 90 mtrs<sup>2</sup> de superficie.

\_Colocar un ventilador tipo en el centro del cuarto. Utilizar un ventilador por cada 280 m<sup>3</sup>. Se debe poner el ventilador en baja velocidad y apuntar sobre el techo del cuarto.

\_Encender las bombas de muestreo y muestrear por el tiempo que se requiera.

\_Apagar las bombas y luego el ventilador una vez completado el muestreo.

#### **a.4.6) Procedimiento de análisis de los filtros de monitoreo de aire**

- Análisis para filtros de método MTE

La muestra se debe colocar directamente desde el filtro de policarbonato sobre la rejilla del microscopio para su observación.

En caso de que se sospeche la presencia de altos niveles de materiales orgánicos en la zona a muestrear, se recomienda el uso de filtros de éster celulosa, de todas formas, se supone que los niveles de partículas orgánicas en el aire deberían ser bajos en un lugar de trabajo limpio.

- Análisis para filtros de método MCF

Para este caso se pueden optar por varios métodos, entre los más difundidos y actualizados se encuentran el método NIOSH 7400.

#### **Interpretación de los resultados**

El método MTE – Microscopía por Transmisión Electrónica es el más utilizado. Se describe en sección anterior.

**b) Procedimiento de análisis estadístico (para liberación de contratista)**

Este procedimiento consiste en el uso de una herramienta de estadística analítica propuesta por la EPA (Manual 600/A-85-049, pág. 5-8, Nov. 1985) para confirmar la limpieza de un sitio de trabajo luego de la aplicación de tareas de Técnicas de Control. Esta herramienta consiste hacer una comparativa de las mediciones de calidad de aire entre el “sitio de trabajo” donde se aplica una técnica de control y “otros sitios” cercanos al mismo. Se utiliza dicho procedimiento para confirmar la liberación de la empresa contratista.

**b.1) Objetivo de la medición de asbestos en aire para liberación de contratista**

El objetivo de este procedimiento es asegurar que las fibras de asbestos en aire se reducen a valores aceptables luego de que se aplique la técnica de control. Se aclara que si bien este valor está regulado para cada jurisdicción no existe un valor seguro de exposición. El hecho de que la cantidad de asbestos en aire dentro de la zona tratada (una habitación, sala de máquina, etc.) sea menor que fuera de la misma (otra habitación contigua, pasillo, escalera, etc.) puede conducir a la decisión de que la técnica de control fue correctamente aplicada y esto se puede utilizar como herramienta de constancia fehaciente para certificar y liberar de los trabajos a la empresa a cargo de las tareas control. Este procedimiento se aprovecha más para tareas de abatimiento mayores y no tanto para tareas menores, como puede ser la reparación de materiales con asbestos. Su aplicación a cualquiera de las técnicas de control de asbestos queda a criterio del profesional interviniente.

**b.2) Consideraciones estadísticas para el uso de criterio de liberación de contratista**

La medición de asbestos en aire no es una tarea sencilla y puede variar por dos motivos, por la forma en la que se realiza el muestreo la cual se puede afectar por la variabilidad de la velocidad de aire en la zona donde se realiza la toma de la muestra y la variabilidad analítica la cual se relaciona a la precisión de los instrumentos y procedimientos que se utilicen para la toma de la muestra de aire y su análisis en laboratorio.

**b.3) Criterio de liberación de contratista**

El criterio que se recomienda utilizar para la liberación de una contratista luego de un proyecto de aplicación de técnica de control es el uso de la comparación de la medición del nivel de asbestos en sitio de trabajo y fuera del mismo. Como se menciona, este procedimiento puede depender de técnica de control aplicada. Las técnicas que impliquen la construcción de barreras de contención son las más adecuadas para la toma de muestra de aire y uso de este procedimiento. Las técnicas de control que no impliquen el uso de barreras de contención resultan más dificultosa la medición ya que debe crearse una o al menos el lugar donde se encuentre el material con asbestos tratado debe estar contenido en un ambiente determinado (un salón, una sala de máquina, una caja de escalera, etc.) que se lo pueda delimitar para hacer la comparativa de las mediciones interior/exterior. El caso de que el procedimiento de evaluación estadístico sea positivo el criterio que se puede considerar es que la contratista se encuentra liberada de los trabajos de manera satisfactoria.

**b.4) Desarrollo de Procedimiento de Análisis Estadístico**

Estadísticamente, el criterio para la liberación de la empresa contratista consiste en que el promedio del valor de las muestras de asbestos en aire dentro de la zona tratada no sea superior al promedio de las muestras fuera de la zona de trabajo. Este procedimiento se denomina “T test” y se lo utiliza para la toma de decisiones con dos posibles resultados que son; “1ero” dar por finalizados los trabajos y liberar a la empresa contratista a cargo de las tareas de implementación de la técnica de control o “2do” que los trabajos se observen y deban ser descontaminados nuevamente.

Para llevar a cabo este procedimiento denominado “T test” se requiere del uso de la siguiente fórmula:

$$T = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$S = \left[ \left( \sum (y_{1j} - \bar{y}_1)^2 + \sum (y_{2j} - \bar{y}_2)^2 \right) / (n_1 + n_2 - 2) \right]^{1/2}$$

A continuación, se desarrollan cada uno de los factores de la fórmula para su explicación:  
 Y1 = porcentaje del valor del ln (logaritmo natural) de cada una de las concentraciones dentro del sitio de trabajo.

Y2 = porcentaje del valor del ln (logaritmo natural) de cada una de las concentraciones fuera del sitio de trabajo.

n1 = número de muestras tomadas dentro de la zona de trabajo.

n2 = número de muestras tomadas fuera de la zona de trabajo.

Con los datos precedentes se obtiene el valor de **T** de la fórmula. A este valor luego se lo compara con el punto percentil 95 de una distribución "t" con **8** grados de libertad que surgen de n1+n2-2 (**8**). Se aclara que cuando se toman 5 (cinco) muestras dentro y 5 (cinco) muestras fuera de la zona de trabajo el punto percentil 95 para esta distribución de es **1,86**. Este dato del punto percentil se lo utiliza de la siguiente manera. Si el valor de **T** (de la formula precedente) es "**menor**" al valor del punto percentil 95 (**1.86**) se considera que la empresa debe ser liberada y los trabajos realizados fueron finalizados de manera satisfactoria, pero si el valor de **T** es "**mayor**" al punto percentil esto significa que el sitio debe ser sometido a revisión para reiniciar los trabajos de limpieza del sitio.

A continuación, se desarrollan ejemplos prácticos:

**Ejemplo 1**

Mediciones <b>dentro</b> de la zona de trabajo(f/cc)	log nat (dentro zona trabajo)	Mediciones <b>fuera</b> de la zona de trabajo(f/cc)	log nat (fuera zona trabajo)
0.002	<b>Y = -6,214</b>	0.001	<b>Y = -6,907</b>
0.007	<b>Y = -4,961</b>	0.010	<b>Y = -4,605</b>
0.030	<b>Y = -3,506</b>	0.008	<b>Y = -4,828</b>
0.028	<b>Y = -3,575</b>	0.001	<b>Y = -6,907</b>
0.001	<b>Y = -6,907</b>	0.025	<b>Y = -3,688</b>
<b>Y1 (promedio)</b>	<b>-5,0326</b>	<b>Y2 (promedio)</b>	<b>-5,387</b>

**Cálculo de S**

Para el cálculo de esta variable se trabaja con los valores en rojo de la tabla precedente y de la fórmula (se trata de una sola formula que para un mejor desarrollo se la divide en tres secciones A, B y C)

$$S = \left[ \left( \sum (y_{1j} - \bar{y}_1)^2 \right) + \sum (y_{2j} - \bar{y}_2)^2 \right] / (n_1 + n_2 - 2)^{1/2}$$

En esta fórmula se trabaja con los valores del ln de cada una de las mediciones en el interior de la zona de trabajo y fuera de la zona de trabajo. A estos valores se les resta el valor obtenido del promedio de cada grupo de valores (Y1 e Y2), luego se les aplica el producto. Este procedimiento se realiza en forma de sumatoria.

Los valores de n1 y n2 corresponden a la cantidad de muestras de aire en la zona de trabajo y fuera de la zona de trabajo que para este caso corresponde a 5 para cada una de las variables. n1=5 y n2=5

Para un mejor desarrollo se divide a la fórmula en tres secciones A, B y C.

**Cálculo de A**

A = corresponde al uso de los valores de las mediciones en el interior de la zona de trabajo.

$$\left[ \left( \sum (y_{1j} - \bar{y}_1)^2 \right) \right]$$

**Cálculo de B**

B = corresponde al uso de los valores de las mediciones en el exterior de la zona de trabajo.

$$\sum (y_{2j} - \bar{y}_2)^2$$

**Cálculo de C**  
 $C = n_1 + n_2 - 2 = 8$

$$(n_1 + n_2 - 2)$$

Mediciones	A	B		
1	1,39570596	2,3104		
2	0,00512656	0,611524		
3	2,33050756	0,312481		
4	2,12459776	2,3104		
5	3,51337536	2,886601	A+B/C	Raíz(A+B/C)
<b>Sumatoria</b>	<b>9,3693132</b>	<b>8,431406</b>	<b>2,2250899</b>	<b>1,491673523</b>

**S = 1,49**

**Cálculo de T**

$$T = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Datos		Cálculos	
Y1=	-5,0326	Y1-Y2	0,3544
Y2=	-5,387		
n1=	5	1/n1=	0,2
n2=	5	1/n2=	0,2
S=	1,49	Raíz(1/n1+1/n2)	0,63245553
		<b>T=</b>	<b>0,38</b>

**Análisis de los resultados**

En este caso como el valor de T (0.38) es menor que el valor del punto percentil 95 de 1.86 la contratista debe ser liberada dado a que los trabajos se realizaron de manera correcta.

## Ejemplo 2

Listado de mediciones, cálculo de logaritmo natural, sumatoria y promedio.

Mediciones	Mediciones dentro de la zona de trabajo(f/cc)	log nat	Mediciones fuera de la zona de trabajo(f/cc)	log nat
1	0,052	-2,96	0,001	-6,91
2	0,13	-2,04	0,01	-4,61
3	0,005	-5,30	0,008	-4,83
4	0,24	-1,43	0,001	-6,91
5	0,375	-0,98	0,025	-3,69
		-2,54		-5,39
		<b>Y1 (Promedio)</b>		<b>Y2 (Promedio)</b>

## Cálculo de S

Mediciones	A (interior)	B (exterior)		
1	0,2	2,3		
2	0,3	0,6		
3	7,6	0,3		
4	1,2	2,3		
5	2,4	2,9	<b>A+B/8</b>	<b>Raíz</b>
Sumatoria	11,7	8,4	2,52	1,59
			<b>S</b>	<b>1,59</b>

## Cálculo de T

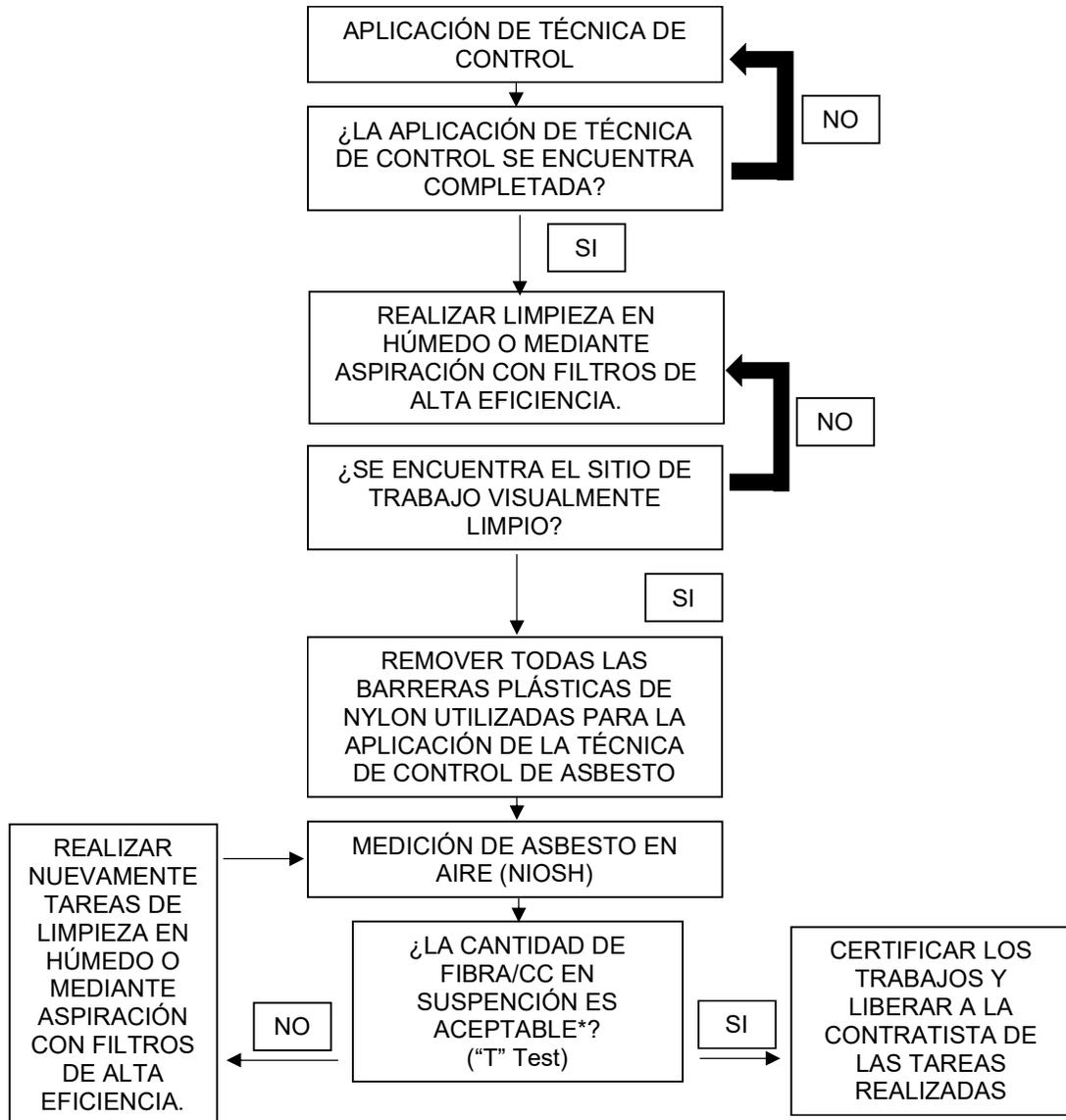
Datos		Cálculos	
Y1=	-2,54	Y1-Y2	2,85
Y2=	-5,39		
n1=	5	1/n1=	0,2
n2=	5	1/n2=	0,2
S=	1,59	Raíz(1/n1+1/n2)	0,63
		<b>T</b>	<b>2,83</b>

## Análisis de los resultados

En este caso como el valor de T (2,83) es mayor que el valor del punto percentil 95 (1,86) la contratista NO debe ser liberada. Se deben reiterar los trabajos limpieza de la zona de descontaminación.

**c) Resumen de gestión cuando se aplica una técnica de control sobre materiales con asbestos**

El resumen de lo que se menciona precedentemente se demuestra gráficamente mediante el siguiente diagrama de flujo (EPA - Manual 560-600/A-85-49 pág. 2-2).



\*Ver límite de partículas en suspensión para interior de establecimiento de acuerdo a jurisdicción (Arg. 0,1 f/c3 – Dto. 351/79).

### **11.2.17 Sección P: Programa de Operación y Mantenimiento de Materiales con Asbesto.**

#### **Objetivo**

El objetivo principal de la implementación de un programa de Operación y Mantenimiento en un establecimiento donde se tratan materiales con asbesto bajo la modalidad "in situ" es el de

- Prevenir futuras liberaciones de fibras de asbesto.
- Monitorear la condición y el estado de los materiales con asbesto tratados en el establecimiento sin remoción.

Se debe tener en cuenta que el mal manejo de materiales con y sin asbesto instalado puede generar liberación de fibras de manera innecesaria. Este problema se puede evitar con una capacitación apropiada todo el personal involucrado principalmente el de mantenimiento y limpieza que son los que más probabilidad tienen de entrar en contacto con los materiales por las tareas que desarrollan y por este motivo estas prácticas deben ser monitoreadas.

#### **Alcance**

Un programa efectivo debe alcanzar todas las categorías de materiales con asbestos. Se recuerda que de acuerdo a la EPA los materiales con asbesto se pueden clasificar en tres categorías:

- a) Material de Aplicación Superficial
- b) Aislamiento de Sistemas Térmicos
- c) Material Mezcla

El programa de Operación y Mantenimiento también debe incluir a cualquiera de los siguientes proyectos:

1. Materiales que son improbables que estén implicados en cualquier contacto directo con otros materiales con contenido de asbesto: sobre estos se deben llevar a cabo trabajos de limpieza de rutina en repisas, esquinas, superficies elevadas u otro tipo de superficies de la estructura del recinto, etc., siempre que no se registren escombros. Estas actividades están previstas de que se realicen de tal manera que no se generen daños físicos sobre los materiales con asbesto existentes.
2. Materiales que podrían causar de manera accidental daño físico sobre materiales con contenido de asbesto: este tipo de proyecto incluye a los trabajos de mantenimiento que se debe realizar sobre cielo raso suspendido en áreas donde pueden existir materiales con contenido de asbesto.
3. Materiales que podrían generar un daño físico relativamente pequeño sobre materiales con contenido de asbesto: este tipo de proyecto incluye en muy pequeña escala y de muy poca duración, con el fin de una inmediata intervención, trabajos relacionados reparación que pueden llegar a generar daños muy menores a materiales con asbestos como ser por actividades relacionadas a cambio de luminarias o reparación de sección muy pequeñas de cañerías con material aislante. Para este último, no debe obviarse la gestión de estos materiales mediante la sección L para la evaluación integral de los materiales.

#### **Inicio del Programa de Operación y Mantenimiento (OyM)**

El responsable del seguimiento del protocolo tiene la autoridad realizar el seguimiento de todas las actividades del establecimiento, incluyendo las inspecciones propiamente dichas, las actividades del programa de operación y mantenimiento, y las de implementación de las técnicas de control. Tiene la función también de entrenar a los principales autores de la ejecución del programa. En resumen, el responsable del protocolo tiene la tarea de supervisar todas las actividades del establecimiento, como ser tareas de mantenimiento y limpieza, trabajos realizados por contratistas en el establecimiento y empresas de todo tipo de servicio. Entre las actividades incluye las de monitorear tareas de electricidad, plomería, y todo tipo de tarea que pueda generar daño físico a los materiales con asbesto. El control de estas actividades se logra mediante la implementación de un sistema de permiso de obra interno para evitar de esta manera daños accidentales. De brindarse este aviso, el responsable del protocolo debe informar sobre las tareas que podrían generar daño en materiales instalados y brindar recomendaciones sobre prácticas seguras de trabajo. Debe existir comunicación entre el responsable del protocolo y todo el personal del establecimiento permanente y no permanente para prevenir actividades que puedan interferir de manera negativa en el programa.

El responsable del protocolo tiene el trabajo de chequear de manera rutinaria y frecuente las tareas que se realicen por medio de personal de mantenimiento, limpieza y contratista para verificar si estas tareas interfieren con los materiales con asbestos del establecimiento. El seguimiento exhaustivo de estas tareas permite que se puedan realizar los ajustes necesarios a tiempo. Esto sumado al permiso de trabajo es muy importante para el éxito de todo programa de

operación y mantenimiento que se implemente en un establecimiento.

Las tareas de remodelaciones o reemplazo de materiales que generan potencial liberación de fibra al ambiente. Por tal motivo, antes de que se realicen cualquier tipo de actividades se debe comunicar al coordinador del protocolo para que se revise el legajo técnico del establecimiento con el fin de verificar que dichas tareas no interfieren con materiales de asbesto, se debe asegurar la información teórica mediante una inspección del área nuevamente para evaluar la probabilidad de que dichas tareas afecten físicamente a los materiales con asbesto. De ser así, se debe someter el área de trabajo a su evaluación. También se debe asegurar que las tareas de remodelación, reparación y/o reemplazo no introducirá nuevos materiales con contenido de asbesto.

En caso de tareas de remodelación y materiales con asbesto instalados no siempre es necesario el retiro. Se recuerda que en este protocolo se propone el parámetro utilizado por la EPA para justificar intervenciones para trabajos con asbesto, siendo esta de 15 m<sup>5</sup> para superficies o material mezcla y de 80 metros lineales para material aislante en sistemas térmicos (40 CFR 61.145-147).

Por último, el responsable del programa debe revisar periódicamente y cada vez que resulte necesario actualizar el programa de OyM, por ejemplo, si se realizan tareas de remoción de asbesto durante una remodelación o si el material resulta dañado. Mientras exista registro de que en el establecimiento existe materiales con contenido de asbesto el programa de operación y mantenimiento de debe mantener vigente y actualizado de manera permanente.

#### **Elementos del Programa de Operación y Mantenimiento**

Se recomienda que un programa de OyM esté compuesto por los siguientes elementos:

##### **a) Notificación de programa de OyM**

El responsable del establecimiento debe informar a todos los trabajadores, administrativos, mantenimiento, limpieza y otros ocupantes sobre la ubicación de los materiales con asbesto, el estado en el que se encuentran con el fin de evitar que los mismos sean dañados. La importancia de esta notificación se debe a que los ocupantes del establecimiento podrían ser informados por cualquier liberación de fibras de asbesto al ambiente y además para poner en conocimiento al resto las personas para evitar liberación de fibras al ambiente.

Esta comunicación se puede realizar mediante cartelera y capacitaciones con acceso a todas las personas. El método que se utilice para la comunicación depende del tipo y localización de los materiales con asbesto, uso del establecimiento y el número de personas afectadas. Por ejemplo, en el caso de una sala de máquina con caldera y cañerías a la vista se debe comunicar a todo el personal de mantenimiento sobre la existencia de los materiales. El mismo criterio debe seguirse en caso de que las cañerías recorran el establecimiento y queden a la vista en otros sectores como ser un pasillo, una sala, etc.

Resulta necesaria la implementación de un programa de capacitación donde las personas interesadas puedan evacuar dudas. EL programa de capacitación podría incluir los puntos que se detallan a continuación:

- Materiales con contenido de asbesto que se encuentren en el establecimiento, área afectada donde el material puede ser afectado y posible forma de hacerlo.
- Notificar que el asbesto resulta un problema para la salud cuando las fibras se ponen en suspensión y son inhaladas. La mera presencia de materiales con asbesto no necesariamente presenta un riesgo para la salud.
- Necesidad de reporte de todo tipo de evidencia de daño sobre materiales con asbesto y de evidencia de escombros, polvo, etc. con el fin de que sea analizado.
- Manejo seguro de material con asbesto en caso de emergencia para empleados de mantenimiento y limpieza.
- Inspección periódica de materiales con asbesto.

##### **b) Monitoreo y vigilancia**

La vigilancia y monitoreo de los materiales con asbesto se realiza mediante dos tareas. La re-inspección y vigilancia periódica. Las tareas de re-inspección se debe realizar **1 vez por cada 3 años**, y los materiales deben ser evaluados nuevamente para verificar certificar el estado en que se encuentran y es realizado por el responsable del protocolo (ver sección L). Esta tarea es de importancia para asegurar de que los materiales no se encuentran deteriorados o dañados. La segunda tarea se refiere a rutinas de vigilancia que se debe realizar cada **6 meses** y puede ser realizada por personal de mantenimiento. Ambas tareas son de importancia de que se realicen en los intervalos de tiempo especificados de acuerdo a la EPA (Manual 20T, pág. 14, Julio 1990).

##### **c) Permiso de trabajo**

El permiso de trabajo tiene la finalidad de controlar las actividades que podrían generar daño físico en materiales con asbesto. Cuando se recibe dicho permiso se recomienda que el responsable del protocolo lleve a cabo cada una de las siguientes tareas:

1. Se debe verificar en el legajo técnico del establecimiento si las tareas y el lugar donde se realizarán afecta a materiales con asbesto existentes. En caso de existan materiales con asbesto, pero no hay o hay baja probabilidad de daño debe informarse sobre la presencia, alcance, la importancia de que no sean afectados y autorizar los trabajos.
2. En caso de caso de que se soliciten trabajos, se registre la presencia de materiales con asbesto y además dichas tareas tengan la posibilidad de afectar físicamente al asbesto el coordinar del protocolo debe visitar el sitio de trabajo para verificar si estas afectan los materiales de manera considerable en la práctica. De no ser así, puede autorizar los trabajos.
3. Se debe registrar todas las gestiones de solicitud de trabajos, las autorizadas y las rechazadas a fin de generar antecedente para el legajo técnico del establecimiento.
4. Todas las autorizaciones y rechazos de trabajos en el establecimiento de materiales con asbesto deben estar registrados por duplicado entre el responsable del protocolo y solicitante del permiso de trabajo.
5. Los trabajos que se autoricen se deben inspeccionar periódicamente hasta que se finalicen y se deben registrar todo tipo de anomalía y correcciones efectuadas.

#### **d) Práctica segura de trabajo**

La difusión de la práctica segura de trabajo que debe estar dirigida principalmente al personal de mantenimiento, limpieza y empresas contratistas. Las tareas de trabajo deben ser analizadas para verificar si pueden producir daño físico sobre materiales con asbesto. De ser así, se deben establecer procedimientos básicos de rutina para que las tareas no generen potencial liberación de fibras al ambiente.

La práctica segura de trabajo debe incluir también los siguientes conceptos:

##### ***Programa de protección al trabajador***

Forma parte de esta instancia también la implementación de un programa de protección al trabajador que se relaciona con controles de monitoreo de exposición y control médico. También se pueden implementar controles de ingeniería que están relacionados a la protección personal, como puede ser provisión de equipo de protección respiratoria y/o ropa de trabajo. Si bien esto es más necesario en las tareas de remoción a gran escala, existe la posibilidad de exposición eventual.

##### ***Procedimiento de Básico de Operación***

Este procedimiento básico comprende recomendaciones para minimizar la liberación de fibras evitando tareas como corte, raspado y perforado en materiales con asbesto. Las tareas de mantenimiento que podrían llegar a generar este problema son; 1) las no están relacionadas con el contacto directo del material y que están relacionadas con la limpieza de superficies, esquinas, estantes con material textil húmedo, 2) las que pueden causar liberación de fibras por daño accidental por ejemplo por trabajos que se realizan en la cercanía de materiales con asbesto, y 3) las tareas que están relacionadas con la manipulación de materiales con asbestos de pequeña magnitud cuando se trata por ejemplo del manejo de escombros y restos de material aislante de una cañería que deben removerse por precaución de manera urgente.

Existen procedimientos para cada una de las categorías de materiales con asbesto (superficiales, aislantes y mezcla) y al mismo tiempo para cada una de las categorías de mantenimiento (1, 2 y 3 precedentes), por este motivo no existe una única recomendación, sino que cada permiso de trabajo tiene que ser tratado de manera particular. A modo de ejemplo y con el fin de que puedan se pueda trasladar las situaciones a otros trabajos similares se establecen los siguientes ejemplos:

\_En caso de reemplazo de luminarias en bajo techo de sitios que se encuentran tratados materiales con contenido de asbesto podría generar alteraciones en el material produciendo liberación de fibras al ambiente, para este caso de trabajo menor, o similares, existe un procedimiento especial de limpieza en húmedo y uso de protección respiratoria.

\_En caso de trabajo de recolección de residuos de un área de piso donde se tratan materiales superficiales en bajo techo bajo la modalidad de encapsulamiento no sería necesaria la aplicación de técnicas especiales a comparación de la anterior debido a que no se generaría alteraciones sobre los materiales existentes tratados.

Estas prácticas tienen la finalidad de evitar la liberación o fibra o permiten que los trabajos se realicen de manera controlada, especialmente las tareas como corte, perforado, lijado, etc.

Otras actividades también podrán generar liberación de fibras o afectar el tratamiento de

materiales con asbesto cuando se realizan en la cercanía, por ejemplo, en niveles superiores o ambientes contiguos a los materiales tratados. Dependiendo de la magnitud de las tareas podrían generar liberación de fibras o afectar el tratamiento aplicado.

En resumen, si se deben realizar trabajos menores y se duda sobre si los mismo podrían llegar a generar liberación de fibras al ambiente o afectar el tratamiento de materiales, se deben tomar precauciones para proteger a las personas y al ambiente del establecimiento con procedimientos básicos como herramientas especiales o método de limpieza húmedo.

### **Prácticas de limpieza**

Las prácticas especiales de limpieza son apropiadas para el caso de establecimientos que poseen instalaciones térmicas o asbestos de aplicación superficial y las mismas se encuentren en muy buenas condiciones, pero existe posibilidad de deterioro gradual o daño. En caso de que la rutina de inspección detecte deterioro gradual o se detecta la presencia de polvo, pequeños escombros, etc. Se debe implementar tareas de limpieza de precaución de inmediato para minimizar la liberación de fibras. En estos casos se requiere de limpieza en húmedo de manera rutinaria en pisos. El personal de mantenimiento y limpieza también deben estar capacitados para identificar y reportar áreas donde se requiere limpieza especial o reparación. Se aclara que la limpieza especial en materiales con asbesto es una tarea suplementaria, no se debe utilizar para reemplazar, reparar o retirar materiales. El programa de limpieza debe incluir una limpieza inicial y luego limpiezas de manera periódica.

Estas prácticas de limpieza también deben ser monitoreadas por el responsable del protocolo por las siguientes razones:

- La práctica de limpieza de escombros de manera inadecuada podría resultar en la dispersión de la contaminación y potencial incremento de niveles de fibra de asbesto en aire en el establecimiento.
- La práctica de limpieza incorrecta podría generar aún más deterioro en los materiales con asbesto aumentando la liberación de fibras al ambiente.

Se recomienda principalmente técnicas de limpieza en húmedo. Evitar cualquier tipo de limpieza en seco ya que esto genera re-suspensión de partículas en el aire del establecimiento. Todo tipo de elemento que se utilice para la limpieza en húmedo luego debe ser gestionado como residuo peligroso de asbesto (Y36-Y48). No escurrir estos elementos en el establecimiento ya que puede generarse liberación de fibras una vez seco. También podría hacerse uso de aspiradoras de alta eficiencia HEPA. A comparación de la aspiradora tradicional esta tiene la posibilidad de filtrar y retener fibras de asbesto. No utilizar aspiradora tradicional porque devolvería a la fibra al ambiente del establecimiento.

El uso de las aspiradoras HEPA no resulta menor y son tareas de riesgo. El cambio de filtro HEPA y la limpieza de aspiradora en general debe realizarse en un sitio aislado y la persona debe contar con elementos de protección personal acorde. Los residuos provenientes de este equipo deben ser gestionado como residuo peligroso. Estos trabajos se deben realizar con personal entrenado en las tareas.

En general, los establecimientos podrían no necesitar estas prácticas especiales de limpieza cuando:

- Se trata solo de materiales no -friables (que no se pueden desmoronar fácilmente).
- Dispone de materiales tratados bajo la modalidad in situ de cerramiento (enclosure).

Además, de aplicase esta práctica de limpieza solo debe realizarse en el ambiente involucrado. Para los casos donde el establecimiento disponga de elementos que puedan retener con firmeza las fibras de asbesto como puede ser *alfombras* estas pueden ser removidas de manera más afectiva por aspiradoras especiales a base de vapor (Steam Cleaning) en lugar de las aspiradoras HEPA. El éxito de las tareas depende de distintos factores como puede ser la cantidad de asbesto depositado, tiempo de reposo, uso de la instalación, y de la composición propia de la alfombra. La limpieza debe realizarse con elementos de protección personal y en horario acorde a la menor cantidad de ocupantes del establecimiento. Estas tareas resultan convenientes realizarse desde el punto de vista económico en lugar de gestionar todo el elemento contaminado como residuo peligroso.

Especial cuidado debe tenerse en caso de que se registren materiales con asbesto dañados en los elementos que integran u un sistema de aire acondicionado centralizado o instalación similar ya que esto puede generar dispersión de fibras a todas las partes del establecimiento que sean alcanzadas debido a que el sistema de filtrado no retiene el tamaño de fibra de asbesto.

### **Procedimiento para episodios de liberación de fibra de asbesto**

Se requiere de práctica especial de trabajo en caso de que se genere liberación de fibra de manera accidental y se deba actuar de manera urgente para evitar mayor liberación de fibra. A fin de generar un parámetro para establecer cuando se trata de "una pequeña cantidad de material con asbesto" que se puede intervenir de manera urgente, la EPA define a esto cuando se trata de:

- 0.3 m<sup>2</sup>, y/o
- 30 cm lineales

Cuando supere esta cantidad se requiere de prácticas especiales de tratamiento. De todas formas, esta situación de someta a evaluación de liberación potencial de fibras (sección L) para su evaluación.

El procedimiento puede variar por diversos factores como ser;

- Cantidad de material afectado,
- Cantidad de episodios y frecuencia.
- Si se dispone en el sitio de sistema de ventilación.
- Uso del sitio.

En caso de episodio y siempre que sea posible se deben llevar a cabo las siguientes tareas:

- Se debe aislar la zona, puertas, ventanas, etc.
- Se debe poner fuera de servicio el sistema de ventilación y/o anular el ducto correspondiente.
- Señalizar la zona por fuera del recinto para evitar exposiciones innecesarias indicando la problemática hasta tanto sea solucionado.
- El paso final es la inspección del ambiente involucrado y efectuar el monitoreo de calidad de aire fuera y dentro del recinto para corroborar el éxito de las tareas. Práctica similar a las tareas de remoción a mayor escala.
- Los residuos deben ser gestionados como residuos peligrosos en su forma.

Se aclara que una mayor cantidad de materiales incurre en tratamiento de asbesto a mayor escala con equipos y personal entrenado especializado.

### **Registros**

Todos los registros de trabajos sobre materiales con asbesto en el establecimiento deben estar incluidos en el legajo técnico del establecimiento, como por ejemplo la documentación que se detalla a continuación:

- Muestras de monitoreo de calidad de aire de hasta 30 años de antigüedad de las zonas tratadas y los trabajadores implicados en la remoción de asbesto.
- Reportes médicos de vigilancia y monitoreo de personal por 30 años.
- Registro de capacitación al personal de práctica segura de trabajo y entrega de elementos de protección personal para todos/as los intervinientes.
- Todo elemento adicional que resulte de interés.

### **e) Capacitación sobre el programa de OyM**

La capacitación permanente sobre el programa y su contenido es fundamental para que el mismo tenga éxito en el establecimiento. Si no se conduce esto de esta manera podría resultar en un incremento de las fibras de asbesto en el aire del establecimiento y aumento de riesgo de la exposición a los trabajadores intervinientes y ocupantes en general.

La capacitación debe estar conformada por los siguientes tópicos:

- Antecedentes e información sobre asbesto y su problemática.
- Efectos en la salud por asbesto.
- Programas de protección al trabajador.
- Localización de asbesto en el establecimiento.
- Reconocimiento de materiales con asbesto dañado o deteriorado.
- Respuesta adecuada para episodios de liberación fibras de asbesto.
- Contenido del programa de OyM del establecimiento en cuestión.

(EPA 560/5-85018).

(EPA 20T-2003, Julio 1990)

### 11.2.18 Sección Q: Fin de Gestión

Dada la extensión del protocolo se propone en esta sección hacer un resumen de las situaciones que se pueden dar en un establecimiento cuando se lo somete al protocolo propuesto y que deben quedar registrados como antecedente en el "legajo técnico del establecimiento".

Los posibles resultados que se pueden dar cuando se aplica el protocolo propuesto a un establecimiento en la búsqueda de materiales con asbestos son los siguientes:

#### a) Materiales con contenidos de asbestos que se remueven

Se denomina así a los materiales que son tratados de forma *ex-situ* porque la evaluación de la liberación potencial de fibras de asbestos al ambiente del establecimiento así lo determina. La gestión final del protocolo indica que se deben cumplir las siguientes premisas:

- Archivar los resultados positivos de laboratorio que determinan la existencia de asbestos.
- Zonificar el área afectada, registrar su alcance y señalar.
- Los materiales con asbestos se deben remover en su totalidad cumpliendo con la legislación de jurisdicción.
- Toda la documentación con el respaldo de los profesionales intervinientes debe formar parte del legajo técnico del establecimiento.

#### b) Materiales con contenido de asbestos que no se remueven

Se denomina así a los materiales que son tratados de forma *in-situ* porque la evaluación de la liberación potencial de fibras de asbestos al ambiente del establecimiento así lo determina. La gestión final del protocolo indica que se deben cumplir las siguientes premisas:

- Archivar los resultados positivos de laboratorio que determinan la existencia de asbestos.
- Zonificar el área muestreada, registrar su alcance y señalar.
- Archivar la gestión del Programa de Operación y Mantenimiento para materiales con contenido de asbestos que se tratan *in-situ*.
- Toda la documentación con el respaldo de los profesionales intervinientes debe formar parte del legajo técnico del establecimiento.

#### c) Materiales sin contenido de asbestos

Los materiales sin contenido de asbestos son:

1. Los muestreados, pero los resultados finales de laboratorio fueron *negativos*.
2. Materiales de los cuales no se sospecha cuando se someten a las tareas de inspección por parte del profesional interviniente.

La gestión final del protocolo indica que se deben cumplir las siguientes premisas:

- Archivar los resultados negativos de laboratorio que determinan la inexistencia de asbestos.
- Archivar los registros de inspección de cada una de las plantas y cada uno de los ambientes donde el profesional interviniente determina la inexistencia de materiales sospechosos de contener asbestos.
- Se debe zonificar la zona del área muestreada y registro de su alcance.
- Toda la documentación con el respaldo de los profesionales intervinientes debe formar parte del legajo técnico del establecimiento.

Los tres resultados posibles mencionados precedentemente (a, b y c) y las acciones a tomar en cada uno de los casos deben formar parte del legajo técnico del establecimiento. De esta manera se finaliza el contenido propuesto del protocolo para la gestión integral de asbestos.

## **12. Caso práctico para la implementación del protocolo de gestión integral de asbestos en edificio antiguo de la administración pública.**

Finalizada la explicación de cada una de las secciones que conforman el Protocolo para la Gestión Integral de Asbestos en Establecimientos se aplica el mismo al establecimiento propuesto. Para lo mismo se propone recorrer en el diagrama de flujo que representa la gestión integral de asbestos aplicando en cada caso las secciones que correspondan. Se recuerda que las secciones representan la metodología de trabajo para la temática que se propone en la misma.

A continuación, se desarrollan cada una de las secciones que conforman al diagrama de flujo que se propone tratar la gestión Integral de Asbestos en Establecimientos:

### **SECCIÓN A: INICIO DEL PROTOCOLO DE GESTIÓN INTEGRAL DE ASBESTOS EN ESTABLECIMIENTOS.**

Para este caso en particular el inicio del protocolo para la gestión integral de asbestos en establecimientos responde a las prohibiciones sobre el uso de asbestos en la República Argentina. Es decir, el establecimiento que se encuentra comprendido en este caso corresponde a uno de la Administración Pública de la Argentina donde los materiales asbestiformes se encuentran prohibidos de acuerdo a las resoluciones del Ministerio de Salud. Además, dicho establecimiento se encuentra de manera continua sometido a tareas de obra principalmente de remodelación por la antigüedad del edificio. Estas tareas podrían generar potencial liberación de fibras al ambiente. La ubicación de este establecimiento se denota en el artículo 3.

Estas premisas que se tienen en cuenta justifican el inicio de aplicación del protocolo para la gestión integral de asbestos y continuar con las siguientes secciones.

### **SECCIÓN B: ESTABLECIMIENTOS DE INTERES (EPA 40 CFR, Subpart M).**

En esta sección se confirma la aplicación del protocolo al establecimiento propuesto.

Los establecimientos de interés son aquellos en los que potencialmente se los considera con contenido de asbesto dadas sus características y usos. El establecimiento de interés para la aplicación del protocolo propuesto responde porque aplica a las siguientes rubricaciones:

- 1) Establecimiento Educativo: el establecimiento propuesto posee en uno de sus pisos varias salas destinadas al uso de un jardín maternal para las/los empleados del mismo edificio.
- 2) Establecimientos declarados bajo trabajos de Demolición y/o Remodelación: este establecimiento debido al año de su construcción, mantenimiento necesario y los cambios de uso a los que se encuentra expuesto se lo somete frecuente a trabajos de obra de demolición y/o remodelación.
- 3) Establecimiento público y comercial: el establecimiento propuesto tiene dos actividades principales que son las de tareas administrativas por parte de los empleados y tareas financieras-comerciales.
- 5) Años de construcción: se trata de un establecimiento antiguo de CABA de la zona denominada Microcentro cuya construcción se realizó entre los años 1940 a 1960. Para esta época los materiales asbestiformes eran de uso común en la industria en distintas aplicaciones y por tal motivo se lo propuso como establecimiento de estudio.

Con el cumplimiento de los parámetros hasta aquí desarrollados se justifica la continuidad de la aplicación del protocolo para la gestión integral de asbestos.

- 6) Se conoce que el establecimiento posee sistema de calderas y cañerías para agua caliente y calefacción.

### **SECCIÓN C: ACTIVIDADES DE INTERES EN ESTABLECIMIENTOS COMPRENDIDOS.**

Como se menciona precedentemente las actividades de interés a las que se encentra expuesto el establecimiento donde se aplica el protocolo propuesto son las siguientes:

Demolición: el establecimiento se encuentra expuesto a demoliciones parciales como parte de su mantenimiento y frecuentes cambios de usos de sectores.

Remodelaciones: el establecimiento se encuentra expuesto a tareas de remodelaciones como parte de su mantenimiento y frecuentes cambios de usos de sectores.

Voluntad de saber: se somete el establecimiento en cuestión al protocolo porque; dispone de calderas y cañerías para agua caliente y calefacción, se sospecha de materiales con contenido de asbestos por la antigüedad del edificio y por el último porque en el edificio funciona en uno de sus pisos un jardín maternal.

#### **SECCIÓN D: DESIGNACIÓN DE COORDINADOR/A RESPONSABLE DEL PROTOCOLO.**

Se propone como coordinadores responsables a la plantilla de profesionales que se encuentran a cargo del servicio Medio Ambiente y Seguridad Laboral del establecimiento. El personal asignado deberá quedar registrado en el formulario de inspección del establecimiento.

#### **SECCIÓN E: PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES CON POTENCIAL CONTENIDO DE ASBESTO.**

En esta sección se brinda en el protocolo el contenido que le permite al profesional seguir un procedimiento de inspección e identificación de potenciales materiales con asbesto para que sean muestreados y analizados en laboratorio.

La aplicación al caso práctico del establecimiento de esta sección queda de la siguiente manera:

E 1 Procedimiento de inspección en establecimientos

E 1.1 Equipamiento y material necesario previo al inicio de las tareas de inspección: El mencionado en el protocolo anteriormente.

##### **E 2.1 Tareas propias del proceso de inspección de establecimientos.**

Teniendo en cuenta la arquitectura del establecimiento se toman en cuenta las siguientes medidas respecto a lo que se propone en el protocolo:

\_Se comienza el relevamiento haciendo ingreso por la puerta principal de la calle Bmé. Mitre.

\_Plan de inspección; se comienza desde el 2° SS del edificio hasta el 7mo. Piso en compañía del personal del mantenimiento.

\_Se dispone de todo el material necesario para la toma de anotaciones, mediciones y toma de vistas fotográficas.

\_Se dispone de información técnica por colaboración del personal de mantenimiento de que el edificio dispone de sistema de calderas para servicio de agua caliente y calefacción en determinadas áreas del establecimiento.

\_El establecimiento no dispone de legajo técnico general. Se dispone de cierta información que se comparte de manera informal por parte del responsable del área de mantenimiento. Por este motivo, se inicia la inspección visual sin análisis previo de documentación como se propone en el protocolo original.

Respecto a las tareas de inspección visual se recuerda que la misma se realiza de manera sistemática sobre las tres posibles categorías de materiales que se pueden encontrar en un establecimiento, siendo estos: a) Materiales de aplicación superficial, b) Aislamiento de sistemas térmicos y c) Materiales mezcla.

##### **E 2.2 Información teórica para identificación de materiales con potencial contenido de asbestos**

De la información que se brinda en el protocolo se reconocen materiales para las tres categorías posibles con potencial contenido de asbesto como se detalla a continuación:

a) Materiales de Aplicación Superficial: se registra este tipo de materiales en la Planta Baja en el sector de atención al público.

b) Materiales de Aislantes de Sistemas Térmicos: se registran este tipo de materiales en los pisos; 2° SS Sala de Máquinas en diversos sectores, 1° SS sector cochera y 7° Piso.

c) Materiales Mezcla con asbesto: se registran productos varios de fibrocemento en 2° SS sala de máquinas y terraza.

Respecto a los materiales identificados se amplía en las secciones siguientes sobre características particulares

### E 2.3 Registro de los trabajos de Inspección e Identificación

De acuerdo con la información precedente se resumen las plantas del establecimiento con potencial contenido de asbesto:

Planta del establecimiento	Resumen de la inspección	Categoría de material
2° SS	<b>Se registran materiales sospechosos de contener asbesto.</b>	b) Materiales de Aislantes de Sistemas Térmicos
1° SS	<b>Se registran materiales sospechosos de contener asbesto.</b>	b) Materiales de Aislantes de Sistemas Térmicos
<b>PB</b>	<b>Se registran materiales sospechosos de contener asbesto.</b>	a) Materiales de Aplicación Superficial
1° Piso	No se registran materiales sospechosos de contener asbesto.	
2° Piso	No se registran materiales sospechosos de contener asbesto.	
3° Piso	No se registran materiales sospechosos de contener asbesto.	
4° Piso	No se registran materiales sospechosos de contener asbesto.	
5° Piso	No se registran materiales sospechosos de contener asbesto.	
6° Piso	No se registran materiales sospechosos de contener asbesto. Tipo	
7° Piso	<b>Se registran materiales sospechosos de contener asbesto</b>	<b>b) Materiales de Aislantes de Sistemas Térmicos</b>
Terraza	<b>Se registran materiales sospechosos de contener asbesto.</b>	<b>c) Materiales Mezcla con asbesto</b>

Con esta información y con lo que se establece en este apartado del protocolo se desarrolla el formulario correspondiente a continuación:

#### FORMULARIO NRO.1 – INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO. DETERMINACIÓN DE POTENCIAL CONTENIDO DE ASBESTO

<b>Datos generales del edificio</b>	
Edificio alcanzado	Establecimiento Público
Personal de contacto	Sector: Medio Ambiente
Ubicación	Microcentro
Tipo de establecimiento	Oficinas, Atención Público y diversos usos.
Año de construcción	Entre 1940 a 1960

<b>Datos del relevamiento del edificio</b>	
Fecha de inspección	las tareas se realizaron entre los meses de junio a diciembre del año 2022 dada la magnitud del establecimiento.
Inspeccionado por	Juan Danilo Segón y Personal INTI
Motivo principal de la inspección	Se sospecha de materiales con asbestos dada la antigüedad del establecimiento.
Solicitado por	Servicio de Medio Ambiente y Seguridad Laboral del edificio
Dirección y/o ubicación	Zona Microcentro de CABA

<b>Descripción del edificio</b>	
Número de plantas sobre PB	7
Número de subsuelos	2
Usos:	PB: oficinas y atención pública
	Plantas 1 a 3 y 4 a 7 oficinas
	Planta 4 Jardín Maternal
	Subsuelo 1: oficinas
	Subsuelo 2: Sala de máquinas y Oficina de Mantenimiento
Metros cuadrados totales cubiertos	25000 m <sup>2</sup> (2500 por cada planta aproximadamente)

<b>Particularidades del edificio</b>	
Se encuentra el edificio en uso:	Sí
Superficies planas:	Sí, propias del edificio, de las instalaciones y de los ductos de recorrido de aire acondicionado centralizado.
Salidas y entradas de aire en ambientes:	Sí, se las visualiza desde los ambientes de cada uno de los pisos.
Revestimientos que acumulen polvo:	Sí, alfombras en algunas de las plantas y cortinas.
Número de personas/día	3000 (de forma permanente) (300 de forma transitoria en el horario de 10 a 15 hs.)

<b>Tipo de estructura</b>	
Metálica	
Hormigón	<b>X</b>
Mixta	
Otro	
Descripción	Se trata de un edificio con estructura y columnas de hormigón. Parades de ladrillo revocado.
<b>Detalle de la cubierta</b>	
Tipo de cubierta	Plana
Descripción	Cubierta plana y de losa.

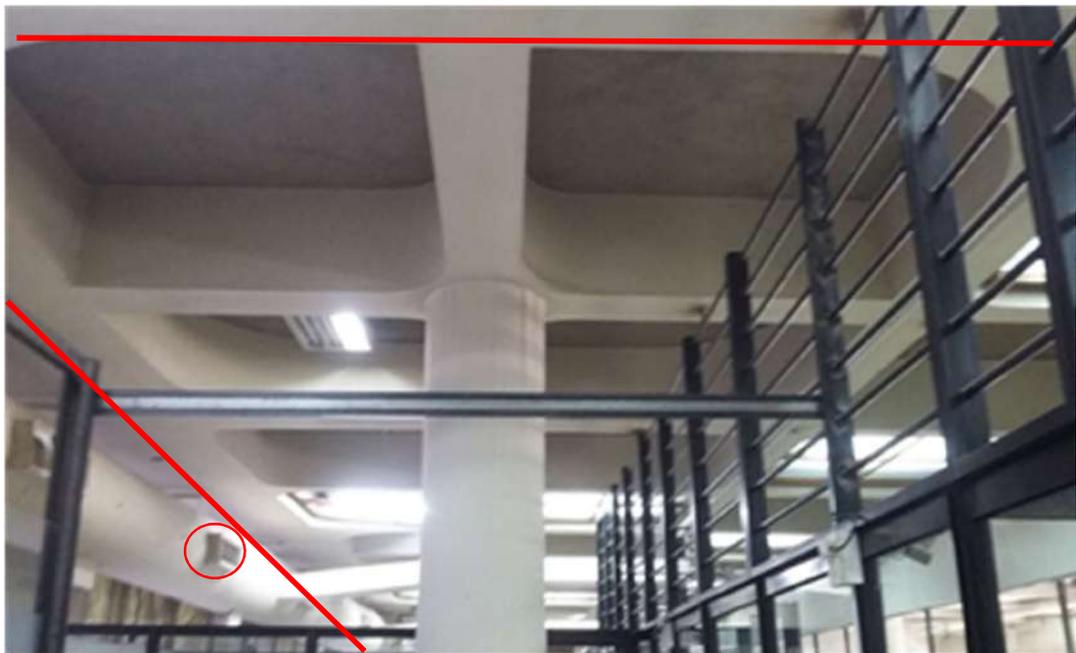
<b>Detalle de las fachadas</b>	
Ubicación del aislamiento	Interior y exterior.
Descripción	Las fachadas cuentan con aislamiento interior y exterior. La interior cuenta con revestimiento tipo revoque de cemento.

<b>Detalle de las medianeras</b>	
Tipo de las medianeras	Colindante
Descripción	Se encuentra en uso compartido con los edificios linderos.

<b>Detalle de las instalaciones</b>	
Calefacción y Aire Centralizado	Dispone de agua caliente centralizada, Calefacción centralizada en los pisos, cañerías de refrigeración y radiadores de pared.
Aire acondicionado	Dispone también de sistema de aire acondicionado por ductos.
Otros:	Todo el sistema de calderas se encuentra ubicado en el segundo subsuelo del edificio en sala de máquinas.

<b>Detalle de construcción y remodelaciones a la fecha</b>
El edificio fue edificado en diversos tramos hasta quedar su estructura final conformada luego de 20 años. En los años restantes se realizaron modificaciones, ampliaciones y las remodelaciones son continuas en el tiempo dada la antigüedad actual del edificio.
<b>RESULTADO PRELIMINAR DE FORMULARIO NRO.1</b>
<b>SE SOSPECHA DE LA EXISTENCIA DE MATERIALES CON POTENCIAL CONTENIDO DE ASBESTO DEBIDO AL AÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO Y LOS SERVICIOS QUE SE DISPONE PARA SU FUNCIONAMIENTO. SE PROCEDE A LA CONFECCION DEL FORMULARIO NRO.2</b>

<b>FORMULARIO NRO.2 – INFORMACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO SOBRE LA POTENCIAL CONTENIDO DE ASBESTO</b>
Teniendo en cuenta las 3 (tres) categorías de materiales donde se pueden reunir materiales con potencial contenido de asbesto se detalla de cada una lo siguiente:
<b>a) Materiales de Aplicación Superficial</b>
<b>a.1) Materiales de aplicación superficial (con fines acústicos y térmicos)</b>
Se registran materiales de este tipo en las condiciones detalladas a continuación:
Ubicación: <b>Planta baja</b>
Forma de techo = Plano con casetonado
Tipo de techo = losa
Altura al techo = 3 metros
Superficie de aplicación evaluada = 200 mtrs <sup>2</sup>
Espesor teórico = 19,05 mm aprox. (3/4") y uniforme en toda la superficie.
Cantidad teórica de material evaluado aplicado = 3,81 m <sup>3</sup> = 8382 kgr de asbesto. Se debe tener en cuenta que estas aplicaciones NO están compuestas 100 % de fibras de asbesto sino que las fibras de asbestos poseen una matriz que las contiene o también se denomina un "elemento portante" que alas contiene para cumplir la función. De acuerdo a la EPA las aplicaciones de este tipo tienen una proporción del <b>55 %</b> de asbesto (EPA 560/5-85-0024 Apéndice A pág. A-2) = <b>4610 kgr aproximadamente de asbesto</b> son los que se encontrarían en este sector siempre que se confirme la existencia de asbesto mediante pruebas de laboratorio en la sección correspondiente del protocolo más abajo. Dato; Densidad de asbesto = 2200 kg/m <sup>3</sup>
Descripción de apariencia de la aplicación evaluada = superficie de apariencia rígida, similar a concreto.
Tipo de pared de este sector = paredes de ladrillo y revoque.
Piso de este sector = carpeta de concreto con baldosas rígidas.
Se detalla más abajo vista fotográfica (a.1) del sector en cuestión



a.1) Material de Aplicación Superficial: PB, Techo con casetonado. Se sospecha de asbesto bajo cielo raso. El lugar dispone de salidas de sistema aire acondicionado centralizado.



a.1) Detalle del sector. Vista de bajo techo con casetonado.

<b>b) Materiales aislantes para sistemas térmicos</b>
Materiales aislantes para sistemas térmicos de aplicación en calderas y cañerías
Se registran materiales de este tipo en las condiciones detalladas a continuación:
Ubicación = <b>2° SS (Caldera y cañerías), 1° SS y 7to. Piso.</b>
<b>b.1) 2° SS corresponde a material aislante instalado sobre cuerpo de caldera</b>
Espesor de aplicación de asbesto teórica = 10 mm, uniforme en toda la longitud.
Superficies de aplicación evaluada en cuerpo de caldera = 30 m <sup>2</sup>
Cantidad teórica de material evaluado aplicado en cuerpo de caldera = 0,3 m <sup>3</sup> = 660 kgr de material con asbesto. De igual manera que el ítem precedente y de acuerdo a la EPA este tipo de aplicación tiene una proporción del <b>15 %</b> de asbesto (EPA 560/5-83-002 Apéndice C pág. C-2) = <b>99 kgr aproximadamente de asbesto</b> son los que se encontrarían en este sector siempre que se confirme la existencia de asbesto mediante pruebas de laboratorio en la sección correspondiente del protocolo más abajo. Dato; Densidad de asbesto = 2200 kg/m <sup>3</sup>

<b>b.1.1) 2° SS Corresponde a material aislante aplicado sobre 100 metros de cañerías de 2,5" y espesor teórico de 10 mm uniforme en toda la longitud.</b>
Cantidad teórica de material evaluado aplicado a las cañerías del sector = 0,108 m <sup>3</sup> = 236,6 kgr de asbesto. De igual manera que el ítem precedente y de acuerdo a la EPA este tipo de aplicación tiene una proporción del <b>15 %</b> de asbesto (EPA 560/5-83-002 Apéndice C pág. C-2) = <b>35,5 kgr aproximadamente de asbesto</b> son los que se encontrarían en este sector siempre que se confirme la existencia de asbesto mediante pruebas de laboratorio en la sección correspondiente del protocolo más abajo. Dato; Densidad de asbesto = 2200 kg/m <sup>3</sup>
Apariencia de la aplicación y estructura del piso similar a la precedente.

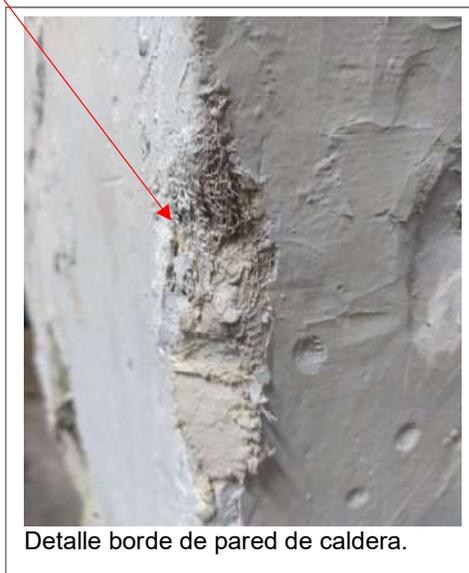
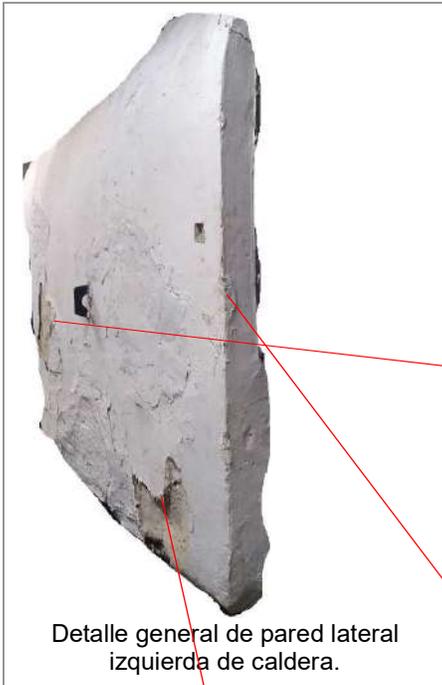
#### **INSTALACIÓN: CALDERA**

**b.1) 2° SS corresponde a material aislante instalado sobre cuerpo de caldera. Detalle mediante vistas fotográficas.**

**Lado frontal**



Lado lateral izquierdo



Se adjuntan estas vistas fotográficas de los sistemas de aire de ya que resultan relevantes para el análisis de liberación potencial de fibras al ambiente en la sección correspondiente.



Sistema de aire acondicionado centralizado del sector de calderas.



Sistema de extracción de aire localizado detrás de caldera con salida al ambiente exterior.

**INSTALACIÓN: CAÑERÍAS DE CALDERA**

b.1.1) 2° SS Corresponde a material aislante aplicado sobre 100 metros de cañerías de 2,5" y espesor teórico de 10 mm uniforme en toda la longitud.



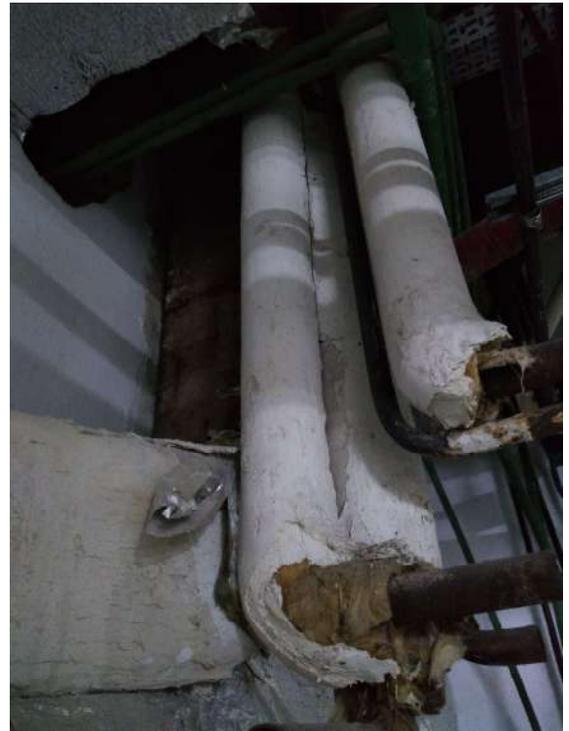
Detalle general de cañerías de la caldera.



Detalle avería en material aislante.



Detalle avería en material aislante.



Detalle avería en material aislante.



Detalle avería en material aislante.



Detalle avería en material aislante.

**b.2) 1° SS Corresponde a material aislante aplicado sobre 30 metros de cañerías de 2,5" y espesor teórico de 10 mm uniforme en toda la longitud.**

Cantidad teórica de material evaluado aplicado a las cañerías del sector = 0,032 m<sup>3</sup> = 70,98 kgr de asbesto. De igual manera que el ítem precedente y de acuerdo a la EPA este tipo de aplicación tiene una proporción del 15 % de asbesto (EPA 560/5-83-002 Apéndice C pág. C-2) = **10,65 kgr aproximadamente de asbesto** son los que se encontrarían en este sector siempre que se confirme la existencia de asbesto mediante pruebas de laboratorio en la sección correspondiente del protocolo más abajo. Dato; Densidad de asbesto = 2200 kg/m<sup>3</sup>

Apariencia de la aplicación y estructura del piso similar a la precedente. Se detalla más abajo (b.2)



Subida de cañería con material aislante.



Recorrido cañería con material aislante.



Recorrido cañería con material aislante.



Bajada de cañería con material aislante.

**b.3) 7° Piso. Corresponde a material aislante aplicado sobre 10 metros de cañerías de 2,5" y espesor teórico de 10 mm uniforme en toda la longitud.**

Cantidad teórica de material evaluado aplicado a las cañerías del sector = 0,011 m<sup>3</sup> = 23,66 kgr de asbesto. De igual manera que el ítem precedente y de acuerdo a la EPA este tipo de aplicación tiene una proporción del 15 % de asbesto (EPA 560/5-83-002 Apéndice C pág. C-2) = **3,55 kgr aproximadamente de asbesto** son los que se encontrarían en este sector siempre que se confirme la existencia de asbesto mediante pruebas de laboratorio en la sección correspondiente del protocolo más abajo. Dato; Densidad de asbesto = 2200 kg/m<sup>3</sup>

Apariencia de la aplicación y estructura del piso similar a la precedente.

Se detalla más abajo vista fotográfica (b.1) del sector en cuestión



Detalle cañería con material aislante.



Detalle material aislante averiado.



Detalle de subida a descanso de escalera superior.



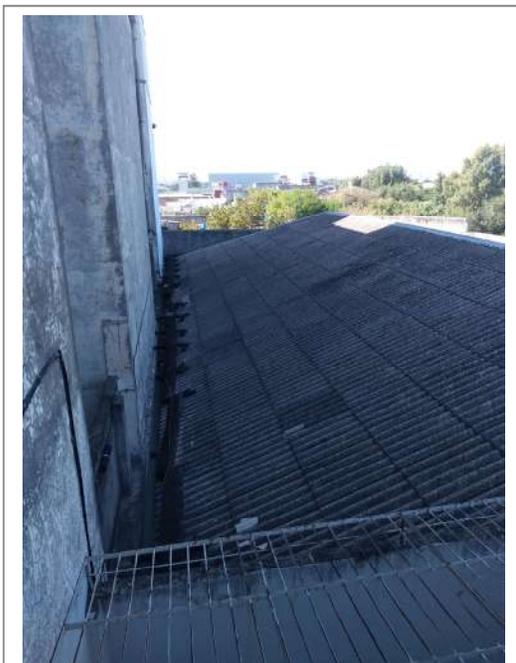
Detalle de ventana en zona de cañerías.



Detalle material aislante de cañería en descanso de escalera.

<b>c) Materiales Mezcla con asbesto</b>
<b>c.1) Ubicación: Terraza. Corresponde a materiales de fibrocemento varios con distintos usos.</b>
Los materiales que se registraron en el establecimiento se encuentran representados por los siguientes productos: c.1.1) Chapas de fibrocemento c.1.2) Tanques de fibrocemento c.1.3) Residuos de fibrocemento
Cantidad teórica de material evaluado en cada uno de los materiales identificados se detallará más abajo. Para este tipo de materiales la EPA detalla que estos tienen una proporción del 10 % de asbesto (EPA 560/5-83-002 Apéndice C pág. C-2). asbesto son los que se encontrarían en este sector siempre que se confirme la existencia de asbesto mediante pruebas de laboratorio en la sección correspondiente del protocolo más abajo. Dato; Densidad de asbesto = 2200 kg/m3
Detalle de cada uno de los materiales mencionados precedentemente:
c.1.1) Chapa de fibrocemento: se detecta en la azotea del establecimiento una zona cubierta de 10 x 20 mtrs haciendo un total de 200 m2. El espesor de la chapa es de 5 mm. Para este caso en particular siempre que se detecten fibras de asbestos mediante ensayos de laboratorio la cantidad teórica de asbesto es estos materiales es de <b>200 kg</b> .
c.1.2) Tanques de fibrocemento: se detecta en la azotea del establecimiento 2 (dos) tanques para almacenamiento de 500 litros de agua c/u. El espesor de las paredes es de 10 mm. Para este caso en particular siempre que se detecten fibras de asbestos mediante ensayos de laboratorio la cantidad teórica de asbesto es estos materiales es de <b>20,724 kg</b> .
c.1.3) Residuos de fibrocemento: se observa sobre la terraza del establecimiento residuos de materiales de fibrocemento se estima perteneciente a un tanque de agua como consecuencia de su rotura. kg teórico de asbesto en la aplicación: <b>10,362 kg</b> .
Se detalla más abajo vista fotográfica (c.1.1, c.1.2 y c.1.3) del sector en cuestión

c.1.1) Chapas de fibrocemento



c.1.1) Detalle chapa de fibrocemento en cubierta ala izquierda.



c.1.1) Detalle chapa de fibrocemento en cubierta ala derecha.

c.1.2) Tanques de fibrocemento



c.1.2) Detalle general de tanques fibrocemento.



c.1.2) Detalle de tanques de fibrocemento.



c.1.2) Detalle reverso tanques de fibrocemento

c.1.3) Residuos de fibrocemento



Detalle de residuos por cambio de tecnología de material de tanque para agua acero asbesto por acero inoxidable.



c.1.3) Residuos de fibrocemento en terraza



c.1.3) Residuos de fibrocemento en terraza



c.1.3) Residuos de fibrocemento en terraza

En esta sección se finaliza con el proceso de inspección e identificación de materiales con potencial contenido de asbestos, detalles mediante vistas fotográficas y la cantidad estimada de cada uno de ellos. Se debe tener en cuenta que para establecer que existe constancia fehaciente de existencia de asbestos en estos materiales se tiene que confirmar su contenido mediante pruebas de laboratorio.

**SECCIÓN F: CLASIFICACIÓN DE FRIABILIDAD DE MATERIALES IDENTIFICADOS.**

De acuerdo con el contenido teórico de esta sección detallado más arriba, se clasifican a los materiales identificados en las tareas de inspección respecto a la friabilidad de la siguiente manera:

CLASIFICACIÓN DE FRIABILIDAD DE MATERIALES IDENTIFICADOS			
Planta del establecimiento	Categoría de material identificado	Tipo de material	Clasificación de friabilidad
2° SS	b) Materiales de Aislantes de Sistemas Térmicos	b.1)Material aislante aplicado sobre el cuerpo de la caldera.	FRIABLE
		b.1.1) Material aislante aplicado sobre cañerías.	FRIABLE
1° SS	b) Materiales de Aislantes de Sistemas Térmicos	b.2)Material aislante aplicado sobre cañerías.	FRIABLE
PB	a) Materiales de Aplicación Superficial	a.1)Material aplicado sobre superficie de techo.	NO FRIABLE
7° Piso	b) Materiales de Aislantes de Sistemas Térmicos	b.3)Material aislante aplicado sobre cañerías.	FRIABLE
Terraza	c) Materiales Mezcla con asbesto	c.1.1)Chapas de fibrocemento	NO FRIABLE categoría II
		c.1.2)Tanques de fibrocemento	NO FRIABLE categoría II
		c.1.3)Residuos de fibrocemento	NO FRIABLE categoría II es estado FRIABLE

Para este trabajo el resultado para la clasificación de la friabilidad de los materiales identificados se realiza teóricamente mediante los conceptos desarrollados por la EPA. No forma parte de estos trabajos las pruebas físicas de friabilidad.

**SECCION G: MUESTREO DE MATERIALES CON POTENCIAL CONTENIDO DE ASBESTO.**

Habida cuenta las tareas de inspección e identificación en la sección precedente en esta se propone el muestreo de los materiales. Para lo mismo se debe tener en cuenta los conceptos teóricos de esta sección que ya se desarrollaron. Se especifica de cada uno de los materiales identificados los siguiente.

DIAGRAMA DE MATERIALES IDENTIFICADOS			
<p style="text-align: center;"><b>Recinto de sala de Maquinas</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Cañerías (Muestra b.1.1)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Caldera (muestrab.1)</b></p>			
Planta del establecimiento	Categoría de material identificado	Tipo de material	Clasificación de friabilidad
2° SS	b) Materiales de Aislantes de Sistemas Térmicos	<b>b.1)Material aislante aplicado sobre el cuerpo de la caldera.</b>	FRIABLE
<p>RECINTO. Dimensiones del recinto; Alto: 9m, Ancho: 10m, Profundidad: 20m. Se considera a este recinto como espacio funcional de la caldera y sus cañerías.</p>			
<p><b>1)Muestras de “b.1 Caldera”:</b> Dimensiones de la caldera; Alto: 3m, Ancho: 2m, Profundidad: 2m                  Área afectada de la caldera: 30 m2. El material aislante de la caldera (AST) presenta <b>color y textura uniforme</b> en toda el área afectada. Se considera a esta como el área homogénea a muestrear.</p>			
<p><b>Cantidad de muestras: 3 (tres).</b></p>			
<p><b>Localización de muestras b.1:</b> para la selección de las localizaciones de las muestras se debe hacer referencia a las recomendaciones para Aislamiento de Sistemas Térmico. Teniendo en cuenta que el estado general resultante del material aislante se encuentra en malas condiciones y las recomendaciones de la EPA para estos casos se obtienen las muestras desde las localizaciones más físicamente afectadas.</p>			

**Detalle fotográfico de toma de muestra b.1:**



Vista fotográfica 1: Recinto sala de máquinas. Al fondo se encuentra la caldera y cañerías. Al frente, operario encargado del retiro de las muestras de este sector.

Vista fotográfica 2, 3 y 4: Detalle de la zona de muestreo, localización de la muestra y retiro de la misma. Se extraen desde el área homogénea y desde las zonas más físicamente dañadas para evitar la rotura del material aislante.



**2)Muestras de “b.1.1 - Cañerías de calera”:** El material aislante de las cañerías (AST) presenta **color y textura uniforme** en toda el área afectada. Se considera a todas las longitudes de las cañerías como área homogénea a muestrear. Cantidad de cañerías: **100** metros lineales. **Cantidad de muestras:** 3 (tres). Toda la superficie del material aislante que cubre a las cañerías es homogénea. No se registran parches por lo que no se necesitan de la obtención de otras muestras.

**Localización de muestras b.1:** para la selección de las localizaciones de las muestras se debe hacer referencia a las recomendaciones para Aislamiento de Sistemas Térmico de la EPA. Teniendo en cuenta que el estado general resultante del material aislante se encuentra en malas condiciones se obtienen las muestras desde las localizaciones más físicamente afectadas.

**Detalle fotográfico de toma de las 3 muestras b.1.1 (Material Aislante de Cañerías)**



Muestra 1: se obtiene desde zona averiada de material aislante de la cañería.

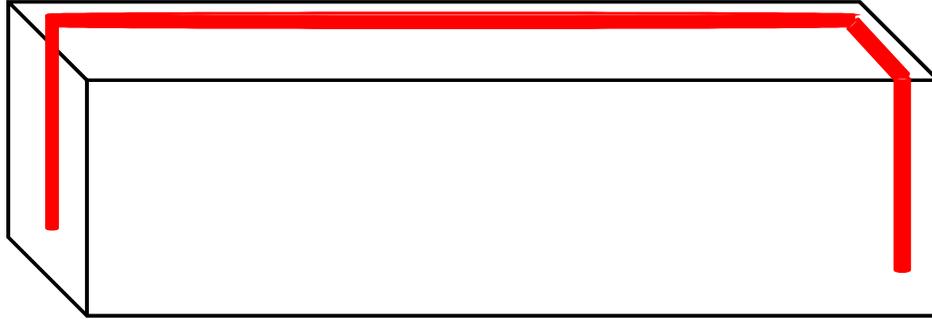


Muestra 2: se obtiene desde zona averiada de material aislante de la cañería.



Muestra 3: se obtiene desde zona averiada de material aislante de la cañería.

## DIAGRAMA DE MATERIALES IDENTIFICADOS



Planta del establecimiento	Categoría de material identificado	Tipo de material	Clasificación de friabilidad
1° SS	b) Materiales de Aislantes de Sistemas Térmicos	b.2) Material aislante aplicado sobre cañerías.	FRIABLE

RECINTO. Dimensiones del recinto; Alto: 4m, Ancho: 10m, Profundidad: 20m. Se considera a este recinto como espacio funcional de las cañerías.

**3) Muestras de “b.2 – Cañerías”:** 30 metros lineales de material aislante en cañerías.  
**Cantidad de muestras: 3 (tres)** El material presenta **color y textura uniforme** en toda el área de la cañería afectada.

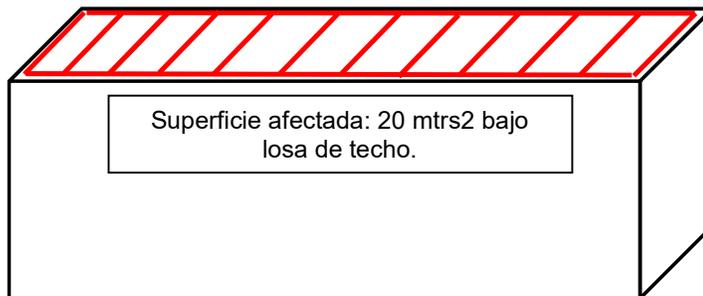
**Localización de muestras b.2:** para la selección de las localizaciones de las muestras se debe hacer referencia a las recomendaciones para Aislamiento de Sistemas Térmico de le EPA. Se obtienen las muestras desde las localizaciones más físicamente afectadas.

**Detalle fotográfico de toma de la muestra b.2 (Material Aislante de Cañerías)**



Detalle de toma de muestra de bajada de cañería. Similar para el resto.

## DIAGRAMA DE MATERIALES IDENTIFICADOS



Planta del establecimiento	Categoría de material identificado	Tipo de material	Clasificación de friabilidad
PB	a) Materiales de Aplicación Superficial	a.1) Material aplicado sobre superficie de techo.	NO FRIABLE

RECINTO. Dimensiones del recinto; Alto: 3m, Ancho: 10m, Profundidad: 20M. Superficie afectada: 200 mtrs2.

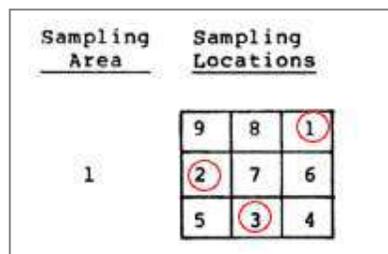
**4) Muestras de "a.1 - Materiales de aplicación superficial":** El material presenta **color y textura uniforme** en toda el área afectada.

**Localización de muestras a.1:** para la selección de las localizaciones de las muestras se hace referencia a las recomendaciones para Materiales de Aplicación Superficial de la EPA-Método 1.

**Desarrollo de la Localización de toma de muestras del área afectada – Método EPA nro. 1**  
Superficies a evaluar: **200 mtrs2**

**Cantidad de muestras: se opta por el mínimo de muestras 3 (tres).**

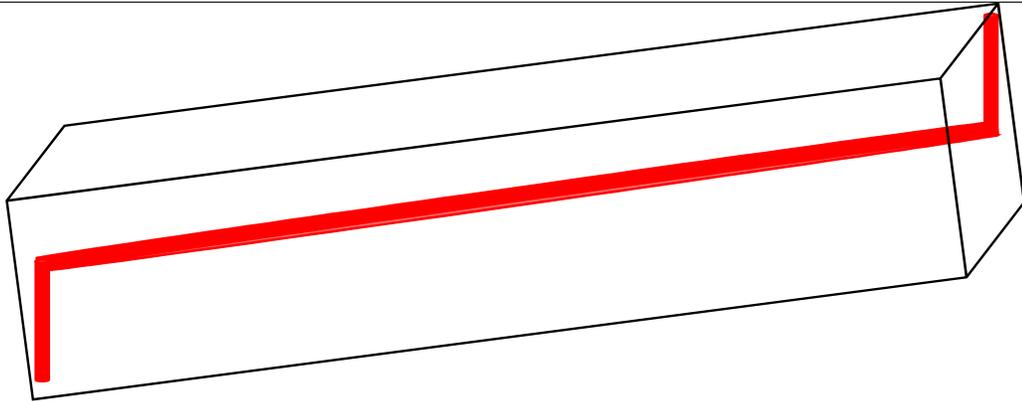
Plantilla a utilizar para la selección de la cantidad de muestras nro. 1



**Detalle fotográfico de toma de la muestra a.1 Material de Aplicación Superficial**



### DIAGRAMA DE MATERIALES IDENTIFICADOS



Planta del establecimiento	Categoría de material identificado	Tipo de material	Clasificación de friabilidad
7° Piso	b) Materiales de Aislantes de Sistemas Térmicos	b.2) Material aislante aplicado sobre cañerías.	FRIABLE

RECINTO. Dimensiones del recinto; Alto: 3m, Ancho: 2 mtrs Profundidad: 12m. Caja de escalera. Se considera a este recinto como espacio funcional de las cañerías.

**3) Muestras de “b.3 – Cañerías”:** 10 metros lineales de material aislante en cañerías.  
**Cantidad de muestras: 3 (tres).** El material presenta **color y textura uniforme** en toda el área de la cañería afectada.

**Localización de muestras b.2:** para la selección de las localizaciones de las muestras se debe hacer referencia a las recomendaciones para Aislamiento de Sistemas Térmico de le EPA. Se obtienen las muestras desde las localizaciones más físicamente afectadas.

#### Detalle fotográfico de toma de la muestra b.3 (Material Aislante de Cañerías)



DIAGRAMA DE MATERIALES IDENTIFICADOS			
Planta del establecimiento	Categoría de material identificado	Tipo de material	Clasificación de friabilidad
Terraza	c) Material Mezcla	c.1) Fibrocemento	c.1.1 y c.1.2 No Friable Categoría II, y c.1.3 No Friable categoría II es estado Friable.
RECINTO. Dimensiones del recinto; Alto: 4m, Ancho: 1,2 mtrs Profundidad: 10m. Caja de escalera. Se considera a este recinto como espacio funcional de las cañerías.			
<b>3) Muestras de “c.1 – Material mezcla (fibrocemento)”:</b> <b>Cantidad de muestras:</b> 2 (dos) se opta por el mínimo de muestras en, c.1.1) Chapas de fibrocemento c.1.2) Tanques de fibrocemento c.1.3) Residuos de fibrocemento			
<b>Localización de muestras c.1 (c.1.1, c.1.2 y c.1.3):</b> para la selección de las localizaciones de las muestras se debe hacer referencia a las recomendaciones para Materiales Mezcla de la EPA. Se toman las muestras de zonas poco visibles y que no afecten el fin para su uso..			

Detalle fotográfico de toma de la muestra c.1.1, c1.2 y c1.3.



Nota: para el caso de la muestra de C1.3 correspondientes residuos de fibrocemento se obtiene de cualquier trozo de material al azar.

RESUMEN DE NUMERO DE MUESTRAS			
Planta del establecimiento	Categoría de material identificado	Tipo de material	Cantidad de muestras
2° SS	b) Materiales de Aislantes de Sistemas Térmicos	b.1)Material aislante aplicado sobre el cuerpo de la caldera.	3
		b.1.1) Material aislante aplicado sobre cañerías.	3
1° SS	b) Materiales de Aislantes de Sistemas Térmicos	b.2)Material aislante aplicado sobre cañerías.	3
PB	a) Materiales de Aplicación Superficial	a.1)Material aplicado sobre superficie de techo.	3
7° Piso	b) Materiales de Aislantes de Sistemas Térmicos	b.3)Material aislante aplicado sobre cañerías.	3
Terraza	c) Materiales Mezcla con asbesto	c.1.1)Chapas de fibrocemento	2
		c.1.2)Tanques de fibrocemento	2
		c.1.3)Residuos de fibrocemento	2
TOTAL DE NUMERO DE MUESTRAS (veintiuno)			<b>21</b>

**SECCIÓN H: PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD PARA MUESTREO DE MATERIALES CON POTENCIAL CONTENIDO DE ASBESTO.**

Habida cuenta la cantidad de muestras a obtener para el establecimiento de estudio (21) y a los conceptos que se desarrollaron para esta sección la gestión debe proceder de acuerdo a los lineamientos para una cantidad de muestras inferior a 25, es decir, procedimiento "a":

1. Para **21** muestras a obtener en el establecimiento el número de muestras de "CC" (control de calidad) debe ser de **5**.
2. El número de discrepancias debe ser menor a **2** para que las tareas de análisis de muestras de asbesto del laboratorio resulten satisfactorias.
3. Resolver las discrepancias en caso de que se produzcan.

Respecto al análisis de las muestras y los resultados se desarrolla a continuación.

**SECCIÓN I: MÉTODO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO PARA ESTUDIO Y DETECCIÓN DE MATERIALES CON POTENCIAL CONTENIDO DE ASBESTO.**

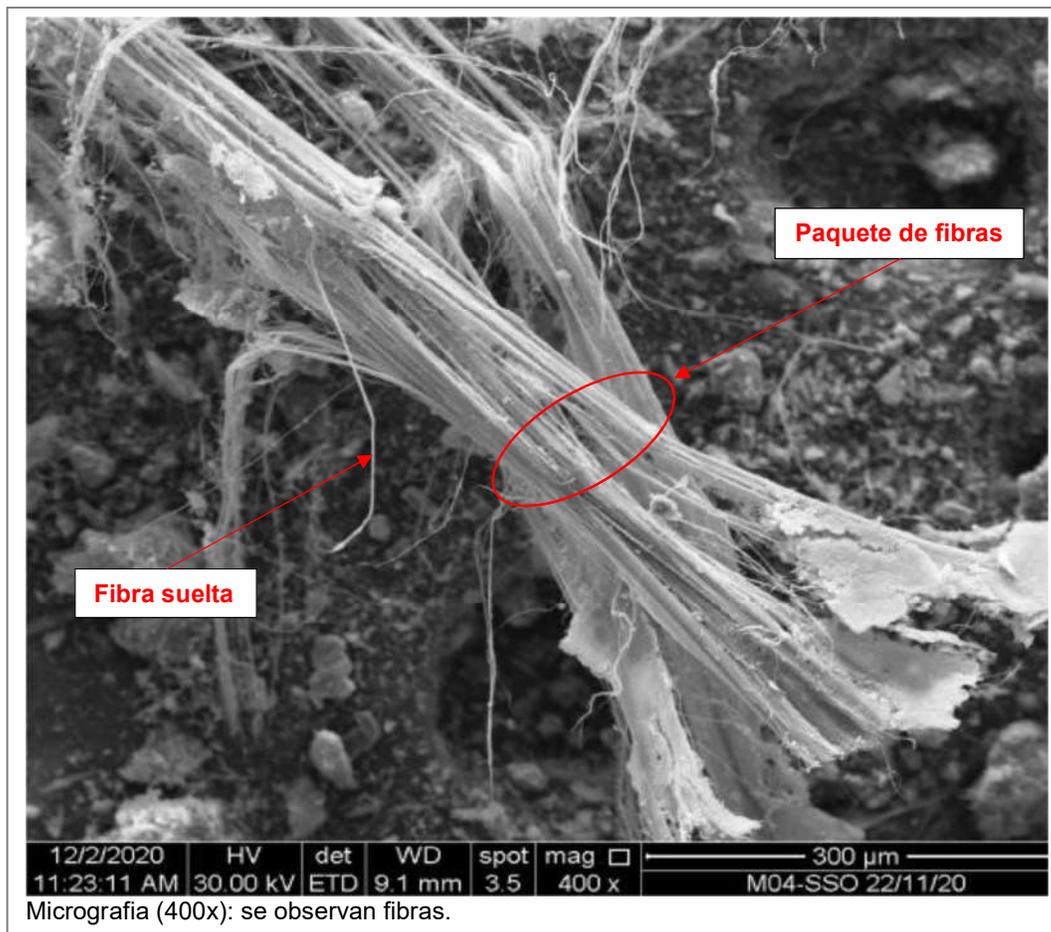
De acuerdo a la información teórica desarrollada en esta sección y a lo informado por el laboratorio a cargo de las tareas de análisis de muestras con potencial contenido de asbestos se utilizan las siguientes metodologías y herramienta para las tareas:

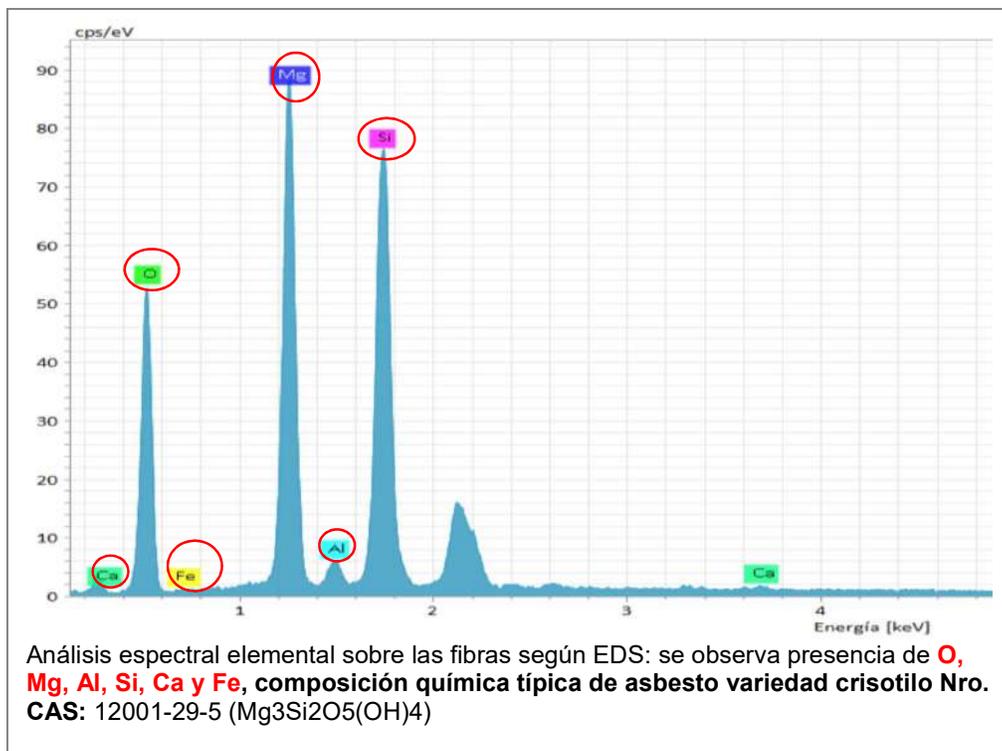
- 1) Lupa binocular
- 2) Microscopia petrográfica
- 3) Microscopia electrónica con EDS

De esta forma se puede brindar información de la forma de la fibra, es decir, si corresponde a fibras asbestiformes e información sobre la composición química para conocer si corresponde a la composición típica del asbesto y sus variedades

El resultado del análisis de cada una de las muestras resumidas en la sección anterior es el siguiente:

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
1	2° SS	b.1 ID:1.b.1	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>

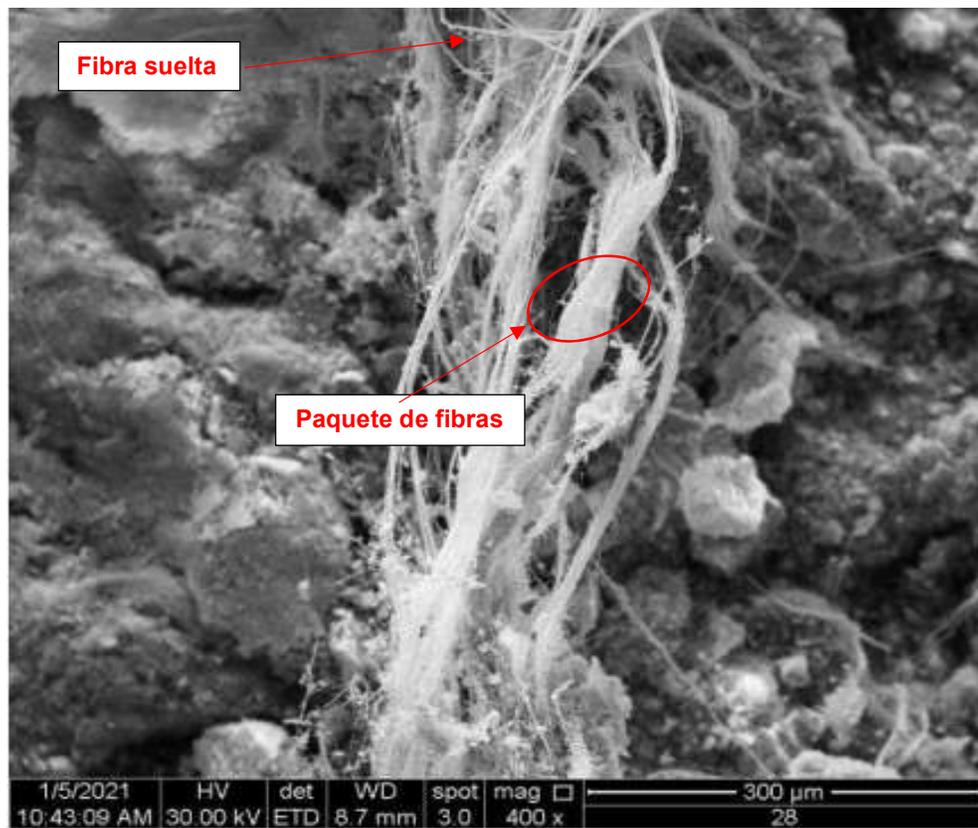




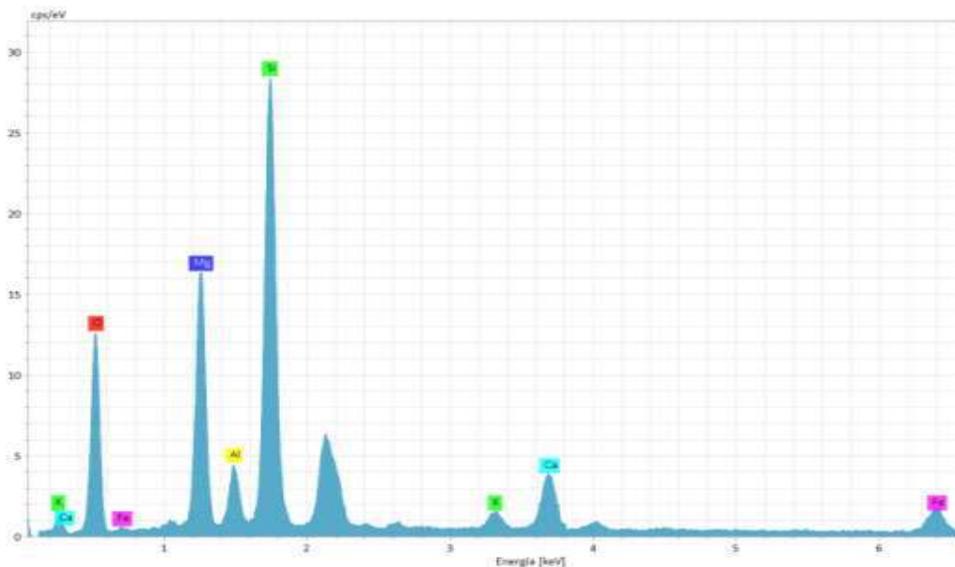
Ídem para el resto de las muestras de este sector. Se detalla:

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
2	2° SS	b.1.2 ID:1.b.2	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>
3	2° SS	b.1.3 ID:1.b.3	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
4	2° SS	b.1.1 ID:1.b.4	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>



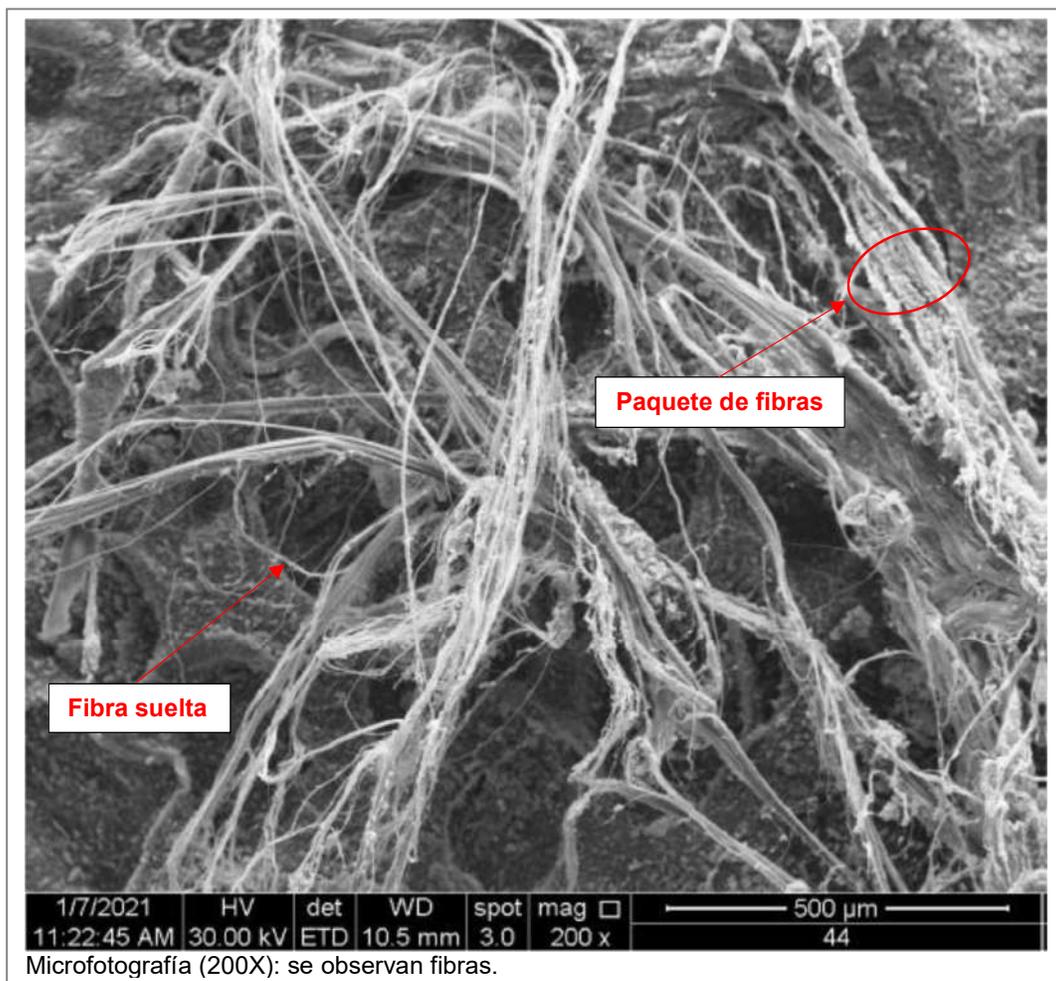
Microfotografía (400x): se observan fibras.

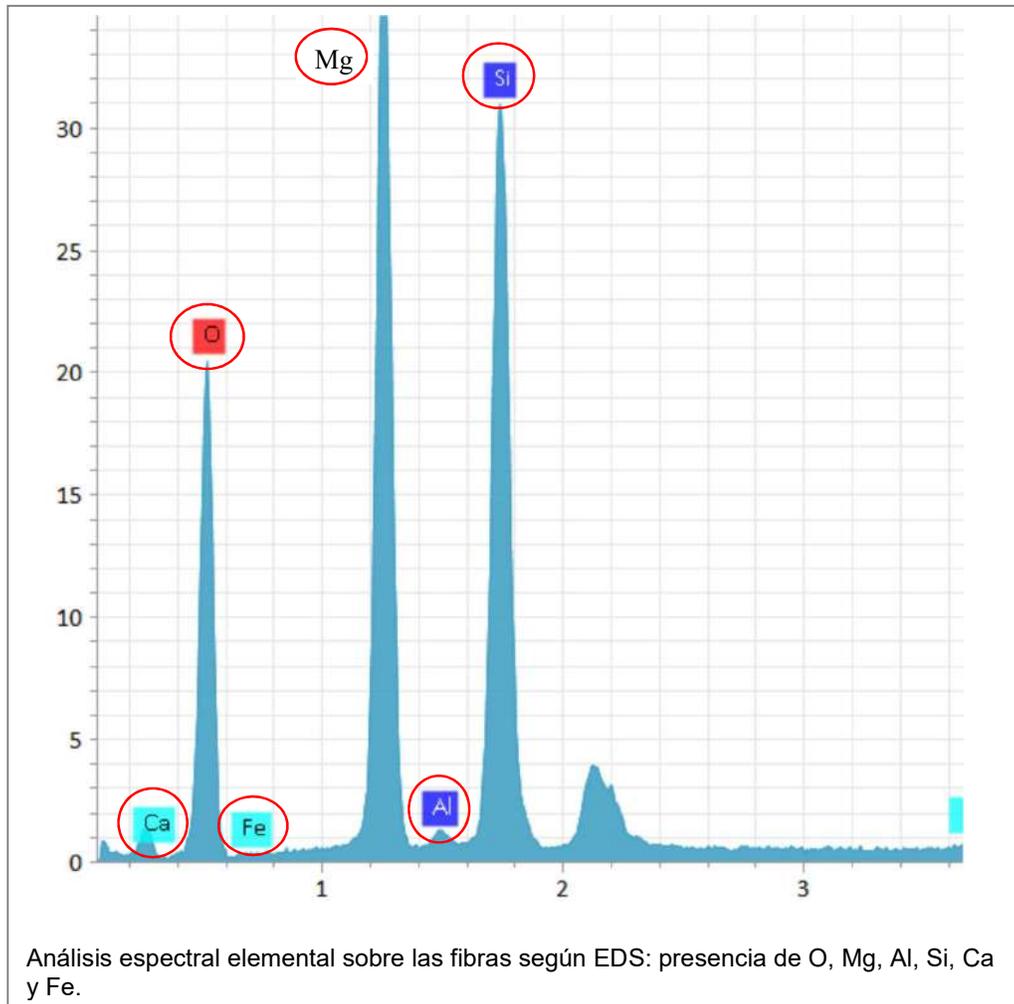


Análisis espectral elemental sobre las fibras según EDS: se observa presencia de O, Mg, Al, Si, K, Ca y Fe.

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
5	2° SS	b.1.1.1 ID:1.b.5	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>
6	2° SS	b.1.1.2 ID:1.b.6	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de ASBESTOS (variedad crisotilo)

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
7	1° SS	b.2 ID:1.b.2.1	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>

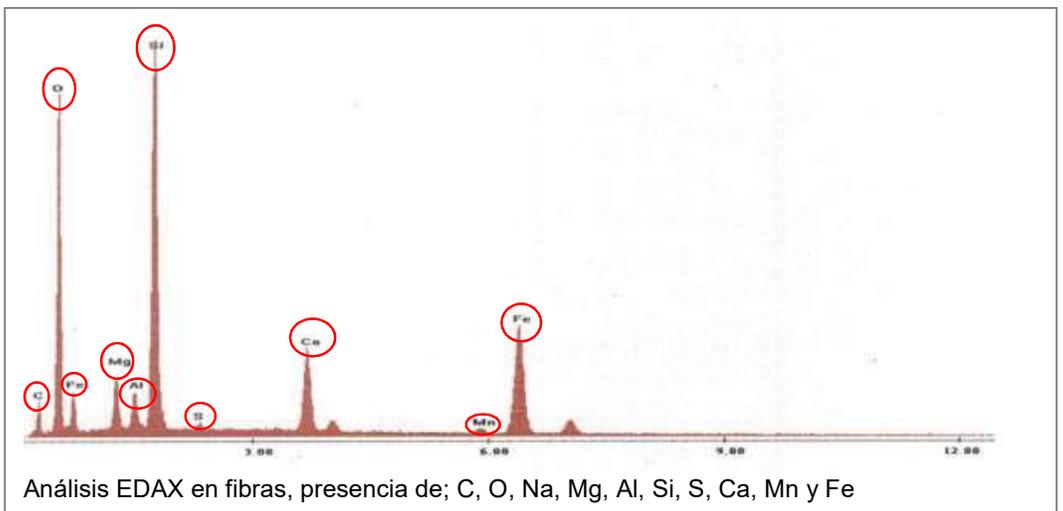
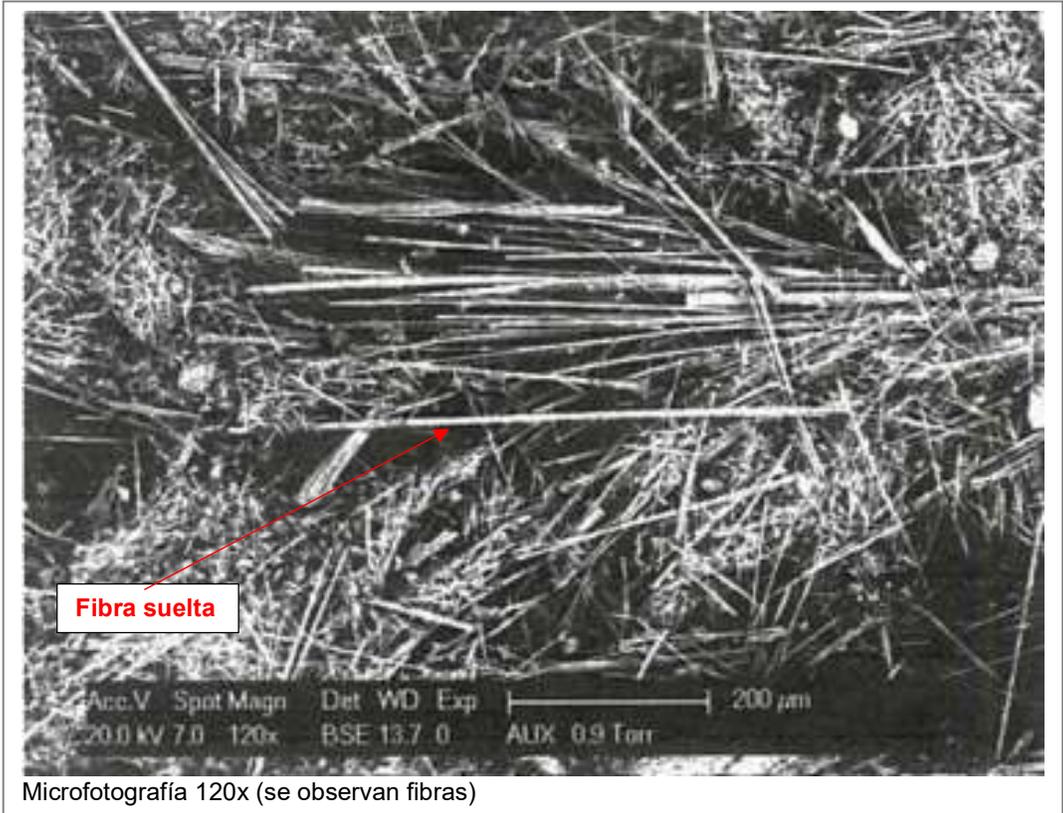




Ídem para el resto de las muestras de este sector. Se detalla:

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
8	1° SS	b.2.1 ID:1.b.2.2	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>
9	1° SS	b.2.2 ID:1.b.2.3	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
10	P.B.	a.1 ID:1.a.1	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad anfíbol)</b>



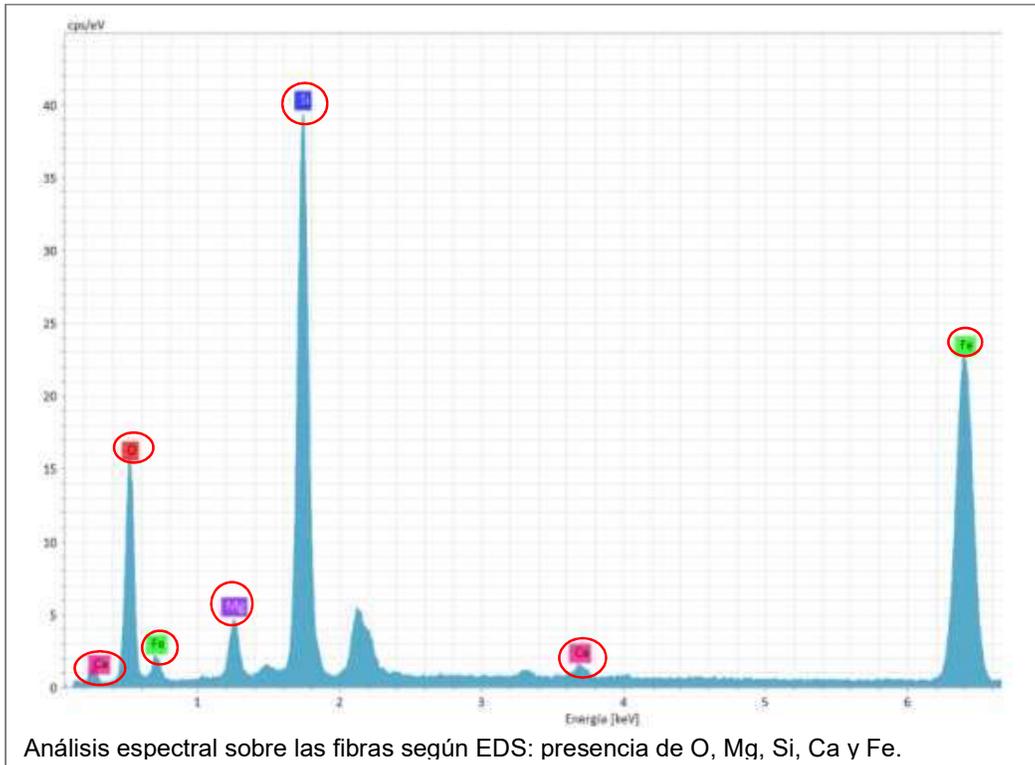
Ídem para el resto de las muestras de este sector. Se detalla:

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
11	1° SS	a.1.1 ID:1.a.2	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>
12	1° SS	a.1.2 ID:1.a.3	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
13	7° Piso	b.3 ID:1.b.4	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad anfíbol)</b>



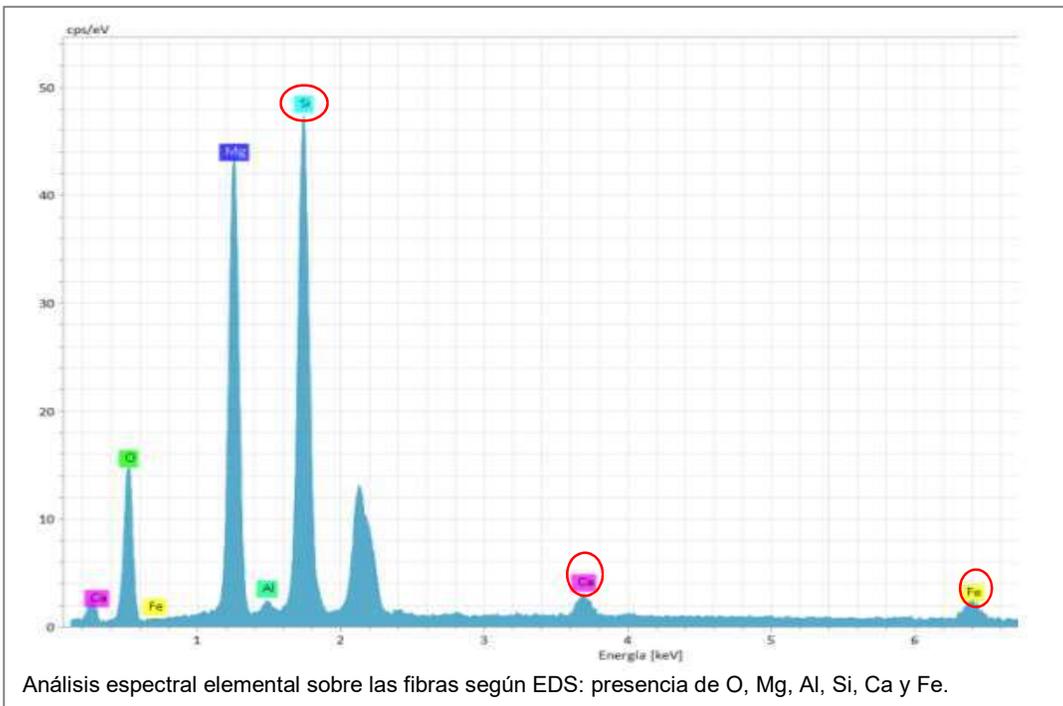
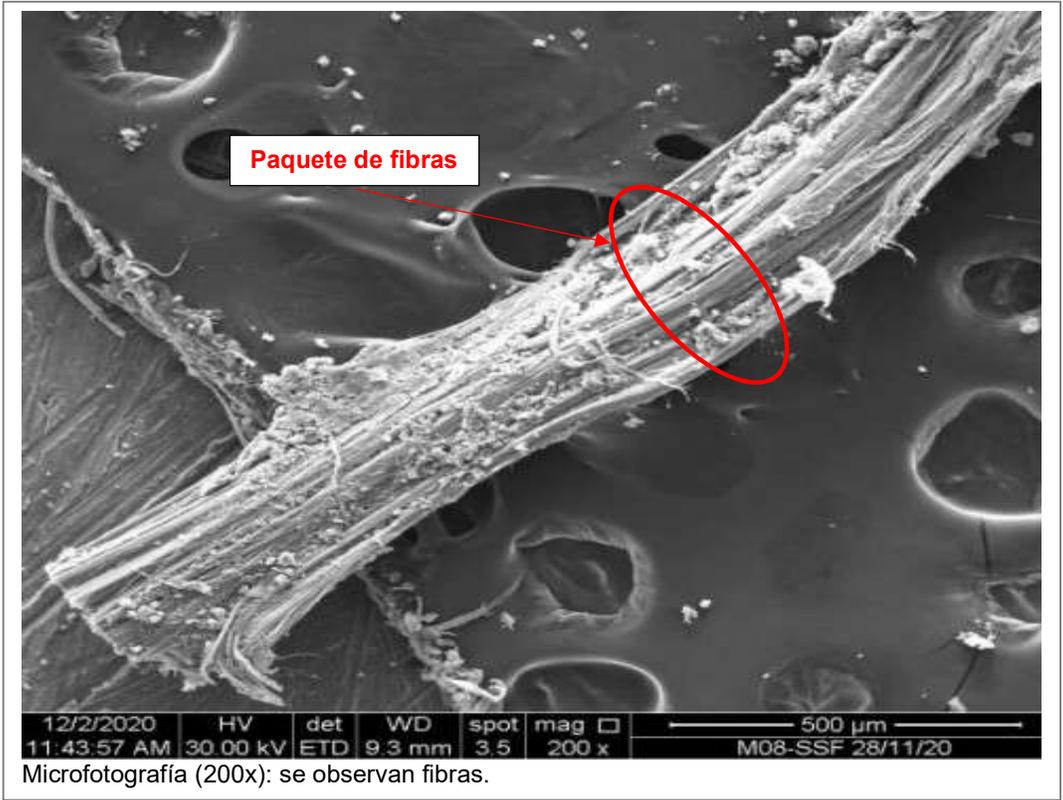
Micrografía 400x (se observan fibras)



Ídem para el resto de las muestras de este sector. Se detalla:

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
14	1° SS	b.3.1 ID:1.b.5	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>
15	1° SS	b.3.2 ID:1.b.6	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>

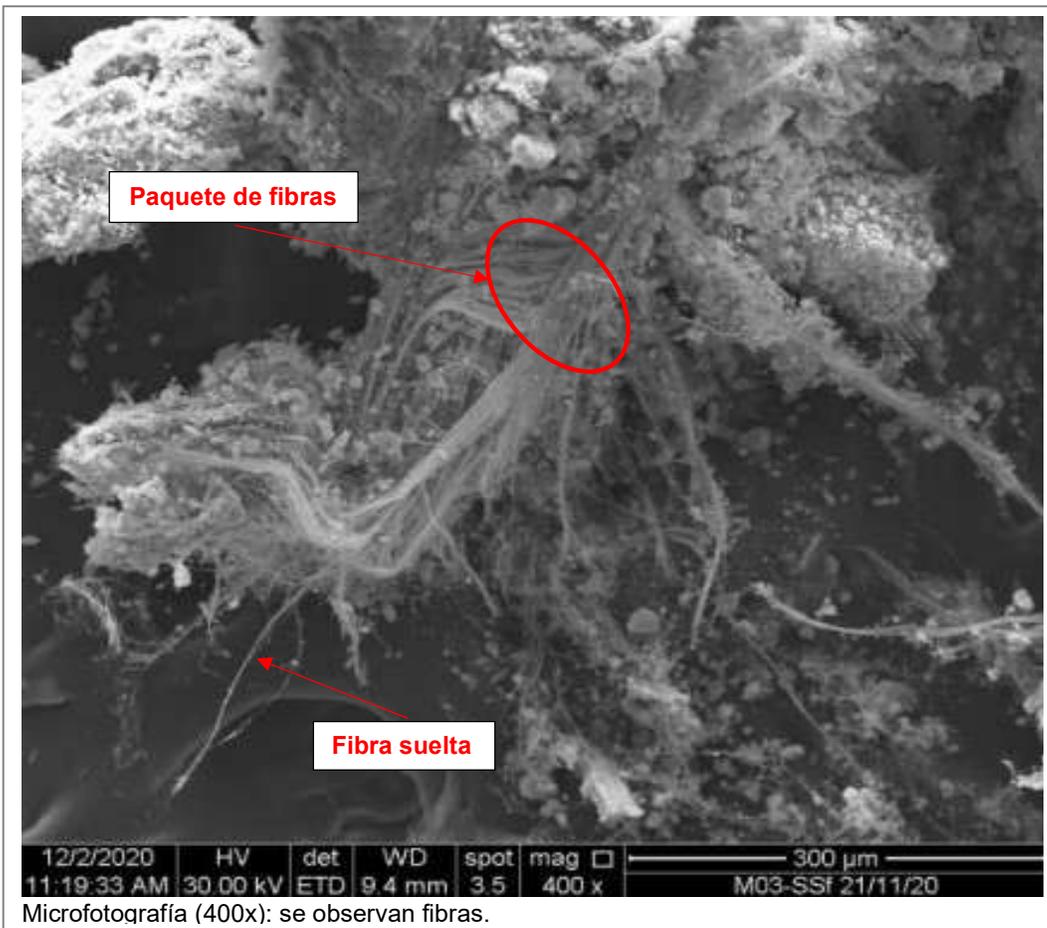
Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
16	Terraza Chapas Fibroc.	c.1.1 ID:1.c.1	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>

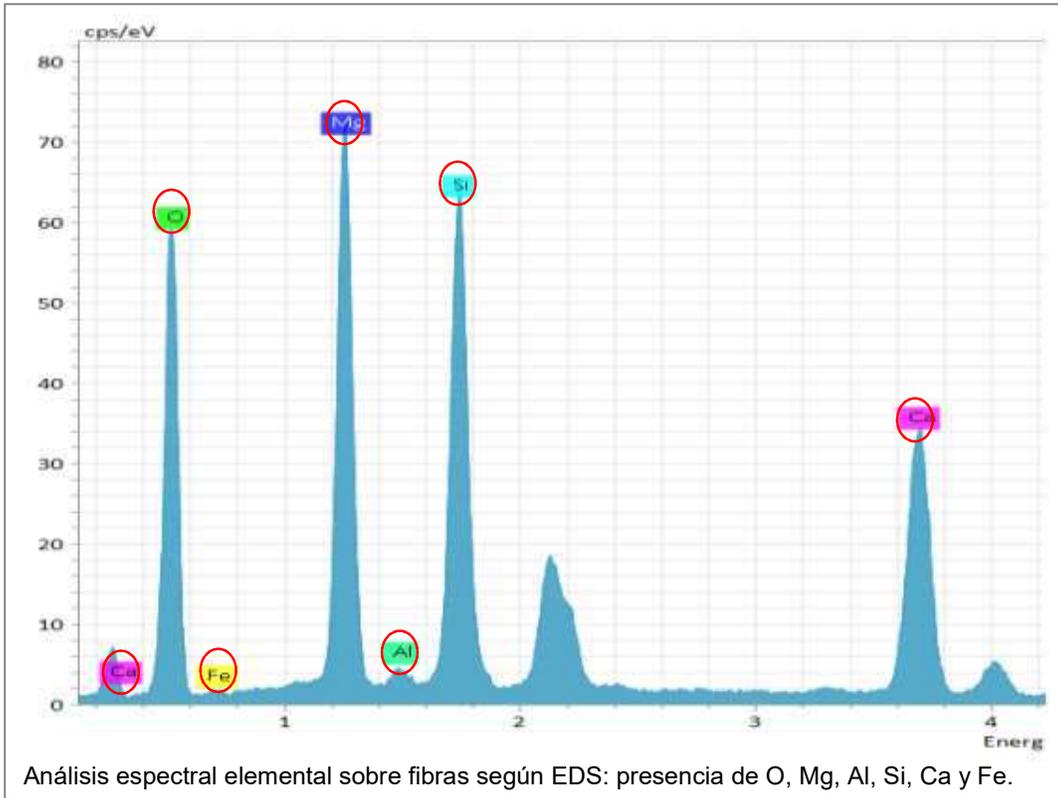


Ídem para la segunda muestra del este sector. Se detalla:

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
17	Terraza Chapas Fibroc.	c.1.1.2 ID:1.c.1.1	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
18	Terraza Tanque Fibroc.	c.1.2 ID:1.c.2	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad anfíbol)</b>

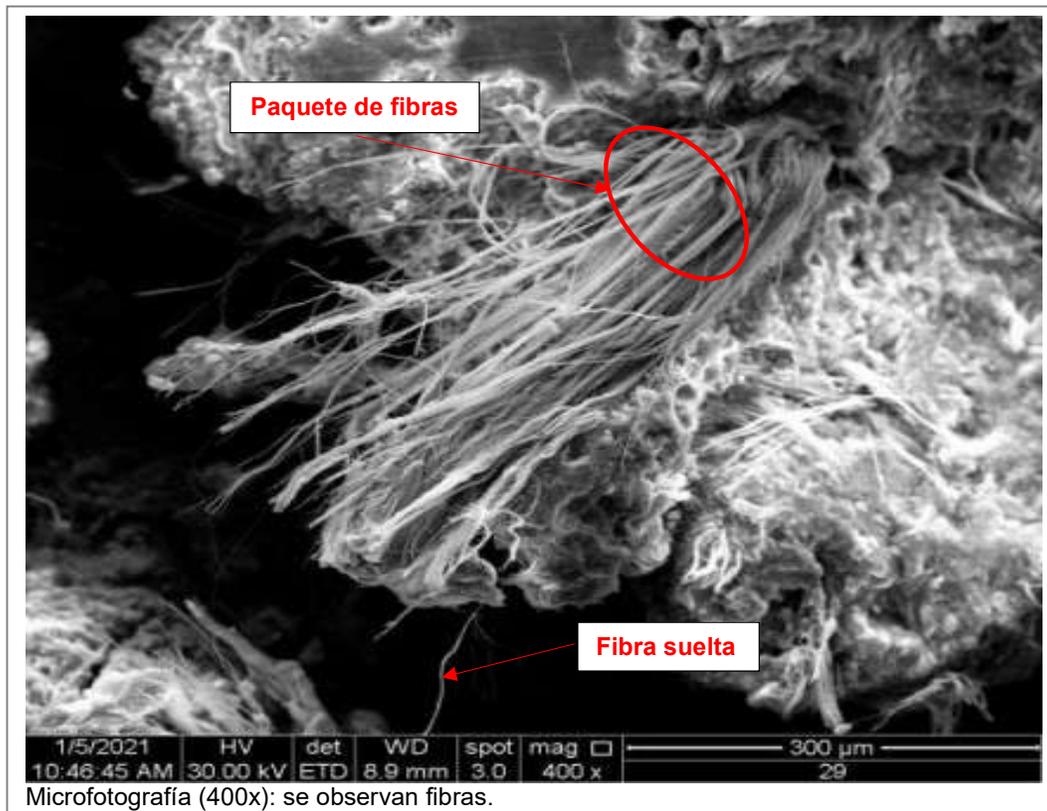




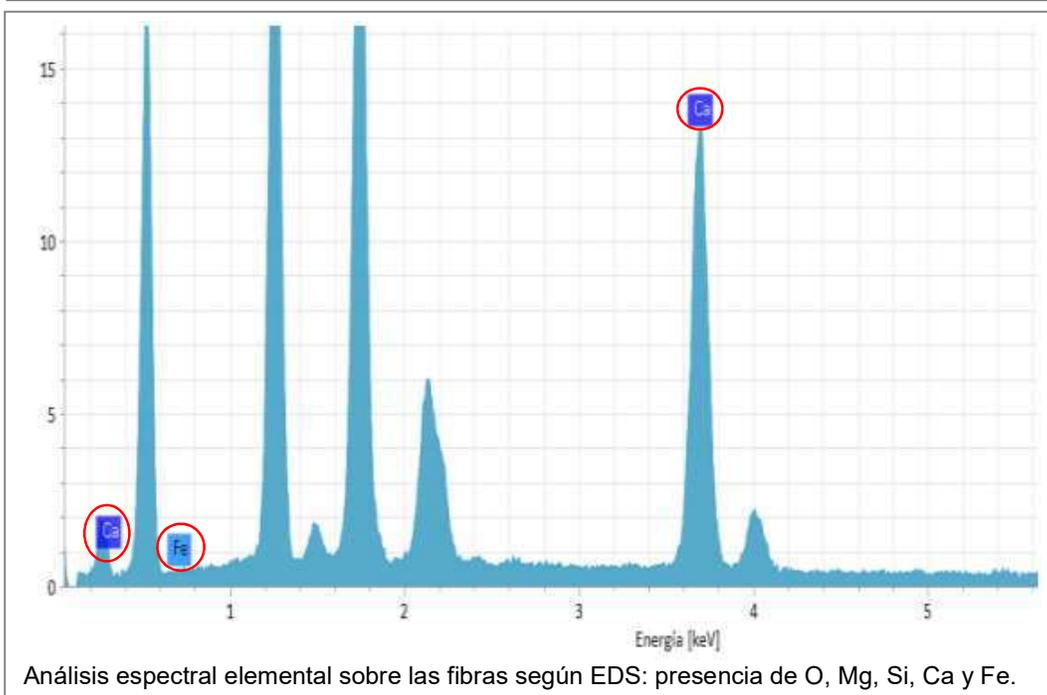
Ídem para la segunda muestra del este sector. Se detalla:

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
19	Terraza Tanque Fibroc.	c.1.2.1 ID:1.c.2.1	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
20	Terraza Residuos Fibroc.	c.1.3 ID:1.c.3	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad anfíbol)</b>



Microfotografía (400x): se observan fibras.



Análisis espectral elemental sobre las fibras según EDS: presencia de O, Mg, Si, Ca y Fe.

Ídem para la segunda muestra del este sector. Se detalla:

Nro. de orden	Planta	Muestra	Tratamiento previo	Conclusión
21	Terraza Tanque Fibroc.	c.1.3.1 ID:1.c.3.1	No tuvo	En la muestra <b>SE DETECTAN</b> fibras atribuibles a minerales de <b>ASBESTOS (variedad crisotilo)</b>

En esta sección se finaliza con la descripción de los análisis de laboratorio de cada una de las muestras sospechosas de contener asbesto. De esta manera se tiene constancia fehaciente que existe contenido de asbesto en diversos materiales que forman parte del establecimiento que se evalúa.

Con los datos de laboratorio precedente se continúa en la próxima sección con un procedimiento estadístico para confirmar la existencia de asbestos. Esto se debe y resulta necesario debido a que solo se toman un grupo de muestras de un total.

#### **SECCIÓN J: PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE MUESTRAS ANALIZADAS PARA CONFIRMACIÓN DE EXISTENCIA DE ASBESTO.**

De acuerdo al contenido teórico de esta sección y a la cantidad de muestras que se obtiene para cada uno de los sectores se detalla a continuación el análisis estadístico para confirmar la existencia de asbesto en cada una de las áreas de estudio.

Planta	Nro. Orden	Tipo de material	Cantidad de muestras
2° SS	1	<b>b.1) Material aislante aplicado sobre el cuerpo de la caldera.</b>	<b>3</b>
	2	<b>b.1.1) Material aislante aplicado sobre cañerías</b>	<b>3</b>
1° SS	3	<b>b.2) Material aislante aplicado sobre cañerías</b>	<b>3</b>
1° SS	3	<b>b.2.b) Muestras adicionales para verificar</b>	<b>3</b>
PB	4	<b>a.1) Material aplicado sobre superficie de techo</b>	<b>3</b>
7	5	<b>b.3) Material aislante aplicado sobre cañerías</b>	<b>3</b>
Terraza	6	c.1.1) Chapas de fibrocemento	2 + 1
	7	c.1.2) Tanques de fibrocemento	2 + 1
	8	c.1.3) Residuos de fibrocemento	2 + 1

Se detalla de cada una de las plantas los resultados y conclusiones del Proceso de Análisis Estadístico de Muestras Analizadas:

Planta	Nro. Orden	Tipo de material	¿Contiene asbesto?	Máximo valor probable (%)
2° SS	1	b.1)Material aislante aplicado sobre el cuerpo de la caldera.	<b>Si</b>	<b>17,65</b>
	2	b.1.1) Material aislante aplicado sobre cañerías	<b>si</b>	<b>17,47</b>
1° SS	3	b.2)Material aislante aplicado sobre cañerías	<b>Incierto*</b>	
1° SS	3	b.2.b) Muestras adicionales para verificar	<b>si</b>	<b>3,31</b>
PB	4	a.1)Material aplicado sobre superficie de techo	<b>si</b>	<b>66,06</b>
7	5	b.3)Material aislante aplicado sobre cañerías	<b>si</b>	<b>21,42</b>
Terraza	6	c.1.1)Chapas de fibrocemento	<b>si</b>	<b>40,15</b>
	7	c.1.2)Tanques de fibrocemento	<b>si</b>	<b>37,10</b>
	8	c.1.3)Residuos de fibrocemento	<b>si</b>	<b>35,10</b>

Procedimiento de Análisis Estadístico de Muestras Analizadas para confirmar la presencia de

asbestos en los materiales. Detalle de resultados.

\*Incierto = este valor en el procedimiento indica que se deben realizar el muestreo nuevamente.

PASO 1	Muestra	A	B	PASO 2	PASO 3	PASO 4	PASO 5	PASO 6	PASO 7	PASO 8	PASO 9	
N° Orden	b.1	% asbesto	B = A^2	N	Media	Varianza	Desv. STD	RangoMed.	LCI	LCS	IC=(LC;LCS)	¿asbesto?
1	1	6	36	3	9,67	22,33	4,73	7,99	1,68	17,68	(1,68 ; 17,65)	PRESENTE
2	2	8	64									
3	3	15	225									
Pipe insulation	Total	29	325									
	b.1.1	% asbesto	B = A^2									
4	1	7	49	3	9,67	21,33	4,62	7,81	1,86	17,47	(1,86 ; 17,47)	PRESENTE
5	2	7	49									
6	3	15	225									
	Total	29	323									
	b.2	% asbesto	B = A^2									
7	1	2	4	3	7,67	36,33	6,03	10,19	-2,52	17,88	(-2,52 ; 17,85)	
8	2	7	49								(0 ; 17,85)	INCIERTO
9	3	14	196									
	Total	23	249									
	b.2.b	% asbesto	B = A^2									
7b	1	3	9	3	2,33	0,33	0,58	0,98	1,36	3,31	(1,36 ; 3,31)	PRESENTE
8b	2	2	4									
9b	3	2	4									
	Total	7	17									
	a.1	% asbesto	B = A^2									
10	1	50	2500	3	41,67	208,33	14,43	24,39	17,27	65,06	(17,27 ; 66,06)	PRESENTE
11	2	25	625									
12	3	50	2500									
	Total	125	5625									
Cement Finishing	b.3	% asbesto	B = A^2									
13	1	15	225	3	11,67	33,33	5,77	9,76	1,91	21,42	(1,91 ; 21,42)	PRESENTE
14	2	15	225									
15	3	5	25									
	Total	35	475									
Fibrocemento	c.1.1	% asbesto	B = A^2									
16	1	12	144	3	23,00	103,00	10,15	17,15	5,85	40,15	(5,85 ; 40,15)	PRESENTE
17	2	25	625									
17b	3	32	1024									
	Total	69	1793									
	c.1.2	% asbesto	B = A^2									
18	1	15	225	3	22,33	76,33	8,74	14,77	7,57	37,10	(7,57 ; 37,10)	PRESENTE
19	2	20	400									
19b	3	32	1024									
	Total	67	1649									
	c.1.3	% asbesto	B = A^2									
20	1	13	169	3	20,33	76,33	8,74	14,77	5,57	35,10	(5,57 ; 35,10)	PRESENTE
21	2	18	324									
21b	3	30	900									
	Total	61	1393									

Unidad en % para Media, Varianza, Desviación Estándar, Rango Medio, Límite de Confianza Inferior, Límite Confianza Superior e Intervalo de confianza.

## **SECCIÓN K: PROCEDIMINETO PARA CASO AFIRMATIVO O NEGATIVO DE MUESTRAS PARA DETECCIÓN DE ASBESTOS.**

### **Procedimiento en caso afirmativo**

Teniendo en cuenta los resultados precedentes en esta sección se registran las plantas y los respectivos materiales que se deben someter a la *evaluación de la potencial liberación de fibras al ambiente* para verificar la necesidad de aplicar técnicas de tratamiento o registrarlos y monitorearlos hasta que sea necesario su retiro, por ejemplo, por tareas de demolición y/o remodelación. Los materiales que resulten que no deben ser retirados se los debe someter a un Programa de Operación y Mantenimiento para asegurar la conservación.

Teniendo en cuenta que todos los resultados de los análisis de laboratorio fueron positivos para los materiales del establecimiento sometido al protocolo se establece se evalúan las siguientes plantas: 2°SS, 1°SS, PB, 7° y Terraza.

### **Procedimiento en caso afirmativo**

No se obtuvieron resultados negativos. Los materiales sobre los que se sospechaba la presencia de asbesto resultaron positivos y se detallaron precedentemente.

**SECCIÓN L: PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POTENCIAL LIBERACIÓN DE FIBRAS DE ASBESTOS AL AMBIENTE EN UN ESTABLECIMIENTO.**

De acuerdo al contenido teórico de esta sección a continuación se detallan los resultados de la evaluación de riesgo potencial de liberación de fibras al ambiente de cada una de las plantas con sus respectivos materiales evaluados:

EVALUACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL DE LIBERACIÓN DE FIBRAS AL AMBIENTE									
Material evaluado: Planta 2° SS. Material aislante aplicado sobre cuerpo de caldera. Muestra b.1									
Nro. Factor	Factor	Valoración del factor			Valor otorgado	Cálculos	Resultado	Total	
1	Estado de conservación del material	0	2	5	5	Σ A	17		
2	Grado de daño por humedad	0	1	2	2				
3	Superficie de área expuesta y protección física del material	0	1	4	4				
4	Accesibilidad	0	1	4	4				
5	Actividad y/o movimiento	0	1	2	1				
6	Grado de exposición a la circulación de aire	0		1	1				
7	Friabilidad	0	1	2	3	Producto B	6		
8	Contenido de asbesto (% total presente)	0	2	3	2				
<b>NÚMERO DE EXPOSICIÓN (NÚMERO E) =</b>								<b>102</b>	
Producto B = Valoración Factor 7 x Valoración Factor 8					<b>Nro. E = 102. Como E es &gt; 40 = REMOCIÓN</b>				
Σ A = sumatoria de todos los valores asignados a cada uno de los factores del 1 al 6									

Detalle de resultados: Planta 2° SS Muestra b.1. Material aislante sobre cuerpo de caldera.



EVALUACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL DE LIBERACIÓN DE FIBRAS AL AMBIENTE									
Material evaluado: Planta 2° SS. Material aislante aplicado sobre cañerías. Muestra b.1.1									
Nro. Factor	Factor	Valoración del factor			Valor otorgado	Cálculos	Resultado	Total	
1	Estado de conservación del material	0	2	5	5	Σ A	16		
2	Grado de daño por humedad	0	1	2	1				
3	Superficie de área expuesta y protección física del material	0	1	4	4				
4	Accesibilidad	0	1	4	4				
5	Actividad y/o movimiento	0	1	2	1				
6	Grado de exposición a la circulación de aire	0		1	1				
7	Friabilidad	0	1	2	3	Producto B	4		
8	Contenido de asbesto (% total presente)	0	2	3	2				
<b>NÚMERO DE EXPOSICIÓN (NÚMERO E) =</b>								<b>64</b>	
Producto B = Valoración Factor 7 x Valoración Factor 8					<b>Nro. E = 64. Como E es &gt; 40 = REMOCIÓN</b>				
Σ A = sumatoria de todos los valores asignados a cada uno de los factores del 1 al 6									

Detalle de resultados: Planta 2° SS Muestra b.1.1 Material aislante aplicado sobre cañerías.



EVALUACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL DE LIBERACIÓN DE FIBRAS AL AMBIENTE								
Material evaluado: Planta: 1° SS Muestra b.2 Material aislante aplicado sobre cañerías.								
Nro. Factor	Factor	Valoración del factor			Valor otorgado	Cálculos	Resultado	Total
1	Estado de conservación del material	0	2	5	5	Σ A	18	
2	Grado de daño por humedad	0	1	2	2			
3	Superficie de área expuesta y protección física del material	0	1	4	4			
4	Accesibilidad	0	1	4	4			
5	Actividad y/o movimiento	0	1	2	2			
6	Grado de exposición a la circulación de aire	0		1	1			
7	Friabilidad	0	1	2	3	Producto B	6	
8	Contenido de asbesto (% total presente)	0	2	3	2			
<b>NÚMERO DE EXPOSICIÓN (NÚMERO E) =</b>								<b>108</b>
Producto B = Valoración Factor 7 x Valoración Factor 8								
Σ A = sumatoria de todos los valores asignados a cada uno de los factores del 1 al 6					<b>Nro. E = 108. Como E &gt; 40 = REMOCIÓN</b>			

Detalle de resultados: Planta 1° SS Muestra b.2 Material aislante aplicado sobre cañerías.



EVALUACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL DE LIBERACIÓN DE FIBRAS AL AMBIENTE								
Material evaluado: Planta Baja. Material de aplicación superficial sobre techo. Muestra a.1								
Nro. Factor	Factor	Valoración del factor			Valor otorgado	Cálculos	Resultado	Total
1	Estado de conservación del material	0	2	5	0	Σ A	9	
2	Grado de daño por humedad	0	1	2	0			
3	Superficie de área expuesta y protección física del material	0	1	4	4			
4	Accesibilidad	0	1	4	4			
5	Actividad y/o movimiento	0	1	2	0			
6	Grado de exposición a la circulación de aire	0		1	1			
7	Friabilidad	0	1	2	3	Producto B	0	
8	Contenido de asbesto (% total presente)	0	2	3	2			
<b>NÚMERO DE EXPOSICIÓN (NÚMERO E) =</b>								<b>0</b>
Producto B = Valoración Factor 7 x Valoración Factor 8								
Σ A = sumatoria de todos los valores asignados a cada uno de los factores del 1 al 6					<b>Nro. E = 0. Como E está entre 0 y 12 = ENCAPSULACIÓN</b>			

Detalle de resultados: Planta Baja. Muestra a.1. Material aplicado sobre superficie de techo.



EVALUACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL DE LIBERACIÓN DE FIBRAS AL AMBIENTE								
<b>Material evaluado: Planta: 7° Piso. Material aislante aplicado sobre cañerías. Muestra b.3</b>								
Nro. Factor	Factor	Valoración del factor			Valor otorgado	Cálculos	Resultado	Total
1	Estado de conservación del material	0	2	5	5	Σ A	18	
2	Grado de daño por humedad	0	1	2	2			
3	Superficie de área expuesta y protección física del material	0	1	4	4			
4	Accesibilidad	0	1	4	4			
5	Actividad y/o movimiento	0	1	2	2			
6	Grado de exposición a la circulación de aire	0		1	1	Producto B	6	
7	Friabilidad	0	1	2	3			
8	Contenido de asbesto (% total presente)	0	2	3	2			
<b>NÚMERO DE EXPOSICIÓN (NÚMERO E) =</b>							<b>108</b>	
Producto B = Valoración Factor 7 x Valoración Factor 8					<b>Nro. E = 108. Como E &gt; 40 = REMOCIÓN</b>			
Σ A = sumatoria de todos los valores asignados a cada uno de los factores del 1 al 6								

Detalle de resultados: 7° Piso. Muestra b.3. Material aislante aplicado sobre cañerías de caldera.



EVALUACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL DE LIBERACIÓN DE FIBRAS AL AMBIENTE								
<b>Material evaluado: Planta: Terraza. Material mezcla con asbesto. Muestra c.1.1 - Chapas de fibrocemento.</b>								
Nro. Factor	Factor	Valoración del factor			Valor otorgado	Cálculos	Resultado	Total
1	Estado de conservación del material	0	2	5	0	Σ A	6	
2	Grado de daño por humedad	0	1	2	0			
3	Superficie de área expuesta y protección física del material	0	1	4	4			
4	Accesibilidad	0	1	4	1			
5	Actividad y/o movimiento	0	1	2	0			
6	Grado de exposición a la circulación de aire	0		1	1	Producto B	0	
7	Friabilidad	0	1	2	3			
8	Contenido de asbesto (% total presente)	0	2	3	2			
<b>NÚMERO DE EXPOSICIÓN (NÚMERO E) =</b>							<b>0</b>	
Producto B = Valoración Factor 7 x Valoración Factor 8					<b>Nro. E = 0. Como E está entre 0 y 12 = ENCAPSULACIÓN</b>			
Σ A = sumatoria de todos los valores asignados a cada uno de los factores del 1 al 6								

Detalle de resultados: Planta: Terraza. Material mezcla con asbesto. Muestra C.1.1



EVALUACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL DE LIBERACIÓN DE FIBRAS AL AMBIENTE									
Material evaluado: Planta: Terraza. Material mezcla con asbesto. Muestra c.1.2 - Tanques de fibrocemento.									
Nro. Factor	Factor	Valoración del factor			Valor otorgado	Cálculos	Resultado	Total	
1	Estado de conservación del material	0	2	5	0	Σ A	6		
2	Grado de daño por humedad	0	1	2	0				
3	Superficie de área expuesta y protección física del material	0	1	4	4				
4	Accesibilidad	0	1	4	1				
5	Actividad y/o movimiento	0	1	2	0				
6	Grado de exposición a la circulación de aire	0		1	1				
7	Friabilidad	0	1	2	3	Producto B	0		
8	Contenido de asbesto (% total presente)	0	2	3	2				
<b>NÚMERO DE EXPOSICIÓN (NÚMERO E) =</b>								<b>0</b>	
Producto B = Valoración Factor 7 x Valoración Factor 8					<b>Nro. E = 0. Como E está entre 0 y 12 = ENCAPSULACIÓN / ACCIÓN DIFERIDA</b>				
Σ A = sumatoria de todos los valores asignados a cada uno de los factores del 1 al 6									

Detalle de resultados: Planta: Terraza. Material mezcla con asbesto. Muestra C.1.2.



EVALUACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL DE LIBERACIÓN DE FIBRAS AL AMBIENTE									
Material evaluado: Planta: Terraza. Material mezcla con asbesto. Muestra c.1.3 - Residuos de fibrocemento.									
Nro. Factor	Factor	Valoración del factor			Valor otorgado	Cálculos	Resultado	Total	
1	Estado de conservación del material	0	2	5	5	Σ A	16		
2	Grado de daño por humedad	0	1	2	0				
3	Superficie de área expuesta y protección física del material	0	1	4	4				
4	Accesibilidad	0	1	4	4				
5	Actividad y/o movimiento	0	1	2	2				
6	Grado de exposición a la circulación de aire	0		1	1				
7	Friabilidad	0	1	2	3	Producto B	6		
8	Contenido de asbesto (% total presente)	0	2	3	2				
<b>NÚMERO DE EXPOSICIÓN (NÚMERO E) =</b>								<b>96</b>	
Producto B = Valoración Factor 7 x Valoración Factor 8					<b>Nro. E = 96. Como E &gt; 40 = REMOCIÓN</b>				
Σ A = sumatoria de todos los valores asignados a cada uno de los factores del 1 al 6									

Detalle de resultados: Planta: Terraza. Material mezcla con asbesto. Muestra C.1.3



Resumen de la evaluación del estudio de la liberación potencial de asbestos el ambiente:

Planta	Material evaluado:	Resultado del material evaluado. Requiere:
2° SS	b.1) Material aislante aplicado sobre el cuerpo de la caldera.	Remoción
	b.1.1) Material aislante aplicado sobre cañerías	Remoción
1° SS	b.2) Material aislante aplicado sobre cañerías	Remoción
PB	a.1) Material aplicado sobre superficie de techo	Encapsulación
7°	b.3) Material aislante aplicado sobre cañerías	Remoción
Terraza	c.1.1) Chapas de fibrocemento	Encapsulación
	c.1.2) Tanques de fibrocemento	Encapsulación*
	c.1.3) Residuos de fibrocemento	Remoción

Nota: teniendo en cuenta los conceptos teóricos de esta sección y dado los resultados precedentes se aclara que la acción correctiva de "Encapsulación" aplica siempre que se trate de extensas áreas como la conformada por el techo de chapa de fibrocemento (muestra c.1.1), no así para tanques de fibrocemento (c.1.2) que podrían ser gestionados en forma conjunta con los residuos de fibrocemento en caso de que se requiera su reemplazo. Se aclara que no forma parte de este trabajo la evaluación sobre la posibilidad de contaminación del agua con fibras de asbestos debido a los tanques de fibrocemento.

#### **SECCIÓN M: INFORME DE NO INTERVENCIÓN.**

De acuerdo a los conceptos teóricos de esta sección se detalla a continuación los sectores del establecimiento que se consideran de no intervención e intervención:

Planta	Material evaluado:	Resultado del material evaluado:	Estado de intervención:	Operación y Mantenimiento
2°SS	b.1) Material aislante aplicado sobre el cuerpo de la caldera.	Remoción	Requiere intervención	no
2° SS	b.1.1) Material aislante aplicado sobre cañerías	Remoción	Requiere intervención	no
1° SS	b.2) Material aislante aplicado sobre cañerías	Remoción	Requiere intervención	no
PB	a.1) Material aplicado bajo superficie de techo	Encapsulación	Sin intervención	si
1° a 6° Piso	<b>No se registran materiales con potencial contenido de asbestos</b>	<b>No corresponde evaluación</b>	<b>Sin intervención</b>	<b>no</b>
7	b.3) Material aislante aplicado sobre cañerías	Remoción	Requiere intervención	no
Terraza	c.1.1) Chapas de fibrocemento	Encapsulación	Sin intervención	si
Terraza	c.1.2) Tanques de fibrocemento	Encapsulación*	Sin intervención	si
Terraza	c.1.3) Residuos de fibrocemento	Remoción	Requiere intervención	no

Se denomina a sectores que no requieren intervención a aquellos donde no se aplican ninguna de las técnicas de control de asbestos porque no se registran materiales con asbestos

**SECCIÓN N: TÉCNICAS DE CONTROL PARA MATERIALES CON ASBESTO ACCIONES CORRECTIVAS.**

De acuerdo al contenido teórico de esta sección a continuación se detallan los trabajos necesarios para aplicar las técnicas de control de remoción y encapsulación para cada uno de los materiales en las plantas detalladas precedentemente.

Los parámetros técnicos para cada una de las plantas son los siguientes:

**REMOCIÓN 2° SS**

Planta	Material evaluado:	Resultado del material evaluado:	Técnica de Control	Método de la Técnica de control
2°SS	b.1) Material aislante aplicado sobre el cuerpo de la caldera.	Remoción	Grupo B - Ex situ: Remoción.	Remoción de asbesto en forma seca – Sistema de Presión Negativa para Abatimiento de Asbestos
2°SS	b.1.1) Material aislante aplicado sobre cañerías	Remoción		



Vista fotográfica del sector en cuestión.

Se detalle a continuación el equipamiento necesario para esta técnica, para el volumen del recinto a tratar y para los materiales a remover:

**Materiales y equipamiento necesario para el sistema de Presión Negativa**

**Paso 1: Zonificación de los trabajos**

Ancho; 10. Profundidad; 20. Alto; 3. (metros).

**Paso 2: Delimitación del área a confinar. Confinamiento estático.**

Teniendo en cuenta la arquitectura del lugar se utiliza la estructura existente; pisos, techos y paredes de material.

**Paso 3: División del área confinada en áreas básicas**

El área confinada y básica es la misma es este caso. No se subdivide para llevar a cabo la descontaminación. La descontaminación se realiza en un ambiente. No existen zonas muestras. De esta forma en el ambiente a descontaminar existe la cantidad de una zona sola “zona elemental” (ver al final esquema general del sistema de presión negativa para extracción de asbesto)

**Paso 4: Calcular el volumen de la zona elemental**

Volumen de zona elemental = volumen del recinto = 10 x 20 x 3 = 600 m3

**Paso 5: Selección del punto de medición de vacío – Depresión de trabajo**

Se propone se utilice uno cerca de la unidad de descontaminación (ver esquema general más abajo). Cuando se realicen las mediciones debe arrojar valores que se encuentren entre un mínimo de 10 a un máximo de 20pa.

Valor de depresión de trabajo mínima = 10pa

Valor de depresión de trabajo máxima = 20pa

**Paso 6: Selección de tasa mínima de renovación de aire fresco dentro de la zona de trabajo**

La tasa mínima de renovación de aire es un valor que permite mantener la depresión dentro del recinto entre los parámetros normales. EPA recomienda 4volumenes/hora. Para este caso la tasa de renovación debe ser de 600\*4m3/h = 2400 m3/h

**Paso 7: Determinación de los aportes de aire desde los equipamientos de descontaminación de Personal y Residuos.**

U. descont. Personal	a 10 pa	244	m3/h	20pa	350	m3/h
U. descont. Residuos	a 10 pa	280	m3/h	20pa	450	m3/h

**Paso 8: Determinación del caudal mínimo de aire limpio a conducir a la zona a descontaminar. Confinamiento dinámico.**

Q1 = Tasa renovacion x Volumen del recinto - Aporte Eq. Desc. Pers. - Eq. Desc. Res.			
Q1 = (600m <sup>3</sup> x4vol/h) - 244 m <sup>3</sup> /h - 280 m <sup>3</sup> /h			
Q1	<b>1876</b>	m <sup>3</sup> /h	
Conclusion paso 8 = como el aporte de las unidades de descontaminacion son 244 + 280 m <sup>3</sup> /h y el caudal necesario por el volumen del recinto y el flujo mínimo es 1876 m <sup>3</sup> /h se requiere un aporte adicional y esto se garantiza mediante EAC (Entradas de Aire de Controlada)			

**Paso 8.b: Calculo Nro. de EAC - Entadas de Aire Controladas = Q1/410**

EAC. Aportes	Min	A Δp 10 pa =	<b>410</b>	m <sup>3</sup> /h	Nro. EAC min	<b>5</b>
x tabla		A Δp 20 pa =	<b>850</b>	m <sup>3</sup> /h	Nro. EAC max	

**Paso 9: Determinación de la Tasa de Fuga y deducción del caudal de aire que entra por fugas en la contención del recinto**

Volumen	800	m <sup>3</sup> /h
Tasa de fuga = 0,7	0,7	1/h
Tasa de fuga total =	<b>420</b>	m <sup>3</sup> /h

Confinamiento Tipo 1

**Paso 10: Cálculo del Caudal de Aire Total de Entrada para los valores de depresión mínima y máxima**

Caudal de entrada a <b>10 pa</b>		Caudal de entrada a <b>20 pa</b>	
EAC (1 a 5)	2050	EAC	4250
UDPers.	244	UDPers.	350
UDRes.	280	UDRes.	450
Total (m <sup>3</sup> /h)	<b>2574</b>	Total (m <sup>3</sup> /h)	<b>5050</b>

**Paso 11: Cálculo del Caudal de Aire Total a Extraer desde el ambiente a descontaminar de forma permanente.**

**Cálculo del Caudal de Aire Total a Extraer = Caudal total a la depresión de trabajo seleccionada (20pa) + Tasa de fuga total = Paso 9 + Paso 10 (20pa) = 5470 m<sup>3</sup>/h**

**Paso 12: Cálculo del Número de Extractores para extraer de forma permanente el Caudal de Aire total a Extraer**

Extractor			
Caudal max extractor =	2000 m <sup>3</sup> /h c/filtro limpio		
Caudal min extractor =	1700 m <sup>3</sup> /h c/filtro en uso		
Nro extract. necesarios =	Caudal de extract. c/filtro en uso/Caudal a extraer permanentemente		
Nro. Extractores =	<b>3,2</b>	<b>*Se requieren 4 extractores.</b>	
*3 extractores no son suficientes ya que no cubre el caudal mínimo necesario			
3x1700 m <sup>3</sup> /h = <b>5100</b> m <sup>3</sup> /h y el caudal a extraer permanentemente = <b>5470</b> m <sup>3</sup> /h			
Máxima capacidad = (4 extractores + 1 de seguridad = 5 extractores) x 2000 m <sup>3</sup> /h			
(5 x 2000 = 10000 m <sup>3</sup> /h)	<b>Max capac.</b>	<b>10000</b>	m <sup>3</sup> /h
(4 x 1700 = 6800 m <sup>3</sup> /h)	<b>Min capac.</b>	<b>6800</b>	m <sup>3</sup> /h
El flujo extra que se genera se corrige en el siguiente paso.			

**Paso 13 Entrada de Aire Ajustables (EAA) para compensar exceso de volumen extraído**

EAA= Capacidad máxima de extractores - Caudal a extraer permanentemente/Capacidad de EAA)

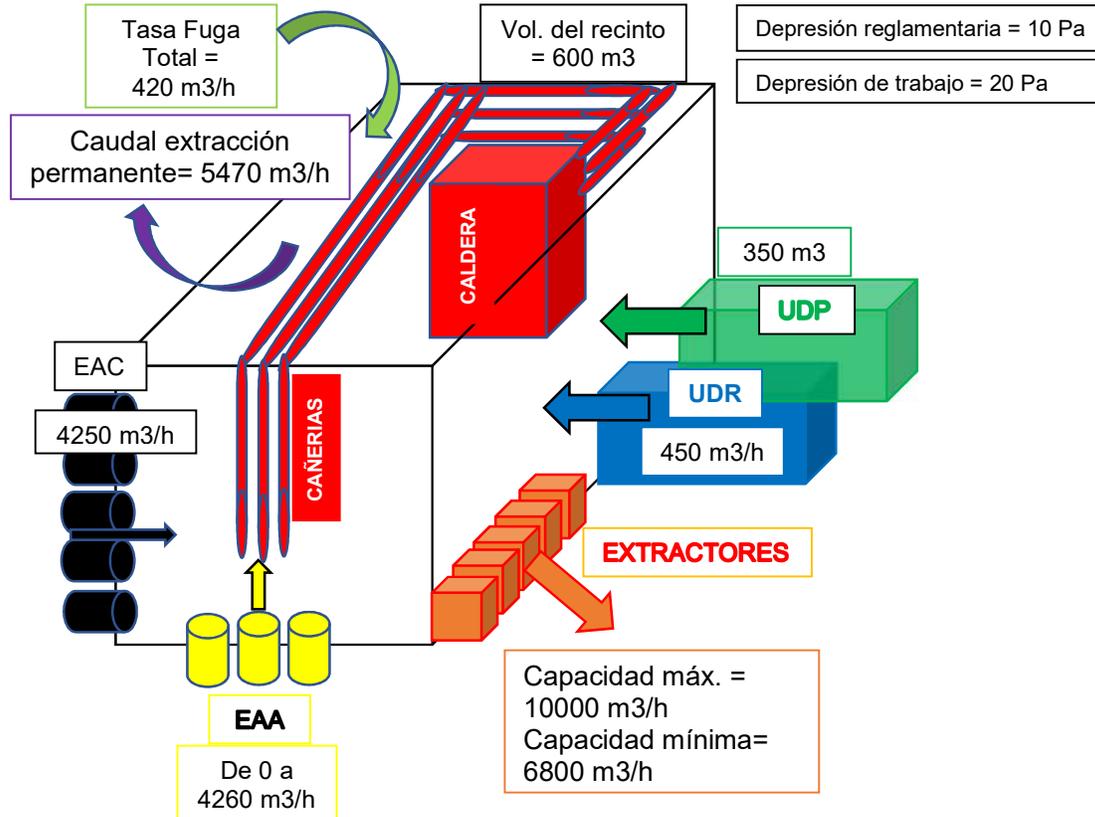
De tabla Capacidad EAA =	1420	m <sup>3</sup> /h
Nro. de EAA =	3,19	3 EAA

**Paso 14: Verificación de la tasa de renovación seleccionada (4 vol/hora)**

Verificación = Caudal de entrada de aire a 10pa y 120 pa / Vol, zona elemental

Tota caudal de entrada de aire por	A 10 pa	2574	m3/h
EAC, UDP y UDR para 10 y 20 pa	A 20 pa	5050	m3/h
A 10 pa =	4		vol/hora
A 20 pa =	8		vol/hora

**Paso 15: Esquema general de ubicación de elementos para descontaminación**



## REMOCIÓN 1° SS

Planta	Material evaluado:	Resultado del material evaluado:	Técnica de Control	Método de la Técnica de control
1°SS	b.1) Material aislante aplicado sobre el cuerpo de la caldera.	Remoción	Grupo B - Ex situ: Remoción.	Remoción de asbesto en forma seca – Sistema de Presión Negativa para Abatimiento de Asbestos
 <p>Vista fotográfica del sector en cuestión.</p>				

Para este caso de remoción se repiten los mismos pasos que para la remoción anterior:

### **Materiales y equipamiento necesario para el sistema de Presión Negativa**

#### **Paso 1: Zonificación de los trabajos**

Ancho; 10. Profundidad; 10. Alto; 3. (metros).

#### **Paso 2: Delimitación del área a confinar. Confinamiento estático.**

Teniendo en cuenta la arquitectura del lugar se utiliza la estructura existente; pisos, techos y paredes de material.

#### **Paso 3: División del área confinada en áreas básicas**

El área confinada y básica es la misma es este caso. No se subdivide para llevar a cabo la descontaminación. La descontaminación se realiza en un ambiente. No existen zonas muestras. De esta forma en el ambiente a descontaminar existe la cantidad de una zona sola "zona elemental" (ver al final esquema general del sistema de presión negativa para extracción de asbesto)

#### **Paso 4: Calcular el volumen de la zona elemental**

Volumen de zona elemental = volumen del recinto =  $10 \times 10 \times 3 = 300 \text{ m}^3$

#### **Paso 5: Selección del punto de medición de vacío – Depresión de trabajo**

Se propone se utilice uno cerca de la unidad de descontaminación (ver esquema general más abajo). Cuando se realicen las mediciones debe arrojar valores que se encuentren entre un mínimo de 10 a un máximo de 20pa.

Valor de depresión de trabajo mínima = 10pa

Valor de depresión de trabajo máxima = 20pa

#### **Paso 6: Selección de tasa mínima de renovación de aire fresco dentro de la zona de trabajo**

La tasa mínima de renovación de aire es un valor que permite mantener la depresión dentro del recinto entre los parámetros normales. EPA recomienda 4volumenes/hora. Para este caso la tasa de renovación debe ser de  $300 \times 4 \text{ m}^3/\text{h} = 1200 \text{ m}^3/\text{h}$

#### **Paso 7: Determinación de los aportes de aire desde los equipamientos de descontaminación de Personal y Residuos.**

Ídem caso anterior.

#### **Paso 8: Determinación del caudal mínimo de aire limpio a conducir a la zona a descontaminar. Confinamiento dinámico.**

Q1 = Tasa renovación x Volumen del recinto - Aporte Eq. Desc. Pers. - Eq. Desc. Res.					
Q1 = $(300 \text{ m}^3 \times 4 \text{ vol/h}) - 244 \text{ m}^3/\text{h} - 280 \text{ m}^3/\text{h}$					
Q1	<b>676</b>	m <sup>3</sup> /h			
Conclusion paso 8 = como el aporte de las unidades de descontaminacion son 244 + 280 m <sup>3</sup> /h y el caudal necesario por el volumen del recinto y el flujo minimo es 1876 m <sup>3</sup> /h se requiere un aporte adicional y esto se garantiza mediante EAC (Entradas de Aire de Controlada)					

#### **Paso 8.b: Calculo Nro. de EAC - Entadas de Aire Controladas = Q1/410**

EAC. Aportes	Min	A Δp 10 pa =	<b>410</b>	m <sup>3</sup> /h	Nro. EAC min	<b>2</b>
x tabla		A Δp 20 pa =	<b>850</b>	m <sup>3</sup> /h	Nro. EAC max	

**Paso 9: Determinación de la Tasa de Fuga y deducción del caudal de aire que entra por fugas en la contención del recinto.**

Volumen	300	m3/h
Tasa de fuga =	3,5	1/h
Tasa de fuga total =	<b>1050</b>	m3/h

Confinamiento Tipo 2

**Paso 10: Cálculo del Caudal de Aire Total de Entrada para los valores de depresión mínima y máxima.**

Caudal de entrada a <b>10 pa</b>		Caudal de entrada a <b>20 pa</b>	
EAC (1 y 2)	820	EAC	1700
UDPers.	244	UDPers.	350
UDRes.	280	UDRes.	450
Total (m3/h)	<b>1344</b>	Total (m3/h)	<b>2500</b>

**Paso 11: Cálculo del Caudal de Aire Total a Extraer desde el ambiente a descontaminar de forma permanente.**

**Cálculo del Caudal de Aire Total a Extraer = Caudal total a la depresión de trabajo seleccionada (20pa) + Tasa de fuga total = Paso 9 + Paso 10 (20pa) = 3550 m3/h**

**Paso 12: Cálculo del Número de Extractores para extraer de forma permanente el Caudal de Aire total a Extraer**

Extractor				
Caudal max extractor =	2000	m3/h c/filtro limpio		
Caudal min extractor =	1700	m3/h c/filtro en uso		
Nro extract. necesarios = Caudal de extract. c/filtro en uso/Caudal Paso 11				
Nro. Extractores =	<b>3</b>	(+ 1 de seguridad) =	<b>4</b>	
(4 x 2000 = 8000 m3/h)	<b>Max capac.</b>	<b>8000</b>	m3/h	
(3 x 1700 = 3400 m3/h)	<b>Min capac.</b>	<b>5100</b>	m3/h	
El valor <b>2,1</b> de nro. de extractores se refiere a que 2 no son suficientes. 2 x 1700 = 3400 m3/h no cumple con la extracción del caudal permanente necesario de 3550 m3/h.				
El flujo extra que se genera se corrige en el siguiente paso.				

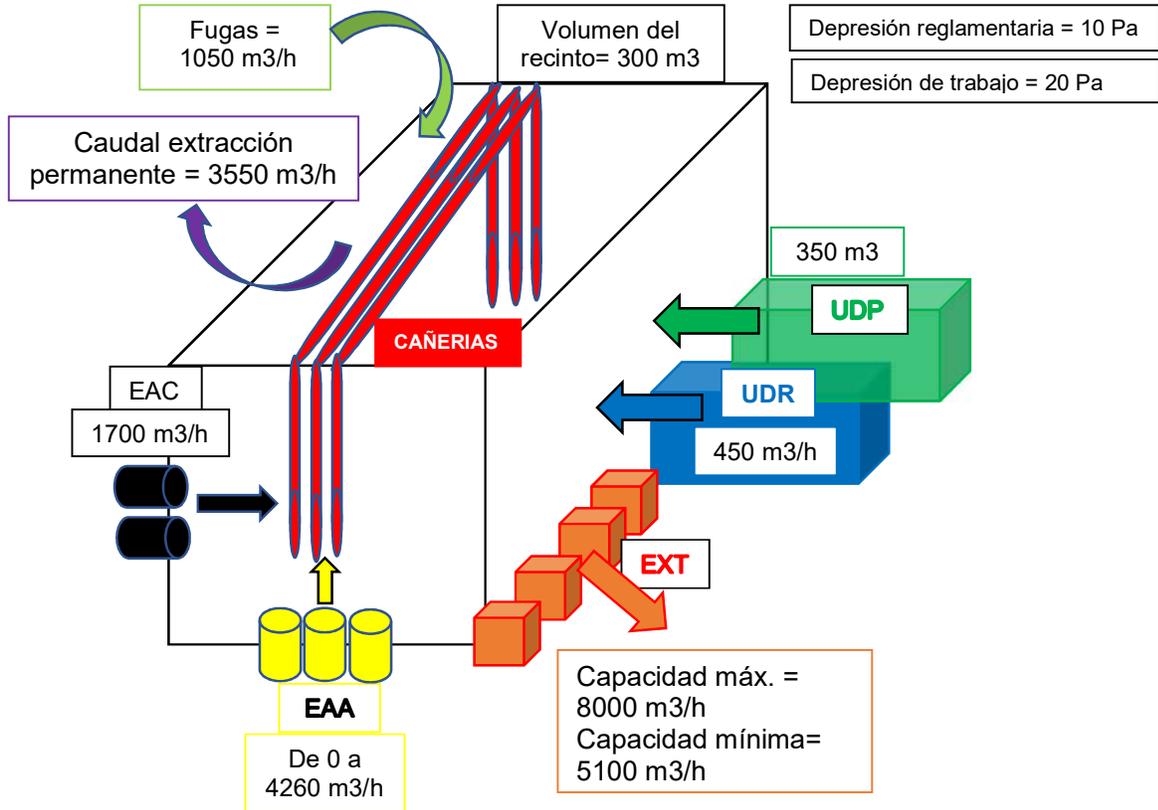
**Paso 13 Entrada de Aire Ajustables (EAA) para compensar exceso de volumen extraído**

De tabla Capacidad EAA =	1420	m3/h
Nro. de EAA =	<b>3</b>	EAA

**Paso 14: Verificación de la tasa de renovación seleccionada (4 vol/hora)**

Tota caudal de entrada de aire por	A 10 pa	<b>1344</b>	m3/h
EAC, UDP y UDR para 10 y 20 pa	A 20 pa	<b>2500</b>	m3/h
A 10 pa =	4	vol/hora	
A 20 pa =	8	vol/hora	

**Paso 15: Esquema general de ubicación de elementos para descontaminación**

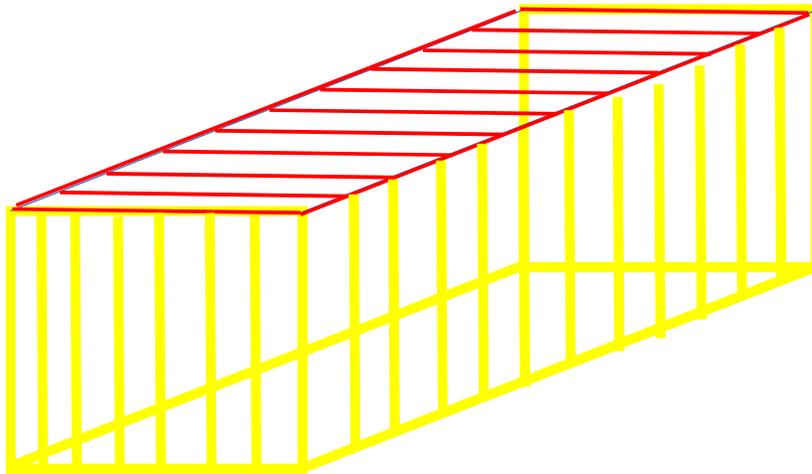


## ENCAPSULAMIENTO PB

Planta	Material evaluado:	Resultado del material evaluado:	Técnica de Control	Método de la Técnica de control
PB	a.1) Material aplicado bajo superficie de techo	Encapsulación	Grupo A - In situ: Encapsulamiento.	Encapsulación de asbesto en forma húmedo mediante la aplicación de sellador.
 <p>Vista fotográfica del sector en cuestión.</p>				

De acuerdo a los conceptos teóricos técnicos desarrollados en la sección Ñ – Técnicas de control Grupo A – in situ: Encapsulamiento, para este caso en particular se proponen los siguientes parámetros:

- 1) La técnica se puede aplicar dado a que la zonificación y el uso del recinto hace que la superficie no esté expuesta a golpes.
- 2) La aplicación por pulverización no es un problema dado a que los materiales consisten en una mezcla consistente de cemento y asbestos que brinda un estado compacto y rígido.
- 3) Der los dos tipos de aplicaciones se opta por la segunda opción que es menos invasiva y que consiste en formar solo una capa superficial encapsulante.
- 4) Como la cobertura no debe superar los 10 m<sup>2</sup> por cada 4 litros aproximadamente y como los m<sup>2</sup> a remediar son 200 la cantidad teórica de litros de sellador aproximadamente debe ser de 80 litros.
- 5) Se debe realizar la aislación de pisos y paredes con una capa simple de polietileno sellada en las uniones con cinta adhesiva. La cantidad de metros
- 6) Para el caso de pintura látex la misma se puede realizar mediante el uso de rodillo.
- 7) No se requiere el uso de equipamiento para la generación de presión negativa mediante confinamiento dinámico como el caso aplicado para la remoción de materiales ya que estas tareas en teoría no generan potencial liberación de fibras al ambiente.
- 8) Se considera la aplicación de esta técnica dado a que dicho sector no tiene planes de remodelaciones futuras o cambio de uso.
- 9) La remoción no resulta conveniente por el tipo de matriz donde se encuentran alojadas las partículas de asbesto. Ver detalle de análisis de riesgo de potencial liberación de fibras al ambiente en la sección anterior correspondiente.
- 10) El sector cumple con todas las recomendaciones para la aplicación de la técnica respecto a existencia de humedad, posibilidad de daño físico, inexistencia de sistema de aire acondicionado en funcionamiento en la cercanía del sector a descontaminar



Referencia: zona roja superficie a descontaminar.

Referencia: zona amarilla superficie aislada con nylon.



Aplicación de sellador para encapsulamiento bajo techo. Foto. Empresa Flexcret, Uk.

## REMOCIÓN 7° PISO

Planta	Material evaluado:	Resultado del material evaluado:	Técnica de Control	Método de la Técnica de control
7	b.3) Material aislante aplicado sobre cañerías.	Remoción	Grupo B - Ex situ: Remoción.	Remoción de asbesto en forma seca – Sistema de Presión Negativa para Abatimiento de Asbestos
 <p>Vista fotográfica del sector en cuestión.</p>				

### Paso 1: Zonificación de los trabajos

Ancho; 2. Profundidad; 12. Alto; 3. (metros).

### Paso 2: Delimitación del área a confinar. Confinamiento estático.

Teniendo en cuenta la arquitectura del lugar se utiliza la estructura existente; pisos, techos y paredes de material.

### Paso 3: División del área confinada en áreas básicas

El área confinada y básica es la misma es este caso. No se subdivide para llevar a cabo la descontaminación. La descontaminación se realiza en un ambiente. No existen zonas muestras. De esta forma en el ambiente a descontaminar existe la cantidad de una zona sola "zona elemental" (ver al final esquema general del sistema de presión negativa para extracción de asbesto)

### Paso 4: Calcular el volumen de la zona elemental

Volumen de zona elemental = volumen del recinto =  $2 \times 12 \times 3 = 72 \text{ m}^3$

### Paso 5: Selección del punto de medición de vacío – Depresión de trabajo

Se propone se utilice uno cerca de la unidad de descontaminación (ver esquema general más abajo). Cuando se realicen las mediciones debe arrojar valores que se encuentren entre un mínimo de 10 a un máximo de 20pa.

Valor de depresión de trabajo mínima = 10pa

Valor de depresión de trabajo máxima = 20pa

### Paso 6: Selección de tasa mínima de renovación de aire fresco dentro de la zona de trabajo

La tasa mínima de renovación de aire es un valor que permite mantener la depresión dentro del recinto entre los parámetros normales. EPA recomienda 4volumenes/hora. Para este caso la tasa de renovación debe ser de  $72 \times 4 \text{ m}^3/\text{h} = 288 \text{ m}^3/\text{h}$

### Paso 7: Determinación de los aportes de aire desde los equipamientos de descontaminación de Personal y Residuos.

Ídem caso anterior.

### Paso 8: Determinación del caudal mínimo de aire limpio a conducir a la zona a descontaminar. Confinamiento dinámico.

Q1 = Tasa renovacion x Volumen del recinto - Aporte Eq. Desc. Pers. - Eq. Desc. Res.			
Q1 = (144m <sup>3</sup> x4vol/h) - 244 m <sup>3</sup> /h - 280 m <sup>3</sup> /h			
Q1	52	m <sup>3</sup> /h	
Conclusion paso 8 = como el aporte de las unidades de descontaminacion son de 244 + 280 = 524 m <sup>3</sup> /h, y el caudal necesario por el volumen del recinto y el flujo minimo es de solo 52 m <sup>3</sup> /h no se requiere un aporte adicional por tal motivo la cantidad de EAC es igual a 0 como se demuestra a continuación.			

### Paso 8.b) Calculo Nro. de EAC - Entadas de Aire Controladas = Q1/410

EAC. Aportes	Min	A Δp 10 pa =	410	m <sup>3</sup> /h	Nro. EAC min	0,1
x tabla		A Δp 20 pa =	850	m <sup>3</sup> /h	Nro. EAC max	

**Paso 9 Determinación de la Tasa de Fuga y deducción del caudal de aire que entra**

Volumen	144	m <sup>3</sup> /h
Tasa de fuga =	4,5	1/h
Tasa de fuga total =	<b>648</b>	m <sup>3</sup> /h

**Paso 10 Cálculo del Caudal de Aire Total de Entrada para los valores de depresión mínima y máxima**

Caudal de entrada a <b>10 pa</b>		Caudal de entrada a <b>20 pa</b>	
EAC (1 y 2)	0	EAC	0
UDPers.	244	UDPers.	350
UDRes.	280	UDRes.	450
Total (m <sup>3</sup> /h)	<b>524</b>	Total (m <sup>3</sup> /h)	<b>800</b>

**Paso 11 Cálculo del Caudal de Aire Total a Extraer desde el ambiente a descontaminar de forma permanente**

Se tiene en cuenta las fugas calculadas y maximo valor de depresion.		
Caudal a extraer permanentemente =	<b>1448</b> m <sup>3</sup> /h	(todo el caudal a 20pa + tasa de fuga)

**Paso 12: Cálculo del Número de Extractores para extraer de forma permanente el caudal.**

Extractor				Se debe agregar 1 extractor de seguridad
Caudal max. =	2000	m <sup>3</sup> /h	con filtro nuevo sin uso	
Caudal min. =	1700	m <sup>3</sup> /h	con filtro en uso	
Calculo de Nro extractores necesarios Verificación = Caludal de extractor/Caudal a extraer permanentemente				
Máxima capacidad = (1 extractor + 1 de seguridad = 2 extractores) x 2000 m <sup>3</sup> /h	(2 x 2000 = 4000 m <sup>3</sup> /h)	<b>Max capac.</b>	<b>4000</b>	m <sup>3</sup> /h
Nro. Extract usado = <b>1</b>	<b>Se requieren 1 extractor + 1 de seguridad</b>	(2 x 1700 = 3400 m <sup>3</sup> /h)	<b>Min capac.</b>	<b>3400</b> m <sup>3</sup> /h

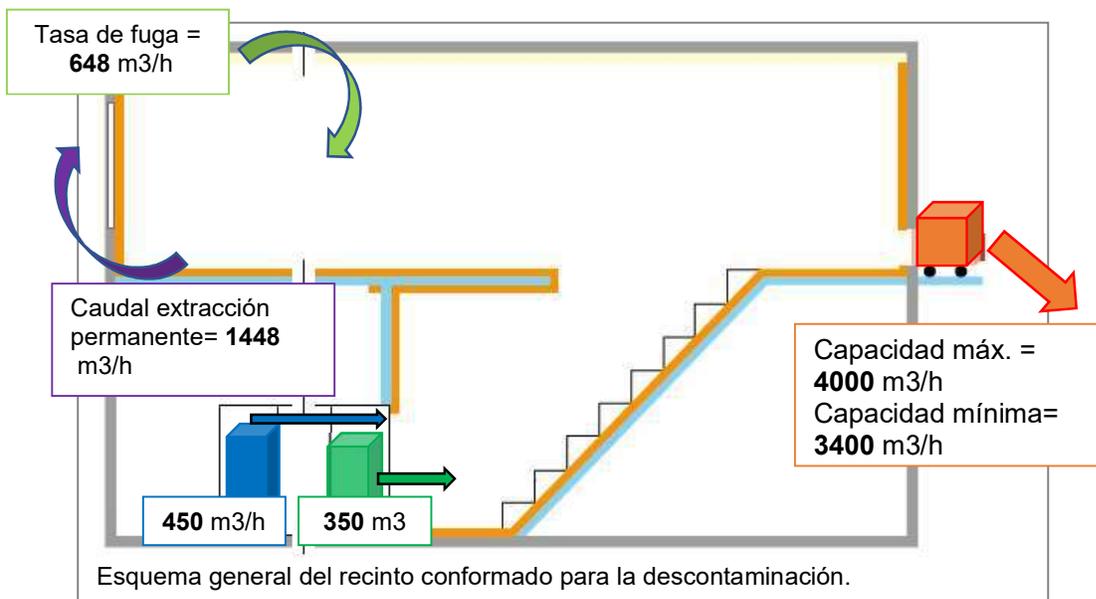
**Paso 13 Entrada de Aire Ajustables (EAA) para compensar exceso de volumen extraído**

De tabla Capacidad EAA =	1420	m <sup>3</sup> /h	a 20pa
Nro. de EAA =	<b>0</b>	EAA	

**Paso 14: Verificación de la tasa de renovación seleccionada (se resumen parámetros)**

Tota caudal de entrada de aire por	A 10 pa	<b>524</b>	m <sup>3</sup> /h	Caudal de aire de entrada a 10 pa/Vol zona elemental
EAC, UDP y UDR para 10 y 20 pa	A 20 pa	<b>800</b>	m <sup>3</sup> /h	Caudal de aire de entrada a 20 pa/Vol de zona elemental
A 10 pa =	<b>4</b>	vol/hora		
A 20 pa =	<b>6</b>	vol/hora		

**Paso 15: Verificación de la tasa de renovación seleccionada (se resumen parámetros)**



## ENCAPSULAMIENTO TERRAZA

Planta	Material evaluado:	Resultado del material evaluado:	Técnica de Control	Método de la Técnica de control
Terraza	c.1.1) Chapas de fibrocemento	Encapsulación	Grupo A - In situ: Encapsulamiento.	Encapsulación de asbesto en forma húmedo mediante la aplicación látex.
 <p>Vista fotográfica del sector en cuestión.</p>				

De acuerdo a los conceptos teóricos técnicos desarrollados en la sección Ñ – Técnicas de control Grupo A – in situ: Encapsulamiento, para este caso en particular se proponen los siguientes parámetros:

- 1) La técnica se puede aplicar dado a que la zonificación y el uso del recinto hace que la superficie del techo no esté expuesta a golpes y tampoco se encuentra deteriorada.
- 2) Se puede realizar la aplicación por pulverización o por rodillo sobre las chapas de fibrocemento.
- 3) Como la cobertura no debe superar los 10 m<sup>2</sup> por cada 4 litros aproximadamente y como los m<sup>2</sup> a remediar es tea superficies también es de 200 la cantidad teórica de litros de látex aproximadamente debe ser de 80 litros.
- 4) No se requiere el uso de equipamiento para la generación de presión negativa dado a que las tareas se realizan en ambiente exterior y sobre las chapas.
- 5) Se considera la aplicación de esta técnica dado a que dicha cubierta no tiene planes de remodelaciones futuras o cambio de uso.
- 6) La remoción no resultaría un inconveniente ya que las fibras de asbesto se encuentran alojadas en el cemento que conforma a la matriz de la chapa propiamente además es de fácil remoción dado a que se puede particionar y retirar por zonas. Ver detalle de análisis de riesgo de potencial liberación de fibras al ambiente en la sección anterior correspondiente.



Aplicación de látex para encapsulamiento sobre chapas de fibrocemento. Foto Empresa Obsidian roofing.

## ENCAPSULAMIENTO TERRAZA

Planta	Material evaluado:	Resultado del material evaluado:	Técnica de Control	Método de la Técnica de control
Terraza	c.1.1) Tanque para almacenamiento de agua de fibrocemento	Encapsulación*	Grupo A - In situ: Encapsulamiento.	Encapsulación de asbesto en forma húmedo mediante la aplicación de sellador o látex.



Vista fotográfica del sector en cuestión.

\*La evaluación de este material identificado con contenido de asbesto dio como resultado que las superficies puede ser selladas (sellador o látex) pero teniendo en cuenta la cantidad de material y de que los mismo son utilizados para la provisión de agua para algunos sectores del establecimiento, se recomienda que los mismos sean reemplazados por otros de materiales actuales como polietileno.

## REMOCIÓN TERRAZA

Planta	Material evaluado:	Resultado del material evaluado:	Técnica de Control	Método de la Técnica de control
Terraza	c.1.3) Residuos de fibrocemento.	Remoción	Grupo B - Ex situ: Remoción.	Remoción de asbesto en forma seca.



Vista fotográfica del sector en cuestión.

Se trata de los residuos que se encuentran sobre la superficie de la terraza del establecimiento en estudio. Los residuos pertenecen a material del tipo fibrocemento que se encuentra fraccionado/reducido por impacto. Por la forma de las fracciones los residuos podrían pertenecer a las de un tanque de almacenamiento de agua. Se observan también residuos que a simple vista pertenecen a otro tipo de material que no contiene asbesto, pero dado que se encuentran en forma conjunta con residuos de asbestos, se los trata a todos como residuos peligrosos ya que de alguna forma se encuentran contaminados.

## SECCIÓN Ñ: GESTIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE CONTROL.

### **Selección del Contratista para Tareas de Remoción**

Para esta particular y teniendo en cuenta la jurisdicción para tratar los residuos que se generan como consecuencia de las técnicas de control relacionadas a la reducción de asbesto, es decir, técnicas que retiran materiales con asbesto desde instalaciones, la contratista debe estar inscripta en APRA – CABA, dado a que los residuos se generan en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, pero también la contratista a cargo debe estar inscripta en OPDS debido a que los residuos deben ser tratados en la Provincia de Buenos Aires ya que CABA no tiene permitido su tratamiento en su jurisdicción.

La contratista para este caso debe estar inscripta para trabajos con la corriente de residuos Y36 (asbestos en polvo y fibras). Por último, se deben llevar a cabo las recomendaciones mencionadas en la base teórica de esta sección desarrollada más arriba.

### Selección del Contratista para Tareas de Tratamiento in Situ

Específicamente las tareas de tratamiento in situ en la argentina no se encuentra reglamentada y cada técnica en particular debe ser aprobada por el organismo de control de jurisdicción mediante una contratista que se encuentre inscripta para la corriente de residuos, más específicamente para la Y36 (asbestos en fibra y polvo).

### SECCIÓN O: PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE CONTROL DE REDUCCIÓN DE ASBESTOS

De acuerdo al contenido teórico de esta sección las plantas afectadas a esta sección del protocolo son las que se sometieron a tareas de reducción de asbestos. Es decir, en aquellos sectores donde el material fue removido. De esta manera aplica a las siguientes plantas:

Nro. de Orden	Planta	Material evaluado:	Resultado del material evaluado. Requiere:	Evaluación de la técnica de control
1	2° SS	b.1) Material aislante aplicado sobre el cuerpo de la caldera.	Remoción	SI
		b.1.1) Material aislante aplicado sobre cañerías		SI
2	1° SS	b.2) Material aislante aplicado sobre cañerías	Remoción	SI
3	PB	a.1) Material aplicado sobre superficie de techo	Encapsulación	NO
4	7°	b.3) Material aislante aplicado sobre cañerías	Remoción	SI
5	Terraza	c.1.1) Chapas de fibrocemento	Encapsulación	NO
6		c.1.2) Tanques de fibrocemento	Encapsulación*	NO
7		c.1.3) Residuos de fibrocemento	Remoción	NO

## EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE CONTROL

### 1) Planta 2° SS – Remoción de material aislante aplicado en calderas y cañerías

Habida cuenta la reducción de asbesto para las instalaciones tratadas se lleva a cabo el procedimiento de análisis estadístico para la conformidad de los trabajos y liberación de la empresa contratista.

Los cálculos propuestos y explicados precedentemente se desarrollan a continuación:

Mediciones	Mediciones dentro de la zona de trabajo(f/cc)	log nat	Mediciones fuera de la zona de trabajo(f/cc)	log nat
1	0,081	-2,513306124	0,005	-5,29831737
2	0,005	-5,298317367	0,010	-4,60517019
3	0,011	-4,509860006	0,024	-3,72970145
4	0,025	-3,688879454	0,009	-4,7105307
5	0,008	-4,828313737	0,015	-4,19970508
		<b>-4,167735338</b>		<b>-4,50868496</b>
		<b>Y1 (Promedio)</b>		<b>Y2 (Promedio)</b>

$$[(\sum (y_j \bar{y}_j)^2) - \sum (y_j \bar{y}_j)^2]$$

Mediciones	A	B	
1	2,73713602	0,623519344	
2	1,27821572	0,0093094	
3	0,11704929	0,606815305	
4	0,22930296	0,040741705	
5	0,43636382	0,095468565	$S = [(A+B)/C] \exp. 1/2$
Sumatoria	4,79806781	1,375854318	$S =$ <b>0,88</b>

$$(n_1 + n_2 - 2)$$

$C = n_1 + n_2 - 2$	8	
$n_1 =$ número de mediciones interior		5
$n_2 =$ número de mediciones exterior		5

Datos		Cálculos	Resultados
<b>Y1 (prom) =</b>	-4,16773534	Y1-Y2	<b>0,340949618</b>
<b>Y2 (prom) =</b>	-4,50868496		
<b>n1=</b>	5	1/n1=	0,2
<b>n2=</b>	5	1/n2=	0,2
<b>S=</b>	0,88	$S \times \text{Raíz}(1/n_1 + 1/n_2)$	<b>0,555604272</b>
		<b>T</b>	<b>0,61</b>

$$T = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Conclusión: como el valor de T es menor a 1.86 la empresa contratista a cargo de los trabajos de reducción de asbesto debe ser liberada y los mismo se consideran como finalizados y de conformidad.

2) Planta 1° SS – Remoción de material aislante aplicado en calderas y cañerías

Mediciones	Mediciones dentro de la zona de trabajo(f/cc)	log nat	Mediciones fuera de la zona de trabajo(f/cc)	log nat
1	0,052	-2,95651156	0,001	-6,90775528
2	0,130	-2,040220829	0,010	-4,60517019
3	0,005	-5,298317367	0,008	-4,82831374
4	0,240	-1,427116356	0,001	-6,90775528
5	0,375	-0,980829253	0,025	-3,68887945
		<b>-2,540599073</b>		<b>-5,38757479</b>
		<b>Y1 (Promedio)</b>		<b>Y2 (Promedio)</b>

En círculo rojo mediciones en el interior de la zona de trabajo

$$((\sum (y_j - \bar{y}_1)^2) + \sum (y_j - \bar{y}_2)^2)$$

Mediciones	A	B	
1	0,1729832	2,310948728	
2	0,25037839	0,61215696	
3	7,60501019	0,312772922	
4	1,23984376	2,310948728	
5	2,43288189	2,885565834	$S = [(A+B)/C] \exp. 1/2$
Sumatoria	11,7010974	8,432393172	$S =$ <b>1,59</b>

$$(n_1 + n_2 - 2)$$

$C = n_1 + n_2 - 2$	8
$n_1 =$ número de mediciones interior	5
$n_2 =$ número de mediciones exterior	5

Datos		Cálculos	Resultados
<b>Y1 (prom) =</b>	-2,54059907	Y1-Y2	<b>2,846975714</b>
<b>Y2 (prom) =</b>	-5,38757479		
<b>n1=</b>	5	1/n1=	0,2
<b>n2=</b>	5	1/n2=	0,2
<b>S=</b>	1,59	$S \times \text{Raíz}(1/n_1 + 1/n_2)$	<b>1,003331715</b>
		<b>T</b>	<b>2,84</b>

Conclusión: como el valor de T (2,84) es "mayor" a 1,86 la empresa contratista a cargo de los trabajos de reducción de asbesto NO debe ser liberada y los mismos NO se consideran como finalizados y de conformidad. Por lo expuesto, los trabajos de limpieza deben realizarse nuevamente y al igual que las mediciones de calidad de aire para realizar los cálculos nuevamente.

Realizadas las tareas de limpieza nuevamente y las tomas de muestras de calidad de aire se realizan los cálculos nuevamente:

Mediciones	Mediciones dentro de la zona de trabajo(f/cc)	log nat	Mediciones fuera de la zona de trabajo(f/cc)	log nat
1	0,002	-6,214608098	0,001	-6,90775528
2	0,007	-4,96184513	0,010	-4,60517019
3	0,030	-3,506557897	0,008	-4,82831374
4	0,028	-3,575550769	0,001	-6,90775528
5	0,001	-6,907755279	0,025	-3,68887945
		<b>-5,033263435</b>		<b>-5,38757479</b>
		<b>Y1 (Promedio)</b>		<b>Y2 (Promedio)</b>

$((\sum (y_j - \bar{y}_1)^2) + \sum (y_j - \bar{y}_2)^2)$			
Mediciones	A	B	
1	1,39557521	2,310948728	
2	0,00510057	0,61215696	
3	2,3308298	0,312772922	
4	2,12492622	2,310948728	
5	3,51371967	2,885565834	$S = [(A+B)/C] \exp. 1/2$
Sumatoria	9,37015148	8,432393172	$S =$ <b>1,49</b>

$(n_1 + n_2 - 2)$		
$C = n_1 + n_2 - 2$	8	
$n_1 =$ número de mediciones interior		5
$n_2 =$ número de mediciones exterior		5

Datos		Cálculos	Resultados
<b>Y1 (prom) =</b>	-5,03326343	Y1-Y2	<b>0,354311352</b>
<b>Y2 (prom) =</b>	-5,38757479		
<b>n1=</b>	5	1/n1=	0,2
<b>n2=</b>	5	1/n2=	0,2
<b>S=</b>	1,49	$S \times \text{Raíz}(1/n_1 + 1/n_2)$	<b>0,943465544</b>
		<b>T</b>	<b>0,38</b>

Conclusión: como el valor de T es menor a 1.86 la empresa contratista a cargo de los trabajos de reducción de asbesto debe ser liberada y los mismos se consideran como finalizados y de conformidad.

**Planta 7 – Remoción de material aislante aplicado en calderas y cañerías**

Mediciones	Mediciones dentro de la zona de trabajo(f/cc)	log nat	Mediciones fuera de la zona de trabajo(f/cc)	log nat
1	0,022	-3,816712826	0,01	-4,60517019
2	0,010	-4,605170186	0,068	-2,68824757
3	0,003	-5,80914299	0,005	-5,29831737
4	0,220	-1,514127733	0,007	-4,96184513
5	0,120	-2,120263536	0,001	-6,90775528
		-3,573083454		-4,89226711
		<b>Y1 (Promedio)</b>		<b>Y2 (Promedio)</b>

$\frac{[(\sum (y_j - \bar{y}_j))^2 - \sum (y_j - \bar{y}_j)^2]}{C}$			
Mediciones	A	B	
1	0,05935527	0,082424642	
2	1,06520302	4,857702103	
3	4,99996225	0,164876813	
4	4,23929866	0,004841101	
5	2,11068571	4,062192571	S = [(A+B)/C]exp. 1/2
Sumatoria	12,4745049	9,172037231	S = <b>1,64</b>

$(n_1 + n_2 - 2)$	
C = n <sub>1</sub> + n <sub>2</sub> - 2	8
n <sub>1</sub> = número de mediciones interior	5
n <sub>2</sub> = número de mediciones exterior	5

Datos		Cálculos	Resultados
Y1 (prom) =	-3,57308345	Y1-Y2	<b>1,319183653</b>
Y2 (prom) =	-4,89226711		
n1=	5	1/n1=	0,2
n2=	5	1/n2=	0,2
S=	1,64	SxRaíz(1/n1+1/n2)	<b>1,040349512</b>
		<b>T</b>	<b>1,27</b>

Conclusión: como el valor de T es menor a 1.86 la empresa contratista a cargo de los trabajos de reducción de asbesto debe ser liberada y los mismos se consideran como finalizados y de conformidad.

Nota: todos los resultados de mediciones dentro y fuera de la zona de trabajo se obtienen de pág. 187 (School nro.2), manual EPA 560/5-85-19, Octubre 1985).

**SECCIÓN P: PROGRAMA DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN PERIÓDICA PARA MATERIALES CON ASBESTO.**

Se lista a continuación los sectores donde sea aplicaron técnicas de control de asbestos in situ y que por este motivo se debe aplicar un programa de operación, mantenimiento e inspección periódica. Este programa se debe aplicar hasta que los materiales con asbestos sean removidos por necesidad de obra o cuando su evaluación así lo determine.

<b>Nro. Orden</b>	<b>Planta</b>	<b>Material evaluado:</b>	<b>Resultado del material evaluado:</b>	<b>Estado de intervención:</b>	<b>Operación y Mantenimiento</b>
1	PB	a.1) Material aplicado bajo superficie de techo	Encapsulación	Sin intervención	si
2	Terraza	c.1.1) Chapas de fibrocemento	Encapsulación	Sin intervención	si

**1) Ubicación: Planta Baja. Material aplicado bajo superficie de techo.**

Para esta categoría de materiales con asbestos (Categoría II: asbestos de aplicación superficial) corresponde el siguiente programa:

- En este tipo de aplicaciones se debe tener en cuenta que la fibra de asbestos se libera al ambiente interior a medida que el material envejece. Por este motivo y dado a que la evaluación de este sector así lo permite se aplica a estos materiales la técnica de control de asbestos mediante encapsulamiento para su contención en el tiempo y hasta que su evaluación continua lo permita.
- Se debe tener en cuenta que la técnica de contención por encapsulamiento no brinda protección contra contactos físicos de envergadura por este motivo se debe conocer muy bien en el establecimiento su ubicación y alcance. El mantenimiento de esta técnica de control debe ser efectiva hasta que su evaluación así lo determine o hasta que sean necesario el retiro de materiales por remodelación y/o demolición.

Para que la técnica de control que se aplica sea efectiva resulta necesario llevar a cabo las siguientes tareas:

Documentación y capacitación

- Dejar constancia que los materiales encapsulados corresponden a los del sector de PB y de una superficie total de 200 metros cuadrados. Se debe confeccionar planos de planta y archivar en el legajo técnico del establecimiento.
- Se debe informa al personal de limpieza y al resto del personal que hace uso de este ambiente de la técnica aplicada, los trabajos realizados y la importancia de evitar todo tipo de impacto con esta superficie.

Mantenimiento del edificio e inspección periódica

Para este caso en particular y para la técnica de control de asbestos aplicada se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El personal de mantenimiento debe evitar realizar parches y/o reparaciones sobre superficie tratada sin autorización. Realizar inspección periódica de toda la superficie afectada **2 veces al año** e informar los hallazgos al coordinador del protocolo. Si se detectan escombros de materiales se debe investigar la fuente, registrar y dar aviso.
- El personal de limpieza debe informar al coordinador del protocolo cuando se observen signos de daños en los materiales tratados.

**2) Ubicación: Terraza. Cubierta compuesta de chapas de fibrocemento. Material. Programa de Operación, Mantenimiento e Inspección Periódica.**

Para esta categoría de materiales con asbesto (Categoría III: material mezcla con asbestos. Fibrocemento), corresponde el siguiente programa:

- Se debe tener en cuenta que estos materiales difieren de los anteriores ya que estos se tratan de materiales de fibrocemento en forma de chapa que son utilizados como cubierta del establecimiento. Estos materiales se encuentran expuestos a condiciones del ambiente exterior como ser erosión por condiciones climáticas como ser; viento, radiación solar, lluvia, etc.
- A comparación que los materiales precedentes, en este caso la potencial liberación de fibras puede generarse con mayor probabilidad en ambiente exterior que en el interior. Teniendo en cuenta que la cubierta seguirá en uso se propuso para la contención de la fibra en las chapas de fibrocemento la técnica de encapsulamiento.

Para esta técnica de control y materiales donde aplica se propone mantener en el tiempo las siguientes actividades:

Documentación y capacitación

- Dejar constancia que los materiales encapsulados corresponde a la cubierta existente en terraza del establecimiento con una superficie total de 200 m<sup>2</sup>. Se debe confeccionar planos de la ubicación de la cubierta y archivar en el legajo técnico del establecimiento.
- Se debe informa al personal de limpieza y al resto del personal que hace uso de la terraza de la técnica aplicada, los trabajos realizados y la importancia de evitar todo tipo de impacto contra la cubierta para evitar su rotura.

Mantenimiento del edificio e inspección periódica

Para este caso en particular y para la técnica de control de asbesto aplicada se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El personal de mantenimiento debe evitar realizar parches y/o reparaciones sobre la cubierta tratada sin autorización. Realizar inspección periódica de toda la superficie **2 veces al año** e informar los hallazgos al coordinador del protocolo. Si se detectan anomalías en la cubierta como puede por ser existencia de escombros o zonas donde visualmente se registra faltante o deterioro de material encapsulante se debe registrar notificar al coordinar del protocolo.
- El personal de limpieza debe informar al coordinador del protocolo cuando se observen signos de daños en los materiales tratados.

El programa de Operación y Mantenimiento debe continuar hasta que todo el material con asbesto sea eliminado, tanto para los materiales de Planta Baja como para los de la cubierta de la terraza. Estas tereas deben mantenerse en el tiempo hasta que se den cualquiera de las siguientes situaciones: necesidad de remodelación, demolición integral de edificio o cambio de cubierta.

### **SECCIÓN Q: FIN DE GESTIÓN.**

De acuerdo al contenido de esta sección el resultado de la aplicación del protocolo propuesto para la gestión integral de asbestos en el establecimiento es el siguiente:

#### **a) Materiales con contenidos de asbestos que se remueven**

Los materiales con contenido de asbestos “**que se remueven**” son aquellos de los cuales se sospechaba su presencia, fueron muestreados, analizados en laboratorio, de resultados positivos y finalmente la evaluación de liberación potencial de fibras al ambiente brinda como resultado su tratamiento **ex-situ**. Todas estas condiciones se dan en las siguientes plantas del establecimiento:

<b>Planta</b>	<b>Material evaluado:</b>	<b>Resultado del material evaluado:</b>	<b>Cantidad teórica de asbestos (kgr)</b>	<b>Cantidad total de materiales con asbestos (kgr)</b>
2°SS	b.1) Material aislante aplicado sobre el cuerpo de la caldera.	Remoción	99	660
2° SS	b.1.1) Material aislante aplicado sobre cañerías	Remoción	35,5	236
1° SS	b.2) Material aislante aplicado sobre cañerías	Remoción	11	71
7	b.3) Material aislante aplicado sobre cañerías	Remoción	4	24
Terraza	c.1.2) Tanques de fibrocemento	Encapsulación* y/o Remoción	21	207
Terraza	c.1.3) Residuos de fibrocemento	Remoción	10	104
Total de cantidad de materiales con asbestos a retirar en kilogramos				<b>1302</b>

#### **b) Materiales con contenido de asbestos que “no se remueven”.**

Los materiales con contenido de asbestos “**que no se remueven**” son aquellos de los cuales se sospechaba su presencia, fueron muestreados, analizados en laboratorio, de resultados positivos y finalmente la evaluación de liberación potencial de fibras al ambiente brinda como resultado su tratamiento **in-situ**. Todas estas condiciones se dan en las siguientes plantas del establecimiento:

<b>Planta</b>	<b>Material evaluado:</b>	<b>Resultado del material evaluado:</b>	<b>Cantidad teórica de asbestos (kgr)</b>	<b>Cantidad total de materiales con asbestos (kgr)</b>
PB	a.1) Material aplicado bajo superficie de techo	Encapsulación	4610	8382
Terraza	c.1.1) Chapas de fibrocemento	Encapsulación	220	2200
Cantidad de material con asbestos que permanece en el establecimiento en kgr				<b>10582</b>

Se recuerda que los tratamientos in situ son evaluados periódicamente para verificar el estado de los materiales tratados. Estos materiales tratados permanecen en el establecimiento y esto se traduce en la práctica como “pasivo ambiental”.

### c) Materiales sin contenido de asbestos

Los materiales sin contenido de asbestos son aquellos de los cuales no se sospecha la presencia de asbestos. Esta esta condición se da en las siguientes plantas del establecimiento:

Planta	Material evaluado:	Resultado del material evaluado:	Estado de intervención:	Operación y Mantenimiento
1° a 6° Piso	No se registran materiales con potencial contenido de asbestos	No corresponde evaluación	Sin intervención	no

Con el desarrollo de esta última sección que conforma al Protocolo para la Gestión Integral de Asbestos en Establecimientos se da por finalizado el ejemplo práctico.

### d) Retiro de los residuos de asbestos de acuerdo a jurisdicción

#### Generador. Medidas para la eliminación de los residuos

Se deber inscribir como generador el responsable del edificio generador para poder llevar a cabo el inicio de la gestión de retiro. Los residuos con asbestos se deben embalar en bolsas de material plástico de suficiente resistencia mecánica como ser 200 micrones y se identifican. Todo el material desechable, como filtros, mascarillas, elementos textiles para limpieza, barreras de contención plásticas para pisos, paredes y techos, se considerará como residuos con asbestos (Y48 con Y36).

Para los materiales que remueven en forma conjunta con asbestos como, por ejemplo, secciones de cañería y/o caldera con resto de material aislante además de las recomendaciones precedentes se le debe sumar la contención de los mismo en un segundo recipiente metálico o similar que permite asegurar la liberación de fibras ya que el solo uso de bolsa plástica no es conveniente por las posibles fisura/rotura que pueda sufrir por bordes cortantes del material retirado.



Contenedor de cartón forrado en bolsa plástica con residuos de asbestos (foto EPA 530/85-07, Mayo 1985).

#### Operador

Debe estar habilitado de manera previa y al momento de los trabajos. Para verificarse esta información se recomienda hacerlo en el listado de operadores habilitados difundidos por el organismo controlador, para este caso APRA (CABA) y OPDS (Provincia de Buenos Aires). Se aclara que esta gestión de residuos tiene la particularidad de producirse en dos jurisdicciones distintas y esto se debe a que los residuos peligrosos son generados en Ciudad Autónoma de Buenos Aires, pero como no se tiene la posibilidad de tratamiento en esta jurisdicción los mismos deben ser transportados hasta la Provincia de Buenos Aires, por este motivo también deben gestionarse los residuos en este segundo organismo controlador.

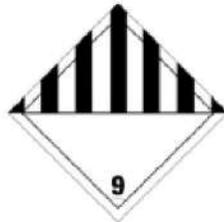
El operador debe preparar los residuos. Estos se deben retirar y transportan en recipientes cerrados. Además, a fin de evitar la dispersión del material que se encuentre en el recipiente cuando el mismo es alojado en el relleno de seguridad el operador debe realizar un pretratamiento de *macroemcapsulado*. Este consiste en formar, junto con todo el material a tratar, una mezcla homogénea (con hormigón, por ejemplo) dentro del recipiente para evitar la puesta en suspensión del material cuando sea dispuesto en el relleno de seguridad. El operador es el responsable de preparar los residuos para que no se produzcan emisiones vivibles durante el transporte.

Al margen de este tratamiento, los materiales con asbesto siempre deben encontrarse adecuadamente húmedos, considerándose a esto como que deben encontrarse suficientemente mezclados con líquido para prevenir la liberación de partículas. Si se registran emisiones significa que no se encuentran adecuadamente húmedos los materiales, para esto solo es suficiente agua que es provista durante o posterior a las tareas de remoción/repación. El termino adecuadamente húmedo se encuentra definido por la EPA.

### **Transporte**

Al igual que el operador debe estar habilitado para el transporte en ambas jurisdicciones. Se puede verificar en la misma forma que para los operadores. En general, operador y transportista suele ser la misma empresa. Respecto al transporta la documentación necesaria debería ser la siguiente (Dto. 779. y Res. 195/97):

- Hoja de ruta.
- Instrucciones escritas de seguridad por el expedidor.
- Ficha de Intervención a Emergencias (FIE).
- Manifiesto del desecho peligroso.
- Habilitación del contenedor de carga.
- VTV.
- Descripción y composición de los residuos a ser transportados.
- GRUPO DE EMBALAJE I: Sustancias y preparaciones que presentan un muy grave riesgo de envenenamiento.
- Señalización:



### **Clase 9 – Misceláneos**

9
2590

N° ONU	Nombre	Riesgo			Grupo Emb.	Disp. Esp.	Cant. Exenta
		Princ.	Sec.	N°			
2586	un máximo del 5% de ácido sulfúrico libre ACIDO ALQUILSULFONICO, ARILSULFONICO O TOLUENSULFONICO, LIQUIDO con un máximo del 5% de ácido sulfúrico libre	8		80	III		100
2587	BENZOQUINONA	6.1		60	II		50
2588	PLAGUICIDAS, SOLIDO, TOXICOS, N.E.P.	6.1				61 109	
2589	COROACETATO DE VINILO	6.1		60	II		50
2590	ASBESTOS BLANCOS (crisotilo, actinolita, antofilita, tremolita)	9		90	III	168	100

Se recomienda registrar previo al transporta los ítems:

- Verificar que los residuos se encuentran correctamente estabilizado para evitar emisiones.
- Verificar la documentación relacionada a la cadena de custodia por parte del generador.
- Debe coincidir la cantidad de residuos registrada y la despachada.
- Los recipientes no deben estar visualmente contaminado con asbesto, deben estar libre de polvo.
- Es caso de que se detecten anomalías en las condiciones de los residuos para el transporte el mismo debe ser rechazado hasta que sea adecuado para su transporte.
- Cuando se encuentre satisfactoria la condición de los residuos los mismos deben alojados en el interior de vehículo de manera cuidadosa para evitar la rotura de los recipientes. No se permiten transporte tipo compactador.

De esta manera se dan por concluidas todas las tareas relacionadas a la aplicación de los conceptos teóricos de cada una de las secciones que conforman el Protocolo para Gestión Integral de Asbestos en Establecimientos en este ejemplo práctico.

FIN.

### **13. Referencias bibliográficas**

- US EPA Asbestos Containing Materials in School Buildings Part 1 y 2 (Marzo, 1979)
- US EPA 1996 - How to manage Asbestos in School Buildings. The AHERA Designated Person's Self Study Guide.
- US EPA Student Manual. Asbestos Inspector Manual (Octubre, 2009)
- US EPA 560/5-83-2, Guidance for Controlling Friable Asbestos-Containing Materials in Buildings (Marzo, 1983).
- US EPA 560/5-85-018. 1985 Asbestos in Buildings. Guidance for Service and Maintenance Personnel.
- US EPA 560 5-85-030A, Asbestos in Buildings: Simplified Sampling Scheme for Friable Surfacing Materials (Octubre, 1985)
- US EPA 560/5-85-018, Guidance for Service and Maintenance Personnel, Julio 1985.
- US EPA 560 13-80-017A, Asbestos Guidance for Asbestos Analytical Programs (Diciembre, 1980).
- US EPA 560/5 85-024, Guidance for Controlling Asbestos-Containing Materials in Buildings (Junio, 1985)
- US EPA 560/5-86-016, Evaluation of Asbestos Abatement Techniques – Encapsulation with Latex Paint (Julio, 1986).
- US EPA 560/5-85-19, Evaluation of Asbestos Abatement Techniques – Remoción (Octubre, 1985).
- US Department of Commerce, National Bureau of Standards, Guidelines for Assessment and Abatement of Asbestos-Containing Materials in Buildings (Mayo 1983).
- US NIBIS – National Institute of Building Sciences, Asbestos Abatement and Management in Buildings Model Guide Specifications (Third Edition, 1996)
- US EPA 560/5-88-011, Asbestos Content in Bulk Insulation Samples, Septiembre 1988)
- US EPA 1992. Asbestos Hazard Emergency Act (AHERA). Inspection Guidance Manual and Checklist.
- US EPA How to Manage Asbestos in School Buildings: The AHERA Designated Person's Self Study Guide January 1996.
- US EPA 600/4-85-49 Nov., 1985, Measuring Airborne Asbestos Following An Abatement Action.
- US EPA 530-SW-85-7 Asbestos Waste Management Guidance (Generation, Transport and Disposal).
- US EPA 340/1-90-7, Demolition and Renovation Inspection Procedures (Noviembre, 1990)
- US EPA 340/1-90-016, Reporting and Record Keeping Requirements for Waste Disposal, Noviembre 1990.
- US EPA 340/1-90-18, NESHAP – Regulated Asbestos, Diciembre 1990.
- US EPA 340/1-90-19, Asbestos Adequately Wet Guidance, NESHAP (Diciembre, 1990)
- US EPA Guide to Operations and Maintenance Programs for Asbestos Containing Materials (Julio 1990).
- US EPA Asbestos Exposure Assessment in Buildings (Octubre 1982).
- US EPA Health and Safety Guidelines for EPA Asbestos Inspectors (Marzo, 1991)
- US EPA 340/1-90-3, Inspection and Safety Procedures Supplemental (Junio, 1991)
- US EPA 455/B-93-1a, Inspections and Safety Procedures Workshop, (Agosto, 1997)
- US EPA, Methodology for the Measurement of Airborne Asbestos by Electron Microscopy (Julio 1984).
- US EPA Measurement of Asbestos Air Pollution Inside Buildings Sprayed With Asbestos (Agosto 1980).
- FR INRS Institut National de Recherche et de Sécurité, 2018
- Geological Society of America, Special Paper 373, History of Asbestos and Use, 2003.
- GSA - Geological Society of America, 2003. History of Asbestos discovery and use.
- GSA - Geological Society of America, 2003. Paper of History of Asbestos discovery and use.
- OMS, 1986. Eliminación de las enfermedades generadas por asbesto.