

Sección Técnica

*Este artículo fue publicado en el número 21-2002, páginas 11 a 21.
Siguiendo la línea de la página Web del INSHT se incluirán los textos íntegros de los artículos
prescindiendo de imágenes y gráficos no significativos.*

Exposición a fibras de amianto en operaciones de mantenimiento de vehículos

J. Crespo Poyatos

J. Galán Cortés

Centro de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Sevilla). Junta de Andalucía

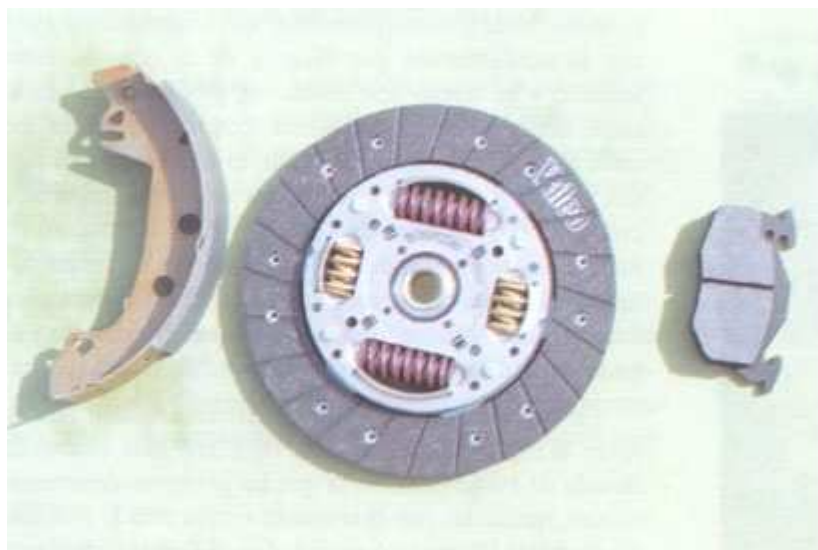
F Bernier Herrera

Centro Nacional de Medios de Protección (Sevilla). INSHT

e-mail: fbernier@mtas.es

I. Introducción

Entre las piezas susceptibles de sustitución a lo largo de la vida útil de un vehículo de motor ligero (turismo) o pesado (camión), se encuentran los elementos que actúan por fricción: pastillas de freno, zapatas de freno y discos de embrague. La parte de estos elementos sometida a fricción está constituida por un material, en cuya formulación se incluye siempre un componente fibroso. El componente fibroso utilizado tradicionalmente casi de forma exclusiva ha sido la variedad crisotilo de amianto, conocida también como amianto blanco.



**Elementos de fricción de un vehículo
(de izquierda a derecha: zapata, disco de embrague y pastilla de freno)**

Cuando el material conteniendo amianto entra en fricción, o es sometido a abrasión -por ejemplo, durante un proceso de rectificado-, puede producirse la liberación de fibras microscópicas respirables, que representan un riesgo potencial para la salud al ser inhaladas.

Consideraciones de salud pública y laboral, así como las mejoras introducidas en la fabricación de componentes de automóviles, han llevado a la producción de nuevos materiales de fricción carentes de amianto y a la simplificación de las operaciones de taller, en las que se va imponiendo la mera sustitución de repuestos, con lo que se elimina el tradicional ajuste de zapatas por rectificado, la operación más contaminante.

1. Amianto. Aspectos generales

El amianto, debido a sus especiales características de resistencia al calor, a los agentes químicos y a la rotura por tracción, junto a su gran flexibilidad, ha venido siendo utilizado por el hombre desde hace más de 2500 años. Sectores industriales tales como la construcción, fabricación de aislamiento térmico y acústico, fabricación de materiales de fricción, textil, etc., lo han utilizado en mayor o menor grado dependiendo, especialmente en el caso de la construcción, de la ubicación geográfica de las industrias.

Desde el punto de vista mineralógico, se da el nombre genérico de amianto a un amplio grupo de silicatos minerales hidratados, que presentan hábitos fibrosos debido a haber sido sometidos a unos procesos geológicos denominados paragénesis, que han condicionado grandemente sus estructuras cristalográficas responsables en gran medida de sus propiedades físicas y químicas.

Las diferentes variedades de amianto (el crisotilo o amianto blanco, el más utilizado, la crocidolita o amianto azul, el más peligroso, y la amosita (su nombre deriva de las iniciales de Asbestos Mines Of Southafrica), poco empleada en nuestro país) se pueden clasificar en dos grandes grupos: serpentinas y anfíboles. Al primer grupo pertenece el crisotilo y en el grupo de los anfíboles se encuadra el resto de las variedades de amianto, destacando la crocidolita (mineralógicamente conocida como riebeckita) y la amosita (mineralógicamente, grunerita) sobre la antofilita, tremolita y actinolita, de muy escaso interés comercial.



Muestra de amianto (*crisotilo*)



Muestra de amianto (*crocidolita*)



Muestra de amianto (*amosita*)



Muestra de amianto (*antofilita*)

El carácter fibroso de estos minerales se mantiene aún cuando actuemos sobre ellos con el fin de disminuir el tamaño de las partículas o destruir las fibras; el resultado es la aparición de fibras más pequeñas, a veces no visibles al microscopio óptico (submicroscópicas) o, por fractura de éstas, microfibras, que requieren para su observación técnicas microscópicas de alta resolución (microscopía electrónica de transmisión).

La relación entre la exposición al amianto y las consecuencias adversas sobre la salud del hombre son ampliamente conocidas en la actualidad. Al principio del siglo pasado (1907), Murray denuncia en una publicación el primer caso de asbestosis, fibrosis pulmonar o neumoconiosis producida por el amianto, no siendo hasta 1931 reconocida esta patología como enfermedad profesional. Este hecho dio lugar, por primera vez en la historia de la medicina, al establecimiento de un programa de supervisión médica periódica para los trabajadores expuestos al polvo de amianto. Más tarde empiezan a publicarse estudios epidemiológicos que evidencian unas consecuencias más graves de la exposición al amianto: la aparición de tumores malignos, sobre todo cáncer de pulmón, en el personal expuesto, que culminan en 1964 con la confirmación por Wagner de la relación entre amianto y un nuevo tipo de cáncer, prácticamente incurable, denominado mesotelioma. Los mesoteliomas son unos tumores que se desarrollan en tejidos membranosos, pleura y peritoneo, asociados a la exposición a la crocidolita, que tienen una rápida y fatal evolución. La incidencia de estos tumores, curiosamente no relacionada con el hábito de fumar, hasta hace unos cuarenta años fue muy baja, creciendo rápidamente a partir de entonces en varones de países industrializados.

En España la actuación en materia de salud laboral sobre la exposición al amianto comenzó bien entrada la década de los setenta, en la que las primeras determinaciones, realizadas por el entonces recién creado Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo, revelaron niveles de exposición muy altos en sectores varios, tales como el fibrocemento, textil, aislamiento, mantenimiento de ferrocarriles, etc. No obstante, una eficaz actuación en materia de higiene

industrial permitió, de una forma rápida, llevar dichos niveles hasta valores razonables.

Posteriormente, como consecuencia de nuestra incorporación a la Unión Europea, el amianto ha sido uno de los pocos contaminantes que ha contado con un Reglamento que, aprobado mediante Orden Ministerial de 31 de octubre de 1984, contiene los elementos necesarios para la protección de la salud de los trabajadores expuestos al polvo del mismo. Este Reglamento, que mediante posteriores actuaciones legislativas ha ido sucesivamente perfeccionándose y actualizándose, contempla aspectos tan diferentes como normativa analítica, ámbito de aplicación, valores de referencia, control médico, registro de empresas implicadas, etc.

En la actualidad, la utilización del amianto en nuestro país como materia prima en los procesos de fabricación de productos, se reduce al sector del fibrocemento y, en particular, a la fabricación de chapa ondulada para cubiertas. El empleo en estos productos de fibras alternativas (celulósicas, orgánicas, minerales artificiales, etc.) como material fibroso, encarece el producto hasta hacerlo inviable, por lo que, una vez prohibido el uso de la variedad crocidolita, y reduciéndose exclusivamente el uso del crisotilo a la fabricación de chapa ondulada, no debiéramos encontrar, fuera de este caso, ninguna posibilidad de exposición a fibras de amianto en la utilización de materiales nuevos. En el sector de la automoción, la sustitución del amianto parece no crear demasiados problemas; sin embargo, la sospecha de que, por razones diversas, pudieran escaparse al control situaciones de riesgo, junto a informaciones bibliográficas de países en la órbita del nuestro que así lo indican, nos han animado a emprender el presente trabajo para comprobar experimentalmente el estado real de la situación.

2. Metodología de la toma de muestras y análisis de fibras de amianto en aire

El riesgo debido a la exposición laboral al amianto se encuentra en aquellas partículas que al ser inhaladas y retenidas en los pulmones, debido a sus características físico-químicas, dan lugar a daños para la salud, cuyos exponentes más graves son el cáncer de pulmón y el mesotelioma.

Al final de los años sesenta, como consecuencia de los estudios epidemiológicos, se llegó a la conclusión de que las evaluaciones de la exposición basadas en la medida directa del número de fibras presentes en el ambiente, eran más apropiadas para el control de la exposición que las realizadas a partir de la determinación de la masa total de amianto presente en la muestra. Otros estudios realizados acerca de la distribución de tamaño de las partículas inhaladas y retenidas en los pulmones, dieron lugar a la introducción del denominado "Método del Filtro de Membrana", en el que, a efectos de conteo estadístico de las fibras, se definían éstas como partículas con longitud mayor de $5 \mu\text{m}$ y una relación longitud/anchura superior a 3:1 ⁽¹⁾. Las muestras se tomaban en filtros de membrana de ésteres de celulosa que, para su observación en el microscopio, eran sometidos a un proceso de transparentado, utilizándose un microscopio de luz visible (óptico) en la modalidad de contraste de fases.

Este nuevo método de determinación de amianto en aire fue pronto aceptado por los laboratorios especializados de los diferentes países más avanzados en esta materia, y las pequeñas diferencias técnicas que en principio existían fueron rápidamente eliminándose, llegándose finalmente a su normalización.

El gran desarrollo durante los últimos años de otras técnicas microscópicas, como la microscopía electrónica, tanto de barrido como de transmisión, así como la utilización como fibras alternativas al amianto de las denominadas fibras minerales artificiales (fma), han dado lugar a las propuestas de diferentes métodos analíticos que, inspirados en el método del filtro de membrana, variaban la técnica de observación o la naturaleza de las fibras a evaluar. De esta forma, hemos visto propuestas de procedimientos analíticos que implicaban la combinación de las tres técnicas microscópicas citadas con los dos tipos de fibras. Todo lo anterior, a pesar de tener un indudable interés científico, ya que la especificidad en la metodología implicaba una mejora indudable en la información, daba lugar a un grado de dificultad excesivo a la hora de su aplicación.

Resumiendo, el estado actual de la normativa analítica en nuestro país, en total concordancia con las corrientes internacionales en la materia, se reduce a la reciente aprobación de un único método, válido para amianto y fma, y con una sola modalidad microscópica (la tradicional óptica de contraste de fases), que será en breve publicado.

(1) Esta definición sirve para establecer un criterio a la hora de realizar el contaje, quedando abierta la posibilidad de definir las fibras con otros parámetros diferentes.

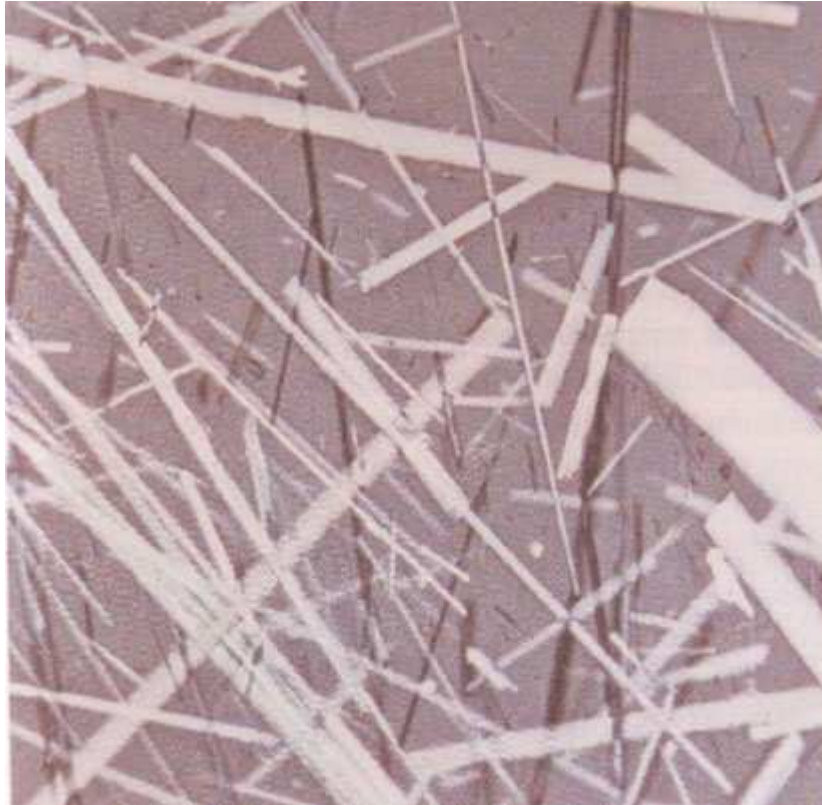
3. Identificación de las fibras

El método del filtro de membrana es, desde el punto de vista analítico, exclusivamente cuantitativo; nos informa del número de fibras presentes en el ambiente, pero no nos dice nada acerca de si se trata o no de amianto, o de la variedad del mismo presente.

Esta definición sirve para establecer un criterio a la hora de realizar el contaje, quedando abierta la posibilidad de definir las fibras con otros parámetros diferentes.

El análisis cualitativo de las fibras no es posible realizarlo con las muestras tomadas para su recuento. Sí se desea conocer la naturaleza de las fibras es necesario recurrir a un procedimiento de muestreo específico para ello, generalmente a partir de las materias primas empleadas en los procesos de fabricación o del polvo sedimentado. Aunque existen en la actualidad técnicas de análisis que permiten la identificación de las fibras incluso a nivel individual (difracción de electrones, detección de rayos X de energía dispersiva, etc.), el procedimiento basado en la microscopía óptica con objetivo de dispersión es el que sigue en plena vigencia.

Para la identificación de las fibras en una muestra se utilizan como medios de montaje microscópico los denominados líquidos "Cargille", cuyo índice de refracción en cada caso proporciona, en su observación en el microscopio con un objetivo especial denominado de dispersión, una coloración que caracteriza inequívocamente a cada variedad de amianto. La anisotropía óptica de todas las variedades de amianto frente a la isotropía de todas las clases de fma es suficiente para diferenciar ambos materiales.



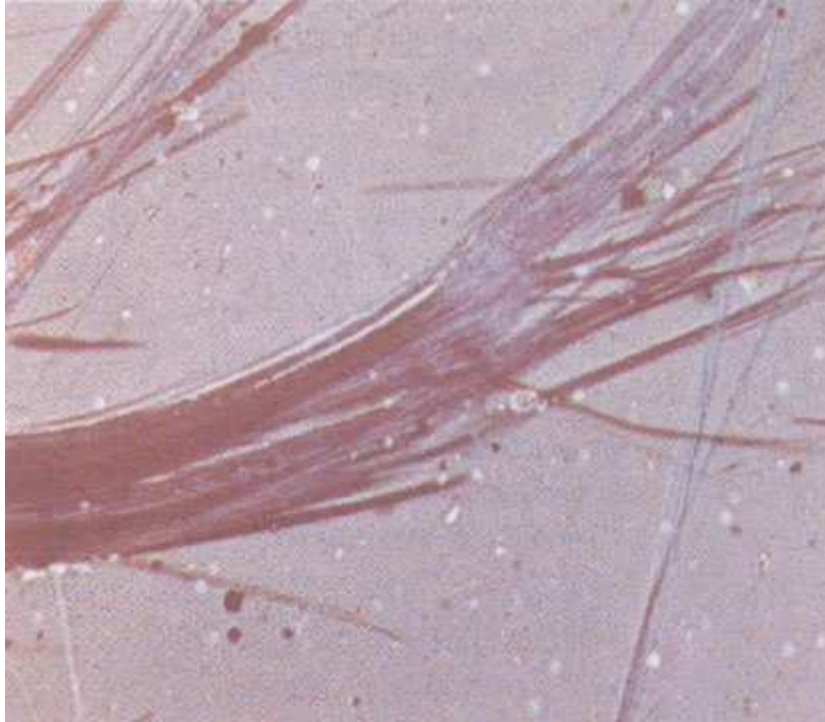
Amianto (antofilita)
Fotografía microscópica, 125 aumentos



Amianto (crisolito)
Fotografía microscópica, 125 aumentos



Amianto (amosita)
Fotografía microscópica, 50 aumentos



Amianto (crocidolita)
Fotografía microscópica, 50 aumentos

II. Objetivo

De acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior, la realización de este estudio se aborda con la doble finalidad de identificar la naturaleza de las fibras (amianto o fibras artificiales), presentes en los materiales de fricción actualmente utilizados, y, en los casos en que sea previsible la realización de alguna operación con una significativa emisión de fibras al ambiente de trabajo, conocer los posibles niveles de exposición a amianto, única de las fibras utilizables con valor de referencia asignado en la normativa española.

III. Material y método

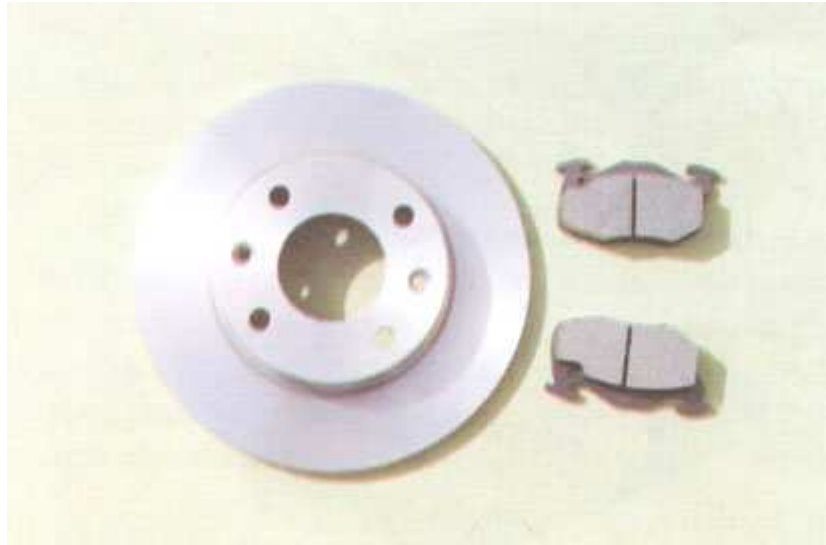
1. Consideraciones previas

Todos los elementos de fricción utilizados en automoción (pastillas o zapatas de frenos y discos de embrague) incluyen en su composición algún material de naturaleza fibrosa. La manipulación de estos elementos en operaciones de mantenimiento de vehículos podría dar lugar, en principio, a la liberación de fibras respirables al ambiente de trabajo, con el consiguiente riesgo para la salud de los trabajadores expuestos. No obstante, interesa tener en cuenta algunas consideraciones:

a. Operaciones con discos de embrague y pastillas de freno

El procedimiento habitual en los talleres mecánicos es la sustitución de las piezas gastadas por otras nuevas (sólo en el caso de los discos de embrague, aunque de forma muy ocasional, puede ser necesario proceder

a la eliminación de la corona de fricción vieja y reposición de otra nueva). La operación no representa un riesgo significativo de emisión de fibras al ambiente, sobre todo, si se evita la dispersión del posible polvo acumulado sobre las piezas o en sus alojamientos.



Disco y pastillas de freno.

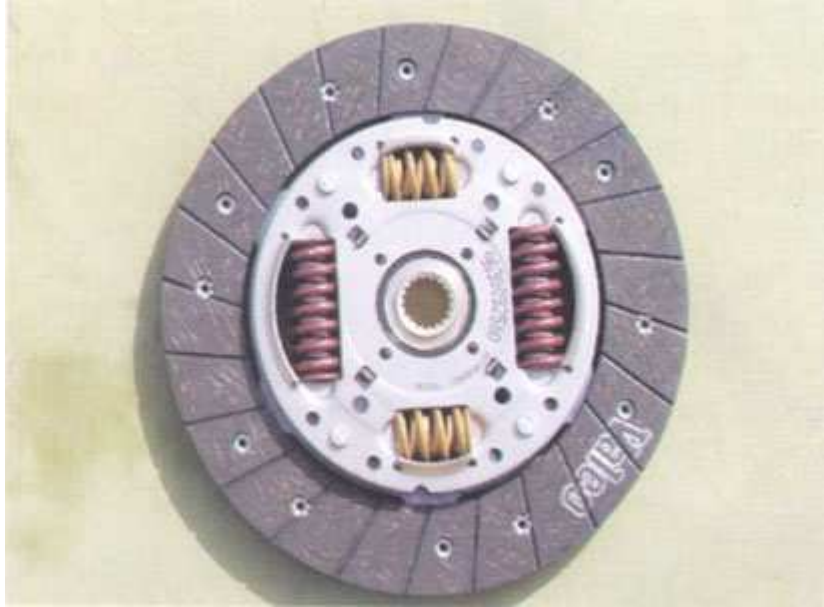


Pastilla de freno, detalle.



Sistema de freno de disco.

La frecuencia de sustitución de las piezas depende del kilometraje del vehículo y trabajo al que han sido sometidas. En turismos, el cambio del disco de embrague no suele realizarse más de una vez durante su vida útil, si es que llega a ser necesario; las pastillas suelen cambiarse con una frecuencia mayor (2-5 veces durante la vida útil del vehículo).



Disco embrague.



Disco embrague, detalle de la superficie de fricción.



Carcasa del sistema de embrague.

Estas operaciones se realizan en tiempos relativamente cortos y son de ejecución sencilla, por lo que, en principio, son abordables por cualquier taller mecánico.

En la mayoría de los talleres, la sustitución de estas piezas se efectúa de forma frecuente, aunque no diaria, y la dedicación a esta tarea representa una pequeña fracción de la actividad normal del taller.

b. Operaciones con zapatas de freno

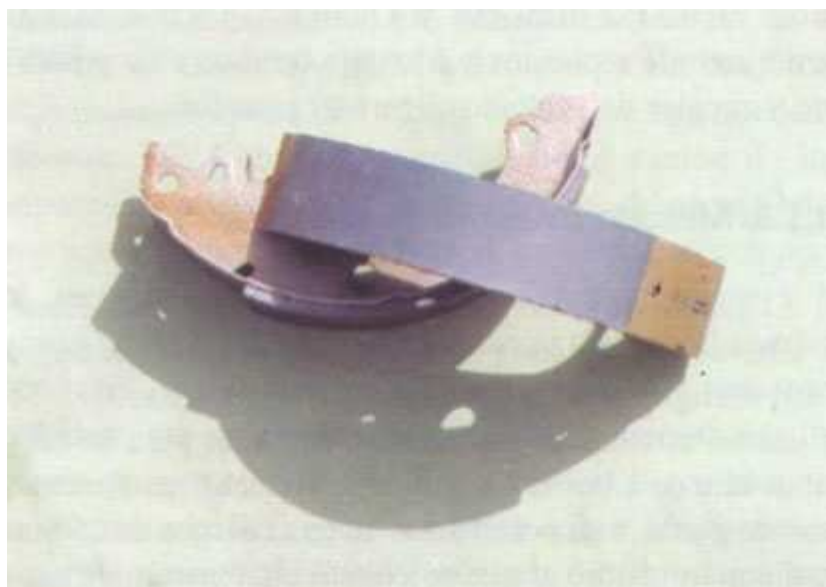
Hasta hace unos años, cuando se hacía necesario el cambio de zapatas no se sustituía la pieza completa (conjunto de patín y forro) por un repuesto nuevo, sino que se procedía solamente a la renovación del forro. Esto implicaba las tareas de desforrado (desprendimiento a golpe de cincel del forro viejo adherido al patín), pegado sobre el patín del forro nuevo y rectificado de éste con un material abrasivo para regular su ajuste al tambor de frenado. Tanto el desforrado como el rectificado, por su propia

naturaleza agresiva sobre el material de fricción, implican riesgo de liberación de posibles fibras al ambiente.

La tendencia actual, en el caso de turismos, es proceder a la sustitución de la zapata gastada por un repuesto nuevo, evitándose así las tareas más contaminantes de desforrado y rectificadas, que sólo se realizan en algunos talleres especializados, en los casos en que se carece de repuestos por tratarse de piezas de vehículos más antiguos. Dentro del sector de los vehículos pesados, en cambio, la sustitución por repuestos se limita al forro, que se fija al patín mediante remaches, si bien el rectificadas es algo inusual. La reposición de zapatas en estos vehículos es relativamente frecuente, debido a la propia naturaleza de la actividad para la que se destinan (transporte de mercancías o viajeros), que implica un uso intensivo de los mismos. En turismos, por el contrario, esta operación suele realizarse al menos una vez durante su vida útil.



Juego de zapatas de freno



Zapatas de freno mostrando la banda de fricción.



Juego de zapatas de freno en su alojamiento.

Los tiempos de ejecución, especialmente en el caso de turismos, son cortos; en vehículos pesados, por poder disponer de más de dos ruedas traseras y no ser posible la sustitución de la pieza completa por su repuesto, estos tiempos pueden llegar a representar una parte importante de la jornada o, incluso, su total.

Se prevé que a corto plazo se implantará el sistema de pastillas sobre disco como único elemento de frenado en todo tipo de vehículos.

c. Nuevos materiales

La composición de los materiales de fricción ha sido objeto de constantes mejoras, tendentes a aumentar su adherencia y resistencia al desgaste. Se obtienen así piezas más duraderas, con lo que se disminuye la frecuencia de su reposición durante la vida útil del vehículo.

d. Nuevos componentes fibrosos

La inclusión de criterios de protección medioambiental y de salud laboral en la legislación de los países desarrollados, ha forzado la sustitución del amianto por otros materiales fibrosos, supuestamente menos nocivos.

2. Muestra de estudio

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, las operaciones de mantenimiento de vehículos consistentes en la sustitución de elementos de fricción, especialmente en el caso de turismos, son asequibles a la mayoría de talleres del sector, con lo que, en principio, en cualquiera de ellos podría estudiarse la posible presencia de

amianto en el ambiente de trabajo. No obstante, los cambios introducidos recientemente en los materiales y métodos de trabajo, aconsejaron limitar el número de centros a estudiar a aquéllos en los que la manipulación de elementos de fricción fuera previsiblemente más significativa para los objetivos de este estudio.

Para la selección de la muestra de estudio se procedió a visitar a diferentes empresas de cada sector de actividad relacionado con la automoción, solicitando su colaboración una vez expuestos los objetivos del trabajo a realizar. El número de empresas contactadas y de empresas en las que fue posible efectuar toma de muestras (ambiental o del material de fricción) fue el siguiente:

Sector de actividad	Empresas visitadas	Empresas con toma de muestras
Transporte de viajeros	2	0
Transporte de mercancías	6	0
Concesionarios oficiales		
- Turismos	17	17
- Camiones	7	2
Talleres de reparación		
- Turismos	2	1
- Camiones	2	2
Suministro de repuestos	2	2
TOTAL	38	24

Las empresas de transporte de viajeros contactadas rehusaron colaborar, y las de transporte de mercancías fueron excluidas del estudio por carecer en Sevilla de talleres propios para el mantenimiento de sus vehículos.

Una de las empresas de suministro de repuestos visitada se dedicaba también al montaje de zapatas de freno y discos de embrague.

3. Toma de muestras

1. Materiales de fricción

Salvo en las empresas de transporte, y por las razones antes apuntadas, en todos los casos se recogieron muestras de las piezas utilizadas (nuevas o usadas) para determinar, mediante la técnica analítica que se describe más adelante, el tipo de fibra presente en el material de fricción. Se recogió el siguiente número de muestras de las distintas piezas:

Tipo de piezas	Nº muestras
Zapatas de freno	22
Pastillas de freno	26
Discos de embrague	10

Salvo seis muestras de zapatas, que corresponden a vehículos pesados, el resto de las muestras recogidas corresponden a turismos, y representan a casi la totalidad de las diferentes marcas de vehículos comercializados en España.

Se recogieron muestras de materiales en las 24 empresas que prestaron su colaboración para este estudio.

2. **Fibras en aire**

Atendiendo a lo expuesto anteriormente, las operaciones de simple sustitución de piezas gastadas por repuestos, que son las habituales actualmente en los talleres de turismos, se consideran de escasa relevancia en cuanto a su posible contribución a la contaminación por fibras de la atmósfera de trabajo. Por ello, las tomas de muestras encaminadas a evaluar la posible exposición por inhalación a fibras, se limitaron a aquellas empresas cuya actividad implicaba el desforrado de zapatas y reposición de forros nuevos (las operaciones, como ya se ha dicho, con mayor riesgo de exposición a fibras).

Se tomaron muestras de fibras en aire (personales y ambientales) en 5 empresas: 3 del sector de vehículos pesados, 1 taller especializado en el montaje y rectificado de zapatas de turismos y 1 tienda-taller dedicada al suministro de repuestos y montaje de discos de embrague y zapatas de vehículos ligeros y pesados.

3. **Método de toma de muestras**

El método seguido para la toma de muestras de fibras en aire fue el adoptado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (MTA/MA-010/A87). Se utilizaron bombas de aspiración calibradas para un caudal de aire de 1 l/min. La bomba se conectó, mediante un tubo de goma, a un portafiltras de tres cuerpos de 25 mm de diámetro, sobre el que se colocó el elemento de captación (filtro de membrana de ésteres o nitrato de celulosa de 1,2 μm de tamaño de poro con cuadrícula impresa). Durante la captación, el primer cuerpo del portafiltro se sustituyó por un tubo protector de 44 mm de longitud, para preservar la muestra de alguna posible contaminación accidental, y de un material que evite la retención de fibras sobre el mismo por carga estática. Los tiempos de muestreo variaron, en función de la contaminación aparente y para prevenir la colmatación del filtro, entre 10 - 90 min.

Mediante este método se tomaron un total de 28 muestras para evaluar la exposición personal y 7 de carácter ambiental. Las muestras personales tomadas cubren los periodos de trabajo en que se realizaban operaciones supuestamente contaminantes (rectificado, desforrado, remachado, pegado y limpieza).

4. **Técnicas analíticas**
0. **Materiales de fricción**

Los análisis de las muestras de materias primas de los materiales de fricción empleados han sido realizados mediante la aplicación del método microscópico de identificación de fibras de amianto con objetivo de dispersión. La aplicación de este método requiere separar pequeñas cantidades de material de diferentes zonas de las piezas (para que las muestras sean representativas) y manipularlas para seleccionar su fase fibrosa, que, una vez inmersa en los líquidos de diferentes índices de refracción, proporcionan en su observación microscópica las coloraciones características que permiten, de forma inequívoca, la identificación de la naturaleza de las fibras de amianto, y, paralelamente, otros tipos de fibra, según sus características morfológicas.

1. **Fibras en aire**

Las muestras para la determinación de fibras en aire y su posterior análisis, se han obtenido de acuerdo con el método de toma de muestras y análisis: "DETERMINACIÓN DE FIBRAS DE AMIANTO EN AIRE - MÉTODO DEL FILTRO DE MEMBRANA/MICROSCOPIA ÓPTICA" (MTA/MA-010/A-87). En la aplicación de este método, los filtros en los que han quedado retenidas las fibras son sometidos a la acción de los vapores de acetona, que los transforma, de un material esponjoso opaco de color blanco, en un sólido compacto, transparente, sobre el que puede procederse a la observación y recuento de las fibras que en él quedan atrapadas. La utilización de los retículos de recuento, debidamente calibrados, permite tanto discriminar las fibras que por cumplir con las condiciones geométricas exigidas en la definición de fibra deben ser contadas, como la determinación del número de fibras que hay por unidad de superficie de filtro. Conocidos los datos referentes al volumen de aire muestreado y, por lo tanto, filtrado, se llega con facilidad a la concentración ambiental de fibras.

IV. Resultados y discusión

1. Análisis de materiales de fricción

Analizadas las muestras de materiales recogidas, según el método descrito en el apartado III.4.1, pudo identificarse el tipo de fibra incorporada en la fabricación de los mismos, con el siguiente resultado (los números en la tabla representan las muestras cuyo componente fibroso es el de la columna en que aparecen; algunas muestras de disco de embrague y zapatas contenían más de un tipo de fibra):

Material	Nº muestras	Tipo de fibra				
		Crisotilo	Metálica	Vidrio	Celulósica	Otras (*)
Zapata	22	9		2	2	12

Pastilla	26		3			23
Disco de embrague	10	3		2	2	8
(*) Corresponde a fibras artificiales sin especificar.						

2. Análisis de muestras de fibras en aire

Según el análisis de las muestras tomadas para evaluar la presencia de fibras en el ambiente de trabajo (apartado III.4.2), las concentraciones en aire (fibras/cc) oscilaron entre los valores de los intervalos de la siguiente tabla (en la columna de cada intervalo se indica el número de muestras en las que se han observado esas concentraciones):

El tipo de fibra captada mayoritariamente fue crisotilo. En algunos filtros se observó la presencia de una pequeña fracción adicional de otras fibras.

3. Valores de referencia

Con el fin de regular en España de manera específica la exposición laboral a amianto, se promulga el *Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto* (Orden de 31/10/84). Esta norma establecía los criterios preventivos de "Trabajador Potencialmente Expuesto" y "Concentración Promedio Permisible", a los que asignaba, como valores de referencia, diferentes concentraciones de fibras en aire, en función de la variedad de amianto presente (excepción hecha de la crocidolita o amianto azul, cuya utilización quedaba prohibida por la misma norma).

Tipo de muestra	Nº muestras	Fibras/cc		
		0-0,01	0,02-0,19	0,20-0,36
Personal	28	17 ^(a)	6	5 ^(b)
Ambiental	7	6 ^(c)	1	--
^(a) En 10 de las muestras no se observó la presencia de fibras ^(b) Las 5 muestras se tomaron en la tienda-taller dedicada al suministro y montaje de repuestos de fricción (no es taller mecánico de vehículos) ^(c) En 4 de las muestras no se observó la presencia de fibras				

Los valores de referencia vigentes, no obstante, son los asignados por la Orden de 26/07/93 (modificación del Reglamento anterior), que se exponen en el siguiente cuadro:

- En ningún caso se han observado concentraciones de fibras de crisotilo en aire superiores al valor CPP de referencia (0.60 fibras/cc); la concentración más alta obtenida representa el 60% de dicho valor (0.36 fibras/cc).
- La exposición personal a fibras, durante las operaciones estudiadas, tiene lugar, predominantemente, a concentración nula o despreciable (< 0.01 fibras/cc, 61% de las muestras tomadas).

Criterio Preventivo	Trabajador potencialmente expuesto				CPP ^(a)	
Parámetro	Dosis acumulada ^(b)		Concentración ^(c)		Concentración ^(c)	
	(fibras/día/cc)		(fibras/cc)		(fibras/cc)	
Tipo de fibra	Crisotilo	Otras	Crisotilo	Otras	Crisotilo	Otras
Valor de referencia	12	6	0,20	0,10	0,60	0,30
<p>^(a) CPP = Concentración Promedio Permisible para un periodo de 8 h diarias y 40 h semanales</p> <p>^(b) Dosis acumulada calculada para un periodo de 3 meses</p> <p>^(c) Concentración de fibras de amianto referida a un periodo de 8 h diarias y 40 h semanales</p>						

4. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en los análisis de materiales (apartado IV.1) son coherentes con la tendencia actual a sustituir el amianto por otras fibras. Este componente, en su variedad crisotilo, sólo ha sido identificado en discos de embrague (30% de las muestras analizadas) y zapatas (41% de las muestras analizadas), siendo de destacar su ausencia en la totalidad de las muestras de pastillas estudiadas. Se hace notar que la mayoría de las piezas analizadas corresponden a piezas gastadas, y que su composición, por tanto, sería representativa de la de los materiales utilizados en los últimos años.

Los resultados obtenidos de las muestras ambientales (apartado IV.2) ponen de manifiesto que la presencia de fibras en la zona de trabajo es nula (57% de las muestras) o despreciable (la concentración más alta, 0.05 fibras/cc, sólo se observó en una muestra).

Evaluación de la exposición

De la comparación de los resultados analíticos de las muestras personales tomadas (apartado IV.2) con los valores de referencia vigentes, puede deducirse lo siguiente:

- En ningún caso se han observado concentraciones de fibras de crisotilo en aire superiores al valor CPP de referencia (0,60 fibras/cc); la concentración más alta obtenida representa el 60 % de dicho valor (0,36 fibras/cc).
- La exposición personal a fibras, durante las operaciones estudiadas, tiene lugar, predominantemente, a concentración nula o despreciable (< 0,01 fibras/cc, 61 % de las muestras tomadas).
- En talleres de mantenimiento de vehículos (talleres mecánicos), los niveles de exposición registrados no llegan a alcanzar el valor de referencia establecido para considerar a los trabajadores como potencialmente expuestos a crisotilo (0.20 fibras/cc).
- La situación más desfavorable (concentraciones de fibras en aire superiores a 0.20 fibras/cc) sólo se ha observado en una empresa

especializada en montaje y suministro de elementos de fricción, no en un taller mecánico propiamente dicho.

V. Conclusiones

De los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- a. El amianto (variedad crisotilo) ha sido desplazado mayoritariamente, como componente fibroso en materiales de fricción, por otros tipos de fibras. Los elementos de fricción carentes de amianto son los que predominan o dominan (caso de las pastillas de freno) en el mercado actual de repuestos de automoción.
- b. Los niveles de exposición personal a crisotilo, asociados a trabajos con elementos de fricción en talleres de automoción, son claramente inferiores al valor de referencia legalmente establecido para una jornada de trabajo (CPP).
- c. Sólo en talleres especializados, cuya actividad fundamental es la de sustitución del material de fricción de estas piezas, se han observado niveles de exposición a crisotilo acordes con los legalmente establecidos para considerar a los trabajadores como potencialmente expuestos a amianto. No obstante, teniendo en cuenta lo expresado en la primera conclusión, es previsible que esta situación mejorará próximamente.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a D^a M^a Teresa Cuéllar de la Calle, del Centro Nacional de Medios de Protección (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), por el análisis microscópico de las muestras, y a las empresas que se relacionan por su colaboración en la realización de este estudio: TODOFRENO, FRENOS CELVI S.L., COFRESUR S.C.A., FRENOS CAMINO S.L., SERVICIO TECNICO AUTOMOCION S.L., CONCESUR S.A. (MERCEDES BENZ, camiones), TALLERES SCORA (RENAULT, camiones), SALDAUTO (SEAT), CLASSIC-CARS (ROVER), MITSUBISHI MOTORS, MOTRISA (PEUGEOT), FITS MOTORS (FIAT), FERRI-MOVIL (FORD), COMERCIAL CITROEN S.A., SYRSA (RENAULT), COMERCIAL MERCEDES BENZ, MOTORLUXE (BMW), AVISA (VOLKSWAGEN-AUDI), SUAUTO (OPEL), AGROCARMO S.L. (NISSAN-PEUGEOT), HNOS. DOMINGUEZ (IVECO), INTEGRAL-1 S.L. (HONDA), PROVIDENCIA MOTOR S.A.(DAEWOO), NIMO GORDILLO (TOYOTA), CODIMOTOR S.L. (VOLVO), VANAUTO (NISSAN), ALCAR (SAAB), RINOMOTOR (SUZUKI), ALBAUTO (MAZDA), NOVOMOTOR (SUZUKI) y BLAS SÁNCHEZ S.L.

Bibliografía

- Normativa sobre amianto
 - Orden 31.10.84 (BOE 07.11.84). Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto.
 - Orden 26.07.93 (BOE 05.08.93). Modificación Reglamento.
- Publicaciones
 - G.SCANSETTI et al. "Exposure to chrysotile asbestos in friction materials industry". Med. Lavoro, 1, 46-51, 1981.

- K. RÓDELSPERGER et al. "Asbestos dust exposure during brake repair". Am. J. Ind. Med., 10, 63-72, 1986.
- T. KAUPPINEN and K. KORHONEM. "Exposure to asbestos during brake maintenance of automotive vehicles by different methods". Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 48 (5), 499-504, 1987.
- B. JÁRVHOLM AND J. BRISMAN. "Asbestos associated tumours in car mechanics". British J. Ind. Med., 45, 645-646, 1988.
- L.L. MOORE. "Asbestos exposure associated with automotive brake repair in Pennsylvania". Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 49, 12-13, 1988.
- J.W SHEEHY et al. "Control of asbestos exposure during brake drum service". Appl. Ind. Hyg., 4 (12), 313-319, 1989.
- ES. Yuste y otros. "Valoración pulmonar de trabajadores expuestos al polvo de amianto en una industria de materiales de fricción". Med. Seg. Trab., 147, 29-42, 1990.
- G. SWUARTZ. "Brake repair-protecting the worker and environment". Profess. Safety, 7, 17-22, 1990.
- S.A.M.T. JAFFREY et al. "Fibrous dust release from asbestos substitutes in friction products". Ann. Occup. Hyg., 36 (2), 173-181, 1992.
- M. DAHIQVIST et al. "Lung function and exposure to asbestos among vehicle mechanics". Am. J. Ind. Med., 22, 59-68, 1992.
- A.E BLANXART. "Las fibras alternativas al amianto: consideraciones generales". Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Notas Técnicas de Prevención, 306, 1993.
- P CATTIAU et col. "Prévention du risque amiante dans les garages". Docum. Méd, Trav, 69, 37-42, 1997.