

Revisión de
la NORMATIVA

Amianto: implicaciones del RD 396/2006

Por **Luis Montero Ruano**

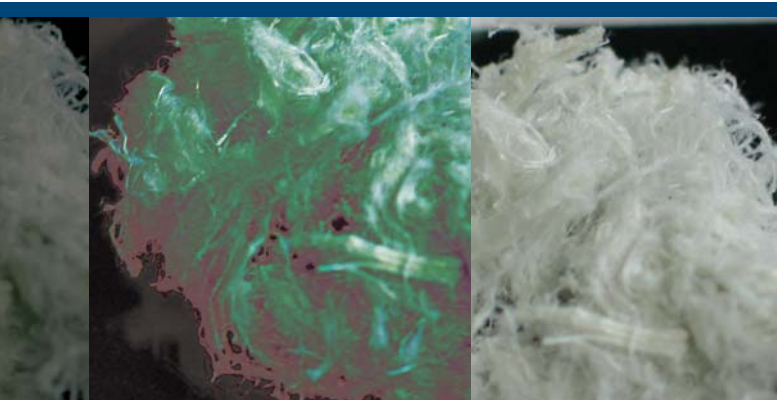
Licenciado en Ciencias Químicas. Técnico Superior PRL.
Responsable del Laboratorio Químico de la Sociedad de
Prevención de FREMAP

El Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, ha venido a completar el desarrollo de la legislación anterior, aportando un nuevo cuerpo normativo sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Nuevos criterios de seguridad en la exposición a este material prohibido en España

El material denominado amianto (asbestos en inglés) se conoce desde la antigüedad y se ha utilizado durante más de 2000 años. Ya se habla del amianto en el texto griego *Sobre rocas* escrito en el año 300 a.C. por Teofrastos: «Una sustancia que arde como la madera, cuando se mezcla con aceite, pero que no se consume». Se sabe que el amianto se extraía en algunas minas de Creta, de donde se transportaba para su uso a Grecia, Roma y Egipto.

Los antiguos alquimistas, hablaban de «los cabellos de míticas salamandras resistentes al fuego». Plinio describió sus



**Amosita
o amianto
marrón**

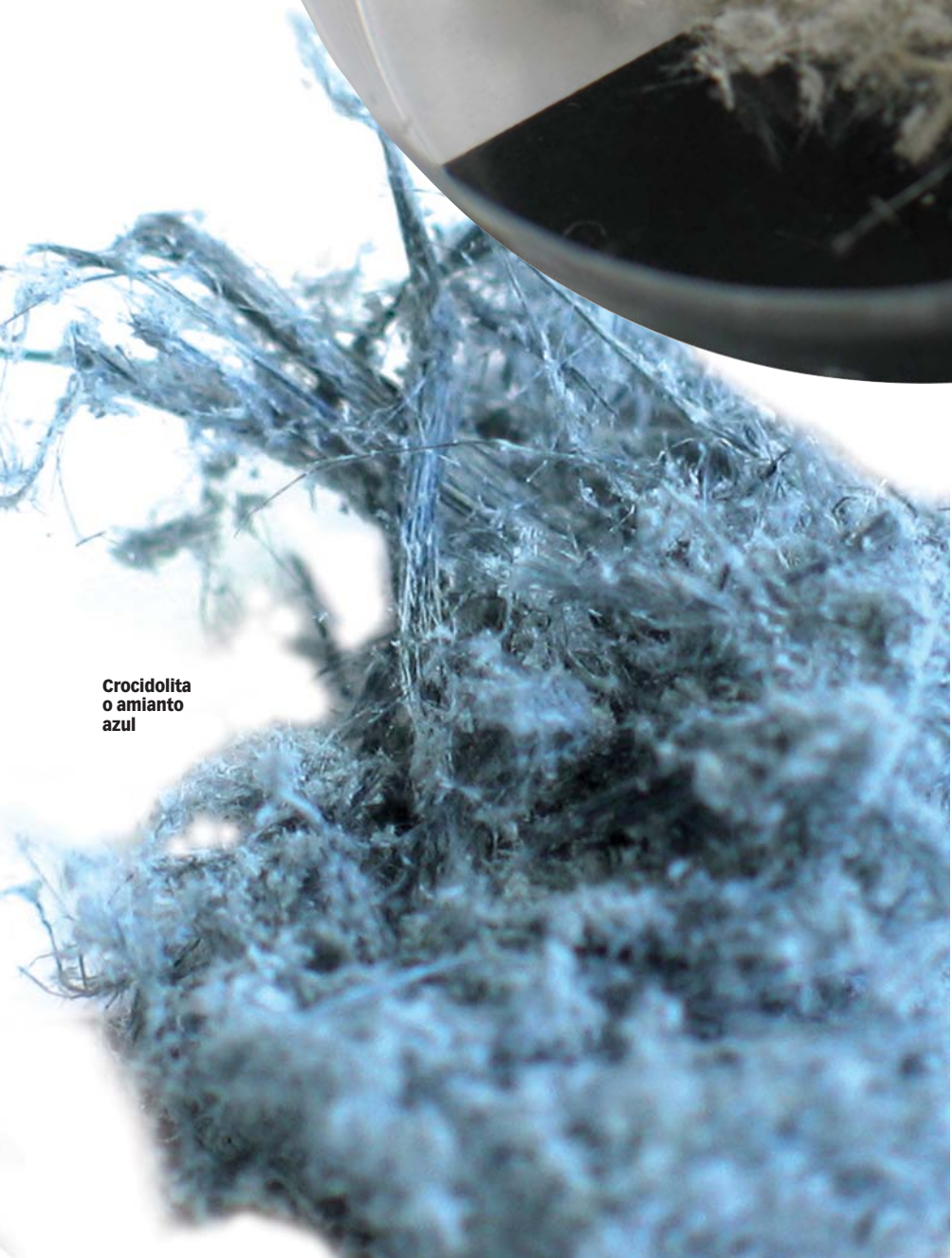
propiedades, mencionando algunos usos de las telas de asbesto. Plutarco describió las mechas de las lámparas de las vestales elaboradas con «asbesta», un material «inextinguible». Los romanos tejían mantos para que en la cremación de sus cadáveres las cenizas del cuerpo no se mezclaran con las cenizas de la leña, para sus entierros ceremoniales.

El término amianto comprende un conjunto de seis minerales, silicatos fibrosos, de origen natural. Dentro del amianto cabe distinguir dos grupos diferentes: los anfíboles y las serpentinas. En la naturaleza aparecen numerosos minerales pertenecientes a estos grupos citados, si bien la mayoría de ellos no son fibrosos, por lo que no son amianto.

El grupo de la serpentina incluye minerales como la lizardita y la antigonita, pero la única serpentina fibrosa es el crisotilo o amianto blanco. El grupo de los anfíboles incluye las otras cinco variedades del amianto que son la amosita o amianto marrón, la crocidolita o amianto azul, y las variedades fibrosas de la actinolita, tremolita y antofilita. Además existen otros anfíboles como la riebekita, la grunerita y las variedades no fibrosas de actinolita, tremolita y antofilita, si bien ninguna entra dentro de las variedades del amianto al no ser fibrosas.

La composición química de estos minerales tiene importancia a la hora de su identificación en el laboratorio y se resume en la tabla 1.

Las propiedades físicas de las fibras de amianto, como su resistencia a la tensión, superior a la del acero, su gran estabilidad frente al calor, las bajas conductividades térmica y eléctrica, una gran resistencia a los agentes químicos y a la abrasión, se conjugan con la estructura fibrosa que le aporta la propiedad de ser fácilmente divisible en pequeñas fibras



**Crocidolita
o amianto
azul**

que facilitan la formación de tejidos, lo que hace del amianto un material con una amplia gama de usos en la industria y el quehacer del hombre.

No obstante, en la antigüedad el amianto no se utilizó con profusión, y cuando se hizo fue sólo en pequeñas cantidades. Sin embargo, sus propiedades físicas de fuerza tensil, resistencia química e incombustibilidad han estimulado la búsqueda de diferentes aplicaciones prácticas a lo largo de la historia.

Propiedades y problemas del amianto

Algunas de las aplicaciones donde puede encontrarse el amianto son:

Como aislante térmico:

- Como relleno de cámaras de aire en paredes, techos, puertas cortafuegos.
- Protecciones ignífugas de estructuras.
- Como ropa de protección térmica.
- Aislante térmico y eléctrico en vagones.
- Cartones o rejillas con amianto para aislamiento de focos de calor.
- Para aislamiento de tuberías en forma trenzada, tejida o en mezclas con otros materiales.

Por su resistencia a la fricción:

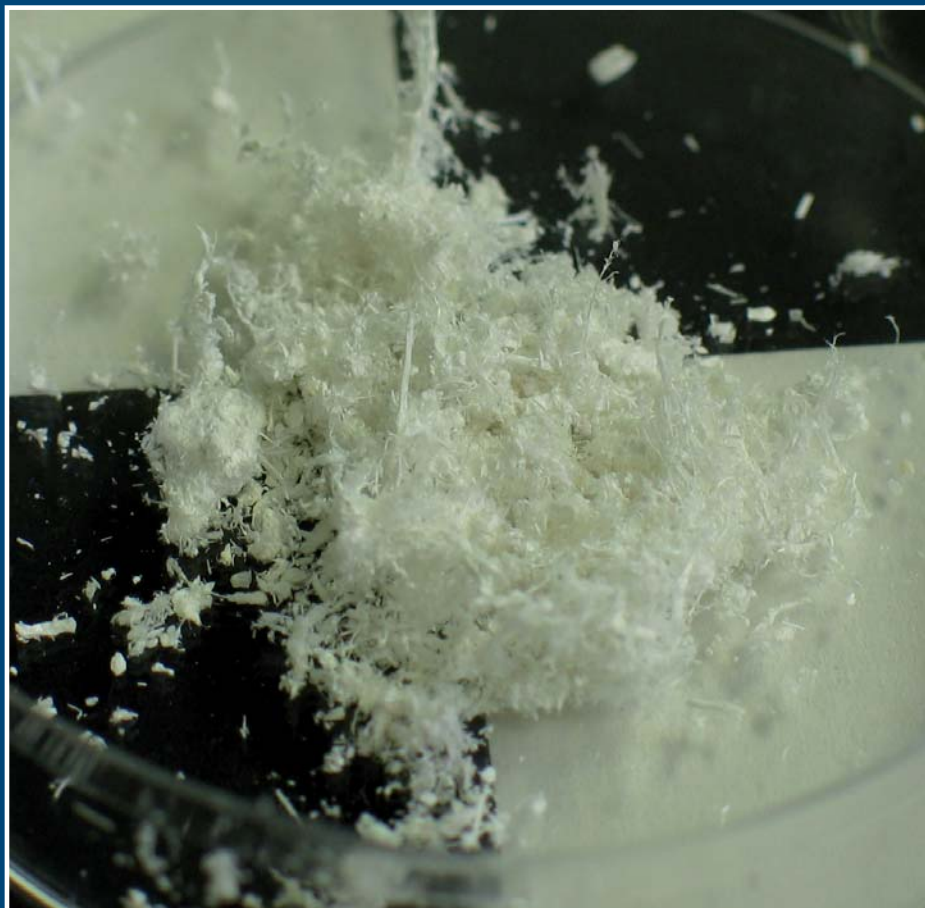
- Pastillas de frenos.
- Discos de embragues.
- Ascensores y otras maquinarias industriales.
- Losetas de vinilo para suelos.

Como refuerzo por su resistencia tensil:

- Tuberías de fibrocemento.
- Placas de fibrocemento en techos, paredes...
- Mezclado con betunes para aislamiento e impermeabilización.
- Plásticos y cauchos reforzados con amianto.

Las cifras de producción de amianto en 1995 recogidas en la tabla 2 nos dan una idea de su uso hasta hace relativamente poco tiempo.

Sin embargo, las propiedades que hacen del amianto un material con infinidad de aplicaciones industriales también acarrear problemas para la salud de



Tremolita fibrosa, una variedad del amianto.

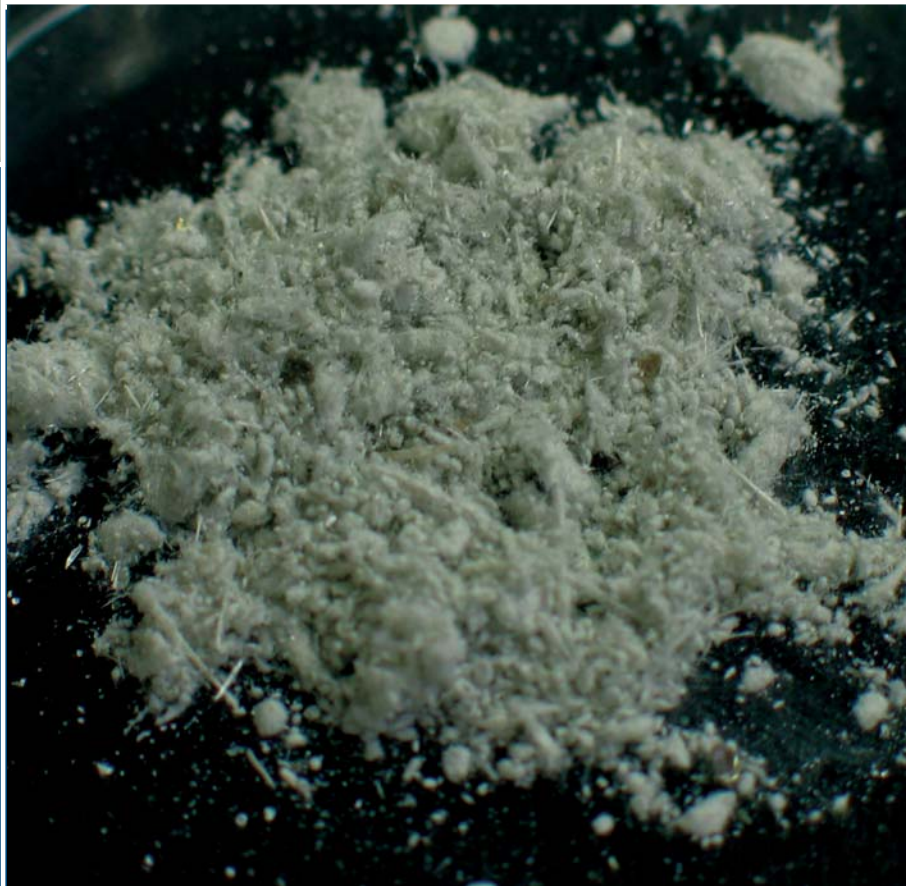
El término amianto comprende un conjunto de seis silicatos fibrosos de origen natural.

■ TABLA 1 VARIEDADES Y COMPOSICIÓN

Grupo	Variiedad de amianto	Composición química	Nº CAS
Serpentinas	Crisotilo	$Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4$	12001-29-5
Anfiboles	Amosita	$[(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2]_n$	12172-73-5
	Crocidolita	$[NaFe_3^{2+}Fe_2^{3+}Si_8O_{22}(OH)_2]_n$	12001-28-4
	Actinolita fibrosa	$[Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2]_n$	77536-66-4
	Tremolita fibrosa	$[Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2]_n$	77536-68-6
	Antofilita fibrosa	$[(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2]_n$	77536-67-5



Fibras de actinolita.



Antofilita

■ **TABLA 2** PRODUCCIÓN DE AMIANTO

País	Producción en toneladas Métricas
Canadá	510,800
China	250,000
Brasil	180,000
Zimbabwe	145,000
Rép. Sudáfrica	100,000
Grecia	50,000
Swazilandia	30,000
India	25,000
E.E.U.U.	9,000
Otros	1,008,500
Total	2,308,300

los trabajadores expuestos a este mineral:

- La facilidad de desprender fibras finas y pequeñas, que debido a su forma y tamaño pueden permanecer suspendidas mucho tiempo en el aire, hizo que los trabajadores expuestos pudieran respirarlo fácilmente.
- Una vez dentro del organismo, la gran resistencia a los agentes químicos de la fibra hace que los mecanismos habituales de defensa del cuerpo no puedan eliminarla.

Las fibras que han llegado al interior del organismo permanecen en el mismo pudiendo dar lugar a las distintas enfermedades que están directamente asociadas a la exposición al amianto. Éstas se caracterizan por tener un largo periodo de latencia, que normalmente oscila entre 10 años para el derrame pleural benigno, 15 para la asbestosis y 30-40 años para el mesotelioma. También se consideran enfermedades asociadas el cáncer del pulmón y las placas pleurales, y existen otras enfermedades comunes que pueden estar asociadas a la exposición al amianto, como son la bronquitis crónica, enfisema, y otros tumores como los de laringe, los gastrointestinales. Por último, existen sospechas, todavía no confirmadas, de que la exposición al amianto también puede producir tumores en riñón, ovario y mama.

Revisión de la normativa

Todos estos problemas de salud causados a los trabajadores expuestos hicieron que se limitara y prohibiera el →

uso y comercialización de los productos con amianto. En nuestro país, la Orden Ministerial del 7 de diciembre de 2001, que traspuso la Directiva 1999/77/CE, estableció que a partir del 14 de junio de 2002 el amianto, en todas sus variedades, quedara prohibido, no pudiendo comercializarse ningún producto que lo contenga en su composición a partir del 14 de diciembre de 2002. Por lo tanto, desde el 14 de junio de 2002 ningún proceso industrial puede utilizar amianto como materia prima y tampoco se puede ni vender ni adquirir productos con amianto en España.

Por tanto, no existirá exposición al amianto en los procesos de fabricación directa o por su uso en materiales o procesos, sino que la exposición podrá existir en los procesos de retirada, demolición, mantenimiento y reparación que se realicen en materiales que contengan amianto. Este cambio en las exposiciones de los trabajadores, junto con la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, hizo que la anterior legislación existente con respecto al amianto (Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto, de 31 de octubre de 1984, y modificaciones posteriores) necesitara una revisión puesto que, por un lado, contemplaba principalmente los procesos productivos relacionados con el amianto, y por otro lado, aunque contaba con conceptos preventivos adelantados a su tiempo, como la evaluación de riesgos, la formación e información de los trabajadores, etc., no contemplaba todos los aspectos preventivos desarrollados en la Ley de Prevención.

De estas necesidades, junto con la exigencia comunitaria de transposición de la Directiva 2003/18/CE, surge la aparición del Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto, publicado en el BOE el pasado 11 de abril.

Articulado del Real Decreto

Este Real Decreto se compone de diecinueve artículos agrupados en tres capítulos. El primero de ellos agrupa las disposiciones generales, el segun-

■ TABLA 3 ÁMBITOS DE APLICACIÓN. COMPARATIVA LEGISLATIVA

RD 396/2006	OM 31/10/1984
Trabajos de demolición de construcciones donde exista amianto o materiales que lo contengan.	Albañilería fumista, cuando se use material de amianto.
Trabajos de desmantelamiento de elementos, maquinaria o utillaje donde exista amianto o materiales que lo contengan.	Astilleros y desguace de barcos.
Trabajos y operaciones destinadas a la retirada de amianto, o de materiales que lo contengan, de equipos, unidades (tales como barcos, vehículos, trenes), instalaciones, estructuras o edificios.	Extracción, preparación y acarreo de amianto.
Trabajos de mantenimiento y reparación de los materiales con amianto existentes en equipos, unidades (tales como barcos, vehículos, trenes), instalaciones, estructuras o edificios.	Fabricación de filtros «floats», fabricación y reparación de zapatas de freno y embragues. Recubrimientos de amianto en tuberías y calderas. Tintorería industrial.
Trabajos de mantenimiento y reparación que impliquen riesgo de desprendimiento de fibras de amianto por la existencia y proximidad de materiales de amianto.	Industrias de: aislamientos de amianto, cartónaje amiantico, de amianto-cemento, textiles de amianto.
Transporte, tratamiento y destrucción de residuos que contengan amianto.	Transporte, tratamiento y destrucción de residuos que contengan amianto.
Vertederos autorizados para residuos de amianto.	Operaciones de demolición de construcciones, si existe presencia de amianto.
Todas aquellas otras actividades u operaciones en las que se manipulen materiales que contengan amianto, siempre que exista riesgo de liberación de fibras de amianto al ambiente de trabajo.	Todas aquellas otras actividades u operaciones en las que se utilice amianto o materiales que lo contengan, siempre que exista riesgo de que se emitan de fibras de amianto al ambiente de trabajo.

do contempla las obligaciones del empresario y el tercero aborda las obligaciones de carácter documental.

En el **artículo 2** se nombran los seis silicatos fibrosos que se designan con el término amianto, y que se han recogido ya en la tabla 1.

En el **artículo 3** se define el ámbito de aplicación del Real Decreto, que contrasta claramente con el del anterior Reglamento, como se observa en la tabla 3.

El capítulo II sobre obligaciones del empresario, comienza en el **artículo 4**, donde se establece que «los empresa-

rios deberán asegurarse de que ningún trabajador está expuesto a una concentración de amianto en el aire superior al valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED) de 0,1 fibras por centímetro cúbico, medidas como una media ponderada en el tiempo para un periodo de ocho horas». Por tanto, se reduce significativamente el valor del VLA-ED de los 0,3 ó 0,6 fibras por centímetro cúbico (según la variedad) a 0,1 para todas las variedades del amianto. Estos niveles de exposición tan bajos hacen necesario tener un buen conocimiento del com-

portamiento de los métodos de toma de muestras para estas condiciones.

En el **artículo 5** se dictamina que «para todo tipo de actividad determinado que pueda presentar un riesgo de exposición al amianto o a materiales que lo contengan, la evaluación de riesgos a que hace referencia el artículo 16 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, debe incluir la medición de la concentración de fibras en el aire del lugar de trabajo». Igualmente indica que serán necesarias mediciones adicionales si fuera necesario modificar el procedimiento de trabajo, así como las repeticiones periódicas de la evaluación que sean necesarias para garantizar que no se sobrepasa el valor límite establecido.

Un ejemplo práctico serían los Planes de Trabajo de desamiantado, en los que solo serían necesarias las mediciones iniciales y las periódicas, siempre que el plan no sufra modificaciones sustanciales que puedan variar las condiciones de exposición, en cuyo caso serán necesarias nuevas mediciones. De este modo, un Plan de Trabajo bien diseñado puede evitar la necesidad de medir en cada obra en la que se aplique, garantizándose la seguridad de los trabajadores desde el principio del trabajo, si bien es necesario verificar que las condiciones del Plan de Trabajo se mantienen y no se han producido modificaciones que impliquen nuevas condiciones de exposición, que sería necesario evaluar nuevamente.

En el párrafo 4 de este quinto artículo, se indica que «las evaluaciones de riesgos deberán efectuarse por personal cualificado para el desempeño de funciones de nivel superior y especialización en Higiene Industrial». Fija el método de toma de muestras y análisis como el indicado en el anexo I, que será preferentemente el método MTA/MA-051 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) u otro método que arroje resultados equivalentes. Finalmente, se determina que el análisis

El Real Decreto fija el método MTA/MA-051 del INSHT como preferente para la toma de muestras y análisis

(recuento de fibras) de amianto solo podrá realizarse en laboratorios especializados reconocidos formalmente por la autoridad laboral correspondiente.

Medidas de prevención

En el **artículo 6** se definen las medidas técnicas de prevención mínimas a aplicar en los trabajos, como evitar la dispersión de las fibras en el aire, eliminar las fibras en las cercanías del foco de emisión preferiblemente por captación, facilidad de limpieza de los equipos, etc. En cuanto a las medidas organizativas dadas en el **artículo 7**, se habla de reducir en lo posible el número de trabajadores expuestos, delimitar las zonas de trabajo adecuadamente, limitar el acceso...

Veamos un ejemplo de las medidas de prevención adoptadas para un trabajo concreto en la retirada de un recubrimiento ignífugo en una estructura metálica en unas oficinas: se rodea la zona de trabajo de una cámara estanca en la que se produce una depresión mediante bombas dotadas de filtros de alta efectividad (HEPA). El acceso a dicha cámara se realiza mediante un sistema de esclusas con protocolos establecidos de entrada y salida de personal y materiales. La depresión del interior de la zona de trabajo se controla mediante un medidor de presión con alarma durante 24 horas al día. La retirada del revestimiento se realiza mediante espátulas y herramientas de rotación a baja velocidad, a fin de



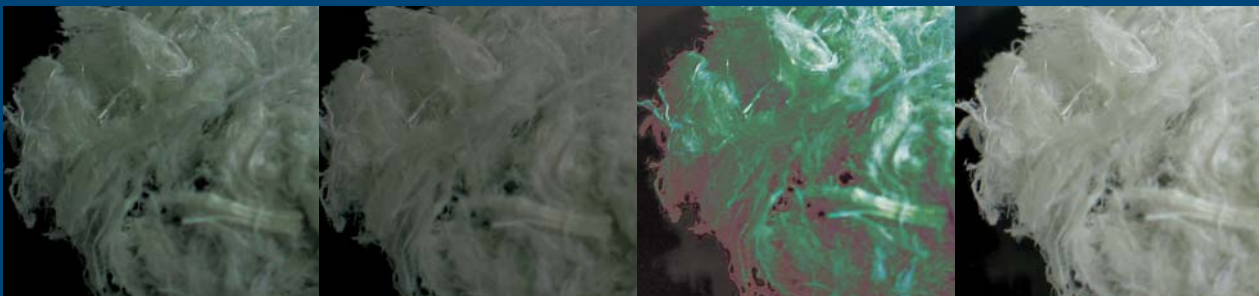
Etiqueta de peligro según R.D. 1406/1989.

reducir en lo posible la generación de polvo y aerosoles con amianto, recogiendo el amianto en aspiradores específicos; el material retirado se introduce en una triple bolsa antipunzonamiento a fin de evitar en lo posible riesgos de rotura y la consiguiente liberación del amianto al ambiente. Se marcan las bolsas con etiqueta adhesiva indicando el contenido. Las bolsas con los residuos de amianto son finalmente gestionadas por un Gestor Autorizado de residuos. Al

finalizar los trabajos de retirada, después de la limpieza de la zona, se toman muestras ambientales de larga duración a fin de asegurar que no existe riesgo de exposición a amianto en esa zona.

En el **artículo 10** se determina que para actividades como obras de demolición, retirada de amianto, reparación, etc. donde se prevea la posibilidad de sobrepasar los valores límite, aún usando todas las medidas técnicas y organizativas previstas, se deberán usar los EPI de vías respiratorias y demás EPIs necesarios; se instalarán paneles de advertencia indicando que se puede sobrepasar el valor límite; se evitará que el polvo de la zona de trabajo se disperse fuera de la misma y, finalmente, se supervisará, por personal con la cualificación y experiencia necesarios, la correcta aplicación de los procedimientos de trabajo y de las medidas preventivas previstas.

Igualmente, antes del comienzo de la obra, se deberán tomar todas las medidas adecuadas para identificar los mate- ➔



riales que puedan contener amianto. Esta identificación deberá quedar reflejada en el estudio de seguridad y salud o en la evaluación de riesgos correspondiente. La identificación de los materiales que puedan contener amianto puede realizarse recabando información de los propietarios. Sin embargo, en construcción no siempre se dispone de información fiable de los materiales empleados, no sólo en la construcción inicial del edificio, sino en las posibles reparaciones, remodelaciones, etc. que hayan tenido lugar a lo largo del tiempo, por lo que en muchas ocasiones puede ser necesario realizar un estudio específico sobre la presencia de amianto mediante la toma de muestras y su análisis en un laboratorio especializado.

La Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales ha publicado un texto denominado *Prospección sobre la presencia de amianto o de materiales que lo contengan en edificios. Identificación práctica de amianto en edificios y metodologías de análisis*, que puede ser de gran ayuda a la hora de investigar la presencia de amianto en un edificio. La tabla 4 reproducida de este texto sirve como ejemplo.

En el artículo 11 se detallan las medidas que debe contemplar el Plan de Trabajo a



Ejemplo de EPI de vías respiratorias.

realizar antes del comienzo de cualquier trabajo con riesgo de exposición al amianto. Este plan debe tener en cuenta la eliminación del amianto previa a la demolición, cuando ello no implique aumentar el riesgo, y asegurar, una vez terminado el trabajo, que no existen riesgos de exposición al amianto en el lugar del trabajo, para lo cual normalmente se realizará una medición de tipo ambiental.

El Plan de Trabajo debe especificar, entre otros aspectos detallados en el artículo 11, los siguientes:

- Tipo de material a intervenir, fiabili-



Ejemplo de EPI traje de presión positiva.

dad, forma de presentación y cantidades presentes.

- Relación de trabajadores en contacto con el amianto, con categorías, formación, experiencia...
- Procedimientos de trabajo.
- Medidas preventivas para limitar la generación y dispersión de fibras en el ambiente y medidas adoptadas para limitar la exposición de los trabajadores.
- Los equipos utilizados para la protección de los trabajadores, incluyendo EPIs.

Los artículos 13 y 14 se refieren a la formación e información de los trabajadores, que incluye, entre otras, formación sobre las propiedades del amianto y su efecto sobre la salud y sobre los materiales que pueden contener amianto.

En el capítulo III de disposiciones varias se marca la obligatoriedad de inscripción en el Registro de Empresas con Riesgo de Amianto (RERA), los archivos de documentación que deben mantenerse, etc.

En la disposición adicional segunda se encarga al INSHT la elaboración y actualización de una guía técnica para la evaluación de los riesgos relacionados con la exposición a amianto. Y en la dis- ➔



Ejemplo de EPIs para un trabajo de desamiantado en altura.

■ **TABLA 4** COMPOSICIÓN, FRIABILIDAD Y NIVEL DE RIESGO

Tipo de material	Composición	Friabilidad ¹	Riesgo
Fibras sueltas	100% amianto en cualquiera de las variedades de crocidolita, amosita o crisotilo pudiendo encontrar mezclas de varias fibras.	Friable	Riesgo medio en caso de estar confinado tras paredes, planchas metálicas, etc., y no tener ninguna manipulación. Riesgo alto en cualquier tipo de intervención de manipulación, actuación de inspección, mantenimiento, desamiantado o derribo.
Proyecciones y morteros	Se puede encontrar hasta un 85% de fibra, que suele ser amosita y crisotilo.	Friable	Riesgo medio en caso de morteros con alta proporción de cemento o yeso si no tiene manipulación. Riesgo alto en caso de floccage (rociados de baja densidad) y en cualquier tipo de intervención de manipulación, actuación de inspección, mantenimiento, desamiantado o derribo, tanto en morteros como en proyectados.
Paneles y falsos techos acústicos, térmicos y tabiques ligeros	Composiciones variadas, pudiendo encontrarse fibras de diferentes amiantos mezcladas, en proporción de hasta un 85%.	Friable	Riesgo alto por la asiduidad en su manipulación para el mantenimiento de instalaciones, apertura de huecos, etc.
Losetas vinílicas	Fibras de crocidolita y crisotilo en proporciones del 10 al 25%.	No Friable	Posibilidad de desprender alguna fibra en caso de manipulación.
Adhesivos, sellantes, pinturas y barnices	Fibras de cualquier tipo en proporción del 0,5 al 2%.	No Friable	Posibilidad de desprender alguna fibra en caso de manipulación. Riesgo alto en actuaciones por abrasión o cepillado.
Calorifugaciones	Se puede encontrar mezclado con silicatos o carbonatos cálcicos en proporción del 6 al 10% de estos compuestos, si bien podemos encontrar hasta un 100% de amianto.	Friable	Riesgo medio en caso de estar confinado con vendas, mallas, etc., conservarse en buen estado y no tener ninguna manipulación. Riesgo alto en actuaciones de inspección, mantenimiento, desamiantado o derribo.
Fibrocemento	Contenidos del 12 al 15% de crisotilo en general, habiéndose utilizado la variedad de crocidolita en tuberías de alta presión y en cantidades de hasta un 25%.	No Friable cuando el material está en óptimas condiciones y no se manipula. Friable cuando está degradado y/o tiene manipulación.	Riesgo medio en actuaciones de desmontaje. Riesgo alto en manipulaciones por abrasión, corte o perforación, y con la degradación del producto por envejecimiento, abrasión o ataque químico.
Conductos de aire	Composiciones variadas, pudiendo encontrarse fibras de diferentes amiantos mezcladas, en proporciones de hasta un 100%.	Friable	Riesgo alto por la posibilidad de repartir las fibras por las canalizaciones a través de las impulsiones de aire.
Mezclas con betún	Fibras de cualquier tipo en proporciones del 10 al 25%.	No Friable	Posibilidad de desprender alguna fibra en caso de manipulación. Riesgo alto en actuaciones por abrasión o cepillado.
Protección de cables eléctricos	Fibras variadas en proporciones del 10 al 25% mezcladas con materiales plásticos.	No Friable	Posibilidad de desprender alguna fibra en caso de manipulación.
Cordones, empaquetaduras y tejidos	Se suele encontrar usualmente fibra de crisotilo al 100%, aunque al inicio se utilizaban todas las variedades.	Friable	Riesgo alto con manipulación, con gran desprendimiento de fibras con el uso y desgaste del material.
Cartones, papeles, etc...	Se suele encontrar usualmente fibra de crisotilo al 100%	Friable	Riesgo alto con manipulación, con desprendimiento de fibras con el uso y desgaste del material.

¹ La friabilidad del material se define como la capacidad que tiene de desprender fibras como respuesta a la simple presión que podemos ejercer con la mano. Esta friabilidad variará dependiendo de la cantidad de fibras en el material manufacturado, el tipo de mezcla con otros compuestos, y el estado de conservación del material.

posición final cuarta se especifica la fecha de entrada en vigor, que corresponde al 11 de octubre del 2006, seis meses después de su publicación en el BOE.

Método de muestreo

En el anexo I, sobre los requisitos para la toma de muestras y el análisis (recuento de fibras), se detalla que la medición incluirá la toma de muestras representativas de la exposición personal de los trabajadores y subsiguiente análisis de las mismas. También se menciona que las muestras ambientales estáticas serán procedentes en situaciones como:

- En el ambiente de lugares de trabajo en los que existan o se sospeche que puedan existir materiales de amianto.
- En el exterior de los encerramientos en los que se efectúen trabajos con amianto, o en el interior de las unidades de descontaminación.
- Después de realizar trabajos con amianto, para asegurar que el lugar de trabajo y su entorno no han quedado contaminados y no existen riesgos debidos a la exposición al amianto.

Finalmente, indica que «la toma de muestras y el análisis (recuento de fibras) se realizará preferentemente por el procedimiento descrito en el método MTA/MA-051 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), titulado *Determinación de fibras de amianto y otras fibras en aire. Método del filtro de membrana/microscopía óptica de contraste de fases*, según el método recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1997, o por cualquier otro método que dé resultados equivalentes».

El nuevo método designado para la toma de muestras y análisis presenta sustanciales diferencias con respecto al método anterior, el MTA/MA-010. Hace especial hincapié en la toma de muestras, con el fin de adaptarse a las nuevas necesidades de muestreo, para mejorar

El método de análisis propuesto se basa en la captación de fibras y en su recuento por microscopía óptica

la fiabilidad de los resultados y la adecuada interpretación de los mismos.

Es fundamental que el personal implicado en la toma de muestras conozca perfectamente tanto el nuevo método de muestreo con las limitaciones e implicaciones que conlleva, así como el documento publicado por el INSHT CR-02/2005 *Medida fiable de las concentraciones de fibras de amianto en aire*, para la aplicación del método MTA/MA-051, a fin de poder dar la adecuada interpretación a los resultados obtenidos.

El método MTA/MA-051 ha sido elaborado por el INSHT de acuerdo con el método de la Organización Mundial de la Salud, que es el recomendado por la Directiva 2003/18/CE. Se basa en la captación de las fibras presentes en el ambiente en un filtro de membrana y el posterior recuento de las fibras captadas por microscopía óptica de contraste de fases.

Como ya se ha mencionado, los minerales que entran dentro de la denominación amianto son silicatos fibrosos que tienen la posibilidad de formar fibras, que, por sus características, son capaces de permanecer largo tiempo en suspensión y ser respiradas. Pero es necesario establecer unos criterios uniformes para poder diferenciar todas las fibras y partículas presentes en el ambiente que el filtro de membrana es capaz de recoger, así como para determinar cuáles se van a considerar como peligrosas y que, por tanto, deben ser contadas.

El método de la OMS tiene establecido el siguiente criterio dimensional, internacionalmente reconocido: se considera fibra contable toda aquella partícula con una longitud superior a 5 μm , diámetro

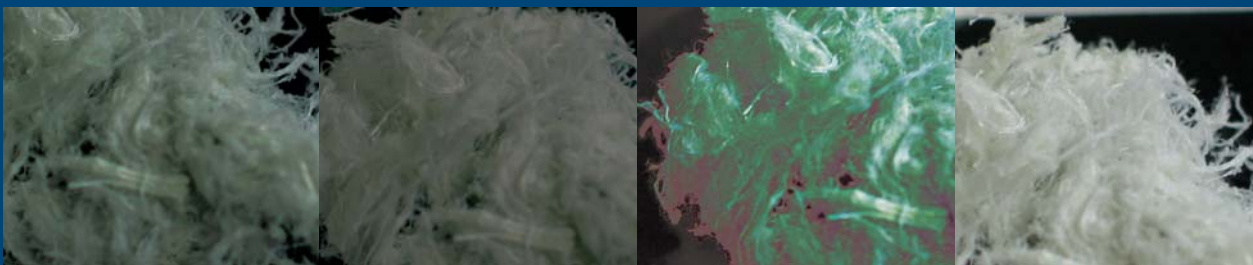
inferior a 3 μm y una relación de dimensiones longitud/diámetro superior a 3.

Las fibras menores a 5 μm de longitud pueden ser eliminadas por fagocitosis, por lo que no supondrían peligro para el organismo. El diámetro inferior a 3 μm se estableció por criterios de respirabilidad, se demostró que las fibras con diámetro superior a 3 μm serían interceptadas por los mecanismos de protección del organismo. La relación longitud/diámetro de 3 se estableció para poder diferenciar entre fibras y partículas.

Es conveniente tener en cuenta que, debido a las características del microscopio óptico, las fibras visibles más finas tienen un diámetro de unos 0.20 μm , por lo que al poder existir fibras más finas presentes en el ambiente, el método no dará el valor absoluto de todas las fibras presentes, sino un índice de la concentración de fibras.

Es importante resaltar que con este método no es posible diferenciar los tipos de fibras, por lo que las muestras tomadas para la evaluación de riesgos no pueden utilizarse para informar sobre la presencia o no de amianto; sólo sirven para informar sobre la cantidad de fibras en el ambiente. Para conocer si existe amianto o no en un material son necesarios otros procedimientos de análisis como la microscopía de luz polarizada y dispersión, la microscopía electrónica de transmisión y barrido, la difracción de rayos X, etc.

El nuevo método de muestreo MTA/MA-051 permite un amplio rango de caudales de muestreo, entre 0.5 l/min y 2.0 l/min, pudiendo, en los casos necesarios, aumentarlo hasta 16 l/min. Esto permite conseguir volúmenes de muestreo adecuados incluso con mues- ➔



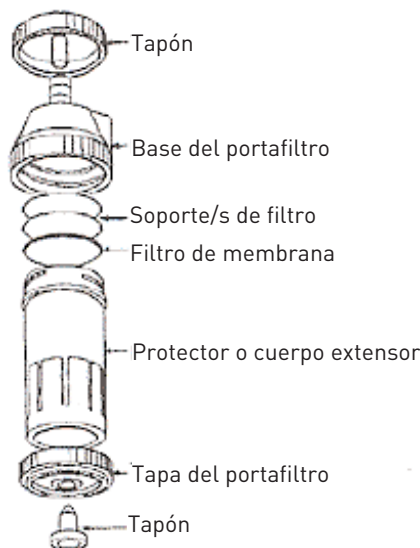
tras de corta duración.

El sistema de captación empleado es una membrana de acetato de celulosa, de 25 mm de diámetro, que se coloca en un portafiltros realizado en material conductor, a fin de evitar que, por interacciones electrostáticas, las fibras queden pegadas a la carcasa del portafiltros. Se recomienda que el filtro empleado lleve una cuadrícula preimpresa, a fin de facilitar el análisis en el laboratorio. El muestreo se debe realizar con la tapa superior totalmente retirada y en posición vertical, con la apertura hacia abajo.

Las muestras tomadas en las mediciones se deben enviar a un laboratorio especializado, reconocido formalmente por la autoridad laboral correspondiente. En el laboratorio, los filtros se colocan en portaobjetos, se transparentan con vapor de acetona, se aplica un líquido de contraste y se cubren con el cubreobjetos, dejándolo secar para proceder a su análisis posterior.

El análisis de la muestra consiste en el recuento de las fibras presentes en el filtro empleando un microscopio óptico de contraste de fases equipado con una retícula Walton-Beckett, de 100 μm de diámetro. El filtro se observa a 400-500 aumentos, y se cuentan las fibras visibles en la retícula que cumplan con los criterios mencionados de fibras contables.

El proceso se repite en diferentes lugares del filtro hasta conseguir contar 100 campos (definido campo como la superficie de filtro marcado por la retícula) o 100 fibras, lo que antes suceda, con un mínimo de 20 campos contados. Como la superficie del filtro es de unos 380 mm^2 y el área del campo de 0.0078, en un filtro hay más de 45.000 campos de contaje posibles. Si en el campo se observan aglomerados de fibras o partículas que ocupen más de 1/8 del mismo, se desechará este campo y se pasará al siguiente. Si se desecharan más del 10% de los campos, se deberá rechazar el filtro. Este



Esquema del portafiltros empleado en la toma de muestras.

punto tiene importancia a nivel de muestreo, pues existen numerosas operaciones en los procesos de trabajo que se quieren evaluar, como procesos de corte de tuberías de fibrocemento, en las que se desprende gran cantidad de polvo y partículas que, al ser recogidas en el filtro, pueden llegar a invalidar la muestra.

Otra modificación, a nivel de análisis de laboratorio, está en la consideración de las fibras asociadas (pegadas) a partículas. Anteriormente, si el diámetro del conjunto superaba las 3 μm , no se consideraba en el contaje. Con el nuevo método se considera únicamente el diámetro de la fibra. A nivel práctico, esto puede dar lugar a recuentos mayores en los filtros más cargados de partículas, pudiendo obtenerse valores ambientales de fibras superiores para una misma muestra según se considere un método u otro en el recuento.

Debido a que el recuento es un proceso subjetivo, una misma muestra puede dar resultados distintos al ser contada por dos analistas diferentes. La formación y especialización del personal de

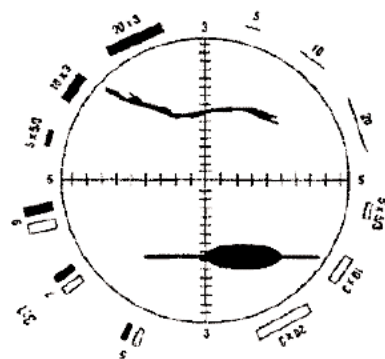
los laboratorios, un adecuado sistema de control de calidad y la participación en programas de intercambio de muestras pueden ayudar a conocer y reducir estas diferencias. Además, como se ha mencionado, un recuento se realiza seleccionando 100 campos al azar de los 45.000 posibles, por lo que la probabilidad de seleccionar los mismos campos en otro recuento y obtener el mismo resultado es ínfima.

La adecuada distribución de las fibras en el filtro disminuye las diferencias entre recuentos independientes. La distribución de fibras en el filtro se aproxima a una distribución de Poisson, lo que implica que a mayor número de fibras contado, menor será el coeficiente de variación (CV) entre dos contajes, como se refleja en la tabla 5.

A partir de estos datos, se ha estimado que recuentos entre 80 y 100 fibras darían una precisión óptima, mientras que si bajamos de 50 fibras la precisión se resiente. Para una retícula de 0.0079 mm^2 , hablamos de unos intervalos de densidad de fibras en el filtro que se reflejan en la tabla 6.

El límite inferior de recuento del método se ha establecido en 10 fibras en 100 campos, de modo que los resultados de un recuento que den valores inferiores a 10 fibras en 100 campos no son significativamente diferentes de un blanco y no deben usarse para una evaluación.

Como se observa en la tabla 6, para poder obtener resultados con una incertidumbre conocida constante, se debe trabajar en la zona de densidades aceptables, es decir entre 64 y 1000 fibras/ mm^2 .



Dibujo de la retícula Walton-Beckett con dos fibras contables.

Las muestras tomadas en las mediciones deben ser analizadas por un laboratorio reconocido por la autoridad laboral

■ **TABLA 5** COEFICIENTES DE VARIACIÓN

Número de fibras	% CV de Poisson (teórico)	% CV real (experimental)
5	45	49
7	38	43
10	32	37
20	22	30
50	14	25
80	11	23
100	10	22
200	7	21

La diferencia entre el coeficiente de variación real y el teórico se debe a la subjetividad del recuento

Es decir, si la concentración esperada (por datos de muestreos anteriores, por similitud de operaciones ya evaluadas, etc.) es de 0.10 fibras/cm³, para llegar a la densidad mínima aceptable de fibras en el filtro para un recuento correcto, (64 fibras/mm²) se necesitaría unos 246 litros de aire como mínimo, mientras que si no se quiere sobrepasar la densidad máxima aceptable (1.000 fibras/mm²), el volumen máximo a tomar sería de unos 3.850 litros.

La fórmula a emplear para calcular el volumen es: volumen = (densidad aceptable x área del filtro)/concentración esperada.

Teniendo en cuenta el tiempo de muestreo y el rango de caudales que permite el método, es posible buscar la combinación de estos parámetros que nos permita una densidad de fibras óptima en el filtro.

Un factor a tener en cuenta es el límite de detección adoptado por el MTA/MA-051 tomando como base el fijado por la OMS, siendo imprescindible considerarlo para que los resultados del laboratorio puedan usarse en una evaluación.

Por ejemplo, si en una operación de corte de tuberías de fibrocemento, que dura 25 minutos, se tomara una muestra a un caudal de 1 l/min, y el resultado del laboratorio para esa muestra fuera

< 10 fibras/100 campos (límite de detección), se obtendría al pasar ese resultado a concentración ambiental un valor de < 0.20 fibras/cm³, que no permitiría sacar ninguna conclusión de la exposición de ese trabajador.

En la tabla 7 se indican los límites de detección en aire para distintos volúmenes de aire muestreado.

En aquellos casos en los que no se tenga información que permita presuponer una concentración ambiental de fibras aproximada se debe muestrear al menos el volumen mínimo que nos permita obtener un valor utilizable para la medición. Es decir, que si el objetivo de la medición es comparar la concentración ambiental con el valor límite VLA-ED, sería necesario tomar al menos 50 litros de aire, de modo que en caso de que en el informe del laboratorio se reporte < 10 fibras/100 campos, se pueda considerar que la concentración en el ambiente es < 0.10 fib/cm³.

Si se trata de una medición para dar cumplimiento a lo indicado en el artículo 11, punto 1b del R.D. 396/2006 («una vez que se hayan terminado las obras de demolición o de retirada del amianto, será necesario asegurarse de que no existan riesgos debidos a la exposición al amianto en el lugar de trabajo»), primero se debe acordar que concentración ambiental asegura la no existencia de riesgos en el lugar de las operaciones, y a partir de ésta, calcular el volumen mínimo a muestrear, teniendo en cuenta el

límite de detección del laboratorio.

Por ejemplo, si se ha acordado un valor de 0.01 fibras/cm³, (10 veces por debajo del VLA-ED), que es el valor que indica el ACOP (*Aproved Code of Practices*) británico para trabajos con amianto como «indicador de limpieza» después de un trabajo de desamiantado en el método MDHS-39/4, el volumen mínimo a tomar sería de 480 litros de aire; de este modo, si el resultado del laboratorio fuera de < 10 fibras/100 campos, el valor de concentración ambiental que se puede reportar es < 0.01 fibras/cm³. Conviene subrayar que el valor citado del ACOP debe ser considerado sólo como indicador de la limpieza de la zona desamiantada, y no como un valor ambiental aceptable de modo permanente.

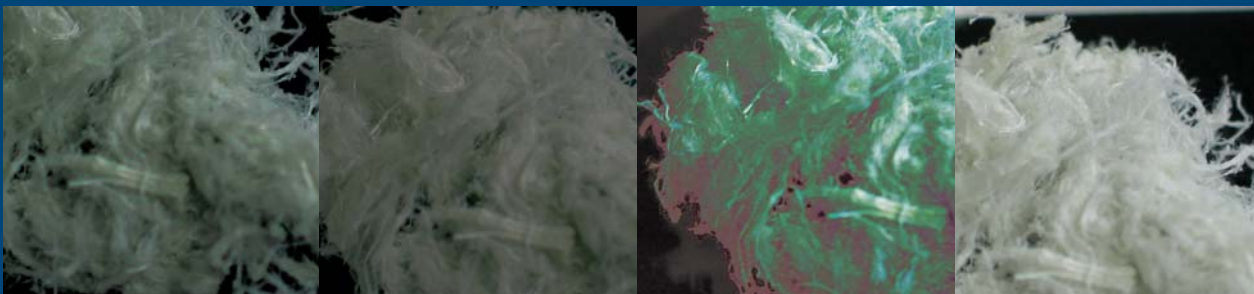
Como resumen final, respecto a la situación actual en relación a los trabajos con riesgo de exposición a amianto, se puede destacar:

- El tipo de exposición que aparece se da en procesos de demolición, desamiantado, mantenimiento, etc.
- Aparece un nuevo valor límite ambiental VLA-ED de 0.1 fibras/cm³.
- Las evaluaciones deben incluir la medición de la concentración de fibras de amianto en aire.
- Las evaluaciones debe realizarlas un técnico superior en PRL, especializado en Higiene Industrial y con un buen conocimiento del método de toma →

■ **TABLA 6** DISTRIBUCIÓN DE FIBRAS EN EL FILTRO

Fibras/campos	Fibras/mm ²		Observaciones
	< 10		No es posible cuantificar
10 /100	10	LÍMITE DE DETECCIÓN	Zona de resultados de mayor coeficiente de variación
50 /100	64	Densidad mínima aceptable	
80 /100	100	Densidad óptima	Zona de resultados con coeficiente de variación constante
100 /20	650	Densidad óptima	
160 /20	1000	Densidad máxima aceptable	
	> 1000	EXCESO DE MUESTRA	No es posible cuantificar

Fuente: INST



■ **TABLA 7** LÍMITES DE DETECCIÓN PARA DIFERENTES VOLÚMENES DE AIRE

Límite inferior de recuento			Volumen de aire muestreado (litros)	Límite de detección en aire (fib/cm3)
10 fibras / 100 campos	12.7 fibras /mm ²	4900 fibras/filtro	10	0.50
			25	0.20
			50	0.10
			90	0.05
			120	0.04
			240	0.02
			480	0.01
			960	0.005

de muestras y análisis MTA/MA-051 y sus posibilidades y limitaciones.

■ El análisis de las muestras queda limitado a los laboratorios especializados que hayan sido reconocidos por la autoridad laboral.

■ Los empresarios deberán adoptar «todas las medidas adecuadas para identificar los materiales que puedan contener amianto» antes de comenzar los trabajos.

■ Se deben tomar todas las medidas preventivas técnicas y organizativas para eliminar o reducir al máximo la exposición durante los trabajos. Se debe realizar un Plan de Trabajo que debe ser aprobado por la autoridad laboral.

■ Una vez finalizado el trabajo, se deberá asegurar que no existen riesgos debidos a la exposición al amianto en el lugar del trabajo.

■ Se aplica la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, resaltando la formación e información a los trabajadores con respecto a los riesgos específicos del amianto y a las prácticas seguras en su manipulación. En la vigilancia de la salud se seguirán las pautas y protocolos específicos para el amianto.

■ Las empresas que vayan a realizar trabajos con amianto o materiales que lo contengan deben inscribirse en el Registro de Empresas con Riesgo de Amianto (RERA).

■ Los datos relativos a evaluación, control ambiental, exposiciones de los trabajadores, vigilancia sanitaria específica, etc. deben conservarse al menos 40 años.

■ El INSHT elaborará una guía técnica

para la evaluación de los riesgos relacionados con la exposición a amianto.

■ Se establece como método de toma

de muestras y análisis el MTA/MA-051 del INSHT, que debe ser perfectamente conocido por el técnico que planifique y tome las muestras.

■ A la hora de planificar la toma de muestras, se deben tener en cuenta los volúmenes mínimos a captar para asegurarse que, aún ante un resultado de laboratorio «inferior al límite de detección», se puede evaluar la exposición.

■ Se deben buscar combinaciones de caudal y tiempo de muestreo para, en lo posible, conseguir densidades óptimas de fibras depositadas en el filtro.

□ Para saber más

Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 396/2006. Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Directiva 2003/18/CE, por la que se modifica la Directiva 83/477/CEE del Consejo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo.

Orden de 31 de octubre de 1984, por la que se aprueba el Reglamento sobre Trabajos con Riesgo de Amianto.

Real Decreto 1406/1989, relativo a las limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos

Método de Toma de Muestras y Análisis MTA/MA-051
«Determinación de fibras de amianto y otras fibras en aire. método del filtro de membrana/Microscopía óptica de contraste de fases. (método multifibra)». INSHT

Criterios y Recomendaciones. CR-02/2005 «Medida fiable de las concentraciones de fibras de amianto en aire.

Aplicación del método de toma de muestras y análisis. MTA/MA-051/A04 (Método multifibra)».

Método de Toma de Muestras y Análisis MTA/MA-010
«Determinación de fibras de amianto en aire -Método del filtro de membrana / Microscopía óptica». INSHT.

Nota Técnica de Prevención NTP 463:
Exposición a fibras de amianto en ambientes interiores. INSHT.

Nota Técnica de Prevención NTP 632:
Detección de amianto en edificios (I): aspectos básicos. INSHT.

Nota Técnica de Prevención NTP 633:
Detección de amianto en edificios (II): identificación y metodología de análisis. INSHT.

Protocolo de vigilancia sanitaria específica para los/as trabajadores/as expuestos a amianto.
Comisión de Salud Pública. Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud.

Prospección sobre la presencia de amianto o de materiales que lo contengan en edificios.
Identificación práctica de amianto en edificios y

metodologías de análisis. Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.

Determination of airborne fibre number concentrations. A recommended method by phase-contrast optical microscopy (membrane filter method). Organización Mundial de la Salud, 1997.

MDHS 100 «Surveying, sampling and assessment of asbestos-containing materials». Health and Safety Laboratory.

MDHS 39/4 «Asbestos fibres in air sampling and evaluation by Phase Contrast Microscopy (PCM) under the Control of Asbestos at Work Regulations». Health and Safety Laboratory.

MDHS 77 «Asbestos in bulk materials sampling and identification by Polarised Light Microscopy (PLM)». Health and Safety Laboratory.

Method ID-191 «Polarised Light Microscopy of Asbestos». Occupational Safety and Health Administration.

Method 9000 «Asbestos, Chrysotile by XRD». NIOSH Manual of Analytical Methods.