



FOTO 1.- MUCHOS DE LOS TEJADOS DE LOS EDIFICIOS INDUSTRIALES DE ESPAÑA SON DE FIBROCEMENTO.

EL AMIANTO: MINERALOGÍA DEL RIESGO

MANUEL REGUEIRO Y GONZÁLEZ-BARROS
DPTO. DE CRISTALOGRAFÍA Y MINERALOGÍA. UCM

1.- INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos hemos presenciado un goteo de noticias sobre muertes o daños producidos por el amianto. Las noticias suelen ser decisiones judiciales o reclamaciones a la Seguridad Social sobre enfermedades o muertes relacionadas con actividades laborales en las que tuvo que ver el amianto.

Para el lector corriente, noticias con titulares como "Las viudas del amianto", "El amianto causa en la Comunidad. 50 fallecimientos al año, según Sanidad", "CCOO denuncia el silencio oficial sobre las

muertes por amianto", "Renfe culpable", etc., no pueden más que configurar una imagen quizás polarizada del problema: el amianto mata lentamente, las autoridades no hacen nada al respecto, los trabajadores sufren daños irreversibles y las empresas lo sabían.

En este trabajo trataremos de analizar la verdad que se esconde tras los titulares, los informes y las opiniones, para responder a las preguntas que un ciudadano se puede plantear sobre el amianto: ¿qué es?, ¿dónde está?, ¿qué peligros plantea?, ¿ha sido razonable prohibir su uso?

2.- ¿QUÉ ES?

La palabra amianto es utilizada en España para describir a diversos minerales fibrosos utilizados en la industria. El término, que significa "sin mancha", fue acuñado por Dioscórides para describir unos minerales fibrosos de tonos claros, por lo que en realidad y etimológicamente se refiere genéricamente al amianto blanco o crisotilo.

Otra palabra que también representa a este grupo de minerales es la de "asbesto". La misma palabra es en sí un término que produce incertidumbre. Plinio el Viejo denominó



FOTO 2.- LA URALITA, NOMBRE COMERCIAL DE LOS FIBROCEMENTOS, ESTÁ PRESENTE EN LOS TEJADOS DE MUCHOS NÚCLEOS DE POBLACIÓN.

asbestos, que significa "incombustible", a unas fibras minerales que podrían tejerse para formar un lienzo resistente al fuego. Hay muchos minerales que presentan esa tipología de largas fibras flexibles, por lo que el término asbestos no se refiere a un único mineral sino a varios grupos con características muy distintas. En realidad el término asbesto se refiere a una textura y no a una mineralogía. El diccionario de la RAE abunda en la confusión ya que dice que asbesto es "mineral de composición y caracteres semejantes a los del amianto, pero de fibras duras y rígidas que pueden compararse con el cristal hilado" y define amianto como "mineral que se presenta en fibras blancas y flexibles de aspecto sedoso".

Nos encontramos, por lo tanto, ante un problema de clasificación mineralógica que hace que al analizar los riesgos por exposición, el estudio se deba hacer diferenciando

claramente los distintos minerales involucrados, ya que es evidente que el que un mineral del grupo de los asbestos plantee riesgos para la salud, no significa que todos los asbestos sean igualmente peligrosos.

2.1. VARIEDADES DE ASBESTOS

Actualmente se explotan como asbestos siete minerales diferentes para su empleo en la industria (Regueiro, M. 2002). La mayor parte del asbesto comercial (98%) es un mineral blanco denominado crisotilo, que pertenece a un grupo de silicatos laminares o filosilicatos denominados serpentinas. Los otros seis minerales asbestíferos comerciales pertenecen al grupo de silicatos en cadenas o inosilicatos de los anfíboles (amosita, crocidolita, antofilita, tremolita, actinolita y ferroactinolita) pero sólo la amosita y la crocidolita tienen relevancia a escala mundial.

La morfología característica de todos los minerales de asbestos en su

forma natural es fibrosa de bordes paralelos con una relación longitud/anchura o relación de aspecto superior a 100:1. Los usos del asbestos varían con la longitud de la fibra, utilizándose la fibra larga (9,5 a 19 mm) para tejidos y como carga en resinas para cascos de barcos, la fibra media (< 9,5 mm) en asbesto-cemento, papel y plásticos, y la fibra corta (< 2 mm) como carga en papel, asfaltos, pintura y recubrimientos. La producción mundial de asbestos es de 3,5 Mt con una marcada tendencia a la reducción a largo plazo. La capacidad de producción es de 4,8 Mt de crisotilo, 0,2 Mt de crocidolita y 0,1 Mt de amosita, siendo Rusia, Canadá y Sudáfrica los principales productores del mundo. Italia y Grecia son los únicos productores de la Unión Europea. (Harben, P.W. (1995)).

La Figura 1 incluido a continuación refleja las variedades minerales incluidas bajo la denominación genérica de asbestos:

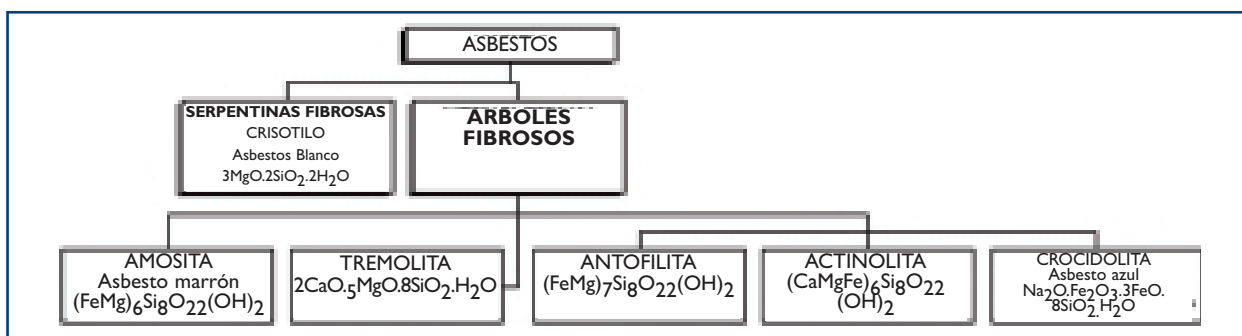


FIGURA 1.- VARIEDADES MINERALES INCLUIDAS BAJO LA DENOMINACIÓN GENÉRICA DE ASBESTOS.

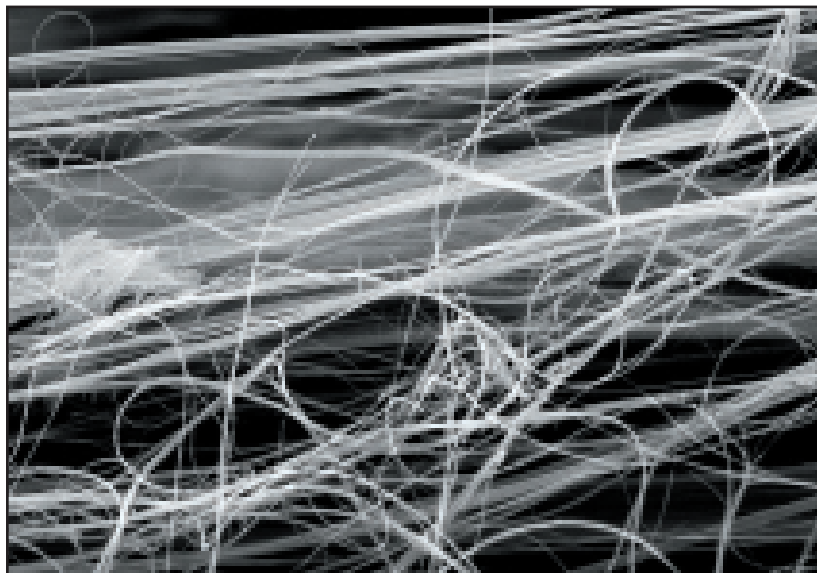


FOTO 3.- VISTA MICROSCÓPICA DE UN CRISOTILO.

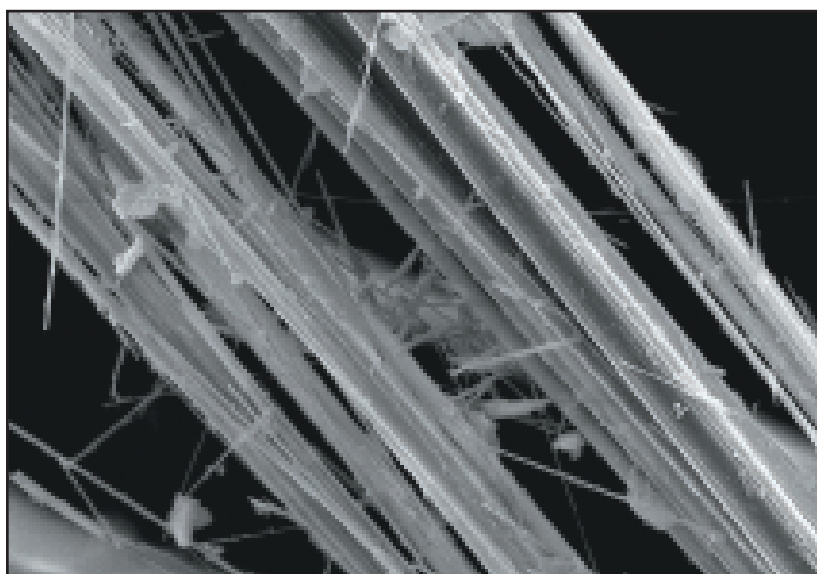


FOTO 4.- VISTA MICROSCÓPICA DE LA CROCIDOLITA.

El crisotilo o asbestos blanco es un silicato magnésico del grupo de los filosilicatos o silicatos laminares que pertenece al subgrupo de las serpentinitas, cuyo aspecto masivo es de color verde jaspeado, brillo craso y naturaleza fibrosa. Las serpentinitas tienen un uso relevante en la industria como roca decorativa y ornamental cuando presenta unos bellos jaspeados verdes y su denominación comercial es la de mármol verde. El crisotilo aparece bajo el microscopio de polarización como agujas muy finas, pero el microscopio

electrónico nos revela que esas fibras están constituidas por láminas enrolladas similares a la cinta de empaquetar regalos (Foto 3).

El empleo del crisotilo como asbestos (o amianto) se basa en su naturaleza fibrosa y flexible, que permite tejerlo en tela para productos aislantes del calor y la electricidad. Pero su principal empleo en términos volumétricos es en el denominado asbestos-cemento, comúnmente conocido en el mercado español con el nombre de una marca comercial: uralita. La flexibilidad de las fibras de

amianto, su extraordinaria resistencia mecánica y al calor y gran durabilidad y relativa inercia química son el soporte estructural básico de planchas onduladas para tejados, tubería de conducción de fluidos y canalizaciones en general, productos que se fabrican mezclando cemento o plástico con esta extraordinaria fibra mineral. Otros usos de entre la multitud de aplicaciones que tenía este mineral antes de que se detectaran sus potenciales efectos nocivos para la salud eran, además de los ya mencionados, la fabricación de pastillas de frenos, aditivo retardante de llama en yeso para enlucidos, escayolas o pavimentos y aislamiento térmico y acústico.

La crocidolita o asbestos azul es un silicato de doble cadena del grupo de los inosilicatos, subgrupo de los anfíboles. En realidad, la crocidolita es una variedad fibrosa de un anfíbol sódico denominado riebeckita. La riebeckita se presenta comúnmente en rocas ígneas (granitos, sienitas y sienitas nefelínicas) y en pegmatitas (Foto 4).

La amosita o asbestos marrón es una variedad fibrosa del anfíbol grunerita. Su nombre procede de la palabra Amosa, siglas de la compañía "Asbestos Mines of South Africa" que explota la grunerita en la provincia de Trasvaal en Sudáfrica. La amosita se emplea como aislante térmico y como ignífugo.

Tremolita y actinolita son anfíboles cálcicos de hábito prismático que se presentan en agregados columnares radiales muy frecuentes en rocas del metamorfismo de contacto de rocas carbonatadas. El jade es una variedad compacta y rígida de tremolita denominada nefrita.

Finalmente la antofilita es otro anfíbol de composición ferromagnésica y color pardo, resultado del metamorfismo de rocas ricas en magnesio tales como las rocas ígneas ultrabásicas y pizarras dolomíticas impuras. Se emplea fundamentalmente como aislante.

EL CRISOTILO O ASBESTOS BLANCO ES UN SILICATO MAGNÉSICO DEL GRUPO DE LOS FILOSILICATO O SILICATOS LAMINARES QUE PERTENECE AL SUBGRUPO DE LAS SERPENTINAS.

3.- HISTORIA DEL AMIANTO

Allerman, J.E y Mossman, B.T. (1997) en un estupendo análisis publicado en la revista Investigación y

Ciencia sobre el pasado, presente y futuro de los asbestos, mencionan que la historia escrita del asbesto comienza con Teofastro, un discípulo de Aristóteles que lo describe en su obra clásica, "De las piedras", escrita hacia el 300 a.C. Posteriormente el geógrafo Estrabón localiza en el siglo I en la isla Eubea el primer yacimiento de asbesto que se explota para fabricar prendas ignífugas. Dioscórides, médico griego contemporáneo de Estrabón, menciona en su obra "De Materia Médica" los primeros lienzos y pañuelos reciclables de la historia que se entregaban a los espectadores del teatro, ya que, al ser de asbesto, se limpiaban y blanqueaban con fuego para su reutilización en otra función. También indica otra explotación de asbesto en Chipre. Este autor bautiza al mineral con el nombre de amianto. Plutarco nos habla de las llamas perennes que iluminaban la Acrópolis que brotaban de lámparas con mechas de asbestos impregnados en aceite. Otro autor contemporáneo de los anteriores, Plinio el Viejo, en su Historia Natural es el que le dio el nombre de asbestinon que significa inextinguible o incombustible y menciona su empleo como sudario en la incineración de cadáveres. Tras el largo período medieval en el ámbito de la alquimia y la magia, Marco Polo devuelve al asbesto, a finales del siglo XIII y tras una visita a una mina china, al dominio científico clasificándolo como piedra. En el siglo XVI, Georgius Agricola en su Tratado de Mineralogía incorpora una detallada descripción de las diferentes variedades de asbestos y sus yacimientos.

Los siglos XVII y XVIII vieron un importante au-



FOTO 5.- DESMONTAJE DE PLACAS DE FIBROCEMENTO.



FOTO 6.- OPERARIOS PERFECTAMENTE EQUIPADOS TRABAJANDO CON FIBROCEMENTOS.



FOTO 7.- LAS PLACAS DE FIBROCEMENTO DEBEN DE TRATARSE CORRECTAMENTE PARA EVITAR SU ROTURA.

mento del interés científico por el asbesto (publicaciones de la Royal Society en 1660, Frank E.Brückmann en 1727, Martin F.Ledermüller y Torben Bergman). Los usos económicos, lúdicos e incluso los fraudes se ampliaron enormemente y en 1820 Giovanni Aldini diseña trajes de amianto para bomberos, lo que se considera su primera explotación comercial. En 1828 se inscribe la primera patente en EEUU sobre el uso de asbesto como aislamiento en máquinas de vapor. Hacia 1860 el uso de asbesto llega a un máximo al entrar directamente a ser sus productos un elemento de seguridad imprescindible contra los incendios en los edificios, mezclado con alquitrán para techar, en paneles ignífugos en teatros, etc. Termina el siglo utilizándose en cajas de caudales, en lubricantes de rodamientos, en forros de calderas, como aislante de cables eléctricos y filtrado de jugos. El siglo XX inauguró el empleo en la construcción de las mezclas de asbesto-cemento (primer panel inventado por el austriaco Ludwig Hatschek) y vio una extraordinaria diversificación de los usos del asbesto (tejas, paneles para paredes y tejados, molduras, barcos con planchas de asbesto, mezclas de plásticos y asbesto en botones, teléfonos y cuadros eléctricos, baldosas de vinilo, asbesto, zapatas de frenos de automóviles, etc.)

Fue famoso el inmenso Hombre de Amianto de la Exposición Mundial de Nueva York de 1939 que marcó un hito en el reconocimiento de la gran utilidad de estos minerales. La Segunda Guerra Mundial significó un considerable

aumento del consumo de asbesto en maquinaria bélica (trajes ignífugos, bengalas de paracaídas, motores de buques y torpedos y ropa quirúrgica) y la reconstrucción posterior provocó el último gran impulso a su comercio y empleo (revestimientos de amianto pulverizados sobre las estructuras de acero de los rascacielos, sacas de correo ignífugas, purificación de zumos de fruta, vinos y azúcares, hilo de sutura en cirugía, pasta de dientes, nieve artificial, etc.). En 1973 el consumo de asbesto en EEUU alcanzó su máximo histórico con 1 millón de toneladas anuales.

4.- LOS PELIGROS DEL AMIANTO

Se ha planteado un intenso debate científico en relación con los efectos a largo plazo sobre los pulmones de las partículas minerales fibrosas, un grupo de las cuales se engloba dentro del término asbestos. Algunos científicos sostienen, sobre la base de la experiencia de poblaciones de mineros de explotaciones de asbestos, que los asbestos plantean un



FOTO 8.- PLANCHAS DE FIBROCEMENTO PERFECTAMENTE EMBALADAS Y PREPARADAS PARA SU DEPÓSITO EN VERTEDERO AUTORIZADO.

FUE FAMOSO EL INMENSO HOMBRE DE AMIANTO DE LA EXPOSICIÓN MUNDIAL DE NUEVA YORK DE 1939 QUE MARCÓ UN HITO EN EL RECONOCIMIENTO DE LA GRAN UTILIDAD DE ESTOS MINERALES.

riesgo potencial evidente para las poblaciones expuestas y por extensión que todas las fibras naturales presentan riesgos para la salud. Otros (http://www.asbestos-institute.ca/presskit/press_index.html) opinan que los potenciales riesgos laborales de la exposición a un ambiente con asbestos en suspensión no pueden ampliarse a la vida cotidiana de los ciudadanos y que no todos los tipos de fibras minerales presentan los mismos riesgos de exposición.

ciones mencionadas. A partir de ahí los gastos en detectar y eliminar los asbestos en los Estados Unidos han sido extraordinarios. Sin embargo, cinco años después, en 1991, la EPA levantó la prohibición del empleo de asbestos, pero el efecto había sido fulminante y hoy en día ya casi no se consumen estos minerales en los Estados Unidos. La EPA pidió al Instituto de Efectos Sanitarios de los EEUU un estudio independiente sobre el asbestos que demostró las

sustitutivo para estos usos. Los asbestos azules y pardos están prohibidos en la Unión desde 1991. La mayoría de los países de la U.E. han impuesto restricciones al uso del asbestos blanco.

4.2. EL RIESGO DE LAS FIBRAS

Los materiales que contienen asbestos al alterarse pueden desprender fibras de asbestos que, debido a su ligereza, quedan en suspensión en el aire durante largo tiempo. Obviamente los asbestos no presentan riesgo alguno si sus soportes no se alteran, rompen o dañan. La cantidad de asbestos a que un trabajador puede quedar expuesto depende de:

- La concentración de fibras en el aire.
- La duración de la exposición.
- El ritmo de respiración del trabajador (la media es de 11 000 l de aire al día, alrededor de 15 kg).
- Las condiciones climáticas.
- Si lleva o no equipo de protección.

Los asbestos pueden encontrarse en varias tipologías:

- Pulverizados sobre paramentos como aislantes o resistentes al fuego.
- En aislamientos de tuberías y calentadores.
- En aislamientos de paredes y techos.
- Como planchas aislantes en techos y pavimentos
- En masillas y cementos de sellado de tuberías
- En forros de frenos y discos de embrague

No hay duda que una exposición prolongada a un ambiente de trabajo cargado de cierto tipo de fibras de asbestos en suspensión puede ser potencialmente peligroso, ya que al inhalar esas minúsculas (de 0,1 a 10 mm de longitud) y finas partículas fibrosas y alojarse en los pulmones, éstas no son fácilmente expulsadas ni reabsorbidas por lo que pueden permanecer alojadas en los pulmones para siempre. En Estados Unidos, la reglamentación actual limita el contenido de fibras en el aire a 0,2 fibras por cm^3 . En España la legislación establece una Concentración Promedio Permisible CCP de 0,6 fibras por cm^3 para ex-



FOTO 9.- LA MANIPULACIÓN DE LAS PLANCHAS DE FIBROCEMENTO CONLLEVA MUCHAS VECES LA UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA ADECUADA.

4.1. UN POCO DE HISTORIA

No fue hasta que la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) publicó en 1986 la Ley para la Respuesta de Emergencia contra el Peligro de los Asbestos, en la que se obligaba a realizar inspecciones del contenido de asbestos en el aire de todos los centros públicos y escuelas de los Estados Unidos, que la sociedad empezó a preocuparse por estos minerales y el progresivo aumento de su consumo en la multitud de aplica-

falsedades utilizadas en la declaración de la Ley y las desastrosas consecuencias económicas de una eliminación agresiva de los asbestos. El estudio de 1991 de la Asociación Médica Americana refrendó esas conclusiones (Alleman, J.E & Mossman, B.T. 1997). A pesar de la experiencia norteamericana, la Unión Europea aprobó, en el año 2005, prohibir el empleo de asbestos blanco en toda la Unión, salvo en los procesos electrolíticos y en plantas de cloro, ya que no existe ningún

posiciones de 40 horas semanales para el crisotilo.

Como resultado se pueden producir tres tipos de enfermedades pulmonares, que en muchos casos pueden manifestarse 20 ó 30 años después de la exposición:

- Asbestosis, una irritación de los tejidos que disminuye la habilidad de los pulmones para absorber el oxígeno. El cuerpo intenta disolver las fibras produciendo un ácido, debido a la resistencia química de la fibra, dicho ácido no la disuelve, pero irrita el tejido circundante. Eventualmente tal irritación puede ser tan grave que los pulmones dejan de funcionar. El período de latencia de esta enfermedad puede ser de 25 a 40 años.
- Mesotelioma, un tumor poco frecuente que se desarrolla en la pleura o el peritoneo. Este tipo de cáncer es peculiar ya que su única causa conocida es la exposición a ambientes con asbestos. El período de latencia es de 15 a 30 años.
- Cáncer de pulmón. Los efectos



FOTO 10.- PERSONAL CUALIFICADO TRABAJANDO EN UN TEJADO DE FIBROCEMENTO.

del cáncer de pulmón se ven aumentados por fumar cigarrillos (aproximadamente en un 50%). Los asbestos también pueden causar cáncer del tracto gastrointestinal. El período de latencia es a menudo de 15 a 30 años.

Los estudios epidemiológicos realizados en trabajadores de las minas de asbestos de Sudáfrica y en Australia han demostrado una elevada incidencia del mesotelioma, a veces tras sólo un año de exposición (Regueiro, M. 1997). Sin embar-

go, estos estudios se refieren a minas de los asbestos anfibólicos, especialmente la crocidolita o asbesto azul. De hecho, un estudio realizado por el Instituto del Cáncer DanaFaber de Boston en Massachusetts, mostró que de 33 hombres de una fábrica que estuvieron relacionados con la fabricación de filtros de cigarrillos que utilizaban crocidolita, 19 habían muerto por enfermedades relacionadas con el asbesto en 1990.

En todos los estudios realizados sobre el crisotilo o asbesto blanco que es el más utilizado en todo el mundo (98%), no se ha podido demostrar relación alguna entre la inhalación del mineral y enfermedades pulmonares. Así, los estudios realizados en poblaciones de mineros de explotaciones de asbesto blanco en Canadá y el norte de Italia o en poblaciones de carpinteros, químicos, fontaneros, constructores, instaladores de aire acondicionado y conductos de calefacción o residentes en viviendas con aislamiento de asbestos que han estado expuestas toda su vida a un ambiente con crisotilo en suspensión no se ha apreciado ningún aumento en la tasa de mortalidad debida al mesotelioma o cáncer de pulmón. En un estudio realizado en las mujeres de mineros de la zona de las minas de Thetford, en Quebec, que fue una de las mayores minas de crisotilo del mundo y en la que no hubo ningún sistema de control del polvo en la mina o en la planta de molienda, por lo que estas mujeres estuvieron expuestas a un nivel de amianto en suspensión extraordinariamente elevados, la población investigada mostró un nivel inferior al normal de enfermedades asociadas con la exposición a los asbestos.

La razón de esta drástica diferencia está en la forma de las fibras de los diferentes tipos de asbestos. Los asbestos azules y pardos son como finas agujas que pueden perforar fácilmente la pleura (Foto 5), mientras que las fibras de crisotilo son rizadas (Foto 6) y son expulsadas con mucha mayor facilidad que las agujas de amosita o crocidolita. Además, las fibras de crisotilo se descomponen en el pulmón en el plazo de un

año, cosa que no ocurre con las de los otros asbestos o con la fibra de vidrio que ahora se emplea como sustituto del crisotilo en el aislamiento térmico de las viviendas.

La Tabla I incluida a continuación compara los riesgos de la exposición a asbestos en el colegio frente a otros tipos de riesgos.

Tabla I. Comparación del riesgo estimado por exposición a asbestos en los colegios y otros riesgos en Estados Unidos (en *Earth. An introduction to physical geology. Sixth edition. 1999. pp 49*)

Causa	Muertes anuales (por millón)
Exposición a asbestos en el colegio	0,005 - 0,093
Accidentes de aviación	6
Rugby universitario	10
Ahogamiento (5 a 14 años)	27
Atropellos (5 a 14 años)	32
Accidentes caseros (1 a 14 años)	60
Humo del tabaco	1200

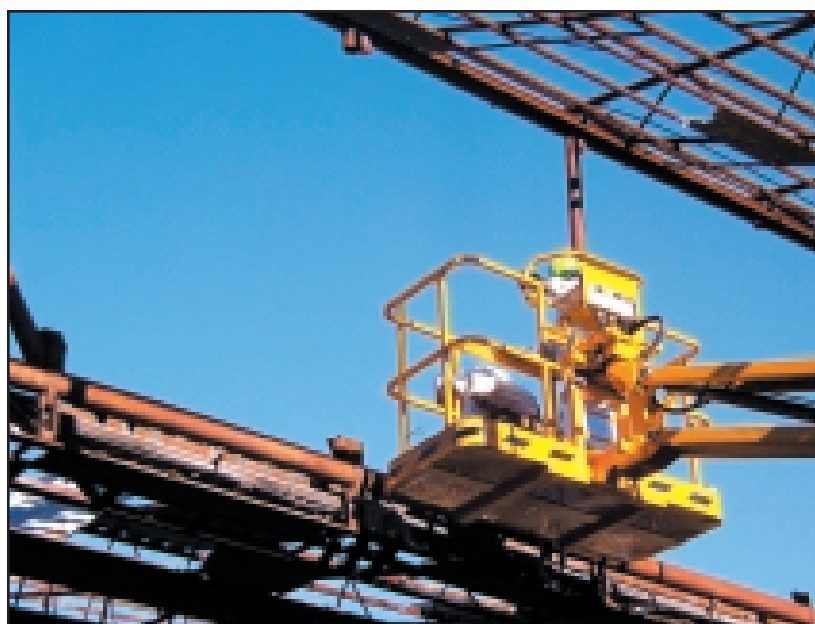


FOTO 11.- TRABAJOS DE DESAMANTADO EN ALTURA.

Lo que demuestra que quizás la alarma creada en el pasado en los Estados Unidos y en la actualidad en Europa podría ser infundada. Los legisladores europeos deberían observar con detalle el desastroso ejemplo norteamericano que ha costado al contribuyente más de 100.000 millones de dólares para luego dar marcha atrás y reconocer que no existe riesgo demostrable en el empleo de crisotilo.

La Comisión Europea ha reconocido oficialmente que ocho personas que trabajaron en las oficinas

centrales de la UE de Bruselas, el edificio Berlaymont, sufren actualmente enfermedades profesionales. Las enfermedades que cita para estas personas la Asociación de Víctimas del Asbesto de la Comisión Europea van desde el cáncer de pulmón y asbestosis a una lesión interna denominada plaquetas pleurales.

Un reciente estudio piloto del Dr. Benoit Nemery, de la Universidad Católica de Leuven en Bélgica, ha demostrado que 13 de un total de 100 antiguos trabajadores del edificio Berlaymont presentaban pequeñas plaquetas pleurales, una dolencia que, en condiciones normales, sólo debería tener un 0,001 % de la población. El estudio indica que si bien las plaquetas pleurales evidencian exposición a asbestos, ello no significa que los afectados pudieran llegar a contraer o que su riesgo de contraer cáncer fuera mayor no se



FOTO 12.- RETIRADA DE PLACAS DE FIBROCEMENTO EN EL TEJADO DE UNA NAVE INDUSTRIAL.

detectaron graves enfermedades relacionadas con el asbesto. De los 13 sujetos con pequeñas plaquetas pleurales el 80% eran técnicos que tuvieron un contacto ocupacional con el asbesto y el 18% eran administrativos sin contacto directo con asbestos. El trabajo analiza el problema de la detección de placas pleurales e interpretación según diferentes técnicos. Añade que es virtualmente imposible probar que un determinado cáncer ha sido causado por la exposición a un ambiente con asbestos en suspensión, ya que no hay diferencia alguna entre un cáncer causado por asbestos de otro tipo de cáncer.

El estudio incluyó a 100 individuos con control sin exposición conocida al asbesto (personal de la UE, universidad, hospitales, pacientes, etc.) de los cuales 5 presentaron placas pleurales.

Los trabajos de eliminación de asbestos en el edificio Berlaymont costaron a la Comisión 130 Mt y el edificio está en funcionamiento desde hace algunos años.

4.3. LOS ASBESTOS EN ESPAÑA

El uso industrial de los asbestos en España está ampliamente regulado desde el punto de vista de los riesgos laborales (Regueiro, M. 2002), por lo que no entraremos en este aspecto.

Para conocer los riesgos de una sustancia sobre el ser humano es imprescindible disponer de un estudio epidemiológico. La mejor recopilación de estudios y datos sobre el amianto publicada en España es "El Amianto en España", de Ediciones GPS de Comisiones Obreras, dentro de su Colección Estudios, un libro coordinado por Angel C. Cárcoba. El libro se centra en de-

mostrar, fuera de toda duda, los efectos nocivos para la salud de los trabajadores de la exposición a un ambiente con partículas de amianto en suspensión. Es evidente que la defensa de los derechos de los trabajadores prima frente al rigor científico, ya que como dice el editor en la introducción "el autor advierte que no pretende ser imparcial". En la contraportada del libro también se indica "El amianto es un viejo enemigo de la Humanidad" y se añade que "los expertos estiman en 500.000 las muertes que se producirán en Europa en los próximos 30 años debido al amianto, de las que entre 40.000 y 50.000 le corresponderán a España".

Según esta completa revisión, en España, el Dr. López Areal diagnosticó en 1953 el primer caso de asbestosis pulmonar en un obrero de 62 años. El trabajador falleció 6 años después por fibrosis pulmonar masiva. Este doctor indica que desde 1953 a 1966 el sanatorio antituberculosis de Bilbao ha diagnosticado tres cuartas partes de todas las enfermedades asociadas al amianto que se conocían en España: 35 casos de asbestosis, 7 cánceres broncogénicos y 1 mesotelioma pleural. Según esto, desde 1953 a 1966 (14 años) en España se habían diagnosticado un total de 54 casos de enfermedades relacionadas con los asbestos, fundamentalmente asbestosis. No hay que olvidar que la asbestosis, como la silicosis son enfermedades asociadas a respirar un ambiente pulverulento de manera sistemática y durante muchos años, bien sea este de polvo de asbesto o de sílice. Estas enfermedades tienen más que ver con la cantidad de polvo respirado que con la sustancia concreta respirada, aunque en ambos casos el resultado es el colapso pulmonar.

En el apartado de los efectos nocivos del amianto se dice que "los trabajadores del amianto que fuman tienen 80 veces más posibilidades de contraer cáncer del pulmón". También se afirma que el amianto es responsable de más de 1.000 muertes por año en España y que estimaciones conservadoras indican que unas 500 personas mueren de mesotelioma en nuestro país y que el mesote-

EN EL APARTADO DE LOS EFECTOS NOCIVOS DEL AMIANTO SE DICE QUE "LOS TRABAJADORES DEL AMIANTO QUE FUMAN TIENEN 80 VECES MÁS POSIBILIDADES DE CONTRAER CÁNCER DEL PULMÓN".

lioma presenta una serie de características que convierten al amianto en el único responsable. Sin embargo, se indica también que en ausencia de amianto la frecuencia del mesotelioma es de 1 caso por año y por millón de habitantes, con una frecuencia igual en hombre y mujeres.

Según estos datos, en España, de 1953 a 1966 se deberían haber producido, para estar por debajo del umbral mencionado, alrededor de 430 mesoteliomas (la población del país evolucionó en ese periodo de 28,7 a 32,6 millones al año), siendo que el Dr. López sólo refleja en sus datos un caso. Hoy en día el nº de mesoteliomas que debería haber

cialmente expuestos era del 10% de los de las 34 empresas que remitieron las fichas de seguimiento ambiental de amianto y el número de trabajadores fallecidos a causa de alguna patología derivada del uso del amianto de 1980 a 1997 fueron 37, de los cuales 6 lo fueron por mesotelioma, 11 por carcinoma broncopulmonar, 12 por asbestosis y 8 por insuficiencia respiratoria aguda corpulmonar.

Sin embargo, los datos del Centro Nacional de Epidemiología (CNE) de los fallecidos entre 1989 y 1995 indican que por tumores malignos de peritoneo fallecieron 1942, por tumores malignos de

sólo en algo más de la mitad ha encontrado una clara relación con exposición directa o indirecta a asbesto. Además, para ese periodo en España (población total acumulada 234 millones), 234 casos representaría el umbral de cánceres de pleura "naturales". Según lo cuál, tan sólo podrían considerarse relacionados con asbesto unos 445 casos de los 1.124 mencionados, es decir, 63 anuales.

Como ya se ha dicho, el Dr. Francisco Rodríguez Panadero en el capítulo sobre los tumores malignos de la pleura afirma que "desde los trabajos de Wagner en Sudáfrica se considera el mesotelioma como un tumor relacionado con la exposición a asbesto, sobre todo a los anfíboles, aunque en la práctica no se puede demostrar con claridad este antecedente en aproximadamente un tercio de los casos". Aunque también dice que esto podría deberse a exposición inadvertida, ya que transcurren más de 30 años entre la exposición y la manifestación del tumor.

Más interesante es la afirmación de que "las diferencias en el riesgo de provocar mesotelioma parecen depender más de las características físicas de las fibras (longitud y grosor) que de su composición química, debido a la distinta capacidad de penetrar hasta la superficie pleural a través de las vías respiratorias y también al hecho de que algunas fibras como el crisotilo son capaces de disolverse lentamente en el organismo, mientras que las demás permanecen."

Dice también el Dr. Rodríguez que "el riesgo de mesotelioma es proporcional a la densidad del polvo de amianto, a la duración de la exposición y al cubo del tiempo transcurrido desde la primera exposición a este agente", razón por la cuál los tumores tardan en desarrollarse más de 15 años. Añade que en los últimos 15 años en su equipo del Hospital Universitario Virgen del Rocío, en Sevilla, han diagnosticado 52 casos de mesotelioma pleural maligno en personas de Sevilla, Cádiz y Huelva y sólo en algo más de la mitad han encontrado una clara relación con exposición al asbesto.



FOTO 13.- PLACAS DE FIBROCEMENTO LISTAS PARA EL TRANSPORTE A VERTEDEROS.

anualmente en España para estar dentro del umbral es de 40 al año.

De acuerdo con el texto, el número de trabajadores ocupados en actividades que han usado amianto en los últimos 40 años es de 90.000 a 100.000, de los cuales unos 40.000 han estado expuestos y son susceptibles de desarrollar tumores que les van a causar la muerte en los próximos años. Esta estimación se basa en metodologías aplicadas en otros países (sin que se especifiquen cuáles son esas metodologías). Se añade que en base a estimaciones en Finlandia y EEUU la cifra de expuestos en España sería de más de 55.000 personas.

El Gobierno en 1998 (en respuesta parlamentaria) indicó que de acuerdo con el Reglamento de 1997 el número de trabajadores poten-

pleura 1.124 y por asbestosis 3, que hacen un total para el periodo de 3.097, unos 442 al año. Estos datos se incluyen en el libro bajo el epígrafe de "Fallecidos por exposición al amianto" aunque, como ya se ha dicho, salvo los muertos por asbestosis, el resto no se pueden asignar directamente al asbesto sin que se haya realizado un diagnóstico médico que indique claramente una causa/efecto. De hecho, en el apartado del libro referido a los tumores malignos primarios de pleura, el Dr. Rodríguez Panadero indica que en la práctica no se puede demostrar con claridad la relación entre estos tumores y la exposición al asbesto en aproximadamente un tercio de los casos. En su propio centro en 15 años han diagnosticado 52 casos de mesotelioma pleural de los cuales

LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO SON QUE EL RIESGO DE MESOTELIOMA PARA LA PROBABILIDAD MÁS ELEVADA DE EXPOSICIÓN AL AMIANTO ES DE 13,2 VECES Y PARA LA MÁS ALTA INTENSIDAD DE EXPOSICIÓN ES DE 27,1 VECES.

El trabajo sin duda más significativo de los incluidos en el libro es el firmado por A. Agudo, C.A. González, J. Bleda, J. Ramírez, S. Hernández, F. López, A. Calleja, R. Panadés, D. Turuguet, A. Escolar, M. Beltrán, y J.E. González-Moya, traducción resumida y modificada de un artículo publicado en el *American Journal of Industrial Medicine*. Se trata de un estudio epidemiológico sobre la exposición ocupacional al amianto y el riesgo de mesotelioma pleural en España.

En el estudio se han estudiado 132 casos de personas con mesotelioma maligno de pleura y 257 personas control, residentes en Barcelona y Cádiz entre 1993 y 1996, y se ha medido el riesgo de mesotelioma en función de la probabilidad e intensidad de exposición ocupacional al amianto.

Las conclusiones del estudio son que el riesgo de mesotelioma para la probabilidad más elevada de exposición al amianto es de 13,2 veces y para la más alta intensidad de exposición es de 27,1 veces. Según el estudio se confirma un alto riesgo de

mesotelioma pleural al amianto principalmente en las ocupaciones en plantas de fibrocemento, trabajadores de lavanderías, lampistas y fontaneros, artes gráficas, estibadores, fabricación de material de transporte (astilleros), albañiles, trabajadores de la industria del caucho y plástico y otras industrias diversas.

Sin embargo, el estudio también demuestra que un 38% de los enfermos han contraído la enfermedad sin exposición ocupacional demostrada y un 42% de los controles no la han desarrollado a pesar de la exposición demostrada.

Nada se dice en el estudio del tipo de asbestos que causó los mesoteliomas.

Sobre la distribución geográfica de la mortalidad por cáncer de pleura en España en el período 1978-1992, el texto incluye un trabajo de A. Es-

colar Pujolar del Servicio de Medicina Preventiva y Salud Pública del Hospital Universitario "Puerta del Mar", en Cádiz, y G. López-Abente Ortega del Servicio de Epidemiología del Cáncer del Centro Nacional de Epidemiología en el Instituto Carlos III de Madrid. Se basa en los datos aportados por el Atlas de Mortalidad por Cáncer y otras Causas en España, 1978-1992 de la Fundación Científica de la Asociación Española Contra el Cáncer. Madrid, 1996.

El trabajo afirma que la tasa de mortalidad por mesotelioma maligno de pleura es un indicador cuantitativo de la exposición al amianto en el pasado, fundamentalmente ocupacional. No obstante, los autores dicen que los únicos datos públicos que razonablemente pueden estar relacionados con la frecuencia de mesoteliomas maligno de pleura

son los correspondientes a la mortalidad por cáncer de pleura.

El trabajo concluye que el número total de defunciones registradas en España por esta causa en el período 1978-1992 fue de 2.265, lo que implica una tasa de mortalidad ajustada a la población europea de $0,55 \times 100.000$ en varones y $0,26 \times 100.000$ en mujeres. En 1996 (último año del que se disponía en dicho estudio, de datos del cáncer de pleura. Código CIE I63) se produjeron un total de 157 defunciones, lo que implica una tasa de mortalidad de $0,35$ y $0,13 \times 100.000$. El número de defunciones en el período 1993 a 1996 fue de 690. El trabajo destaca que la tasa de mortalidad en España por cáncer de pleura ha aumentado en un 17% de 1986 a 1996 en varones, pero ha disminuido en un 24% en mujeres. No se explica la razón de esta último. Las provincias con una mayor tasa de mortalidad entre varones han sido, en orden decreciente, Barcelona, Las Palmas, Guipúzcoa, Vizcaya y Zaragoza y entre mujeres Barcelona y Valencia. Por tanto, las provincias con mayor incidencia según el estudio son las costeras, que los autores explican relacionando los cánceres con zonas de medio-alto desarrollo industrial o con presencia de industrias específicas muy relacionadas con la exposición al amianto (automoción, industria naval, fibrocemento, industria textil) si bien no aportan estadísticas sobre este aspecto. El Registro de Empresas con Riesgo de Amianto (RERA) (incluido como anexo en el libro) indica 22 empresas registradas en Barcelona, 13 en Guipúzcoa, 41 en Vizcaya, 9 en Zaragoza, 12 en Valencia y ninguna en Canarias (el listado alternativo incluido también en ese Anexo menciona dos empresas en Canarias), lo que plantea ciertas dudas a la relación pretendida.

Los valores obtenidos, siempre según el trabajo, sitúan a España en una posición epidemiológica alejada de otros países de la Unión Europea como Holanda (Tasa 1990-94 varones = $2,39 \times 100.000$), Francia ($1,42 \times 100.000$) o Inglaterra ($1,20 \times 100.000$) lo que se justifica por un menor uso del amianto en nuestro país frente a

los otros países de la UE. En Europa se importaron por encima de las 800.000 t/año hasta de 1970 a 1980 y en España se alcanzó el máximo en 1973 con 112.000 t disminuyendo luego.

El trabajo concluye también que en el grupo de provincias seleccionadas por la presencia histórica de industrias relacionadas con el amianto se observan en varones crecimientos muy importantes, en la tasa ajustada de mortalidad $\times 100.000$ habitantes, algunos estadísticamente significativos (Madrid +725% y Valencia +210%), mientras que en Barcelona (-80% en varones) y Sevilla (-26% en varones) se observa una disminución no esperada, que se achaca a imprecisiones estadísticas por la escasez de defunciones anuales.

En cualquier caso, el trabajo concluye aseverando que España presenta unas tasas de mortalidad situadas en una posición baja en el contexto europeo y que la tendencia al crecimiento observada (al menos en Madrid y Valencia) está lejos de la encontrada en otros países europeos. Justifica este hecho en posibles menores niveles de exposición que los habidos en Europa, que el punto de ascenso de curva de tendencia no se haya alcanzado o que los errores de clasificación de la enfermedad sean mayores. No obstante, vaticina un progresivo aumento de la mortalidad por mesoteliomas en los próximos años dado que la mayor importación de amianto se produjo en 1973 y el período de la-

tencia de la enfermedad, como ya se ha dicho, es de 30-40 años.

El trabajo epidemiológico más reciente publicado al respecto es el del Instituto de Salud Carlos III, firmado por López-Abente G. et al e incluido en el Atlas municipal de mortalidad por cáncer en España 1989-1998 que se ha publicado en 2007.

El capítulo sobre el cáncer de pleura extracta las conclusiones de la publicación del mismo autor de 2005 (López-Abente G, et al "Municipal pleural cancer mortality in Spain. *Occup Environ Med* 2005;62(3):195-9):

En 2004 se produjeron 234 defunciones por esta causa en España (163 en hombres y 71 en mujeres), representando el 2,4% de los tumores malignos. España ocupa un lugar bajo en incidencia y mortalidad respecto a los países de nuestro entorno en hombres. En mujeres, las tasas de incidencia y mortalidad son de las menores de Europa.

Durante el período de estudio de esta monografía, 1989 y 1998, en España se han registrado 1.647 defunciones por cáncer de pleura. Únicamente se han registrado casos en 601 municipios. Los municipios sin casos en su mayoría son menores de 3.500 habitantes. No se han representado mapas desagregados por sexos por ser muy poco frecuente en mujeres, lo que imposibilita su análisis.

Una peculiaridad del mapa suavizado (Figura 2) es que «señala» con

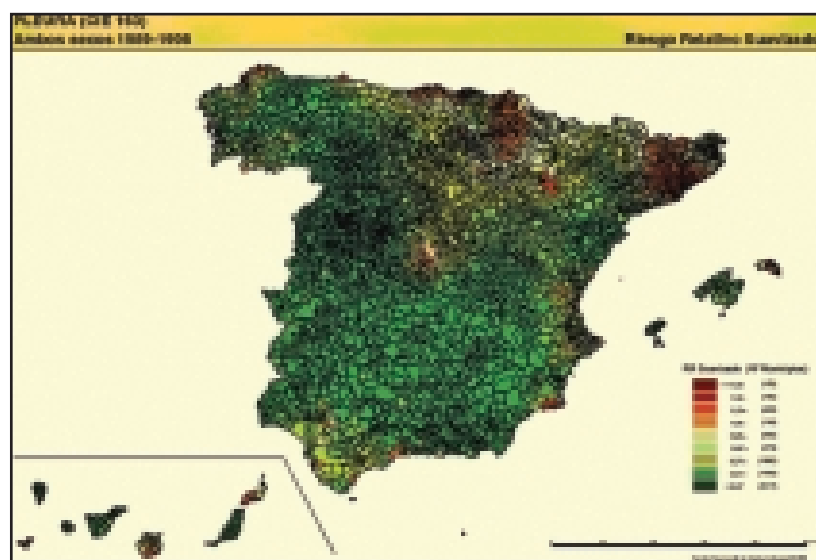


FIGURA 2.- MAPA DE ESPAÑA EN EL CUAL SE PUEDEN APRECIAR AQUELLOS MUNICIPIOS EN LOS QUE SE HA PRODUCIDO ALGUNA FORMA DE EXPOSICIÓN AL ASBESTO.

cierta precisión aquellos municipios en los que se ha producido alguna forma de exposición al asbesto, que generalmente ha sido de carácter laboral. Así, localidades en las que han existido durante muchos años astilleros u otro tipo de industria en las que empleasen asbesto aparecen resaltadas, como es el caso de El Ferrol, Cartagena, Cádiz, Avilés y Santander.

La provincia de Barcelona muestra un llamativo patrón de exceso de mortalidad. En esta provincia se encuentran los municipios con el mayor riesgo, destacando los situados en la comarca del Vallés, siendo Cerdanyola el municipio que presenta el RR más alto de España.

Este patrón no lo muestra ninguna otra provincia ni Comunidad Autónoma. La industria del fibrocemento es posiblemente la responsable de este incremento del riesgo en la provincia de Barcelona y también ha determinado el patrón observado en el sur de Madrid (municipio de Getafe).

Sin embargo, en el estudio de procedencia de este resumen, se dice:

Aunque el cáncer de pleura es extremadamente infrecuente en España, durante los 10 años en los que se dispone de datos de mortalidad, la tendencia en el número de casos ha sido a la alza, desde 0,40 por cada 100.000 habitantes en 1980 hasta 0,78 casos en 2001 (en términos absolutos se diagnosticaron 61 casos de muertes por cáncer de pleura en 1980 frente a 173 en 2001). Sin embargo, en mujeres no se ha detectado ese aumento (0,23 en 1980 y 0,22 en 2001). Con relación a los datos utilizados, se explica que se debe tener en cuenta una importante limitación y es que en España la precisión de la certificación de tumores pleurales es menor que para otro tipo de tumores. Basados en anteriores evaluaciones, dicen los autores que parte de los mesoteliomas o cánceres de pleura diagnosticados podrían codificarse como neoplasmas malignos de ubicación sin especificar.

Todo lo anterior aunque sin duda y grave está en franca contradicción con los informes catastrofistas del texto de CCOO. Es evidente que

los estudios epidemiológicos, indican una suave tendencia al alza, aunque con altibajos de los casos totales de cáncer de pleura en España, tal y como se reflejan en las Figuras 3a y 3b incluidas a continuación:

pleura "naturales", que un tercio de los casos pueden no tener relación alguna con el asbesto y que en los casos de relación con el asbesto no se sabe de cuál de los minerales se ha tratado.

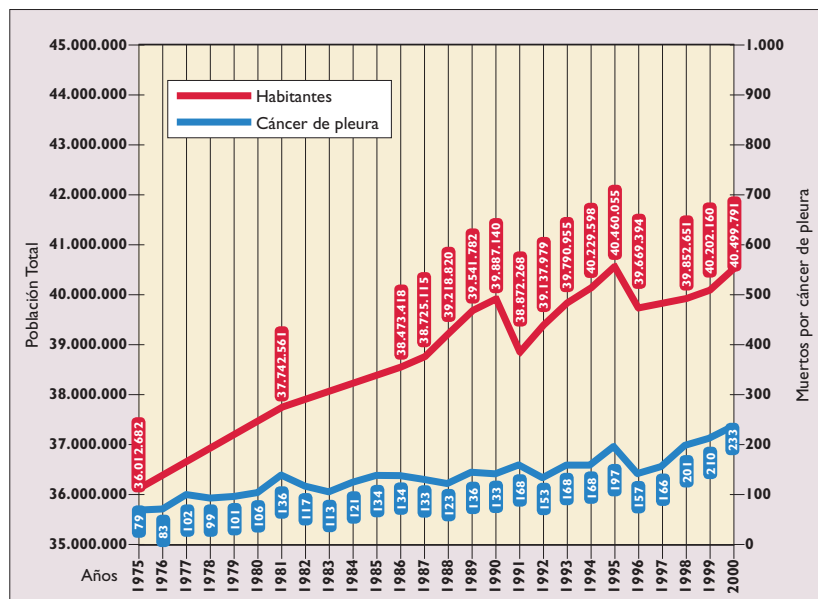


FIGURA 3A.- MUERTOS POR CÁNCER DE PLEURA EN ESPAÑA Y POBLACIÓN.

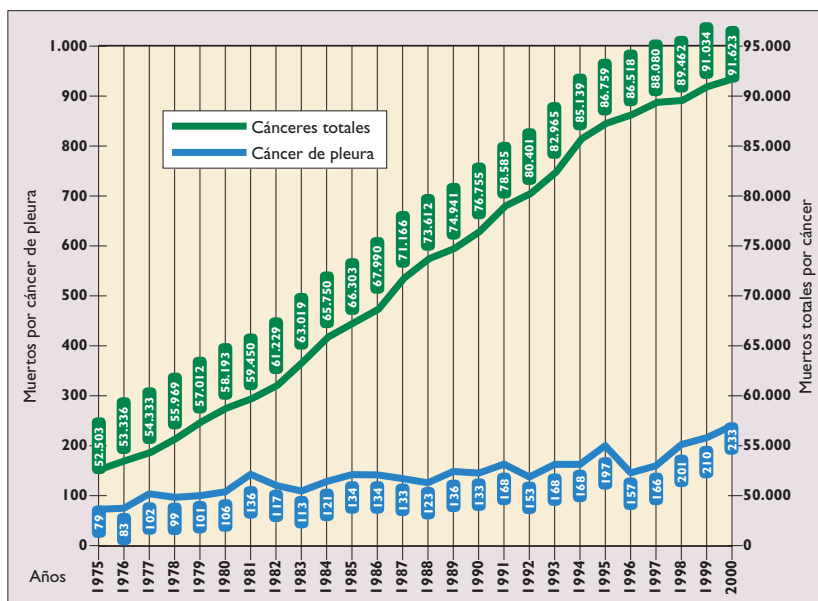


FIGURA 3B.- MUERTOS TOTALES POR CÁNCER DE PLEURA.

Fuentes: CNE e INE

Naturalmente queda por establecer la causa de dichas muertes y hay que tener en cuenta que al menos 1 caso por millón de habitantes y año son el umbral de cánceres de

La eliminación de asbestos en España no ha tenido el impacto que en tuvo en EEUU, pero en el texto de CCOO se repasan los principales casos de eliminación de amianto

**HASTA LA FECHA SE HAN PRODUCIDO EN EL PAÍS
DIVERSAS SENTENCIAS CONDENATORIAS CON RESPECTO A MUERTE POR ASBESTOSIS Y POR TUMOR
CANCERÍGENO.**

en edificios, tuberías, material ferroviario, etc., en los que se plantean serios peligros para grandes colectivos de población, entre otros se comenta el caso de Uralita, en la que según diversas fuentes se han producido 336 casos de asbestosis entre sus diversas fábricas y en 1977, se cifraban en 1.073 los trabajadores afectados por exposición al amianto. El cierre de fábricas de esta empresa deja según los autores un rastro de paro, enfermedad, muerte y suelos contaminados. También se comenta el caso del amianto en talleres de automóviles ya que de 1970 a 1987 las pastillas de frenos y los embragues de los automóviles contenían amianto. Otros casos que se revisan son los de eliminación de amianto crocidolita en el Palacio de Congresos y Exposiciones de Madrid, en el Corte

cidolita en los vagones ha representado para sus trabajadores en diferentes centros de España.

Hasta la fecha se han producido en el país diversas sentencias condenatorias con respecto a muerte por asbestosis y por tumor cancerígeno. Un juzgado de lo civil de Cerdanyola condenó a Uralita a indemnizar con 11,7 Mpta a la familia de un trabajador que falleció de cáncer de pulmón en 1993 después de muchos años de exposición en su puesto de trabajo y tras haber recibido del INSS el reconocimiento de la invalidez permanente en grado total por la enfermedad profesional asbestosis pulmonar. El trabajador era fumador habitual. En el caso mencionado se planteó por la vía civil a través del procedimiento de menor cuantía para determinar si existía responsabilidad de la empre-

familia de un trabajador que falleció en noviembre de 1999 por mesotelioma pulmonar y que trabajó 20 años reparando calderas revestidas con amianto. Se han presentado bastantes demandas por muerte como consecuencia de la exposición al amianto por la vía penal y laboral, pero no han prosperado.

Más recientemente el Juzgado de los Social nº 31 de Madrid ha condenado a RENFE a indemnizar a un trabajador fallecido en 2001 de mesotelioma preural. El trabajador prestó sus servicios en el Dpto de Material y Tracción de los Talleres Generales situados en Atocha desde 1963 a 1972 y donde se reparaban y desguazaban máquinas y vagones con aislamiento de amianto crocidolita. Renfe ha recurrido al Supremo porque entiende que en la época en que el trabajador manipu-



FOTO 17. TRABAJOS DE DESAMANTADO EN UNA NAVE INDUSTRIAL PREVIOS A LA DEMOLICIÓN.

Inglés de Valencia, en el Ministerio de Sanidad y Consumo. Se estudia también el riesgo de exposición al amianto en el sector de aguas y en la construcción, en especial el caso de los tejados "Tectum". Se mencionan también los centros del CSIC en que se ha utilizado amianto crisotilo en los laboratorios y finalmente se describe con detalle el caso de RENFE que eliminó el amianto crocidolita de todos sus vagones por medio de empresas contratadas y el riesgo que la presencia de cro-

sa por el riesgo creado. Hace años más de un millar de trabajadores estaban en contacto con el amianto en dicha población (Regueiro, M. 1997). El Juzgado de lo Social nº 6 de Madrid ha condenado a Uralita a pagar 19 Mpta a la familia de un trabajador fallecido en agosto de 2001 por un tumor cancerígeno y que estuvo en contacto con amianto entre 1962 y 1986. El Juzgado de lo Social nº 1 de Cartagena ha condenado a Repsol y Construcciones Montajes y Mantenimientos a indemnizar a la

ló el material no se conocían los peligros del mineral.

En 2007 cinco sentencias condenaron a Izar Gijón, Naval Gijón, Acoralia y Reymosa por otros tantos casos de cáncer en sus factorías gijonesas por exposición a agentes cancerígenos. Tres trabajadores del sector naval han fallecido por exposición al amianto.

Una de estas sentencias ya es firme, después de que el Tribunal Supremo haya desestimado el recurso que Izar Gijón presentó contra la



País	Número de publicaciones
Estados Unidos	~1,050,000
España	~700,000
China	~380,000
Italia	~380,000
Francia	~280,000
Alemania	~100,000
Reino Unido	~100,000
Japón	~100,000
Canadá	~100,000
Australia	~100,000
Brasil	~50,000
India	~50,000
Corea del Sur	~50,000
Países Bajos	~50,000
Suecia	~50,000
Polonia	~50,000
Argentina	~50,000
India	~50,000
China	~50,000
Brasil	~50,000

ción demostrada entre la exposición a un tipo de asbesto (los anfíboles (crocidolita/amosita)) y el mesotelioma. La asociación entre ese mal y el crisotilo plantea dudas razonables, como refleja la bibliografía científica. Sin saber a qué mineral del grupo de los amiantos corresponde la responsabilidad del daño y en un porcentaje significativo sin saber si el amianto es siquiera responsable, el estudio epidemiológico más amplio realizado en España ha establecido que el riesgo de cáncer de pleura aumenta en España, pero resulta muy bajo con respecto a Europa. También ha quedado claro que un 42% de las personas expuestas no llegan a desarrollar enfermedad alguna y que un 38% de personas que no han tenido exposición han contraído cáncer de pleura. Todo ello son datos objetivos de un estudio científico fiable y debe hacernos meditar.

guras las alternativas?. Parece que no está muy claro que lo sean. En muchos casos la prisa por sustituir a los asbestos ha incorporado al mercado sustancias cuyos efectos sobre la salud no han sido comprobados exhaustivamente. En 1993 un grupo de expertos de la Organización Mundial de la Salud emitió el Criterio Medioambiental n° 151 en el que se exhortaba a comprobar la toxicidad y carcinogenicidad de todas las fibras respirables biopersistentes. De hecho, estudios recientes han demostrado que muchas de las fibras utilizadas para sustituir a los asbestos en numerosos productos podrían ser tan peligrosas o incluso más peligrosas que el crisotilo, en especial se menciona a la fibra de vidrio, la lana de roca, las fibras cerámicas refractarias y las fibras de aramida. Alemania clasifica a las lanas de vidrio y de roca y a las lanas minerales como carcinogenos probables.

de muertes infinitamente mayor y requerirían de las autoridades un esfuerzo económico muy superior al que se realiza.

Este mismo estudio incluye un gráfico (Figura 4) con las exposiciones ocupacionales más frecuentes en España (1990-93) en la que el asbesto ocupa el 12º lugar.

Se decide pues la prohibición total del uso de todos los tipos de amianto sin conocer claramente el agente causante de los casos de cáncer, y sin haber estudiado realmente las consecuencias de utilizar sustitutos y se plantea la eliminación del mineral crisotilo allí donde exista instalado aún a pesar de que el coste económico de tal medida ha sido en otros países desmesurado (Estados Unidos, por ejemplo) y que los fondos destinados a tal acción podrían servir para salvar muchas más vidas en la investigación del cáncer, por ejemplo, o en campañas de prevención, ayuda e indemnización a los afectados por este y otros muchos males de muchísima mayor incidencia en nuestra sociedad.

Creo que la satanización de un

mineral y el catastrofismo desproporcionado no son los mejores medios para mejorar la seguridad sanitaria y medioambiental de nuestro país.

Es evidente que al asbesto no tenía todas las cualidades que se le suponían, y se ha demostrado que la variedad crisotilo no era tan peligrosa como se pensaba. La alarma creada por los propios científicos sobrepasó posiblemente los límites de la realidad y produjo una eliminación de asbesto en los edificios de muchos países del mundo con resultados dudosos al menos en la relación coste/ventajas para la salud.

Sin embargo, el crisotilo sigue siendo muy útil a la industria. Así cada uno de los propulsores de combustible de las lanzaderas espaciales lleva un revestimiento de caucho impregnado de asbesto para proteger la cubierta de acero del calor del despegue (Alleman, J.E & Mossman, B.T. 1997). La U.E. misma, en su legislación de prohibición, reconoce que no hay sustitutivo conocido para el asbesto en las células electrolíticas que extraen oxígeno de las moléculas de agua y en la fabricación del cloro que luego se emplea, entre otras aplicaciones, en el tratamiento y potabilización de aguas. La longitud de tubería de asbesto-cemento utilizadas desde 1930 sólo en EEUU bastaría para dar ocho veces la vuelta al mundo, ir a la Luna y regresar. La producción mundial de asbestos alcanza los 3,5 Mt al año, que en su mayor parte sigue empleándose en la fabricación de asbesto-cemento. Si no se encuentra un sustituto fiable, el asbesto seguirá jugando un importante papel en las industrias donde hoy por hoy es imprescindible.

6.- BIBLIOGRAFÍA

- Alleman, J.E y Mossman B.T. (1997) "Reconsideración del amianto". Investigación y Ciencia. Septiembre 1997. pp 56-62.
- Cárcoba, A.C. (2007) El amianto en España. Conferencia en el congreso "European Asbestos Removal Congress". Noviembre 22-23, 2007. Gallery Hotel, Barcelona
- Cárcoba A.C., Ed. (2000) El amianto en España. Ediciones GPS. Madrid. Colección Estudios.

ISBN 84-95034-26-3.

- Earth An introduction to physical geology. Sixth edition. Tarbuck & Lutgens. Prentice Hall (1999). ISBN 0-13-974122-4. 635 pp. Chapter 2. Matter and minerals. pp 46-47.
- Gómez, R y González, P. (2006). El amianto, un contaminante lento pero mortal. Tribuna, Abril 2006.
- Harben, P.W. (1995). The Industrial Minerals Handybook. 2nd Edition. Industrial Minerals Information Ltd. ISBN: 0 947671 90 0. 253 pp.
- Máñez, J.A. y Roel, J.M. (2006). La interminable herencia del amianto. Revista Por experiencia nº 31 enero 2006. <http://www.porexperiencia.com/>
- Ministerio de Sanidad y Consumo (2005). La situación del cáncer en España. ISBN 84-7670-673-1.
- Nemery, B., De Raeve, H., Vershaken, S., Leuven, K.V. (2000) "The Berlaymont building. Are there measurable health effects associated with works in a building contained flocked asbestos?". Global Asbestos Congress. Payt, Present an Future". Osasco. Brazil.
- Pitarque, S, y Benavides F.G. (2007). Amianto y muerte por mesotelioma. Revista Por Experiencia nº 38 octubre 2007. <http://www.porexperiencia.com/>
- Regueiro, M. (2002). Asbestos: Riesgos y mitos. En "Riesgos Naturales". F.J. Ayala-Carcedo y J. Olcina Cantos Coord. Ed. Ariel Ciencia. ISBN 84-344-80-344.
- Regueiro, M. (1997). Asbesto. En Parte II Riesgos Causados por materiales geológicos (pp 33-42) de la Guía Ciudadana de los Riesgos Geológicos. L.Suárez y M.Regueiro Ed. Colegio Oficial de Geólogos. 196 pp. ISBN 84-920097-3-X
- Uz kudun, J. (2006). Amianto: con la prohibición no basta. Revista Por Experiencia nº 33 julio 2006. <http://www.porexperiencia.com/>
- López-Abente G, et al (2007) Atlas municipal de mortalidad por cáncer en España, 1989-1998. Instituto de Salud Carlos III. Madrid.

Páginas WEB

- The 10 Most Commonly Asked Questions About Asbestos. Oklahoma Dpt of Labour. Asbestos division. EEUU. [\[te.ok.us/~okdol/asbestos-asbestos10.htm\]\(http://te.ok.us/~okdol/asbestos-asbestos10.htm\).](http://www.sta-

</div>
<div data-bbox=)

- American Industrial Hygiene Association. EEUU. <http://www.aiha.org/>
- Asbestos Awareness. Oklahoma Dpt of Labour. <http://www.pp.okstate.edu/ehs/modules/asbl.htm>
- Mesothelioma Facts and Information Newsletter. KMESA. EEUU. <http://www.mesothelioma-facts.com/>
- Asbestos. University of Maryland. Environmental affairs. EEUU. <http://www.inform.umd.edu/CampusInfo/Departments/EnvirSafety/os/asbestos/index.html>
- Asbestos in the home. Home Inspectors Resources. EEUU. <http://pages.prodigy.com/NJ/cnsmr/asbe.html>
- Asbestos information and articles. Online safety library: Asbestos. Oklahoma State University. EEUU. <http://www.pp.okstate.edu/ehs/LINKS/Asbestos.htm>
- The Asbestos Institute Online. Canada. <http://www.asbestos-institute.ca/index.html>
- Asbestos management. Environmental Management UC Berkeley Extension. EEUU. <http://www.unex.berkeley.edu:4243/em/asb0.html>
- The Asbestos National Emission Standard for Hazardous Air Pollutants. US Environmental Protection Agency. EEUU. <http://epainotes1.rtpnc.epa.gov:7777/r5/air/r5a.rd.nsf/asbestos+main?OpenView>
- Asbestos safety. Arnot Ogden Medical centre. EEUU <http://external.aomc.org/HOD2/general/Chemfire-ASBESTOS.html>
- Asbestos update. Roger G. Worthington, P.C. EEUU. <http://www.mesothel.com/>
- Asbestos. Agency for toxic substances and disease registry. Public Health Statement. EEUU. <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/phs9004.html>
- Substitutes: Asbestos free but not risk free. The Asbestos Institute Online. Canada. http://www.asbestos-institute.ca/presskit/press_4.html
- The asbestos issue in Sweden, France and Brussels. Ernst Hollander. 1999. <http://www.niwl.se/skola/GB2/tema/tema821.htm>

ASBESTO

$3 \text{ MgO } 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Crisotilo)
 $(\text{Fe Mg}) \text{ SiO}_3$ (1 a 5) H_2O (amosita)
 $\text{Na Fe} (\text{Si O}_3) 2 \text{ Fe SiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Crocicidolita)
 $\text{Ca}_2 \text{ Mg}_5 \text{ Si}_8 \text{ O}_{22} (\text{H}_2\text{O})$ (Tremolita)
 $(\text{Mg Fe})_7 \text{ Si}_8 \text{ O}_{22} (\text{H}_2\text{O})$ Antofolita)
PESO ESPECÍFICO: Varía de 2,4 a 3,3.



DISTINCIONES MACROSCÓPICAS

Son conocidos con el nombre genérico de asbestos a un conjunto de silicatos de magnesio hidratados y otras sustancias minerales que se distinguen por su textura laminar y fibrosa más o menos flexibles que eventualmente pueden ser hilados y cuyos colores más frecuentes son blanco, gris o con tonos verdosos, azulados y amarillentos. Las variedades más conocidas son: crisotilo, amosita, crocidolita, tremolita y antofolita.

Se suelen presentar de tres formas diferentes: *crossfiber*, (fibra cru-

zada) cuando las fibras se encuentran dispuestas transversalmente a las paredes de las fracturas donde se alojan, *slipfiber*, (fibra paralela) se denomina así cuando las fibras se disponen siguiendo la misma dirección de las fracturas y *Massfiber* (masas de fibra) que forman verdaderas masas de fibras distribuidas anárquicamente entre la roca que le sirven de caja. Las primeras dos formas son típicas para el crisotilo y la crocidolita y la última para la tremolita.

Es incombustible, inerte a la acción de los ácidos y mal conductor del calor y la electricidad.

Todas las variedades de los asbes-

tos cristalizan en el sistema monoclinico excepto la antofolita que cristaliza en sistema ortorómbico. Presenta un crucero perfecto según I.I.O. y tiene una extinción siempre positiva paralela o cruzada, circunstancia que depende de la variedad a que pertenezca. Su índice de refracción varía entre 1,51 y 1,63 y es pleocroico o débilmente pleocroico.

APLICACIONES

Sus aplicaciones son muy variadas basándose todas ellas en su incombustibilidad, su resistencia a la acción de los ácidos, a su flexibilidad y en ciertas variedades, es mal conductor del calor y la electricidad.

Por ello se emplea como aislante térmico y sus variedades flexibles cuando son hilables se emplean para la confección de artículos para cubrirse las distintas partes del cuerpo en la manipulación de materiales fundidos, equipos de protección en soldaduras, etc. Se fabrican cordones y cartón y en gran cantidad es utilizado en la producción de materiales ligeros utilizados en la construcción, conocidos con el nombre de fibrocementos, compuestos teóricamente por una tercera parte de asbesto y dos terceras partes de cemento.

Otras aplicaciones son: filtros para gases y líquidos, cintas y piezas para el revestimiento de mecanismo de frenado en los vehículos automóviles, revestimientos de cables de conducción eléctrica y para la fabricación de estucos que se emplean para el revestimiento de las conducciones forzadas cuando interesa mantener en ellas una temperatura determinada; por último, la aplicación más reciente está basada en servir de armadura en la fabricación de láminas de materiales plásticos cuando se desea conseguir una cierta resistencia con un peso moderado.

YACIMIENTOS

El yacimiento más importante de asbesto de serpentina está localizado en Canadá, provincia de Quebec, cerca de Thetford, siendo los principales centros productores la Mina Thetford, Pemington, Black Lake y otros. La producción de este distri-

to minero supone aproximadamente el 50% de la producción mundial.

Este yacimiento se encuentra en la zona de los Apalaches y está constituido por una alineación con dirección NE-SO de 250 kilómetros de longitud en la que aparece una intrusión de peridotitas entre las que se observan bandas de serpentina las cuales alojan importantes cantidades de asbesto de crisotilo. Las fibras tienen una longitud hasta de 6 cm y el tipo predominante es el denominado *crossfiber*.

Las principales explotaciones se realizan a cielo abierto y alcanzan una profundidad hasta de 150 metros.

Le sigue en importancia el yacimiento de Bazhenov situado en los Urales Orientales al norte de Sverdlovsk (URSS). También se localiza en una intensión peridotítica de forma lenticular que observa una longitud de 28 kilómetros en dirección N-S y una anchura comprendida entre 1 y 2,3 km.

La alteración sufrida por este macizo peridotítico da lugar a unas bandas de serpentina alineadas también N-S controladas por grandes fractu-

ras, entre las que se localizan importantes mineralizaciones de crisotilo, la mayor parte de las veces irregularmente distribuido. También es bastante frecuente localizar asbesto en el seno de la roca originaria de esta serpentina, o sea, en las peridotitas.

Los sondeos realizados para el estudio de este yacimiento han demostrado que la zona explotable alcanza una profundidad media superior a los 300 metros. Las fibras tienen una disposición en *crossfiber* y alcanzan longitudes entre 60 y 80 mm mostrando una excelente flexibilidad.

Otro gran yacimiento se localiza en Rodesia, cerca de Shabani; aquí el asbesto que aparece principalmente es de la variedad denominada crocidolita, y encaja en unas serpentinas formadas a expensas de la alteración de una formación de dunitas. La serpentina se presenta muy cizallada y cruzada en todas direcciones por filoncillos de asbesto, formando verdaderos paquetes entre los cuales se desarrollan filones de hasta 15 cm de espesor. Es perfectamente hilable y se pueden separar fibras hasta de 70 mm de longitud.

Además de estos yacimientos son importantes los de la República Sudafricana, China, Estados Unidos y los de Italia y Chipre explotados desde época inmemorial en Monte Tröodos y cuyo contenido se estima en un 6% de la formación que se beneficia.

España no tiene en producción ninguna mina de asbesto; sin embargo, han existido pequeñas explotaciones en las provincias de Málaga, La Coruña, Lugo, Lérida, Almería, Badajoz y Huelva, sin que ninguna de ellas cristalizara en una explotación importante.

Existen, eso sí, todos los condicionamientos necesarios para la localización de importantes yacimientos y esta circunstancia hace suponer que los intentos realizados para su investigación carecieron de un adecuado tratamiento técnico-científico que resulta fundamental para el desarrollo de una investigación minera.

Por otra parte, la gran mayoría de estos trabajos se realizaron en la década de los 40 con técnicas y materiales poco aconsejables, y casi siempre hechos por particulares o compañías de poca solidez económica.