

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 419 405**

51 Int. Cl.:

**A62D 3/02** (2007.01)

**A62D 3/35** (2007.01)

**A62D 3/36** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2011 E 11175285 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2013 EP 2428254**

54 Título: **Proceso para el tratamiento de un material con amianto**

30 Prioridad:

**30.07.2010 IT MI20101443**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**20.08.2013**

73 Titular/es:

**CHEMICAL CENTER S.R.L. (100.0%)  
Via Mattei 4  
40050 Castello d'Argile (BO), IT**

72 Inventor/es:

**BALDUCCI, GIULIA;  
FORESTI, ELISABETTA;  
LELLI, MARCO;  
LESCI, ISIDORO GIORGIO;  
MARCHETTI, MARCO;  
PIERINI, FILIPPO y  
ROVERI, NORBERTO**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 419 405 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

Proceso para el tratamiento de un material con amianto

Descripción

5           La presente invención se refiere a un proceso para el tratamiento de un material con amianto de modo de transformar el mismo amianto y permitir una reutilización de los productos que se derivan de dicho tratamiento.

10           Amianto es el nombre comercial atribuido a varios minerales naturales que presentan una estructura fibrosa y que pertenecen a la clase de silicatos. En tiempos modernos algunos de esos minerales fueron empleados extensamente debido a su excelentes

15           propiedades tecnológicas: de hecho, poseen una buena resistencia al calor y al fuego, a la acción de agentes químicos y biológicos y a la abrasión y desgaste, poseen una elevada resistencia mecánica y una buena flexibilidad, se ligan con facilidad con materiales del

20           sector de la construcción y poseen buenas propiedades de absorción de sonido y aislamiento térmico. Debido a todas estas propiedades y a su bajo costo el amianto fue empleado extensamente en aplicaciones industriales y de construcción y componentes manufacturados, en

25           medios de transporte y en la esfera doméstica. En particular, la fibra bruta fue procesada para obtener varios productos adaptables a múltiples usos. En tales productos, las fibras de amianto pueden hallarse libres, o bien estar ligadas firme o débilmente. Si

30           están ligadas débilmente, reciben el nombre de materiales quebradizos, que pueden ser desmenuzados simplemente por presión manual debido a la escasa cohesión interna. Si están ligados fuertemente, reciben el nombre de materiales compactos, los cuales pueden

35           ser desmenuzados en polvo sólo con la ayuda de una

maquinaria mecánica. Indudablemente los materiales en una matriz quebradiza son los más peligrosos, puesto que las fibras pueden ser dispersadas en el aire con extremada facilidad y, por ende, inhaladas. El amianto  
5 en matriz compacta, dada su naturaleza, no tiende a liberar fibras y, por ende, una situación peligrosa puede presentarse únicamente si viene abrasado, deteriorado o serruchado.

Existe una vasta cantidad de tipos de materiales  
10 con amianto (MCA) que presentan usos y características sumamente variadas y diferenciadas. El Registro Federal de los Estados Unidos de América enumera más de 3.000 objetos terminados que contienen amianto. Los MCAs pueden ser clasificados en tres categorías.

15 (a) Materiales Superficiales: incluyen MCAs pulverizados o distribuidos extendiéndolos sobre superficies (elementos soportadores de peso, paredes, techos) con cometidos de insonorización, decoración o aislamiento térmico;

20 (b) Materiales de Aislamiento Térmico: incluyen los MCAs utilizados para impedir la formación de humedad de condensación en tubos, conductos, calderas, tanques y en varios componentes de sistemas de enfriamiento de agua, así como también en sistemas de calefacción,  
25 ventilación y acondicionamiento de aire;

(c) Materiales Varios: en esta categoría están incluidos los demás MCAs, como falsos techos, vainas, tejidos, etc..

Sin ningún lugar a dudas, el amianto ha sido  
30 utilizado más extensamente en el sector de la construcción, en particular con la forma de un compuesto de amianto y cemento, o denominado amianto-cemento. Además, para impedir o limitar daños en el caso de incendio, el amianto fue ampliamente utilizado  
35 como recubrimiento de vigas o pisos, aplicado con

técnicas de pulverización y extendido. La mezcla resistente al calor estaba compuesta de porcentajes variables de amianto y otros materiales (vermiculita, arena o fibras de celulosa) y materiales aglutinantes (yeso y/o carbonato de calcio): el resultado fue un estrato continuo, suave al tacto de un color variable del gris oscuro al blanco. Los minerales de amianto fueron utilizados como aditivos en conglomerados de cemento para mejorar sus características mecánicas: las fases normalmente eran cemento Pórtland, agua, agregados, fibras de crisotilo, crocidolita y/o amosita (menos frecuente), hasta llegar a utilizar únicamente crisotilo. El contenido de amianto era variable y podía llegar a alcanzar el 50% del peso en función del tipo de producto a obtener.

Actualmente es un hecho universalmente reconocido que el amianto es uno de los materiales más peligrosos para la salud humana entre aquellos presentes en los ambientes de vida y laboral; este peligro provoca graves patologías que preponderantemente afectan al aparato respiratorio. Si bien una conexión etiológica entre la inhalación de las fibras de amianto presentes en el aire y la aparición de enfermedades específicas fue ya supuesta a inicios del último siglo, hasta los años '90 no fueron introducidas en varios países normativas coherentes con el peligro representado por ese material.

La comprobación del daño que esta materia prima provocó a trabajadores obligó a los gobiernos de todos los países del mundo a encarar el problema, en consideración de los costos sociales sumamente elevados consiguientes a las enfermedades ocupacionales desarrolladas por operadores del sector a lo largo de los años.

Cabe hacer notar que la acumulación de residuos con

amianto (RCA) en vertederos no resuelve el problema, sino que por el contrario simplemente lo transfiere a las futuras generaciones: por ello es importante idear una estrategia que permita la transformación de los  
5 RCAs y posteriormente explotarlos como materiales para la producción de nuevos productos que sean totalmente seguros desde el punto de vista medioambiental.

Actualmente vienen utilizados distintos procesos, aparte de la "inertización" y del "aislamiento" de  
10 RCAs, que son adecuados para su transformación y tienen el objetivo de eliminar en su totalidad su condición de peligrosos. Los procesos de "inertización" comprenden procedimientos de acondicionamiento en matrices de distinta naturaleza que impiden la dispersión de fibras  
15 de amianto en el medioambiente, mientras que los procesos de "transformación" actúan directamente sobre la estructura fibrosa del mismo material, transformándolo en otras fases que no son peligrosas para la salud humana.

20 Los principales procesos de transformación de RCAs se basan en tratamientos químicos que dependen de la acción de ácidos y tratamientos térmicos y mecanoquímicos, si bien recientemente se han estudiado métodos bioquímicos y microbiológicos.

25 Por lo que concierne a los tratamientos con ácidos, se han desarrollado varios métodos, los cuales contemplan el uso tanto de ácidos minerales como orgánicos para transformar los RCAs de modo de obtener materiales secundarios reciclables y a menudo  
30 reutilizables en la industria de la cerámica. En particular, han sido estudiados los efectos de los ácidos minerales, tales como, por ejemplo, ácido fluorhídrico, clorhídrico y sulfúrico, así como también los efectos de ácidos orgánicos tales como, por  
35 ejemplo, ácido fórmico y oxálico.

Por lo que concierne a los tratamientos térmicos, es muy conocido que los materiales de amianto son inestables a altas temperaturas. El crisotilo, por ejemplo, tiene una cierta tendencia a perder grupos hidroxilos a 500-600°C y a ser transformado en una diferente fase mineral inerte, forsterita, que viene 5 recristalizada a 820°C. La aplicación de este principio permite obtener materiales inertes a partir de RCAs, tales cuales o molidos, y tratados en hornos a una 10 temperatura de 800-950°C. Asimismo, si al calentamiento le precede una compactación del material, la consiguiente falta de orientación de los cristales permite que el producto final pueda ser empleado como aislante eléctrico o material refractario. Este proceso 15 toma el nombre de ceramización. También es posible lograr una vitrificación de RCAs a través de una cierta cantidad de procesos basados en la fundición de residuos con amianto con el agregado de diferentes aditivos dentro de un amplio intervalo de temperatura 20 (1.300-1.800°C), seguido de un rápido enfriamiento con la producción de un material inerte que presenta una estructura amorfa vítrea. Sin embargo, esta solución demanda una gran cantidad de energía para llevar los hornos de fundición a temperaturas constantes y 25 sumamente elevadas.

Por otro lado, en la vitroceramización el residuo viene fundido a temperaturas comprendidas entre 1.300 y 1.400°C junto con aditivos especiales, tales como, por ejemplo, escorias de altos hornos o lodos industriales, 30 formando una mezcla con un alto contenido de metales. La escoria derivada de esta manera viene cristalizada a una temperatura controlada: de este modo se obtienen productos con una resistencia mecánica muy elevada, sumamente apropiados como superficies de revestimiento 35 o de protección en la industria de la construcción,

mecánica y química.

Otra técnica consiste en la denominada petrificación, que se basa en la fundición de RCAs derivados de la remoción del aislamiento de vagones de ferrocarriles a una temperatura de 1.300-1.400°C. Un lento enfriamiento provoca la cristalización de piroxenos, olivinos y óxidos de hierro. El resultado final del tratamiento es la producción de materiales inertes, que pueden ser recuperados para una variedad de aplicaciones.

Por lo que concierne a los tratamientos biológicos, ha sido estudiada la acción microbiológica de musgos y líquenes en diferentes substratos rocosos que contienen fibras de amianto, tanto en vivo como in vitro: las hifas de líquenes y hongos son capaces de penetrar y secretar compuestos químicos (el ácido oxálico es uno de los metabolitos primarios), algunos de los cuales pueden alterar la estructura mineralógica de las fibras de amianto (ver, por ejemplo, el artículo de S.E. Favero-Longo, M. Girlanda, R. Honegger, B. Fubini, R. Piervittori, *Mycological Research*, Vol. 111, Número 4, páginas 473-481 (2007)).

También se han desarrollado métodos microbiológicos para la transformación de amianto usando bacterias, en particular *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus plantarum* (ver, por ejemplo, el artículo de I.A. Stanik, K. Cedzyńska, S. Zakowska; *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol. 15, Número 7, páginas 640-643 (2006)). El método se basa en romper los estratos cristalinos de brucita (magnesio-oxígeno) presentes dentro de los estratos cristalinos de crisotilo como consecuencia del metabolismo indirecto de los cultivos bacterianos empleados. La descomposición de los estratos cristalinos parece ser debida a la acidificación del ambiente de reacción, gracias a la

presencia de metabolitos secretados por las bacterias, los cuales también incluyen ácido láctico. El supuesto mecanismo de reacción se obtiene a través de una sustitución de iones  $Mg^{2+}$  por iones  $H^+$ , presentes en gran exceso. El magnesio liberado de este modo reacciona con el ácido láctico presente para formar sales solubles.

Sin embargo, todos los procesos que usan métodos bioquímicos y microbiológicos han demostrado presentar un bajo grado de transformación de fibras de amianto, a veces solamente superficial, sin lograr una completa transformación: por lo tanto, hasta ahora esos métodos no han tenido aplicaciones viables a escala industrial.

Lamentablemente, los métodos para transformar materiales con amianto (MCA) conocidos hasta la fecha exhiben desventajas no despreciables. En particular, los tratamientos con ácidos conducen a la acumulación de una gran cantidad de productos de desecho, los cuales exigen ser eliminados. Además, es importante tener en cuenta que para tratar millones de toneladas de RCA (la cantidad estimada solamente para el territorio italiano está comprendida entre 20 y 30 millones de toneladas) sería necesario utilizar una gran cantidad de reactivos, lo cual podría implicar riesgos ambientales no despreciables y costos muy elevados. Con respecto a los tratamientos térmicos, la desventaja más grande, aparte de la enorme cantidad de energía necesaria para llevar los hornos a temperaturas constantes y muy elevadas, está dada por el hecho que el equipo adecuado es muy costoso y, por ende, poco disponible en el territorio, con lo cual es necesario transportar los RCAs por largas distancias, con los consiguientes riesgos ambientales y costos logísticos.

La parte solicitante, por consiguiente, ha encarado el problema ideando y poniendo a punto un proceso para

el tratamiento de materiales con amianto bajo condiciones relativamente templadas, el cual está en condiciones de combinar eficacia con sostenibilidad tanto ecológica como económica.

5 Por lo tanto, la parte solicitante ha considerado conveniente acoplar un tratamiento térmico a un tratamiento con ácido en el cual el material con amianto de forma triturada viene sometido a la acción  
10 no de un común reactivo químico ácido, sino más bien a un producto de desecho industrial ácido, es decir suero de leche, que, aparte de crear un ambiente ácido, aporta componentes bacterianos que se considera favorecen un ataque del mismo material. Después de dicho tratamiento, que libera las fibrillas  
15 de amianto de la matriz donde están englobadas, el amianto viene inertizado por medio de un proceso hidrotérmico a alta temperatura y alta presión. Al final de este proceso se obtiene una fase sólida que esencialmente se compone de silicatos y oxalatos junto  
20 con un componente orgánico resultante de la transformación térmica del componente bacteriano, y una fase líquida con mucho contenido de iones de metales varios (en particular magnesio, níquel, manganeso, potasio y calcio), que pueden ser recuperados a través  
25 de procesos electrolíticos.

La presente invención, por ende, se refiere a un proceso para el tratamiento de un material con amianto, que comprende las siguientes etapas:

- 30 - tratamiento del material con suero de leche de modo de obtener una fase líquida ácida y una fase sólida con amianto;
- sometimiento de la fase sólida con amianto a un proceso hidrotérmico a una temperatura comprendida entre 120°C y 250°C y a una presión comprendida entre 5  
35 Bares y 20 Bares.

En una ejecución preferida, el suero de leche preferiblemente es suero de leche agotado.

En una ejecución preferente, el proceso hidrotérmico viene llevado a cabo a un valor de pH  
5 comprendido entre 1 y 7, más preferentemente entre 2 y 6.

Por lo que concierne al material con amianto, el mismo puede ser cualquier producto que incluya amianto de forma fibrilar, en matrices quebradizas o una matriz  
10 de cemento, o también matrices poliméricas compactas (generalmente polímeros sintéticos o celulósicos). Si los materiales con amianto vienen utilizados en matrices compactas sin cemento, preferentemente viene llevado a cabo un pretratamiento del material capaz de  
15 liberar las fibras desde la misma matriz, tal como se describirá mejor más adelante.

Por ejemplo, el material con amianto puede ser:

(a) un material para cubrir superficies con el cometido de impartir propiedades insonorizantes,  
20 termoaislantes, ignífugas y/o decorativas, donde las fibras de amianto vienen mezcladas con componentes inorgánicos (por ejemplo, silicatos, yeso y/o carbonato de calcio) y aplicadas mediante pulverización y esparcimiento (por ejemplo para obtener barreras  
25 ignífugas en tuberías de instalaciones eléctricas o para aislamiento de vagones de ferrocarriles, barcos o autobuses);

(b) un material con forma de cuerdas, cintas o vainas obtenido mediante tejido de fibras de amianto,  
30 generalmente en una mezcla con otras fibras naturales y sintéticas, y que se pueden utilizar para envolver tubos para ser aislados térmicamente o cables eléctricos cerca de fuentes de calor intenso, o para producir tejidos ignífugos o tejidos con propiedades de  
35 resistencia a la acción corrosiva de ácidos y bases.

(c) un material donde las fibras de amianto están contenidas en una matriz a base de celulosa, que puede ser comprimida para obtener láminas para ser utilizadas, por ejemplo, como barreras ignífugas o como  
5 revestimientos para superficies de apoyo, mangas o paneles de fibras brutas comprimidas, utilizadas para aislar tubos de transporte de vapor a alta temperatura, o como filtros industriales;

(d) un material obtenido mezclando amianto con  
10 cemento (conocido como amianto-cemento), donde la cantidad de amianto varía hasta llegar al 50% del peso, en general está comprendido entre el 15 y el 20% del peso, con respecto al peso total del material, para la fabricación de componentes de construcción (por  
15 ejemplo, baldosas, azulejos, tabiques, tubos, elementos de techo, tanques, láminas lisas o corrugadas, etc.).

Dichos materiales con amianto generalmente vienen entregados como desechos para ser eliminados, y para transportarlos de manera segura preferentemente vienen  
20 envueltos con una película de protección, que preferiblemente está hecha a partir de un polímero biodegradable (por ejemplo, derivados de almidón, ácido poliláctico, polihidroxialcanoatos).

Para impedir la volatilización de las fibras de  
25 amianto, el material a tratar preferentemente viene mantenido envuelto en dicha película también durante el proceso de trituración, que viene llevado a cabo para obtener dicho material de forma desmenuzada. La trituración tiene el cometido de obtener fragmentos de  
30 un tamaño que puede variar dentro de amplios márgenes, de modo de hacer que el mismo material sea compatible con el equipo específico empleado en las posteriores etapas y para aumentar la superficie de intercambio y, por consiguiente, reducir el tiempo de tratamiento. El  
35 tamaño, por lo tanto, puede variar desde dimensiones

micrométricas hasta varios centímetros, por ejemplo entre 1 y 5 cm. El proceso de trituración puede ser llevado a cabo con varios tipos de maquinarias, en función del material específico a tratar.

5        En una ejecución preferente, la etapa de trituración viene llevada a cabo con el material sumergido en un tanque con suero de leche. Esto impide que las fibras de amianto sean dispersadas en el medioambiente durante la trituración. Preferentemente  
10 dicha trituración puede ser obtenida por medio de fresas diamantadas, las cuales pueden trabajar sumergidas en el suero de leche.

      Si el material a ser tratado comprende amianto de forma fibrilar dispersado en una matriz polimérica  
15 celulósica (generalmente polímeros sintéticos o celulósicos, por ejemplo papel o cartón), antes del tratamiento con el suero de leche preferentemente el material con amianto viene sometido a un pretratamiento térmico para provocar la combustión de la matriz  
20 polimérica y liberar las fibrillas de amianto.

      Por lo que concierne al suero de leche, como se sabe, este último se compone de la parte líquida que se separa de la cuajada como resultado del proceso de coagulación de la caseína que hay en la leche. Por  
25 ende, es un subproducto de la producción de queso o caseína a partir de leche. El suero puede ser considerado como la fase acuosa de la leche. Esta fase viene formada por la totalidad de las sustancias disueltas en el agua (incluidas proteínas solubles),  
30 independientemente de su peso molecular, y por sustancias con bajos pesos moleculares. La composición del suero de leche es muy compleja y principalmente comprende agua, lactosa, proteína, grasas y vitaminas. Gracias a la presencia de grandes cantidades de  
35 proteína y otros compuestos de validez nutricional, el

suero de leche además viene empleado de varias maneras, en particular para la producción de queso y otros derivados de la leche. La fase líquida de desecho que se deriva de este segundo procesamiento viene denominada "suero de leche agotado", considerado desecho especial no peligroso. En la tabla que sigue se muestra una composición típica del suero de leche agotado:

Sustancias presentes	Cantidad promedio (% del peso)
Lactosa	de 4,0 a 4,6
Proteína	de 0,10 a 0,15
Grasas	de 0,15 a 0,30
Sales	de 0,9 a 1,1
Ácidos orgánicos	de 0,20 a 0,25
pH	de 3,5 a 5,2

Cabe hacer notar que el suero de leche agotado puede tener una composición que varía en función de los procesos de fabricación específicos llevados a cabo en la central lechera, que difieren de un producto a otro y además presentan variación estacional.

Conviene resaltar que el suero de leche agotado, a pesar de ser totalmente carente de agentes tóxicos, no puede ser eliminado directamente en masas de agua debido a alto contenido orgánico y a la presencia de una compleja flora bacteriana. Por el mismo motivo, tratarlo por medio de los clásicos sistemas de purificación biológica es sumamente dificultoso y costoso. Un aspecto sumamente innovador y económicamente relevante de la presente invención es justamente que la misma proporciona un proceso que no sólo permite tratar desechos con amianto de modo de convertirlos en no peligrosos para la salud, sino que además permite la eliminación de enormes cantidades de suero de leche, y en particular suero de leche agotado,

que representa un grave problema ecológico para la industria lechera.

Gracias a la acidez del suero de leche, y en particular al suero de leche agotado, que generalmente  
5 tiene valores de pH comprendidos entre 3,5 y 5,5, y a la concomitante presencia de bacterias (en particular *Lactobacilli*), la matriz de cemento en la cual puede estar englobado el amianto con la forma de fibrillas viene paulatinamente transformada, con la producción de  
10 dióxido de carbono, de manera de liberar las fibrillas de amianto, que quedan suspendidas en el líquido dentro del tanque donde viene llevado a cabo el tratamiento.

Si el pH del suero de leche no es suficientemente ácido para una óptima ejecución del proceso, al suero  
15 de leche se puede agregar al menos un ácido orgánico, en particular ácido láctico o ácido oxálico, de modo de llevar el pH a un valor comprendido entre 1 y 3.

Preferentemente, la cantidad de suero de leche empleada en el proceso de conformidad con la presente  
20 invención puede variar desde 2 hasta 100 veces en peso, preferentemente desde 20 hasta 40, con respecto al peso de todo el material a tratar. El tratamiento con suero de leche viene llevado a cabo bajo agitación por un lapso de tiempo comprendido entre 12 y 120 horas, más  
25 preferentemente entre 48 y 72 horas, a una temperatura comprendida entre 20 y 90°C, más preferentemente entre 30 y 50°C.

Durante el tratamiento de MCAs en una matriz quebradiza o de cemento con suero de leche agotado, se  
30 forma dióxido de carbono como resultado de la acción del ambiente ácido sobre los carbonatos presentes en el cemento. Preferentemente, esta etapa del proceso viene llevada a cabo en un tanque cerrado, de modo que el dióxido de carbono formado pueda ser recolectado y  
35 transportado dentro de una planta donde el mismo viene

usado sin ser emitido hacia la atmósfera: por ejemplo, una planta para la producción de gas natural o biogás o para la producción de biopolímeros (por ejemplo, polihidroxialcanoatos) usando cultivos celulares  
5 específicos.

Al final del tratamiento con suero de leche, la fase sólida con amianto viene transportada, por ejemplo por aspiración, dentro de un reactor hidrotérmico (preferentemente hecho de acero) donde viene llevado a  
10 cabo el tratamiento hidrotérmico a una temperatura comprendida entre 120°C y 250°C, preferentemente entre 160°C y 200°C, y a una presión comprendida entre 5 y 20 Bares, preferentemente entre 8 y 15 Bares.

Como se ha indicado con anterioridad, el proceso  
15 hidrotérmico preferentemente viene llevado a cabo con un valor de pH comprendido entre 1 y 7, más preferentemente entre 2 y 6. Si el pH de la fase sólida no es suficientemente ácido para una óptima ejecución del proceso, entonces es posible agregar al menos un  
20 ácido orgánico, en particular ácido láctico o ácido oxálico, al medio de reacción de modo de llevar el pH al valor que se desea.

Por lo que concierne a los tiempos del tratamiento hidrotérmico, la parte solicitante ha hallado que  
25 prolongar demasiado esta etapa puede conducir a un inesperado aumento de la concentración de fibras de amianto. Esto puede ser atribuido a la formación de cristales de crisotilo, principalmente durante las etapas prolongadas del proceso y esto a una  
30 transformación insuficiente. Para impedir la cristalización de crisotilo fibroso durante el proceso hidrotérmico es preferible agregar, en el baño de reacción, al menos una sal de aluminio y/o de hierro. Se supone que tales sales pueden favorecer, en el caso  
35 de recristalización del amianto durante el tratamiento,

la formación de lizardita y/o antigorita en lugar de la indeseada fase de crisotilo.

Preferentemente, el tratamiento hidrotérmico viene llevado a cabo por un lapso de tiempo comprendido entre  
5 12 y 168 horas, preferentemente entre 72 y 100 horas, y preferiblemente no superior a 120 horas.

Puesto que el proceso hidrotérmico tiene lugar en presencia de agua, la fase sólida con amianto que se deriva de la primera etapa del proceso generalmente  
10 tiene agua o, preferentemente, suero de leche agregado al mismo, este último pudiendo contribuir a la necesaria cantidad de agua.

Para favorecer la transición de fase desde amianto a compuestos inorgánicos no tóxicos, durante el  
15 tratamiento hidrotérmico es conveniente agregar al menos un agente quelante, seleccionado por ejemplo entre: ácido oxálico, ácido láctico, ácido fórmico o sus sales.

Se supone que la quelación de iones de magnesio  
20 promueve la exfoliación de los planos de cristales de crisotilo. Una vez roto el orden estructural que lo caracteriza, el amianto (y en particular el crisotilo) ya no podrá ser empaquetado de conformidad con sus unidades estructurales básicas distintivas y sufre un  
25 cambio de fase.

Además, la utilización de al menos un agente quelante en esta etapa podría ser útil para extraer algunos elementos constituyentes y sustituyentes del amianto, tales como, por ejemplo, magnesio, níquel e  
30 hierro, que pueden ser recuperados, por ejemplo, por medio de procesos electroquímicos.

Como se ha descrito arriba, el proceso según la presente invención conduce a obtener diferentes subproductos, que pueden ser empleados individualmente  
35 para distintos cometidos. En particular, se obtiene lo

que se indica a continuación:

1) una fase sólida inorgánica que se deriva del tratamiento hidrotérmico, que principalmente comprende oxalatos, carbonatos y silicatos y puede usarse como material inicial para la industria cerámica y matrices inorgánicas inertes;

2) una fase sólida orgánica que se deriva del tratamiento hidrotérmico, que se compone principalmente de residuos bacterianos tratados térmicamente y que puede usarse como fertilizante agrícola con un alto contenido de nitrógeno;

3) una fase líquida que se deriva del tratamiento hidrotérmico, que consiste en una solución acuosa de iones metálicos, con un alto contenido de magnesio, níquel, manganeso, potasio, hierro y calcio, a partir de la cual pueden ser extraídos electrolíticamente los varios metales elementales con un alto grado de pureza y con ventajas financieras substanciales;

4) una fase gaseosa que se deriva del tratamiento del material con amianto con el suero de leche agotado, que principalmente se compone de CO<sub>2</sub>, que puede ser utilizada, por ejemplo, empleando específicas cepas bacterianas, para generar gas natural o biogás (que puede satisfacer, al menos en parte, las necesidades de energía de la planta de tratamiento del material con amianto) y material polimérico con un elevado valor tecnológico.

Ahora se seguirá describiendo la presente invención a través de algunos ejemplos de ejecución, los cuales vienen proporcionados a título puramente ilustrativo y, por ende, sin restringir el alcance de la misma invención.

#### EJEMPLO 1

De una muestra de amianto-cemento molida con anterioridad se pesaron 4 gr. Esta cantidad fue

agregada a 90 mL de suero de leche agotado con un pH de 4,16.

La mezcla fue mantenida bajo agitación a una temperatura de 30°C por un tiempo total de 80 horas. Al final de este tratamiento el valor de pH era de 5,82.

La fase sólida resultante, después de sufrir la filtración, fue colocada en un reactor hidrotérmico junto con 60 mL de suero de leche agotado, a una temperatura de 150°C y una presión comprendida entre 7 y 9 Bares por 72 horas.

Al final de esta segunda etapa la muestra resultante contenía algunos elementos constituyentes de la matriz de cemento (carbonato de calcio, cuarzo y anortita), mientras que el porcentaje en peso de fibras de amianto había disminuido considerablemente, desde el 12% de la muestra no tratada al 2% del residuo sólido al final del tratamiento.

#### EJEMPLO 2

De una muestra de amianto-cemento molida con anterioridad se pesaron 3,5 gr. Esta cantidad fue agregada a 80 mL de suero de leche agotado, a la cual se agregaron 10 mL de ácido láctico 0,5 M. El pH resultante fue de 3,56.

La mezcla fue mantenida bajo agitación a temperatura ambiente por un tiempo total de 60 horas. Al final de este tratamiento el valor de pH era de 5,12.

La fase sólida resultante, después de sufrir la filtración, fue colocada en un reactor hidrotérmico junto con 50 mL de suero de leche agotado, a una temperatura de 190°C y una presión comprendida entre 8 y 12 Bares por 60 horas.

Al final de esta segunda etapa la muestra resultante contenía algunos elementos constituyentes de la matriz de cemento (carbonato de calcio, cuarzo y

anortita), mientras que el porcentaje en peso de fibras de amianto había disminuido considerablemente, desde el 12% de la muestra no tratada al 5% del residuo sólido al final del tratamiento.

5 EJEMPLO 3

De una muestra de amianto-cemento molida con anterioridad se pesaron 4 gr. Esta cantidad fue agregada a 70 mL de suero de leche agotado, a la cual se agregaron 10 mL de ácido láctico 0,5 M. El pH  
10 resultante fue de 2,38.

La mezcla fue mantenida bajo agitación a una temperatura de 40°C por un tiempo total de 48 horas. Al final de este tratamiento el valor de pH era de 6,45.

La fase sólida resultante, después de sufrir la  
15 filtración, fue colocada en un reactor hidrotérmico junto con 70 mL de suero de leche agotado, a una temperatura de 200°C y una presión comprendida entre 15 y 20 Bares por 72 horas.

Al final de esta segunda etapa se ha notado una  
20 total transformación de la matriz de cemento, excepto un pequeño porcentaje de cuarzo. El porcentaje en peso de fibras de amianto había disminuido considerablemente, desde el 12% de la muestra no tratada al 2,5% al final del tratamiento.

25 EJEMPLO 4

De una muestra con contenido de fibras de amianto libres se pesaron 3 gr; éstas fueron cuantificadas en un intervalo del 10 al 14% del peso. La muestra fue agregada a 50 mL de suero de leche agotado con un pH de  
30 3,98 y fue sometida a un tratamiento hidrotérmico a una temperatura de 150°C y una presión comprendida entre 6 y 8 Bares por 48 horas.

Al final de este tratamiento el porcentaje en peso de las fibras de amianto había disminuido al 2,5%.

35 EJEMPLO 5

## ES 2 419 405 T3

De una muestra con contenido de fibras de amianto libres se pesaron 4 gr; éstas fueron cuantificadas en un intervalo del 10 al 14% del peso. La muestra fue agregada a 60 mL de suero de leche agotado y 10 mL de ácido láctico 0,5 M por un valor de pH igual a 3,56. Sucesivamente, la muestra fue sometida a un tratamiento hidrotérmico a una temperatura de 180°C y a una presión comprendida entre 8 y 12 Bares por 60 horas.

Al final de este tratamiento el porcentaje en peso de las fibras de amianto había disminuido al 4%.

### EJEMPLO 6

De una muestra con contenido de fibras de amianto libres se pesaron 4 gr; éstas fueron cuantificadas en un intervalo del 10 al 14% del peso. La muestra fue agregada a 70 mL de suero de leche agotado y 10 mL de ácido láctico 0,5 M por un valor de pH igual a 2,19. Sucesivamente, la muestra fue sometida a un tratamiento hidrotérmico a una temperatura de 150°C y a una presión comprendida entre 6 y 8 Bares por 72 horas.

Al final de este tratamiento el porcentaje en peso de las fibras de amianto había disminuido al 2,5%.

Reivindicaciones

1.- Proceso para tratar un material con amianto,  
5 que comprende las etapas de:

- tratamiento del material con un suero de leche de modo de obtener una fase líquida acídica y una fase sólida con amianto;

- sometimiento de la fase sólida con amianto a un  
10 proceso hidrotérmico a una temperatura comprendida entre 120°C y 250°C y a una presión comprendida entre 5 Bares y 20 Bares.

2.- Proceso según la reivindicación 1, donde el suero de leche es suero de leche agotado.

15 3.- Proceso según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde el proceso hidrotérmico viene llevado a cabo a un valor de pH comprendido entre 1 y 7, preferentemente entre 2 y 6.

4.- Proceso según una cualquiera de las precedentes  
20 reivindicaciones, donde el material con amianto incluye un amianto de forma fibrilar dispersado en una matriz quebradiza o una matriz de cemento o, alternativamente, en una matriz compacta polimérica.

5.- Proceso según una cualquiera de las precedentes  
25 reivindicaciones, donde el material con amianto incluye amianto de forma fibrilar dispersado en una matriz compacta polimérica y donde dicho material, antes de la etapa de tratamiento con el suero de leche, viene sometido a un pretratamiento térmico para provocar la  
30 combustión de la matriz polimérica y liberar las fibrillas de amianto.

6.- Proceso según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde el material con amianto viene sometido, con anterioridad, a una etapa de trituración.

35 7.- Proceso según la reivindicación 6, donde la

etapa de trituración viene llevada a cabo con el material sumergido dentro de un tanque donde está contenido el suero de leche.

5 8.- Proceso según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde el suero de leche viene agregado con al menos un ácido orgánico, en particular ácido láctico o ácido oxálico, de modo de obtener un valor de pH comprendido entre 1 y 3.

10 9.- Proceso según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde el suero de leche viene empleado en una cantidad comprendida entre 2 y 100, preferentemente entre 20 y 40, veces en peso con respecto al peso del material a tratar.

15 10.- Proceso según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde el tratamiento con el suero de leche viene llevado a cabo bajo agitación por un lapso de tiempo comprendido entre 12 y 120 horas, preferente entre 48 y 72 horas, a una temperatura comprendida entre 20 y 90°C, aún más  
20 preferentemente entre 30 y 50°C.

25 11.- Proceso según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde el proceso hidrotérmico viene llevado a cabo a una temperatura comprendida entre 160°C y 200°C y a una presión comprendida entre 8 y 15 Bares.

30 12.- Proceso según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde el proceso hidrotérmico viene llevado a cabo por un lapso de tiempo comprendido entre 12 y 168 horas, preferentemente entre 72 y 100 horas, y más preferiblemente no mayor que 120 horas.

35 13.- Proceso según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde, antes del proceso hidrotérmico, a la fase sólida con amianto viene agregada agua o, preferentemente, suero de leche.

14.- Proceso según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde, durante el proceso hidrotérmico, viene agregado un agente quelante, seleccionado, por ejemplo, entre: ácido oxálico, ácido  
5 láctico, ácido fórmico o sus sales.