

Amianto: fiabilidad de los resultados de las determinaciones de fibras en aire. Requisitos

Airborne asbestos fibre concentration measurement. Requirements for reliability
Fiabilité des résultats des déterminations des fibres d'amiante dans l'air. Conditions préalables

Redactora:

M^a Carmen Arroyo Buezo

Ingeniero Técnico en Química Industrial

CENTRO NACIONAL DE
VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

El 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, actualiza y sustituye a la normativa anterior sobre esta materia introduciendo cambios necesarios e importantes, entre otros, los concernientes a la medición de las concentraciones de fibras de amianto en aire. A este respecto son significativos la reducción notable del valor límite de exposición profesional y la modificación del método de medida.

En relación con la medición, se mantiene la obligatoriedad del reconocimiento formal de la idoneidad de los laboratorios especializados en el análisis (recuento) de fibras, y se añade la cualificación y conocimientos especializados exigible a los técnicos que realicen las evaluaciones de riesgos. Estos requisitos, que se puede encontrar comentados con detalle en la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al amianto, tienen como fin asegurar la fiabilidad de los resultados, cuya importancia es obvia, tanto por la peligrosidad del contaminante como por las circunstancias en las que en la actualidad se puede presentar.

Para asegurar la fiabilidad de los resultados de las determinaciones de fibras de amianto en aire y cumplir los requisitos necesarios para ello, es fundamental conocer y aplicar bien el método de medida y disponer de mecanismos de control para detectar y corregir los posibles errores que se puedan cometer. Con el fin de facilitar su cumplimiento, se recogen en esta nota técnica un conjunto de indicaciones y recomendaciones que son de interés tanto para los laboratorios especializados en el análisis (recuento de fibras) como para los técnicos que realicen la toma de muestras y evaluación de resultados.

2. FIABILIDAD DE LOS RESULTADOS DE LAS DETERMINACIONES DE FIBRAS DE AMIANTO EN AIRE. CONSIDERACIONES PREVIAS

La fiabilidad de los resultados de las determinaciones de fibras de amianto, y en general de cualquier otro conta-

minante, se sustenta en la confianza de que las muestras son *adecuadas y representativas* y que los errores que se puedan producir en la toma de muestras y en el análisis son conocidos y están controlados.

Para ello, es necesario en primer lugar que las muestras respondan al objetivo de la medición. Con este fin, la estrategia de muestreo determinará las condiciones y el tipo de muestreo (personal o ambiental) a realizar, su duración y el número de muestras necesario para asegurar su representatividad. Pero además, es imprescindible también que las *muestras sean adecuadas*, entendiendo por tal que las muestras sean conformes al método de medida. Es decir, las muestras tienen que ser tomadas en la forma que indique el procedimiento de muestreo establecido cumpliendo los requisitos asociados al procedimiento analítico. Finalmente será necesario implementar procedimientos que garanticen la detección y control de los errores, tanto en el análisis como en la toma de muestras.

Los requisitos para las muestras derivados del procedimiento analítico son necesarios para que dicho procedimiento se pueda aplicar después satisfactoriamente. Sin embargo, estos requisitos no suelen ser suficientemente atendidos cuando se realizan las tomas de muestras, en las cuales la detección y control de los errores que se pueden cometer, también son con frecuencia deficientes. En estas circunstancias, se pueden plantear dudas sobre la validez de las muestras tomadas, comprometiéndose la fiabilidad de los resultados de las mediciones

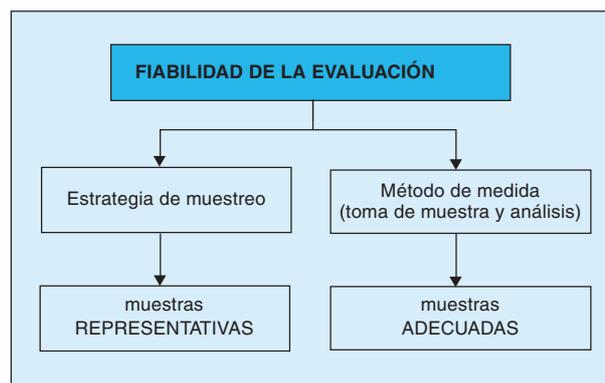


Figura 1. Requisitos de las muestras

aunque los análisis hayan sido realizados por laboratorios homologados

Los requisitos para las muestras que se derivan del método de medida se tratan de forma expresa en este documento, aunque no se puede olvidar que los requisitos derivados de la representatividad de las muestras, son igualmente importantes, y que sólo el cumplimiento de ambos asegura la fiabilidad de la evaluación (figura 1).

3. MÉTODO DE MEDIDA DE LAS CONCENTRACIONES DE FIBRAS DE AMIANTO EN AIRE.

El método recomendado en el RD 396/2006 para la medida de las concentraciones de fibras de amianto en aire es el método MTA/MA-051 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo "Determinación de fibras de amianto y otras fibras en aire. Método del filtro de membrana/microscopía óptica de contraste de fases". Este método ha sido elaborado siguiendo las recomendaciones del método de la Organización Mundial de la Salud de 1997 que se recomienda en la Directiva 2003/15/CE.

Las muestras se toman haciendo pasar un volumen conocido de aire a través de un filtro de membrana donde quedan retenidas las fibras. El análisis (recuento de fibras) se realiza por microscopía óptica de contraste de fases a 400-500 X. Para ello, el filtro en el que se encuentra recogida la muestra se transparenta con vapor de acetona y se prepara en un portaobjetos de microscopía. A partir del resultado del recuento de fibras en el filtro y del volumen de aire muestreado se calcula la concentración en el aire que corresponde a cada muestra.

El método MTA/MA-051 sustituye al método MTA/MA-010 indicado en la normativa derogada. Aunque ambos métodos tienen el mismo fundamento, el nuevo método está ampliado y mejorado respecto del anterior para adaptarlo a las actuales necesidades de medición y especialmente para adecuarlo a la medición de bajas concentraciones de fibras, de acuerdo con el valor límite ambiental de 0,1 fibras/ml.

El método está preparado para tomas de muestra personales aplicables a la evaluación de las exposiciones laborales, pero se puede utilizar igualmente para tomas de muestra en punto fijo en la medida de la concentración ambiental. El procedimiento operativo para realizar la toma de muestras con las particularidades de ambos tipos de medición, el recuento de fibras y el cálculo de resultados está descrito paso a paso, con detalle en el método MTA/MA-051

Características de funcionamiento del método de medida

Antes de realizar cualquier medición es necesario conocer bien el método de medida y sus características de funcionamiento especialmente en lo concerniente a:

- intervalo de aplicación
- límite de detección
- incertidumbre de los resultados

Estos parámetros no tienen valores fijos en términos de concentración, que es la forma en la que interesa que estén expresados para la comparación de los resultados de la medición con los límites de exposición ambiental u otros valores de referencia aplicables, sino que dependen del volumen de aire muestreado y/o de la cantidad de muestra recogida.

Los valores que se indican para estos parámetros en el método (véase el capítulo 1 y el apartado 10.3 del MTA/MA-051), son valores orientativos calculados para unas condiciones de aplicación del método óptimas, tanto en lo relativo al muestreo como al análisis. Por ello, es importante destacar que sus valores reales pueden ser muy distintos de los valores teóricos, en la medida en la que las condiciones de aplicación del método se alejen de las condiciones supuestas.

Cuando las condiciones de la toma de muestra no correspondan a las situaciones óptimas indicadas en el método, lo que puede ser frecuente dadas las distintas situaciones que se pueden presentar en la determinación de fibras de amianto, será necesario calcular el valor de los parámetros indicados para las condiciones concretas en las que se tenga previsto realizar la medición. Con ello, se pondrá a contrastar su validez y poner en evidencia las situaciones en las que los resultados de la medición podrían resultar cuestionados o invalidados, por ejemplo si el límite de detección resultara superior al valor límite.

Todo ello evidencia la necesidad de que los parámetros de comportamiento del método y su forma de cálculo sean bien conocidos y aplicados, lo cual es el objetivo de este documento. Dado que su fundamento es estadístico su estudio requiere una discusión previa sobre la precisión de los recuentos de fibras.

Precisión de los recuentos de fibras

La precisión analítica o precisión del recuento de fibras está asociada al procedimiento de análisis y depende de dos factores:

- La falta de uniformidad del depósito de las fibras en el filtro.
- Las diferencias subjetivas entre analistas (intra e interlaboratorios).

Las diferencias subjetivas entre analistas son difíciles de eliminar pero son conocidas y están controladas a través de la participación en Programas de intercomparación y del control de calidad interno. Por lo tanto, los errores del recuento que condicionan la precisión que tienen su origen en el fundamento del método, son los derivados de la falta de uniformidad del depósito de fibras en la superficie del filtro.

La superficie efectiva para un filtro de 25 mm de diámetro es de aproximadamente 380 mm² y la del campo de recuento (área de la retícula) es de 7,8 10⁻³ mm², por lo que existen más de 45.000 campos de recuento posibles. El número de fibras en la muestra, se calcula a partir del número de fibras observado en 100 campos de recuento elegidos al azar. Es evidente por tanto, que la probabilidad de que dos recuentos independientes observen los mismos campos y den el mismo resultado es muy pequeña. La diferencia entre dos recuentos será mayor cuanto menor sea la uniformidad del depósito de las fibras en el filtro.

La uniformidad del depósito de las fibras en la superficie del filtro se describe aceptablemente mediante una distribución de Poisson. En la distribución de Poisson la varianza (s²) coincide con la media de lo que se deriva que la precisión del resultado del recuento dependa directamente del número de fibras contadas. La desviación estándar relativa (s_r) o coeficiente de variación (CV) se incrementa cuando el número de fibras disminuye.

Los coeficientes de variación experimentales son mayores que los teóricos, porque a la desviación de Poisson hay que añadir la debida al carácter subjetivo de los recuentos. En la tabla 1 se proporcionan los coeficientes de variación teóricos y experimentales y en la figura 2 su

representación gráfica, de acuerdo con lo indicado en el método de la OMS.

N nº de fibras	s_{rP} (%) CV de Poisson (teórica)	s_{rR} (%) 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

Tabla 1. Coeficientes de variación teóricos y experimentales en función del número de fibras contadas

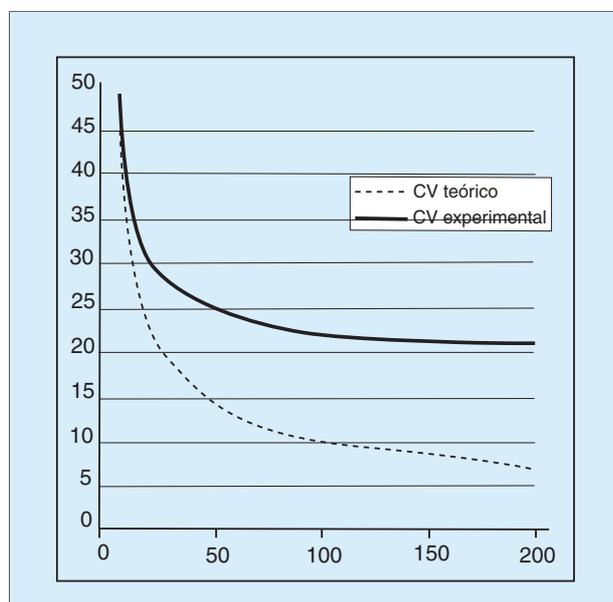


Figura 2. Representación gráfica de los coeficientes de variación teóricos y experimentales en función del número de fibras contadas

Como ya se ha señalado, el número de campos contados en el análisis de una muestra influye muy poco en la precisión del resultado, por lo que ésta, en la práctica, puede considerarse que depende únicamente del número de fibras contadas. Con el fin de asegurar que se realiza un recuento representativo del depósito de fibras en la muestra, los criterios contenidos en el método obligan a examinar un mínimo de 20 campos y un máximo de 100, aunque en el primer caso se sobrepase y en el segundo no se alcance, el resultado de 100 fibras contadas. Estos criterios responden al compromiso establecido de alcanzar la precisión óptima del recuento con un número de campos razonable. También se puede ver en la Tabla 1, que aumentar el número de fibras contadas por encima de 100 fibras no conlleva una mejora significativa de la precisión.

Cantidad de muestra necesaria para el recuento de fibras: Densidad óptima de fibras en el filtro

En la práctica se considera que a partir de 80 fibras contadas se alcanza la precisión óptima y un coeficiente de variación constante. A partir de este valor, teniendo en

cuenta las reglas del recuento, se puede calcular la cantidad de muestra necesaria para que el recuento de fibras se lleve a cabo en las condiciones que proporcionen valores mejores de precisión. La cantidad de muestra se expresa en términos de densidad de fibras en el filtro, resultando la densidad óptima en el intervalo 100 - 650 fibras/ mm², teniendo en cuenta el número de campos de recuento posibles y su área, que es de 7,8 10⁻³ mm² para una retícula Walton-Becket de 100 mm de diámetro.

De la discusión sobre la precisión del recuento se deduce que es un dato importante que debe ser conocido y tenido en cuenta para la toma de muestras: Las **muestras adecuadas** para el análisis tienen una densidad de fibras en filtro entre 100 fibras/mm² y 650 fibras/ mm² (que se permite ampliar como aceptable sin una pérdida importante de la precisión a 64 fibras/ mm² - 1000 fibras/ mm²). Es decir será necesario asegurar que las muestras que se tomen tienen la **cantidad de muestra suficiente** para que el resultado del análisis se encuentre comprendido en este intervalo.

Cuando la concentración a medir sea demasiado baja y no sea posible obtener la cantidad de muestra necesaria para situar el resultado del recuento en el intervalo aceptable, será necesario tener en cuenta el incremento de la incertidumbre del resultado como se explica en el apartado siguiente.

El número total de fibras en la muestra se emplea como dato intermedio en el cálculo de la concentración de fibras en aire, y se calcula multiplicando la densidad (fibras/ mm²) por el área útil del filtro. Para un área útil de 380 mm² resulta una cantidad de fibras entre 38.000 y 250.000 fibras aproximadamente.

4. INCERTIDUMBRE DEL RECUESTO DE FIBRAS

La precisión del recuento de fibras es el principal componente de la incertidumbre del resultado analítico de forma que, desde un punto de vista práctico, se podrían desprestigiar los demás componentes siempre que se realicen sobre ellos las correspondientes verificaciones y controles.

La incertidumbre del recuento se puede asociar al intervalo de confianza de la media, ya que sus límites indican el intervalo en el que se encuentra el valor verdadero para un determinado nivel de confianza.

En la tabla 2 se indican los límites de confianza, que se pueden aplicar como intervalos de incertidumbre, para diferentes resultados de recuento. Estos valores se proporcionan en el MTA/MA-051/A04 y están reproducidos del método de la OMS, donde se indica que se han calculado a partir de la desviación estándar experimental estimada para un laboratorio tipo.

N nº de fibras	Límites de confianza del 90%	
	Inferior	Superior
10	5,1	18,5
20	11,7	33,2
50	33	76
80	53	118
100	68	149
200	139	291

Tabla 2. Límites de confianza para el resultado de un recuento

A la vista de los valores de la tabla 2, se deduce la importancia de conocer la incertidumbre del resultado de una muestra. La incertidumbre tiene que ser indicada junto con el resultado del recuento de cada muestra en el informe analítico que emite el laboratorio de análisis. La incertidumbre tiene que ser tenida en cuenta para los cálculos posteriores que sea necesario realizar de acuerdo con el objetivo de la medición, por el técnico responsable de la misma.

5. INTERVALO DE APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MEDIDA

El intervalo de aplicación del método es el intervalo de concentraciones de fibras en aire que se pueden medir con la precisión óptima, es decir con una incertidumbre relativa conocida y constante y donde por tanto, los resultados de las mediciones son más fiables. Este intervalo depende también de la precisión y teóricamente es suficientemente amplio para permitir la medición de cualquier concentración variando simplemente el volumen de muestreo.

El volumen de aire muestreado depende del caudal y de la duración de la muestra. En la figura 3 se presenta un esquema de las relaciones entre el intervalo de aplicación, el intervalo de caudal y los requisitos de densidad de fibras en la muestra (véase 3.2).

En este esquema se ha considerado el intervalo de caudal entre 0,5 l/min y 2 l/min, que es el recomendado en el MTA/MA-051, pero como también se especifica en dicho método, el caudal puede incrementarse hasta 16 litros por minuto. Se ha demostrado que estos valores de caudal no afectan a la eficacia del muestreo aunque en la práctica, debido a las características y requisitos de funcionamiento de la bomba, la robustez del muestreador y la resistencia del filtro de membrana, el máximo caudal

con el que se puede muestrear no suele ser superior a 11-12 litros/min.

Por otra parte, la medida de concentraciones altas de fibras presenta menos dificultades ya que la utilización de volúmenes de muestreo pequeños permite llevar el límite superior del intervalo de medida hasta valores como por ejemplo 25 fibras/cm³ para lo cual sería suficiente un muestreo de 15 minutos a un caudal de 1 litro/minuto. La medida de estas concentraciones no presentaría por tanto dificultades para tomar las muestras adecuadas, si bien es de hacer notar que no es esperable que se presente la necesidad de medir estas altas concentraciones de fibras de amianto puesto que el límite de exposición laboral es muy bajo (0,1 fibras/ml).

El interés del intervalo de aplicación del método está desplazado hacia el límite inferior del mismo, es decir hacia las concentraciones más bajas. En la medida de las concentraciones de fibras de amianto bajas será necesario establecer los parámetros de muestreo para asegurar que el límite inferior del intervalo de medida sea menor que el límite de exposición laboral.

6. LÍMITE DE DETECCIÓN

El límite de detección de la concentración de fibras en el aire es un parámetro de gran interés de la medición, ya que corresponde al valor más bajo por debajo del cual se puede aceptar la hipótesis de que un ambiente está libre de fibras de amianto. Es por lo tanto muy importante para la medida del **índice de descontaminación** y otras mediciones en las que es esperable que no haya fibras de amianto en el aire.

El límite de detección, como ocurre con el resto de los parámetros indicados, tampoco tiene un valor único en términos de concentración. Cuanto mayor sea el volumen de aire muestreado, más baja será la concentración

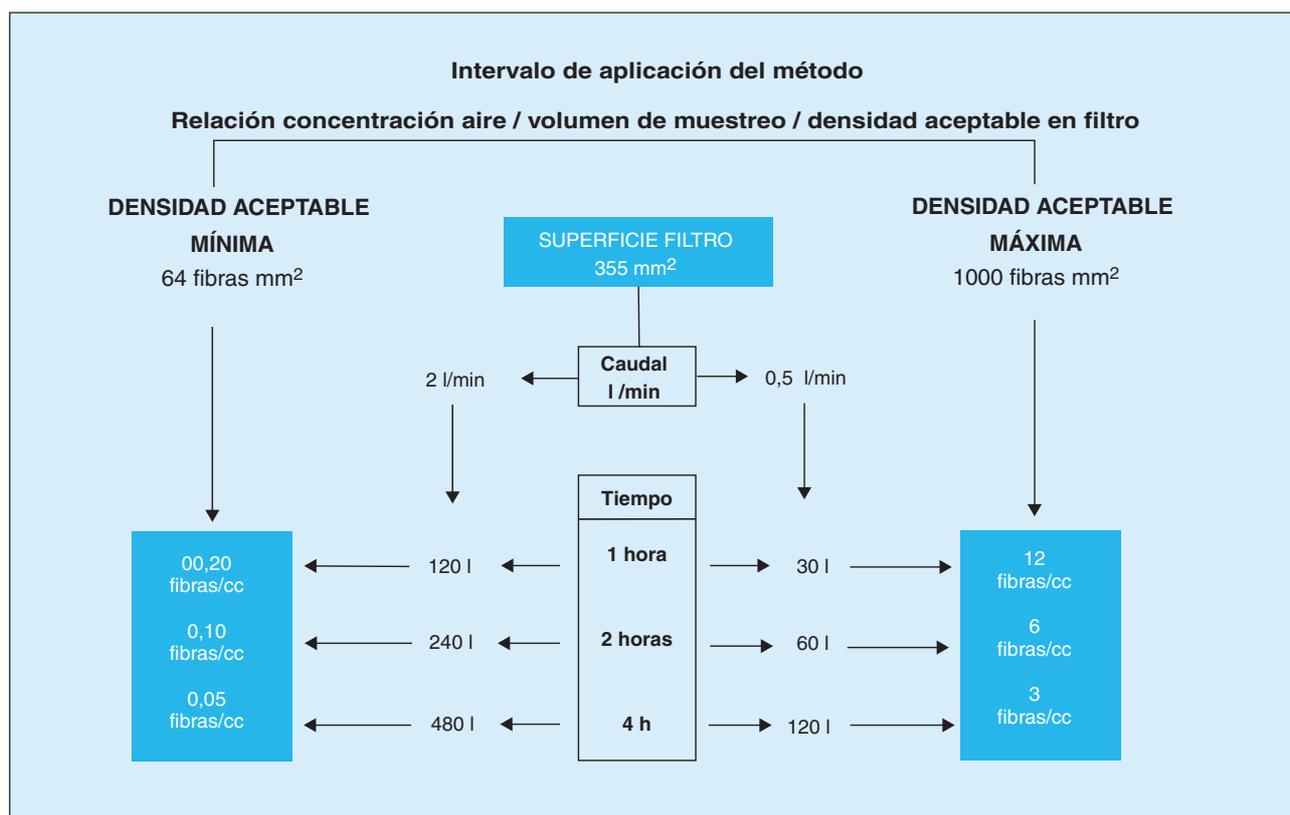


Figura 3. Intervalo de aplicación del método

de fibras que se puede medir y se podrá alcanzar un límite de detección más bajo.

El límite de detección depende de dos parámetros:

- El volumen de aire muestreado (particular para cada muestra)
- El límite inferior de recuento de fibras en el filtro: 10 fibras (valor absoluto establecido por consenso en el método de la OMS)

Los resultados del recuento de fibras en una muestra que den valores inferiores a 10 fibras en los 100 campos de recuento, no son por tanto significativamente diferentes de un blanco y se expresarán en el informe analítico como < 10 fibras/100 campos.

A partir de este valor, se puede calcular el límite de detección correspondiente a cada muestra particular. Para ello, debe tenerse en cuenta el volumen de aire correspondiente como se indica en el MTA/MA-051 (Apartado 10) en la tabla que se reproduce a continuación:

Límite inferior			Volumen de aire muestreado litros	Límite de detección en aire fibras/cm ³
10 fibras/100 campos	12,7 fibras/mm ² (*)	4900 fibras en 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
(*) $A_{\text{retícula}} = 0,00785 \text{ mm}^2$; (**) $A_{\text{util}} = 385 \text{ mm}^2$.				

Tabla 3. Valores del límite de detección para la concentración de fibras en aire en función del volumen de muestreo

Es factible por tanto elegir el límite de detección apropiado a la medición a realizar. Esto es especialmente útil en el caso de las mediciones ambientales, para las que no existen las limitaciones en la duración del muestreo que se presentan para las mediciones personales.

Para la medida de concentraciones para su comparación con el valor límite es recomendable que, siempre que sea posible, se trabaje con un límite de detección de 0,01 fibras/ml (diez veces inferior al límite de exposición profesional de 0,1). Esto implica que el volumen de aire tiene que ser de al menos 240 litros para la medida de exposiciones de 4 horas diarias y de 180 litros y 90 litros para asegurar que no se sobrepasen los límites de desviación de 30 minutos y 15 minutos del límite de exposición profesional (VLA) que serían 0,5 fibras/ml y 0,3 fibras/ml respectivamente.

7. FUENTES DE ERROR Y CONTROL DE ERRORES EN LA MEDICIÓN DE FIBRAS DE AMIANTO EN AIRE

Los errores en la aplicación del método afectan a la toma de muestra y al análisis, pueden ser sistemáticos y aleatorios. Todos contribuyen a la incertidumbre del resultado y deben ser tenidos en cuenta para su cálculo.

En la toma de muestra los más importantes son los siguientes:

- Volumen de muestreo inadecuado
- Calibración errónea del caudal de la bomba
- Variaciones del caudal de la bomba durante el muestreo
- Medida errónea del tiempo de muestreo

Los principales errores analíticos son:

- Variabilidad de los resultados de los recuentos
- Medida errónea del área efectiva del filtro
- Medida errónea del área de la retícula

El control de los errores analíticos incluye la calibración de los equipos y los controles de calidad internos de los recuentos de fibras. Por otra parte es obligatoria la participación continuada y obtención de resultados satisfactorios en el Programa Interlaboratorios de Control de Calidad de Fibras de Amianto (PICC-FA) del INSHT.

La acreditación de los laboratorios corresponde a la autoridad laboral autonómica. El protocolo de acreditación y los requisitos que deben cumplir los laboratorios se indican detalladamente en el Anexo II *Reconocimiento de la capacidad técnica de los laboratorios especializados en el análisis (recuento) de fibras de amianto* del RD 396/2006, de 31 de marzo.

El control de los errores de la toma de muestra es difícil de abordar en su totalidad dado que se pueden presentar muchas variables en las diferentes situaciones de exposición. Sin embargo, ello no es excusa para que no se haga nada al respecto. El establecimiento de un sistema de aseguramiento de la calidad para la toma de muestra está recomendado en la Guía técnica para demostrar la fiabilidad de los resultados y la competencia técnica en la evaluación de riesgos por exposición a amianto.

El control de calidad de la toma de muestra puede ser sencillo a la par que eficaz y será diseñado de acuerdo con las características particulares de organización del servicio en el que el técnico de higiene realice esta actividad. Se recomienda como parte imprescindible del mismo, las verificaciones y controles para asegurar el correcto funcionamiento de las bombas y material utilizado en el muestreo (Véase documento CR-01/2005 "Bombas de muestreo personal para agentes químicos").

En relación con las muestras tomadas será necesario poder demostrar su trazabilidad. Se recomienda incluir en el control de calidad comprobaciones rutinarias sencillas, que aseguren la detección de los errores más simples, pero también los más frecuentes como confusión de muestras, anotaciones equívocas, datos ausentes, filtros saturados o con depósitos no homogéneos, filtros rotos, etc. A medida que se avance en la implantación del control se pueden introducir otros sistemas más complejos si ello se considera útil.

El transporte de muestras al laboratorio deberá hacerse en condiciones que asegure la integridad de las muestras, siguiendo las indicaciones dadas en el método MTA/MA-051.

8. RESUMEN Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo establecido en el RD 396/2006, de 31 de marzo el personal responsable de las evaluaciones deberá estar cualificado para el desempeño de funciones de nivel superior y especialización en Higiene Industrial y los análisis de las muestras solo pueden ser realizados por laboratorios especializados con capacidad técnica reconocida.

A este respecto la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a

amianto recomienda ampliar la formación en la materia para el personal responsable de las evaluaciones de riesgos y la implementación de sistemas de aseguramiento de la calidad de forma similar a lo exigido a los laboratorios que realicen los análisis.

Para poder asegurar la fiabilidad de las evaluaciones de la exposición laboral a fibras de amianto, además de aplicar una correcta estrategia de muestreo, es necesario conocer el método de medida recomendado, aplicarlo correctamente, y disponer de procedimientos para el control de calidad.

La planificación de la medición deberá comenzar estableciendo claramente su objetivo y la estrategia de muestreo, como ya se ha comentado, pero además en esta etapa será necesario definir los parámetros de la toma de muestras, teniendo en cuenta las características de comportamiento del método de medidas indicadas. Sólo de esta forma será posible asegurar que las muestras se tomarán de forma que sus resultados se encuentren en el intervalo de

aplicación del método, y que su incertidumbre y el límite de detección sean los adecuados para el objetivo de la medición que se pretende realizar.

Por otra parte, se resalta la necesidad de tener siempre presente la dependencia entre la toma de muestra y el análisis que se deriva del fundamento del método y que las actuaciones de ambas partes contribuyen y son necesarias para conseguir que los resultados obtenidos sean fiables. Esto significa que entre ambas actividades, aunque se realicen de forma independiente, debe existir una mutua comunicación de información. En consecuencia, la solicitud de análisis debería incluir datos de muestreo de relevancia para el análisis, y el informe analítico debería proporcionar los datos del análisis de relevancia para la evaluación e interpretación de los resultados. La ausencia de estos datos y de su consideración conduciría a meros valores numéricos, cuya interpretación resultaría dudosa y de fiabilidad desconocida e invalidaría la medición.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Directiva 2003/18/CE. Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo. DOCE nº L097 de 15 de Abril de 2003, pgs 48-52. Modifica las Directivas 83/477/CEE del 19 de Octubre de 1983 y 91/382/CEE de 25 de Junio de 1991.
- (2) RD 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.
- (3) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
GUÍA TÉCNICA para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al amianto. Guía técnica del RD 396/2006 de 31 de marzo.
- (4) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Criterios y recomendaciones. Bombas de muestreo personal para agentes químicos. (CR-01/2005)
- (5) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Criterios y recomendaciones para la medida fiable de las concentraciones de fibras de amianto en aire. Bombas de muestreo personal para agentes químicos. (CR-02/2005)
- (6) ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD
Determinación de la concentración de fibras suspendidas en aire. Método basado en la microscopía óptica de contraste de fase.
Ginebra (1997).
- (7) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Determinación de fibras de amianto y otras fibras en aire - Método del filtro de membrana/microscopía óptica de contraste de fases . MTA/MA-051/A04.
- (8) ARROYO M.C. Y ROJO J.M.
Ampliación del programa interlaboratorios de control de calidad de fibras de amianto (PICC-FA). Protocolo estadístico para el recuento de fibras de amianto en bajas concentraciones.
Prevención, Trabajo y Salud, vol. 27, pág. 35-40 (2003).