



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 364 420**

② Número de solicitud: 201000062

⑤ Int. Cl.:
B01D 53/62 (2006.01)
C01F 11/18 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **19.01.2010**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **02.09.2011**

⑬ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
02.09.2011

⑦ Solicitante/s: **Universidad de Sevilla**
OTRI-Pabellón de Brasil
Paseo de las Delicias, s/n
41013 Sevilla, ES
Universidad de Cádiz y
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

⑦ Inventor/es: **Esquivias Fedriani, Luis;**
Santos Sánchez, Alberto;
Morales Flórez, Víctor y
Cárdenas Escudero, Cristian

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Eliminación del dióxido de carbono y otros gases atmosféricos mediante residuos industriales ricos en calcio.**

⑤ Resumen:

Eliminación del dióxido de carbono y otros gases atmosféricos mediante residuos industriales ricos en calcio.

La presente invención se refiere a un uso de una suspensión acuosa que comprende calcio en una proporción mayor al 15% en peso, siendo la fase sólida de la suspensión acuosa preferiblemente portlandita procedente de residuos de la industria química, para la eliminación de CO₂ y otros gases de efecto invernadero. La presente invención también se refiere a un procedimiento de eliminación de dichos gases en condiciones de presión y temperaturas ambientales, tanto por carbonatación inducida como ambiental.

ES 2 364 420 A1

DESCRIPCIÓN

Eliminación del dióxido de carbono y otros gases atmosféricos mediante residuos industriales ricos en calcio.

5 La presente invención se refiere a un uso de una suspensión acuosa que comprende calcio en una proporción mayor al 15% en peso, siendo la fase sólida de la suspensión acuosa preferiblemente portlandita procedente de residuos de la industria química, para la eliminación de CO₂ y otros gases de efecto invernadero. La presente invención también se refiere a un procedimiento de eliminación de dichos gases en condiciones de presión y temperaturas ambientales.

10 **Estado de la técnica anterior**

Una de las tecnologías más prometedoras en la captura y almacenamiento del dióxido de carbono (CO₂) es la relacionada con la fijación de dicho gas en forma de carbonatos inorgánicos insolubles. Esa fijación se consigue mediante una reacción química, conocida como carbonatación mineral. En las reacciones de carbonatación, el CO₂ reacciona con materiales que tienen óxidos metálicos (típicamente de metales alcalino-térreos) en su composición, formando así el correspondiente carbonato como subproducto. Sin embargo, estas reacciones son muy lentas cuando transcurren en ambientes naturales, de tal manera que los estudios que implementan actualmente dichas reacciones requieren la adición de una energía intensiva (de activación), para conseguir que los minerales sean más reactivos.

20 Dentro de la tecnología de la carbonatación mineral, ciertos trabajos se proponen como estudios para una eliminación de CO₂ a escala masiva. Entre ellos destaca "C. Y. Tai, W. R. Chen y S. H. Shih. *AIChE J.*, 52:292 (2005)". Posteriormente, se han realizado estudios comparativos analizando diferentes tipos de muestras y condiciones experimentales obteniéndose, de cara a su aplicación de eliminación masiva, unos resultados más esperanzadores.

25 El estudio que se presenta se enmarca dentro del conjunto de técnicas de eliminación de CO₂ mediante la utilización de minerales ricos en calcio procedentes de residuos industriales o residuos sólidos urbanos (G. Montes-Hernández, R. Pérez-López, F. Renard, J.M. Nieto, L. Charlet. *Journal of Hazardous Materials* 161, 1347-1354, 2009).

Desde hace más de una década se viene planteando la posibilidad de reducir el nivel de CO₂ en la atmósfera mediante la reacción del CO₂ disperso en la atmósfera con diversos minerales, como medida complementaria y alternativa al secuestro de CO₂. Esta línea de trabajo fue desarrollada por Lackner *et al.* (Klaus S. Lackner, Patrick Grimes y Hans-J. Ziock. *2nd U.S.-China Symposium on CO₂ Emissions Control Science & Technology* May 28th-30th, 2008) a nivel teórico, quienes compararon las tecnologías de las energías renovables (aerogeneradores o placas fotovoltaicas) con una tecnología conjunta de plantas de generación de energía basadas en combustibles fósiles junto con sumideros minerales de CO₂ atmosférico. Sus cálculos económicos y energéticos demostraron que era más interesante desde el punto de vista de la reducción del CO₂ del medio ambiente esta segunda opción. Es decir, el dióxido de carbono puede ser emitido al aire, donde el viento lo dispersa inmediatamente por encima de ciudades y fronteras, y se pueden disponer sumideros de CO₂, donde este gas reacciona con un absorbente, fijándolo químicamente. Para este fin, Lackner propuso diversos absorbentes como los hidróxidos cálcico, sódico o de magnesio.

40 En términos más prácticos, el Dr. Stolaroff (Joshua K. Stolaroff, David W. Keith and Gregory V. Lowry. *Environ. Sci. Technol.*, 42, 2728-2735, 2008) desarrolló un prototipo de "columna de secuestro de CO₂ ambiental" mediante un sistema de aspersión de una disolución de hidróxido sódico. Este trabajo supone una primera puesta en marcha de las tecnologías de eliminación del CO₂ ambiental como vía para la reducción del contenido de dióxido de carbono de la atmósfera. Su prototipo pulveriza una disolución concentrada de NaOH en la parte superior de una columna. El sodio contenido en las gotas reacciona con el CO₂ del aire contenido en la columna de 5 m de alto, de manera que el aire que sale de la columna contiene menos CO₂ que el que entra. De este modo, se plantea un sistema de columnas para atacar el exceso de CO₂ de la atmósfera.

50 Últimamente se han desarrollado tecnologías para la reacción de minerales de calcio con el dióxido de carbono. Así por ejemplo, Eighmy *et al.* (en la solicitud de patente WO2005/086843) plantean un dispositivo experimental para carbonatar minerales ricos en calcio en una columna de carbonatación sobre la que bombea aire. Igualmente, Mueller *et al.* (en la solicitud de patente WO2008055326) proponen hacer circular aire contaminado de CO₂ con la ayuda de un compresor radial a través de dos tanques en serie, en donde fuerza la reacción con el óxido de calcio (CaO).

55 Por último, la utilización de los residuos industriales ricos en calcio para la eliminación de CO₂ mediante quimisorción ha sido planteada por Montes-Hernández *et al.* Ellos han realizado varios trabajos de investigación en el más reciente de "G. Montes-Hernández, R. Pérez-López, F. Renard, J.M. Nieto, L. Charlet. *Journal of Hazardous Materials* 161, 1347-1354 (2009)", se han involucrando los residuos de la industria del papel o de la combustión del carbón. En el caso de la industria papelera, los residuos se componen de portlandita en un 55%. El desarrollo planteado en este trabajo consiste en atacar con CO₂ el residuo seco disperso en agua destilada, dentro de un reactor con temperatura controlada (fijada a 30°C y a 60°C), en el que se inyecta CO₂ a diversas presiones, desde 10 bar hasta 60 bar. Por otro lado, la técnica dirigida a los residuos de las centrales térmicas trata de aprovechar el calcio contenido en el residuo conocido como ceniza volante (*fly ash*). Este residuo está formado por partículas esféricas micrométricas, con un contenido en CaO del 4%. De nuevo, se plantean unas condiciones experimentales similares a las del trabajo anterior, es decir, de temperatura y presión controladas. El bajo contenido en CaO de las cenizas hace que el residuo de la industria papelera sea mucho más atractivo. Estos resultados se reflejaron en la solicitud de patente WO2009077358.

La configuración experimental reivindicada implica la utilización de agua destilada como dispersante de los residuos sólidos, control de la temperatura (entre 30°C y 60°C) así como aumentar la presión del CO₂ en el reactor entre los 10 bar y los 40 bar.

5 En la actualidad, a pesar de que la fijación mineral es la manera más estable de eliminar CO₂ de la atmósfera de manera permanente, la tecnología de secuestro de dióxido de carbono mediante la captación mineral ha sido bastante discutida por las dificultades que presentaba el proceso, tales como tiempos muy lentos de reacción (alrededor de años), o la baja eficiencia de la técnica. Para subsanar estos problemas, hasta ahora se habían planteado condiciones experimentales que conllevan altos consumos de energía en el proceso de eliminación del CO₂.

10

Descripción de la invención

La presente invención resuelve los problemas planteados en el estado de la técnica simplificando todo el proceso a una etapa única y además supone reutilización de residuos industriales acuosos.

15

Asimismo, la presente invención proporciona el uso de una suspensión acuosa que comprende un residuo con alto contenido en calcio en forma de portlandita, como el generado en la industria del acetileno, para la eliminación de un gas que comprende dióxido de carbono, y su procedimiento de eliminación de dicho gas en unas condiciones de temperatura y presión ambientales.

20

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un uso de una suspensión acuosa con un porcentaje en peso de calcio superior al 15%, para eliminación de un gas que comprende dióxido de carbono.

25

El porcentaje en peso del calcio presente en la fase sólida de la suspensión acuosa es mayor del 50%, como el porcentaje de fase sólida en el líquido es mayor del 33%, indica que el contenido de calcio en el conjunto de la suspensión acuosa es preferiblemente mayor al 17%.

30

En una realización preferida la suspensión acuosa es un subproducto de la producción del acetileno. En una realización más preferida dicho subproducto comprende portlandita como componente con alto contenido en calcio.

La presente invención trata de aprovechar la capacidad de reacción de estos residuos con el propósito principal de reducir el impacto medioambiental de las emisiones de dióxido de carbono, tanto aquel que se produce en la producción de acetileno como el CO₂ ya emitido y que forma parte de la atmósfera. También se puede aplicar a cualquier industria química cuyos residuos o subproductos tengan un alto contenido en calcio.

35

En la presente invención se describen dos alternativas no excluyentes entre sí:

40

a) Carbonatación inducida: fijación del CO₂ y otros gases de efecto invernadero con el calcio presente en la suspensión acuosa. Consiste en depositar estos residuos en un reactor a través del cual se harían circular los gases emitidos, hasta la eliminación total del CO₂.

45

b) Carbonatación ambiental: El objetivo es provocar la reacción del CO₂ de la atmósfera con la suspensión acuosa rica en calcio de los subproductos industriales. Se deposita dicha suspensión acuosa en reservorios someros, en una relación líquido/sólido predeterminada para garantizar la máxima carbonatación del Ca. Los reservorios son abiertos con una alta relación superficie/volumen adecuada para la optimización del proceso y para conseguir la carbonatación total del residuo.

50

Por "gases de efecto invernadero" en la presente invención se refiere a los gases responsables del efecto invernadero (mencionados por el panel internacional para el cambio climático, IPCC). En esta invención, fundamentalmente se refiere al dióxido de carbono, pero también, por ejemplo pero sin limitarse solo a ellos, al metano (CH₄), el monóxido de carbono (CO), los óxidos nitroso (NO_x) y sulfuroso (SO_x).

55

La carbonatación del calcio produce calcita. La cual puede dispensarse sin impacto nocivo alguno para el medioambiente o comercializarse.

Por "calcita" en la presente invención se refiere a uno de los polimorfos del carbonato cálcico CaCO₃.

60

Por lo que, un segundo aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento de eliminación de corriente gaseosa que comprende dióxido de carbono mediante carbonatación inducida, con una suspensión acuosa que comprende calcio en un porcentaje en peso superior al 15%, este calcio puede ser procedente de un subproducto rico en calcio, superior al 50% en peso de la fase sólida.

65

La carbonatación inducida preferiblemente se lleva a cabo mediante el contacto forzado de la suspensión acuosa con la corriente de gas que comprende el gas de dióxido de carbono.

Un tercer aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento de eliminación de un gas que comprende dióxido de carbono mediante carbonatación ambiental, con una suspensión acuosa que comprende un subproducto rico en calcio, siendo el porcentaje en calcio de la suspensión acuosa superior al 15% en peso. Al igual que en la

ES 2 364 420 A1

carbonatación inducida el calcio proviene de un subproducto (fase sólida) con un porcentaje en calcio superior del 50% en peso.

La carbonatación ambiental se produce preferiblemente mediante el contacto de la suspensión acuosa en un reservorio con el gas contenido en la atmósfera. Más preferiblemente dicho reservorio puede estar abierto, aún más preferiblemente el reservorio está en agitación continua.

En una realización preferida la suspensión acuosa empleada tanto en la carbonatación inducida como en la carbonatación ambiental, es un subproducto de la industria del acetileno.

La relación superficie/volumen del reservorio somero debe de ser superior a $0,1 \text{ cm}^{-1}$.

Por “relación superficie/volumen” en la presente invención se refiere al cociente entre la superficie expuesta a la intemperie del material contenido en una balsa dada y el volumen ocupado por dicho material.

Por “relación sólido/líquido” en la presente invención se refiere al cociente entre la cantidad de masa sólida presente en un residuo húmedo dado, y la masa de líquido, típicamente agua (pero no exclusivamente), en el que esta masa sólida se encuentra.

El subproducto con alto contenido en calcio usado en ambos procedimientos es preferiblemente portlandita. Y dicho subproducto es más preferiblemente un subproducto de la producción de acetileno.

La relación entre el volumen de la suspensión acuosa y el flujo de gas preferiblemente está entre 0,01 s y 1 s.

Los procedimientos descritos anteriormente se llevan a cabo a presión y temperatura ambientales de forma de que en ningún caso suponga un gasto energético adicional, luego el intervalo de temperatura está preferiblemente entre 15 y 50°C y más preferiblemente entre 15°C y 35°C. La presión se encuentra preferiblemente en el intervalo entre 0,5 y 2 bares, siendo este intervalo de presión más preferiblemente entre 0,9 bar y 1,6 bares.

El procedimiento de captura de CO_2 que se propone en la presente invención mediante la utilización de la suspensión acuosa con alto contenido en calcio, como los subproductos producidos en la industria del acetileno, supone una innovación en el terreno de la reducción de emisión de gases de efecto invernadero de la industria química. No se ha desarrollado hasta la actualidad un método de secuestro mineral de CO_2 en condiciones de presión y temperatura ambientales de un subproducto industrial. La principal ventaja que supone el empleo del procedimiento descrito en la presente invención, es una simplificación del proceso considerable, al no utilizar ningún procedimiento costoso desde el punto de vista energético o técnico, si no simplemente usar los residuos tal cual son generados. Es decir, en este procedimiento no serían necesarios tratamientos térmicos y tratamientos mecánicos significativos, por lo que la simplicidad técnica es considerable y el coste tanto económico como energético del proceso sería muy pequeño.

Actualmente no existe ningún procedimiento diseñado para tal efecto, por lo que a día de hoy estos residuos no son utilizados para la eliminación de gases de efecto invernadero. La industria de producción de acetileno genera gases (entre los que se encuentra CO_2), y una solución acuosa con alto contenido en calcio (hidróxido de calcio o portlandita, principalmente). Estos residuos en la actualidad son dispensados como desechos.

El procedimiento definido como “carbonatación ambiental” tiene por objetivo provocar la reacción del CO_2 ambiental con el Ca presente en los residuos industriales. Es sabido que el mero contacto con el aire de soluciones saturadas o sobresaturadas de calcio provoca esta reacción de carbonatación con el CO_2 ambiental pero esta exposición al aire habitualmente crea una película exterior de calcita en los granos de portlandita, obteniendo finalmente sólo una pequeña parte del calcio carbonatado. En los ejemplos descritos en la presente invención, la carbonatación de los residuos se realiza durante el propio secado de los residuos en contacto con la atmósfera, de manera que las condiciones de secado así como la configuración geométrica del residuo provoca la carbonatación total del calcio presente. El objeto de esta invención es controlar los parámetros del proceso para que la cinética de las reacciones que ocurren en el sistema sean lo más favorables para la carbonatación de la portlandita del residuo.

En resumen, en uno y otro caso se trata de utilizar los residuos gaseosos, líquidos y sólidos como reactivos para producir calcita (carbonato de calcio), lo que supone un valor añadido al producto de la carbonatación.

Los dos procedimientos que se plantean en la presente invención, suponen la reacción de estos residuos industriales con el CO_2 presente en el medioambiente (carbonatación ambiental) y con el CO_2 generado en ciertos sectores industriales (carbonatación inducida). En ambos caminos propuestos en esta invención (carbonatación ambiental y carbonatación inducida) se plantea la utilización del residuo industrial de la industria del acetileno tal y como es producido y en condiciones ambientales (en comparación con la utilización de agua destilada y las condiciones de presión y temperatura controladas, conocidas en el estado de la técnica). Esto supone un salto cualitativo en cuanto a la sencillez técnica del procedimiento, lo que supone tener muchas más garantías de poder ser desarrollado a escala industrial.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra “comprende” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas

y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención.

5 Descripción de las figuras

Figura 1.- Diagrama de rayos-X de la muestra original. El patrón corresponde con la portlandita.

Figura 2.- Diagrama de rayos-X de la muestra tras el experimento de carbonatación inducida del ejemplo 1. El patrón corresponde con la calcita.

Figura 3.- Análisis de termogravimetría de la muestra tras el experimento de carbonatación inducida del ejemplo 1. No se aprecia caída alguna de peso por deshidroxilación de la portlandita, y sólo aparece la degradación de la calcita alrededor de 700°C.

Figura 4.- Análisis de termogravimetría de una muestra tras cinco días de carbonatación ambiental.

Figura 5.- Diagrama de rayos-X de la muestra tras una semana de carbonatación ambiental. El patrón corresponde con la calcita.

Figura 6.- Análisis de termogravimetría de una muestra tras una semana de carbonatación ambiental.

Ejemplos

A continuación se ilustrará la invención mediante unos ensayos realizados por los inventores, que pone de manifiesto la especificidad y efectividad de residuos ricos en calcio para la eliminación de CO₂ y de otros gases de efecto invernadero.

A partir del residuo de la industria del acetileno

En la industria del acetileno se generan residuos ricos en calcio que, fundamentalmente están compuestos por una suspensión de portlandita (Ca(OH)₂, densidad = 2,23 g/cm³) (Figura 1) en agua que contiene una pequeña cantidad de sílice (<2,3% en peso) y algunas impurezas como Al (<1%), S (<0,7%), Fe, Mn, o Sr (<0,1%). Por otro lado, el agua en equilibrio con el residuo sólido contiene una cantidad de calcio [Ca]=1,393 g/l. Este líquido presenta un pH = 12,1. La fracción del sólido en el residuo húmedo es del 33% en peso, lo que implica que el residuo tiene una densidad neta del 1,22 g/cm³.

Se obtuvo una carbonatación prácticamente completa del residuo. Los análisis de difracción de rayos X, así como experimentos de termogravimetría demostraron la desaparición total de la portlandita y la aparición de la calcita.

Ejemplo 1

Carbonatación inducida

El objeto de la carbonatación inducida es la reducción o eventual eliminación del CO₂ y otros gases de efecto invernadero que se emiten por la industria química en general, y en concreto la industria del acetileno. Para ello, se ha utilizado un flujo de 150 cm³/s CO₂ durante 5 minutos en un reactor donde se encontraban dispersos 25 ml del residuo acuoso rico en calcio. Allí, el burbujeo de los gases provoca la reacción del CO₂ disuelto en el agua con el calcio, dando lugar a calcita. Finalmente, la muestra se deja secar en condiciones atmosféricas.

En esta materialización se trabajó con 10,17 g netos de portlandita en la solución acuosa (despreciando las impurezas). Los análisis de rayos-X (Figura 2) y de termogravimetría (Figura 3) confirman que durante este proceso de ataque, prácticamente el 100% de la portlandita se ha carbonatado, capturando por lo tanto 6,05 g de CO₂.

En una extrapolación a escala industrial, si se consideran 100 m³ de residuo, en los que dos tercios del volumen corresponden al agua en equilibrio con la portlandita, la cantidad de portlandita presente sería de unas 40 toneladas. Por tanto, en este proceso se fijarían 24 toneladas de CO₂.

Ejemplo 2

Carbonatación ambiental

Partiendo de un residuo de la industria del acetileno de igual composición al citado anteriormente, se realiza la carbonatación ambiental con una muestra de residuo de 10 cm³ con una relación sólido/líquido del 33%, y esparcidos a lo largo y ancho de un recipiente de base 10 cm² dejando la muestra dispersa con 1 cm de altura, lo que determina una relación superficie/volumen de 1 cm⁻¹. En esta materialización, la cantidad total de muestra fue de 12,2 g, y la portlandita presente en la muestra (despreciando las impurezas) fue de 4,07 g, siendo el resto líquido sobrenadante.

ES 2 364 420 A1

En esta primera materialización de la invención, el proceso de secado y su consecuente carbonatación ambiental duró unos 5 días. En este tiempo la masa de CO₂ capturada fue ligeramente superior al 28,1% del total de la muestra carbonatada, como se puede ver en el resultado del análisis termogravimétrico de la muestra seca (Figura 4). Si lo comparamos con el máximo teórico, que corresponde con una masa de CO₂ capturada del 44%, se comprueba que se ha alcanzado un grado de carbonatación del 64%. Esto se traduce en que en los 12,2 g de muestra original se han capturado 1,57 g de CO₂ en cinco días.

En una extrapolación de esta materialización a un volumen industrial de 100 m³, dispersos en una geometría similar de relación superficie/volumen de 1 cm⁻¹, es decir, a lo largo y ancho de una hectárea (10.000 m²), *la cantidad de dióxido de carbono que se podría secuestrar sería de unas 16 toneladas en un plazo menor de una semana.*

Ejemplo 3

15 *Carbonatación ambiental*

En otra materialización de la presente invención, los reservorios se rehumedecieron cada día, vertiendo sobre el residuo una pequeña cantidad de agua. Esto evitó la formación de una película inhibidora de carbonato, facilitando de este modo el acceso del CO₂ a todo el conjunto de la portlandita del residuo. Los experimentos de laboratorio demuestran una carbonatación prácticamente completa del residuo tras un procedimiento de carbonatación ambiental mediante esta segunda materialización. En concreto, 12,2 g de muestra se encuentran parcialmente secos al cabo de 24 h. Añadiendo unos pocos mililitros de agua cada 24 h, al cabo de siete días la muestra se encuentra completamente carbonatada.

Los análisis de difracción de rayos X (Figura 5), así como experimentos de termogravimetría (Figura 6) demostró la desaparición total de la portlandita y la existencia exclusiva de la calcita. En este caso, la pérdida en peso correspondiente al desprendimiento de CO₂ por descomposición térmica de la calcita fue del 37% en vez del máximo teórico si la portlandita fuese pura y completamente seca. Considerando las impurezas presentes en la muestra, se correspondería con una carbonatación prácticamente completa. En esta materialización se han capturado 2,42 g de CO₂ en una semana. Una extrapolación a cantidades industriales análoga a la del ejemplo anterior, *la cantidad de dióxido de carbono que se podría secuestrar sería de unas 24 toneladas de dióxido de carbono en una semana.*

La utilización ocasional de dispositivos de agitación mecánica, impulsada en todo momento por energía de origen renovable, puede acelerar estos tiempos de carbonatación y reducirlos a 48 h.

ES 2 364 420 A1

REIVINDICACIONES

- 5 1. Uso de una suspensión acuosa con un porcentaje en peso de calcio superior al 15%, para la eliminación de un gas que comprende dióxido de carbono.
2. Uso de la suspensión acuosa según la reivindicación 1, donde dicha suspensión acuosa es un subproducto de la producción del acetileno.
- 10 3. Uso de una suspensión acuosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, donde el subproducto comprende portlandita.
4. Uso de la suspensión acuosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el dióxido de carbono proviene de la propia producción del acetileno.
- 15 5. Procedimiento de eliminación de CO₂ de una corriente gaseosa que comprende dióxido de carbono mediante carbonatación inducida, con una suspensión acuosa que comprende calcio en un porcentaje de superior al 15% en peso.
- 20 6. Procedimiento según la reivindicación 5, donde la carbonatación inducida se produce mediante el contacto forzado de la suspensión acuosa y la corriente del gas en condiciones de presión y temperatura ambientales.
7. Procedimiento de eliminación de un gas que comprende dióxido de carbono mediante carbonatación ambiental, con una suspensión acuosa que comprende calcio en un porcentaje en peso superior al 15%.
- 25 8. Procedimiento según la reivindicación 7, donde la carbonatación ambiental se produce mediante el contacto de la suspensión acuosa en un reservorio con el gas contenido en la atmósfera.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, donde el reservorio es abierto.
- 30 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, donde el reservorio esta en agitación.
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, donde la relación de superficie/volumen de la suspensión acuosa es superior al 0,1 cm⁻¹.
- 35 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, donde el subproducto rico en calcio es portlandita.
13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 12, donde la suspensión acuosa es un subproducto de la producción del acetileno.
- 40 14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 13, donde la relación entre el volumen de suspensión acuosa y el flujo de gas se encuentra entre 0,01 s y 1 s.
- 45 15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 14, donde la carbonatación se realiza a temperaturas entre 5 y 50°C.
16. Procedimiento según la reivindicación 15, donde el intervalo de temperatura es entre 15 y 35°C.
- 50 17. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 16, donde la carbonatación se realiza a presiones entre 0,5 y 2 bar.
18. Procedimiento según la reivindicación 17, donde el intervalo de presión es entre 0,9 bar y 1,6 bar.

55

60

65

Figura 1

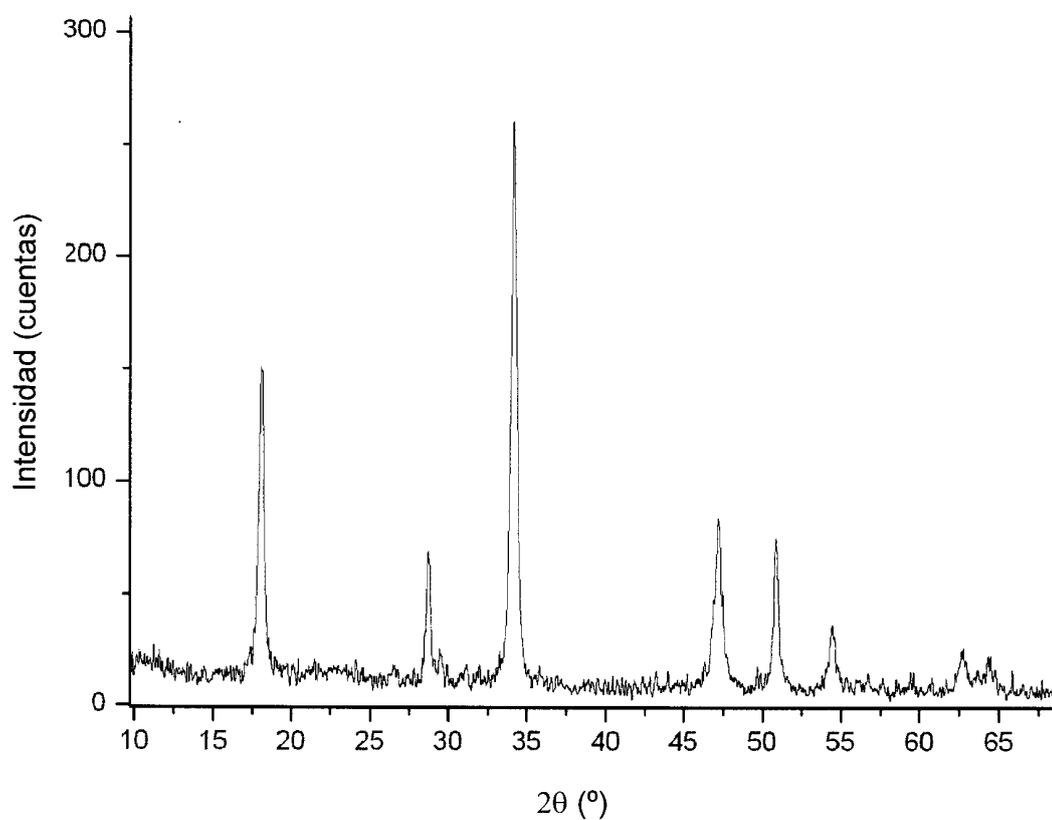


Figura 2

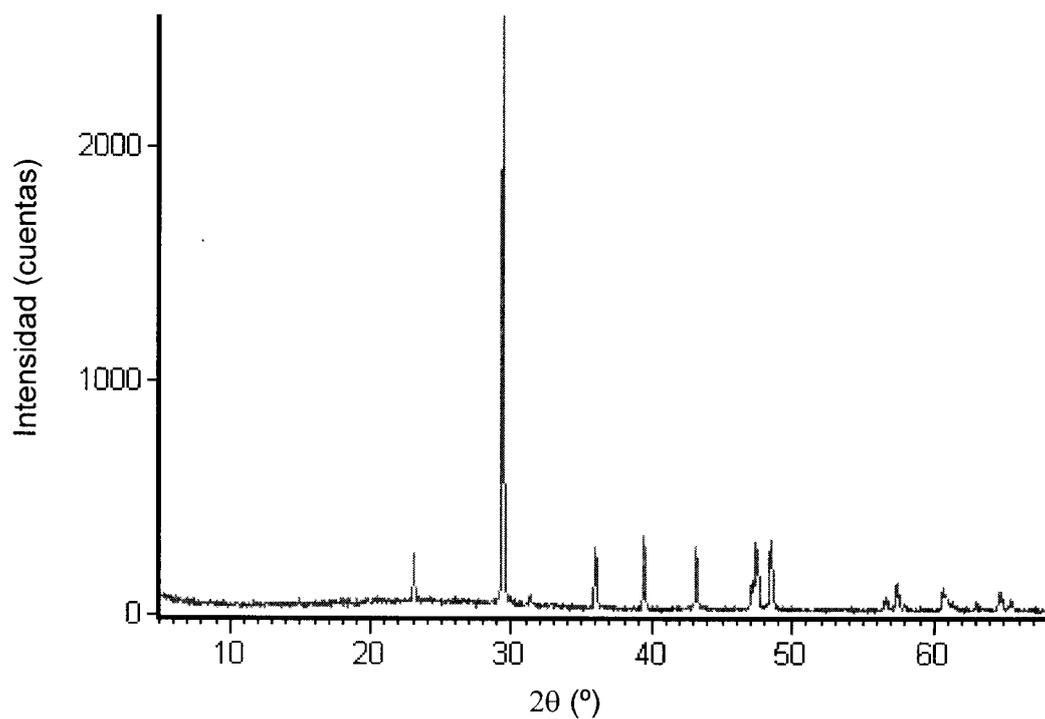


Figura 3

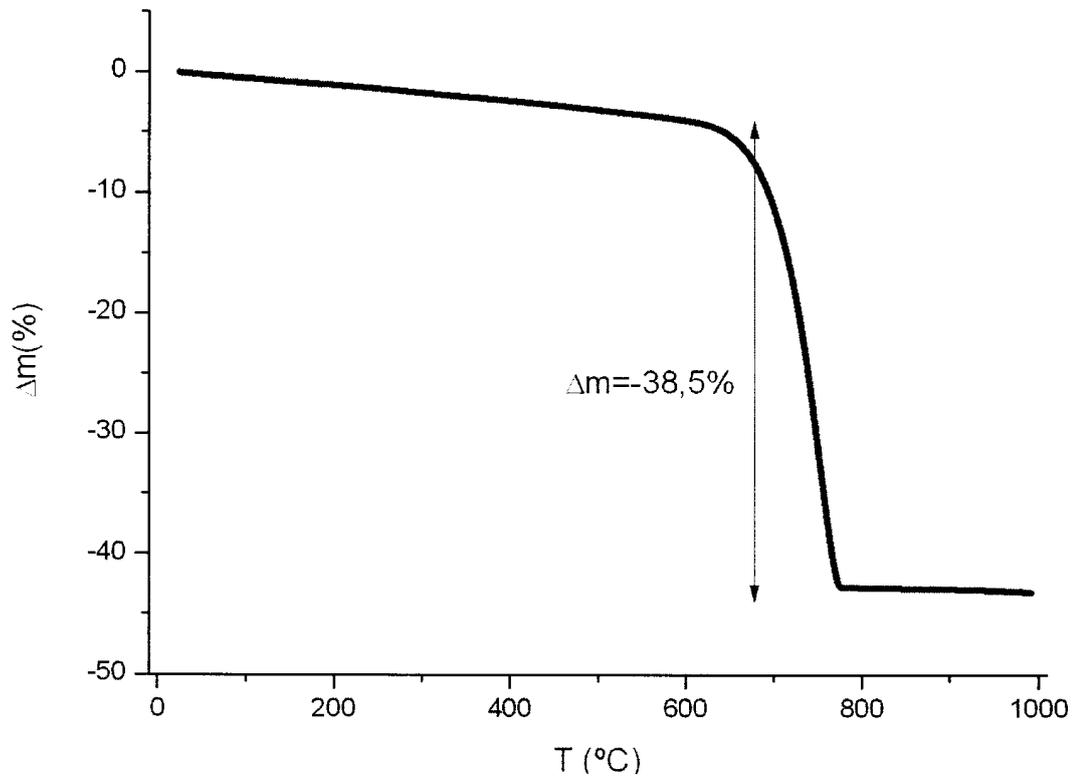


Figura 4

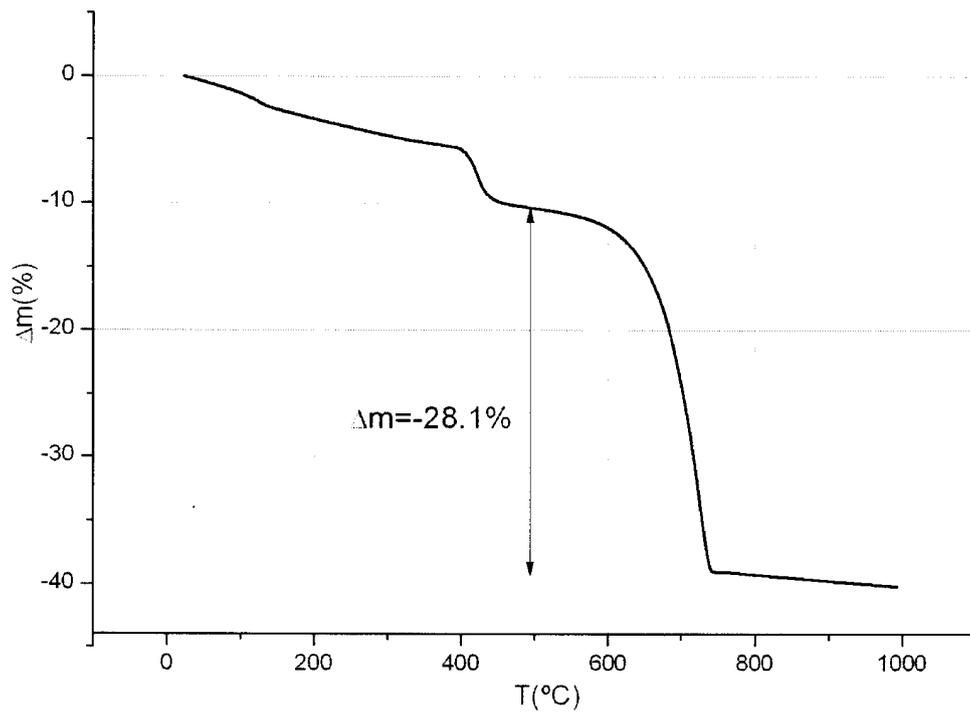


Figura 5

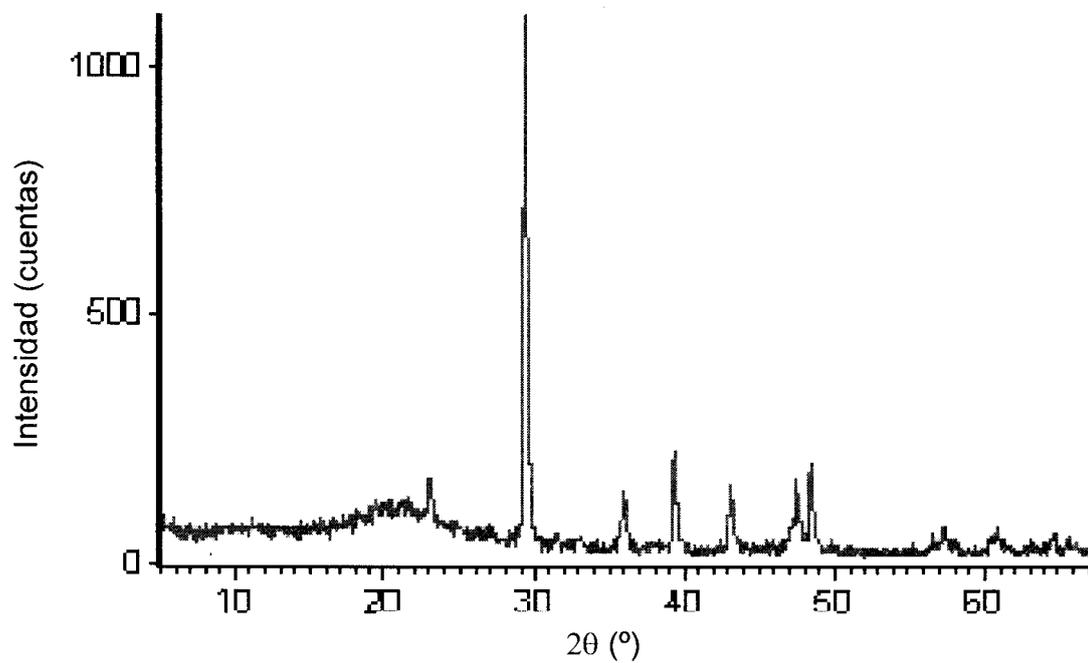
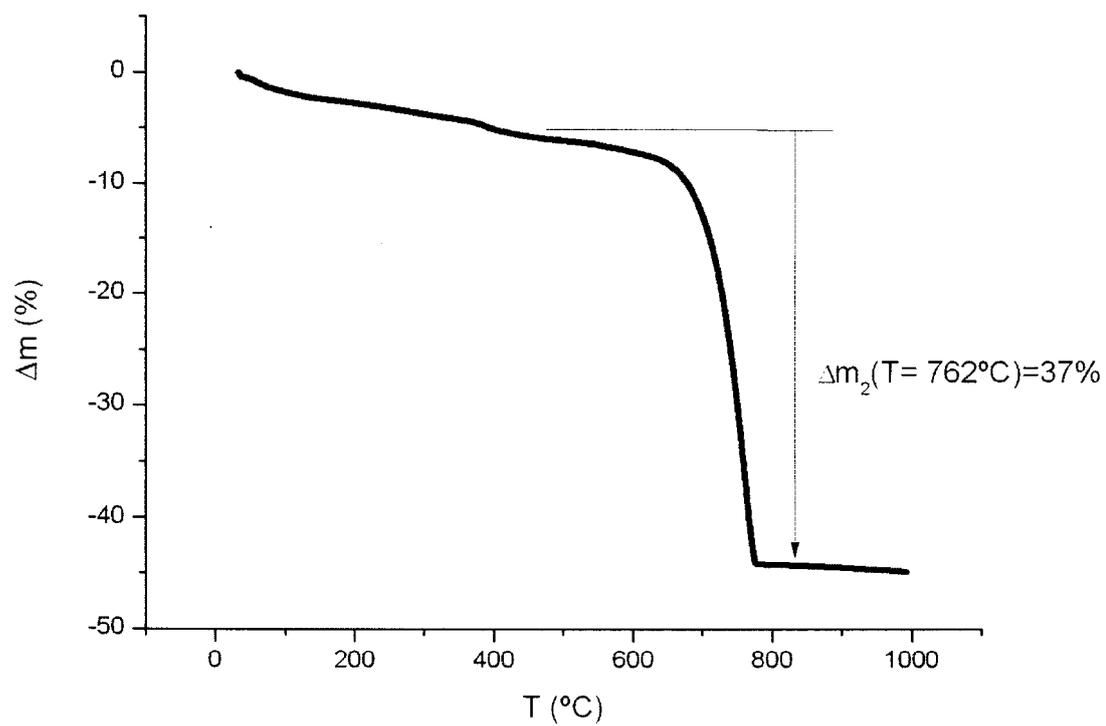


Figura 6





OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201000062

②② Fecha de presentación de la solicitud: 19.01.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **B01D53/62** (01.01.2006)
C01F11/18 (01.01.2006)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	PÉREZ LÓPEZ et al. Carbonation of alkaline papermill waste to reduce CO ₂ greenhouse gas emissions into de atmosphere. Applied Geochemistry 2008, Vol. 23, páginas 2292-2300, resumen.	1-4
X	EP 2070578 A1 (UNIV JOSEPH FOURIER) 17.06.2009, párrafos [26],[32],[47-62].	1-4
A	US 2005238563 A1 (EIGHMY et al.) 27.10.2005, párrafos[25-28].	1-18
A	HUIJGEN et al. Mechanisms of aqueous wollastonite carbonation as a posible CO ₂ sequestration process. Chemical Engineering Science, 2006, Vol. 61, páginas 4242-4251, resumen.	1-18
A	WO 2007071633 A1 (SHELL INT RESEARCH) 28.06.2007, ejemplo 1.	1-18

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
03.02.2011

Examinador
A. Rua Aguete

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B01D, C01F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI,NPL, XPESP, CAPLUS

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 03.02.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2,4-18	SI
	Reivindicaciones 1,3	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 5-18	SI
	Reivindicaciones 1-4	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	PÉREZ LÓPEZ et al. Carbonation of alkaline paper mill waste to reduce CO ₂ greenhouse gas emissions into de atmosphere. Applied Geochemistry 2008, Vol. 23, páginas 2292-2300, resumen.	
D02	EP 2070578 A1 (UNIV.JOSEPH FOURIER)	

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es el uso de una suspensión acuosa con un porcentaje en peso de calcio superior al 15% para la eliminación de un gas que comprende dióxido de carbono, siendo la fase sólida de la suspensión acuosa preferiblemente portlandita procedente de residuos de la industria química y el procedimiento para la eliminación del CO₂ de una corriente gaseosa que comprende CO₂ en condiciones de presión y temperatura ambientales, tanto por carbonatación inducida como ambiental.

Los documentos D1 y D2 divulgan el uso de una suspensión acuosa de residuos sólidos alcalinos que contienen portlandita, con una composición en peso del 55%, para la eliminación de un gas que comprende dióxido de carbono. (ver D1, resumen; D2, párrafos 62-63).

En consecuencia las reivindicaciones 1,3 de la solicitud carecen de novedad. (Art.6 LP).

Esta suspensión acuosa se utiliza para la eliminación de CO₂ de cualquier corriente gaseosa y tanto el residuo de la industria papelera como el procedente de la producción de acetileno tienen una composición de portlandita análoga.

En consecuencia, las reivindicaciones 2 y 4 de la solicitud carecen de actividad inventiva (Art.8 LP).

Ninguno de los documentos anteriores ni ninguna combinación relevante de los mismos revela el procedimiento para la eliminación del CO₂ de una corriente gaseosa con una suspensión acuosa procedente de residuos de la industria química que comprende un porcentaje en peso de calcio superior al 15 % mediante carbonatación ambiental o inducida realizada a presión atmosférica.

Por la tanto las reivindicaciones 5-18 son nuevas e implican actividad inventiva (Art. 6 y 8 LP).