



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 265 298**

⑫ Número de solicitud: 200501887

⑬ Int. Cl.:
C04B 41/48 (2006.01)
E04G 23/02 (2006.01)
C04B 38/00 (2006.01)

⑭

PATENTE DE INVENCION

B1

⑮ Fecha de presentación: **30.07.2005**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **01.02.2007**

Fecha de la concesión: **17.10.2007**

⑰ Fecha de anuncio de la concesión: **16.12.2007**

⑱ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.12.2007

⑲ Titular/es: **Universidad de Cádiz**
OTRI-Universidad de Cádiz
c/ Ancha, 16
11001 Cadiz, ES

⑳ Inventor/es: **Mosquera Díaz, María Jesús;**
Montes Herrera, Antonio y
Santos Martínez, Desiree de los

㉑ Agente: **No consta**

㉒ Título: **Procedimiento para consolidar rocas y otros materiales de construcción.**

㉓ Resumen:

Procedimiento para consolidar rocas y otros materiales de construcción.

El proceso de consolidación se desarrolla en el propio monumento, edificio, estatua, o cualquier otro objeto deteriorado.

Consigue la formación, en los poros del sustrato alterado, de un tamiz molecular de naturaleza mesoporosa y con una topología ordenada.

Entre sus ventajas cabe destacar:

- Al incrementar de forma considerable el radio de los poros del gel respecto al que poseen los consolidantes comerciales, se reduce drásticamente la presión capilar, y por tanto, el riesgo de fractura del material.

- La obtención de un consolidante con un radio de poro uniforme evita el riesgo de fractura, ya que impide la aparición de tensiones originadas por la presencia de poros de diferente tamaño.

- La obtención de un material mesoporoso, con un volumen de poros, que evita el bloqueo de los poros del sustrato alterado, y por tanto, impide la impermeabilización del edificio.

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para consolidar rocas y otros materiales de construcción.

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un procedimiento para consolidar rocas y otros materiales de construcción de naturaleza porosa, que se encuentran deteriorados como consecuencia de su exposición a diferentes agentes contaminantes y/o atmosféricos. Su principal aplicación es la restauración de edificios monumentales y otras piezas de valor histórico-artístico.

Estado de la técnica anterior a la fecha de presentación

En las últimas décadas, se ha producido un espectacular incremento de la contaminación ambiental que ha repercutido de forma alarmante en el deterioro de nuestros edificios monumentales y lugares históricos. Piezas de alto valor histórico, que se han conservado en un determinado emplazamiento de forma aceptable durante siglos, han sufrido, en los últimos años, un rápido e intenso proceso de alteración, hasta el punto que es posible percibir claramente de año en año, la alteración de monumentos construidos hace centurias e incluso milenios. Esta situación ha promovido un elevado número de intervenciones de conservación sobre nuestro patrimonio construido, así como un gran interés de los sectores industrial y científico por el desarrollo de productos de conservación adecuados.

La consolidación del material alterado es, sin lugar a dudas, una de las intervenciones de restauración más frecuentes. El proceso de consolidación consiste en devolver a una material la coherencia que perdió como consecuencia de su alteración. Los productos consolidantes actúan rellenando los espacios vacíos del material, que es habitualmente de naturaleza pétreo, incrementando su resistencia mecánica. Los requisitos que deben poseer estos productos son bien conocidos:

- Incrementar de forma significativa la resistencia mecánica del material (incremento superior a un 10%)
- Mantener inalterable la apariencia y color del sustrato
- Penetrar profunda y homogéneamente en el sustrato alterado, evitando la formación de películas superficiales
- Evitar modificaciones sustanciales de la permeabilidad al vapor del material (reducción inferior al 30%), permitiendo la evaporación del agua que penetra en el edificio a través de otras vías.
- Poseer características físico-químicas, mecánicas y de dilatación similares al sustrato.
- Evitar la formación de subproductos dañinos para el material.
- Poseer un cierto grado de elasticidad que evite la formación de las fracturas propias de un material rígido.

A lo largo de la historia se han aplicado como consolidantes materiales de naturaleza diversa, desde productos inorgánicos como hidróxidos de calcio o bario, hasta sustancias orgánicas naturales como ceras y aceites vegetales. En la actualidad, la variedad de consolidantes aplicados a obras de restauración es enorme e incluye productos tan diferentes como: acrilatos, vinil acetatos, etil silicatos, polisilanos, poliuretanos y epoxiresinas, entre otros. En el libro de Price (Stone Conservation. An Overview of Current Research. Editado por The J. Paul Getty. 1996) aparece una amplia revisión sobre estos productos.

A pesar de esta gran diversidad de consolidantes -algunos de ellos surgidos en los últimos años, como las emulsiones de tetrafluoroetileno (United States Patent N° 4,764,431, Fecha de prioridad: 16/8/1988) o las cenizas de $\text{CaO/SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, (United States Patent N° 5,059,251. Fecha de prioridad: 22/10/1991), los alcoxisilanos, y en particular el tetraetoxisilano (TEOS), son los componentes principales de la mayor parte de productos comerciales que existen, actualmente, en el mercado. El TEOS gelifica en los poros del material pétreo alterado mediante una clásica transición sol-gel. En concreto, Tegovakon V (comercializado por la multinacional Goldschmidt-Degussa) y Wacker OH (fabricado por Wacker Chemie GmbH) son los líderes indiscutibles del mercado europeo. En cuanto al mercado americano, Conservare H100 (fabricado por Prosoco) es, quizás, el producto más conocido. Las ventajas de estos monómeros de silicio han sido ampliamente comentadas en la literatura:

- Reducida viscosidad del monómero que permite una rápida y profunda penetración en el sustrato pétreo.
- La humedad ambiental de la piedra es suficiente para promover la polimerización
- Forma un gel estable en los poros de la roca con enlaces silicio-oxígeno similares a los existentes en los minerales de la roca.

No obstante, estos productos poseen algunos inconvenientes que han obligado a cuestionar su aplicación en determinados sustratos pétreos. Por ejemplo, presentan una escasa cohesión a sustratos de naturaleza calcárea, uno de

los componentes principales de nuestro patrimonio monumental. El enlace entre la piedra y consolidante requiere la presencia de grupos hidroxilo, que están prácticamente ausentes en los minerales propios de estas rocas (calcita, dolomita y aragonita). Para lograr una eficiente adhesión del consolidante a la roca calcárea, Slavid y Weiss han ideado un método (United States Patent N° 6,296,905, Fecha de prioridad: 02/10/2001), que crea una capa de hidroxilos sobre los sustratos pétreos, como paso previo a su consolidación. El producto ya ha sido comercializado por Prosoco con el nombre de Conservare HCT.

Otros inconvenientes asociados a los consolidantes de TEOS, se asocian a la formación de una densa red polimérica de sílice de naturaleza microporosa en el interior de la piedra alterada. El reducido tamaño de los poros del gel provoca una elevada presión capilar en la red, durante la fase de evaporación del disolvente, que produce fracturas, provocando, en muchas ocasiones, la ruptura completa del consolidante en interior de los poros de la piedra. Varios estudios realizados sobre los productos comerciales avalan esta idea (Scherer, G. W.; Wheeler, G.E. *Proceedings of the 4th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean*; Moropoulou, Zezza, Kollias and Papachristodoulou Eds.: Rhodes, Greece, 1997; Mosquera, M.J., Pozo, J., Esquivias, L., Rivas, T., Silva, B. J. *Non-Cryst. Solids* 2002, 311, 185-194.)

En los últimos años, se han desarrollado algunos nuevos productos en los que se pretende eliminar o reducir las fracturas del material consolidado. Por ejemplo Boos *et al.* lograron incrementar la plasticidad del producto, reduciendo el riesgo de fracturación, al añadir derivados orgánicos a la red de sílice (Boos, M., Grobe, J., Hilbert, G. and Muller-Rochholz, J. *Proceedings of the 8th Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, Berlín, 1996, pp. 1179-1185.) Por otra parte, Scherer *et al.* añadieron partículas de titanio, sílice u óxidos de hierro, cromo o cobalto al sol polimérico. El mayor tamaño de las partículas coloidales produce geles en los que se incrementa el tamaño de poro, reduciéndose, drásticamente, la presión capilar que soporta el gel durante la etapa de secado (Escalante, M. R., Flatt, R., Scherer, G.W., Tisiourva, D., Moropoulou, A. In *Protection and Conservation of the Cultural Heritage of the Mediterranean Cities*, Galan, Zezza, Eds. A.A. Balkema. The Netherlands, 2002.)

Explicación de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para consolidar rocas y otros materiales de construcción en estado alterado. El proceso de consolidación se desarrolla, *in situ*, en el propio monumento, edificio, estatua, o cualquier otro objeto deteriorado.

El procedimiento consiste en la formación, en los poros del sustrato alterado, de un tamiz molecular -material con poros interconectados de tamaño uniforme- de naturaleza mesoporosa y con una topología ordenada. Este nuevo material consigue eliminar los inconvenientes que presentan los consolidantes comerciales (comentados en los antecedentes de esta memoria), asociados a las características texturales del gel. En el siguiente párrafo y con objeto de facilitar la comprensión de las ventajas de la presente invención, se describe, muy brevemente, el origen de estos inconvenientes.

Los productos comerciales que contienen TEOS gelifican en el sustrato alterado formando una red polimérica de naturaleza microporosa. Tras la gelificación, se produce la evaporación del disolvente a través de los poros del polímero. Al formarse un menisco cóncavo en la interfase líquido-vapor se origina una presión capilar, que según la ecuación de Young-Laplace es inversamente proporcional al radio de poro. Por tanto, los consolidantes comerciales, como consecuencia del reducido tamaño de sus poros, soportan una elevada presión capilar que genera la ruptura del gel en el interior de la piedra. Obviamente, este gel fragmentado no produce la consolidación adecuada del citado sustrato.

El material objeto de la presente invención soluciona este inconveniente -trascendental para la obtención de un producto consolidante- de la siguiente forma:

- Al incrementar de forma considerable el radio de los poros del gel, se reduce drásticamente la presión capilar, y por tanto, el riesgo de fractura del material.

- La obtención de un consolidante con un radio de poro uniforme evita el riesgo de fractura, ya que en este caso la presión capilar es igual en todos sus poros impidiendo la aparición de tensiones que son las que, realmente, provocan la ruptura del material.

-Como ventaja adicional, la obtención de un material mesoporoso con un volumen de poros significativamente superior al de los productos comerciales evita el bloqueo de los poros del sustrato alterado, y por tanto, impide la impermeabilización del edificio.

El material, objeto de la presente invención forma parte de la familia de los populares tamices moleculares M41S, sintetizados, por vez primera, en el año 1992 por investigadores de Mobil corporation. Genéricamente, estos productos se obtienen por combinación de un monómero de sílice y un tensioactivo catiónico, que se añade a una concentración superior a la micelar, formando una estructura de tipo cristal líquido. Tras la polimerización del monómero, que ocurre mediante un clásico proceso sol-gel, las micelas de tensioactivo son eliminadas mediante un proceso de calcinación. El tensioactivo actúa como una plantilla, ya que los poros del material se corresponden, exactamente, a los huecos que dejan las micelas tras ser eliminadas por el proceso de calcinación.

La novedad que presenta el procedimiento objeto de esta invención frente a otras síntesis de tamices ya conocidas, se basa en el desarrollo de un método que permite la formación del tamiz molecular en el interior del sustrato alterado, eliminándose el tensioactivo a temperatura ambiente, sin necesidad de someter el producto a proceso de calcinación. Como es obvio, las modificaciones desarrolladas en el proceso de síntesis son claves para su aplicación como consolidante.

Descripción de las figuras

Figura 1.- Imagen de los consolidantes Tegovakon V (izquierda) y el tamiz molecular objeto de la presente invención (derecha), tras la fase de secado. El producto comercial se encuentra totalmente fracturado, mientras el consolidante sintetizado en nuestro laboratorio es un gel monolítico transparente libre de fracturas.

Figura 2.- Difractograma de Rayos X correspondiente al consolidante obtenido según el procedimiento descrito en el ejemplo 1 de la presente invención.

Figura 3.- Isotermas de adsorción de nitrógeno, correspondientes al consolidante obtenido según el procedimiento descrito en el ejemplo 1 de la presente invención, y a los productos comerciales Wacker OH y Tegovakon V.

Figura 4.- Gráficas de distribución de radio de poro correspondientes a la roca calcarenita sin tratar y las rocas consolidadas según el procedimiento descrito en el ejemplo 2 de la presente invención.

Modo de realización de la invención

El procedimiento, objeto de la presente invención, incluye las siguientes etapas: En primer lugar, se mezclan un alcoxisilano, un tensioactivo, capaz de ser eliminado por evaporación a temperatura ambiente, agua, etanol y ácido clorhídrico. El alcoxisilano puede ser TEOS y el tensioactivo, una amina primaria, como la n-octilamina. La concentración del tensioactivo debe ser inferior a su concentración micelar crítica con objeto de que dicha concentración se alcance en el interior del sustrato a consolidar. La formación de micelas antes de la aplicación a la piedra provocaría un incremento significativo en la viscosidad del sol de partida que podría reducir su penetración en el sustrato alterado. Para lograr una buena mezcla de los productos, es aconsejable que ésta se produzca a reflujo a una temperatura que oscile entre 40-60°C. La concentración del ácido clorhídrico debe ser suficiente para lograr un pH de la mezcla entre 1-2. La relación molar alcoxisilano/agua debe ser igual o superior a su relación estequiométrica, 1:4 en el caso del TEOS. La relación molar alcoxisilano/etanol debe ser igual o superior a la relación necesaria para formar un gel de sílice, 1:3,8 en el caso del TEOS.

La siguiente etapa del proceso, es la impregnación del material a consolidar con el sol preparado. El consolidante puede penetrar en el sustrato por impregnación de la superficie mediante un cepillo o brocha. En el caso de objetos de tamaño reducido, por inmersión en un tanque que contenga el sol, o bien por ascenso capilar mediante el contacto superficial del consolidante y la cara inferior del objeto. Tras la impregnación, comienza a evaporarse el etanol de la mezcla a través de los poros del material tratado; al alcanzarse la concentración micelar del tensioactivo en el sol, se forma una estructura tipo cristal líquido, propiciada por la formación de las micelas.

La primera etapa del proceso de polimerización es la hidrólisis del TEOS: $\text{Si} - \text{OR} + \text{HOH} \rightarrow \text{Si} - \text{OH} + \text{ROH}$.

En un tiempo máximo de 24 horas, ocurre la polimerización por simple condensación del alcoxisilano hidrolizado: $\text{Si} - \text{OH} + \text{OH} - \text{Si} \rightarrow \text{Si} - \text{O} - \text{Si}$, formándose el gel de sílice. Además, ocurren reacciones de condensación del alcoxisilano hidrolizado con grupos OH presentes en la superficie de los granos minerales de la roca, lográndose la adherencia consolidante-roca. La etapa final del proceso es el secado del gel, por evaporación del disolvente y del tensioactivo a través de sus poros. Este proceso puede durar hasta 7 días. El gel formado en los poros del sustrato alterado es un material mesoporoso con tamaño uniforme de poro. A continuación, y con objeto de ilustrar con más detalle, el procedimiento objeto de patente y sus ventajas frente a productos comerciales, se describe un ejemplo concreto de síntesis, en el que se incluyen datos reales obtenidos en nuestro laboratorio de investigación.

Ejemplo 1

Se mezcló n-octilamina y TEOS. La concentración de octilamina en la disolución fue (0,16%p/p). A continuación se añadieron el resto de precursores: agua, etanol y ácido clorhídrico por reflujo a 60°C durante 90 minutos. Las relaciones molares de la mezcla fueron: 1TEOS/ 22Etanol/ 5agua/0.004 HCl/0.00498 n-octilamina. Finalmente, la mezcla fue agitada durante 10 minutos. Con objeto de comprobar si la viscosidad del sol era adecuada para su aplicación como consolidante, se midió su viscosidad utilizando un viscosímetro rotacional de Brookfield (modelo DV-II+ con adaptador UL/Y). La temperatura del experimento fue 25°C. Además, se midió la viscosidad de dos de los productos comerciales más populares: Tegovakon V (Goldschmidt-Degussa) y Wacker OH (Wacker Chemie GmbH). En la tabla 1 se presentan los resultados correspondientes a los tres soles evaluados. La viscosidad del sol sintetizado en nuestro laboratorio presenta un valor intermedio entre los valores correspondientes a los dos soles comerciales evaluados.

A continuación, los tres soles sintetizados fueron expuestos a las condiciones de laboratorio (20°C y 60% de humedad). Con el fin de simular el proceso que ocurre en los poros de la roca consolidada, la velocidad de evaporación fue limitada por unos orificios. La polimerización ocurrió en los tiempos que se indican en la Tabla 1. En un tiempo máxi-

mo de 1 semana, los geles mantuvieron un peso constante, hecho indicativo de la total eliminación de los disolventes. En el caso del tamiz molecular, se realizó un análisis térmico diferencial que permitió constatar la eliminación completa del tensioactivo en este periodo. En la Figura 1 aparecen los dos geles obtenidos. En el caso, del tamiz molecular se trata de un material monolítico sin fracturas, mientras el producto comercial aparece totalmente fragmentado.

Los ensayos que se realizaron para comprobar la formación de un tamiz molecular de naturaleza mesoprosa fueron difracción de rayos X (mediante un difractómetro de Bruker modelo D8 equipado con tubo de cobre) y fisiorción de nitrógeno (mediante un aparato Sorptomatic 1990 de Fisons Instrument). La curva de difracción de rayos X de la muestra sintetizada según este ejemplo se presenta en la Figura 2. La aparición de un pico bien definido en el intervalo 2-4 del ángulo de difracción 2 θ es una señal inequívoca de la formación de una estructura mesoporosa ordenada. En los difractogramas correspondientes a los productos comerciales no se apreciaron picos definidos, como cabe esperar de un material desordenado. En la figura 3 se presentan las isoterma de fisiorción del material sintetizado en el laboratorio y de ambos productos comerciales. La isoterma del Wacker OH corresponde a un material microporoso (tipo 1 de la clasificación IUPAC). En el caso de Tegovakon V, aunque existe una cierta histéresis propia de la condensación capilar que ocurre en materiales mesoporosos (isoterma tipo IV de la IUPAC), la adsorción ocurre a presiones reducidas, que son propias de materiales con poros en el rango microporoso. En la isoterma correspondiente al tamiz molecular, se aprecia un aumento significativo de la presión de adsorción, en zonas propias de materiales mesoporosos. La reducida histéresis que presenta este material sugiere la existencia de un estrecho intervalo de tamaño de poro. En la tabla 1 se incluyen datos de radio de poro medio -calculados según el modelo HK en consolidantes comerciales y modelo BJH en el tamiz molecular- y volumen poroso. Los valores de radio de poro y volumen poroso se incrementan de forma significativa en el tamiz molecular con respecto a los obtenidos para los consolidantes comerciales.

TABLA 1

Consolidante	Viscosidad 25°C (mPa*s)	Tiempo polimerización (días)	Radio poro (nm)	Volumen poros (cm ³ /g)
Ejemplo 1	2,54	1 día	1,70	0,57
Tegovakon V	2,77	3 días	0,58	0,40
Wacker OH	1,98	4 días	0,54	0,29

Ejemplo 2

El procedimiento objeto de la presente invención fue utilizado para consolidar una roca calcarenita utilizada en la construcción de muchos de los monumentos emblemáticos del suroeste de Andalucía (catedrales de Sevilla y Cádiz, entre otros). Esta roca, que procede de un yacimiento localizado en el Puerto Santa María (Cádiz), está constituida por calcita y cuarzo, fundamentalmente. Otra serie de probetas de la misma roca fue impregnada con Tegovakon V 100.

Con objeto de evaluar la eficacia de la consolidación, se determinó el grado de penetración de ambos consolidantes en la roca, midiendo el aumento de peso experimentado por probetas cúbicas de la roca (4 cm de arista) después de la consolidación. Con objeto de caracterizar la reducción de volumen poroso y tamaño de los poros bloqueados después del tratamiento, se realizó la caracterización textural de la roca antes y después de la consolidación, mediante porosimetría de intrusión de mercurio (modelos Pascal 140 y 440 de Fisons Instrument). Las probetas utilizadas fueron cubos de 1 cm de arista. Asimismo, se evaluaron cambios en la permeabilidad al vapor de la roca antes y después de los tratamientos, utilizando un procedimiento automatizado, desarrollado en nuestro laboratorio (Mosquera, M.J., Benítez, D. y Perry, S.H. Cem. & Concr. Res. 2002, 32, 1883-1888), que representa una automatización del procedimiento estandarizado ASTM E96-90 (Standard test methods for water vapor transmission of materials. Philadelphia, PA, 1990: ASTM. p. 685-695). En este caso, se utilizaron muestras de 4x4x1 cm. Finalmente, se evaluó el efecto que ejercen los consolidantes sobre las propiedades mecánicas de la roca mediante un ensayo de compresión uniaxial en un aparato (modelo Shimadzu Autograph AG-I Series) capaz de realizar una fuerza máxima de 5 kN, utilizándose probetas de dimensiones 2X1X1 cm.

Como se refleja en los valores de aumento de peso experimentado por la roca después de ambos tratamientos (En la Tabla 2 se recogen valores medios de 3 probetas), el grado de penetración de ambos consolidantes resultó muy similar, siendo ligeramente superior en el caso del tamiz molecular. En lo que se refiere a la evolución textural de la roca después del tratamiento, se aprecia una ligera reducción de la porosidad después de la consolidación (Los valores de la Tabla 2 corresponden a datos medios de 3 probetas), que es ligeramente superior para el producto comercial. En cuanto a la distribución de los poros, ambos consolidantes bloquearon de forma muy parecida los poros de la roca. La diferencia fundamental entre ambos es la aparición en la roca consolidada con el tamiz molecular de poros de radio entre 1-10 nm que podrían corresponder a los mesoporos que se forman del gel. Los valores de permeabilidad al vapor en la roca sin consolidar y en la roca consolidada con el tamiz molecular resultaron similares (Los datos recogidos en la Tabla 2 corresponden a los valores medios de cuatro probetas), mientras en la roca consolidada con el producto comercial se apreció una reducción de dicho valor. La presencia de mesoporos en el tamiz molecular favorece el

ES 2 265 298 B1

transporte de vapor de agua a través de la roca. Por último, indicar que la resistencia a la rotura que presenta la roca en el ensayo de compresión (datos medios de 10 probetas aparecen en la Tabla 2) resultó ligeramente superior en la roca consolidada con el tamiz molecular.

TABLA 2

Muestra	Peso (g/cm ²)	Porosidad (%)	Permeabilidad (m ² /s)	Resistencia (MPa)
Roca sin tratar		5,12	$3,81 \cdot 10^{-7}$	31,13
Roca con tamiz	0,20	12.88	$4,15 \cdot 10^{-7}$	34,18
Roca con TV V	0,15	11.87	$2,62 \cdot 10^{-7}$	30,48

Manera en que la invención es susceptible de aplicación industrial

El procedimiento objeto de la presente invención presenta una aplicación industrial inmediata en la restauración y rehabilitación de edificios monumentales y cualquier otras piezas de valor histórico-artístico, y en general en la restauración de cualquier material de construcción de naturaleza porosa.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para consolidar rocas y otros materiales de construcción, que comprende las siguientes etapas:

- Mezcla de un alcoxisilano, un tensioactivo, capaz de ser eliminado por evaporación a temperatura ambiente, agua, etanol y ácido clorhídrico, en concentraciones tales que permitan alcanzar la concentración micelar crítica del tensioactivo antes de que se produzca el proceso de gelificación.
- Impregnación del material a consolidar con el sol preparado.
- Secado del gel, por evaporación del disolvente y del tensioactivo.

2. Procedimiento para consolidar rocas y otros materiales de construcción, según reivindicación 1, **caracterizado** porque el alcoxisilano puede ser TEOS y el tensioactivo, una amina primaria, como la n-octilamina.

3. Procedimiento para consolidar rocas y otros materiales de construcción, según reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque la concentración del tensioactivo debe ser inferior a su concentración micelar crítica con objeto de que dicha concentración se alcance en el interior del sustrato a consolidar.

4. Procedimiento para consolidar rocas y otros materiales de construcción, según reivindicaciones 1, 2 y 3, **caracterizado** porque la concentración del ácido clorhídrico debe ser suficiente para lograr un pH de la mezcla entre 1-2.

5. Procedimiento para consolidar rocas y otros materiales de construcción, según reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque la relación molar alcoxisilano/agua debe ser igual o superior a su relación estequiométrica, 1:4 en el caso del TEOS.

6. Procedimiento para consolidar rocas y otros materiales de construcción, según reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque la relación molar alcoxisilano/etanol debe ser igual o superior a la relación necesaria para formar un gel de sílice, 1:3,8 en el caso del TEOS.

7. Procedimiento para consolidar rocas y otros materiales de construcción, según reivindicación 1, **caracterizado** porque la impregnación del consolidante puede realizarse en el sustrato por impregnación de la superficie mediante un cepillo o brocha, mediante inmersión en un tanque en un tanque que contenga el sol en el caso de objetos de tamaño reducido, o bien por ascenso capilar mediante el contacto superficial del consolidante y la cara inferior del objeto.

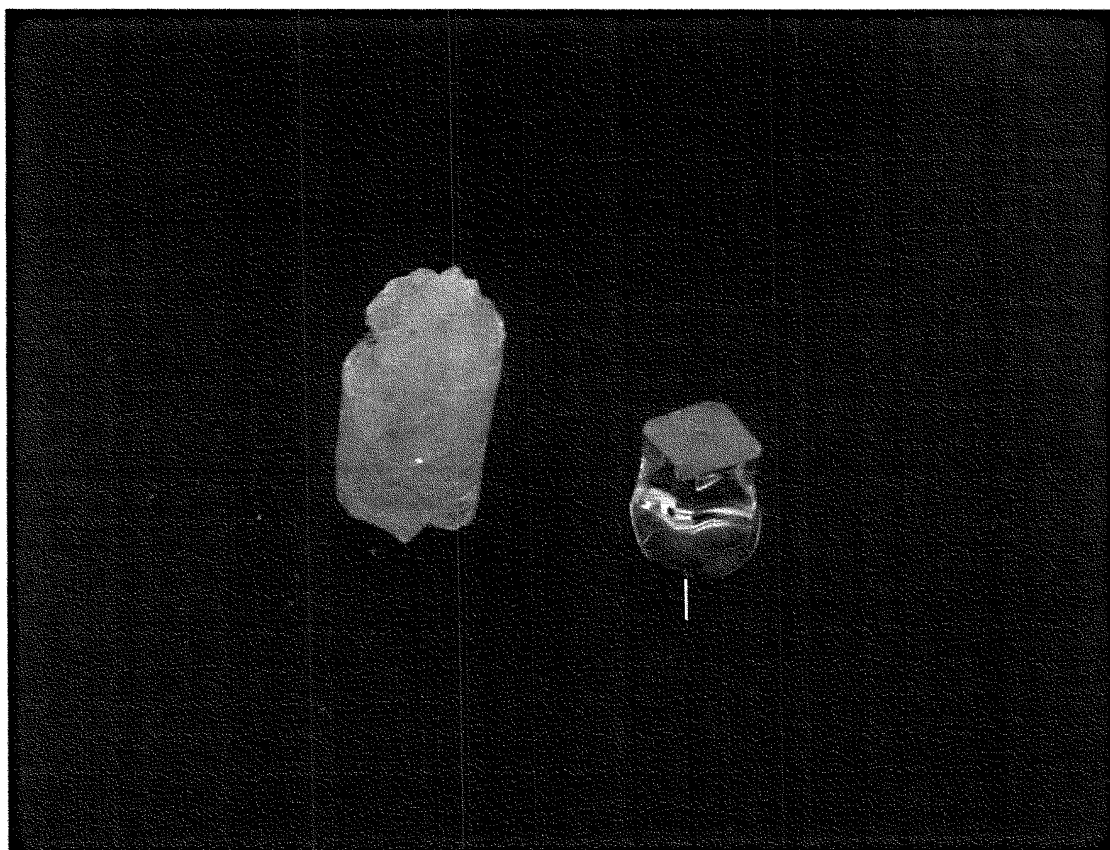


FIGURA 1

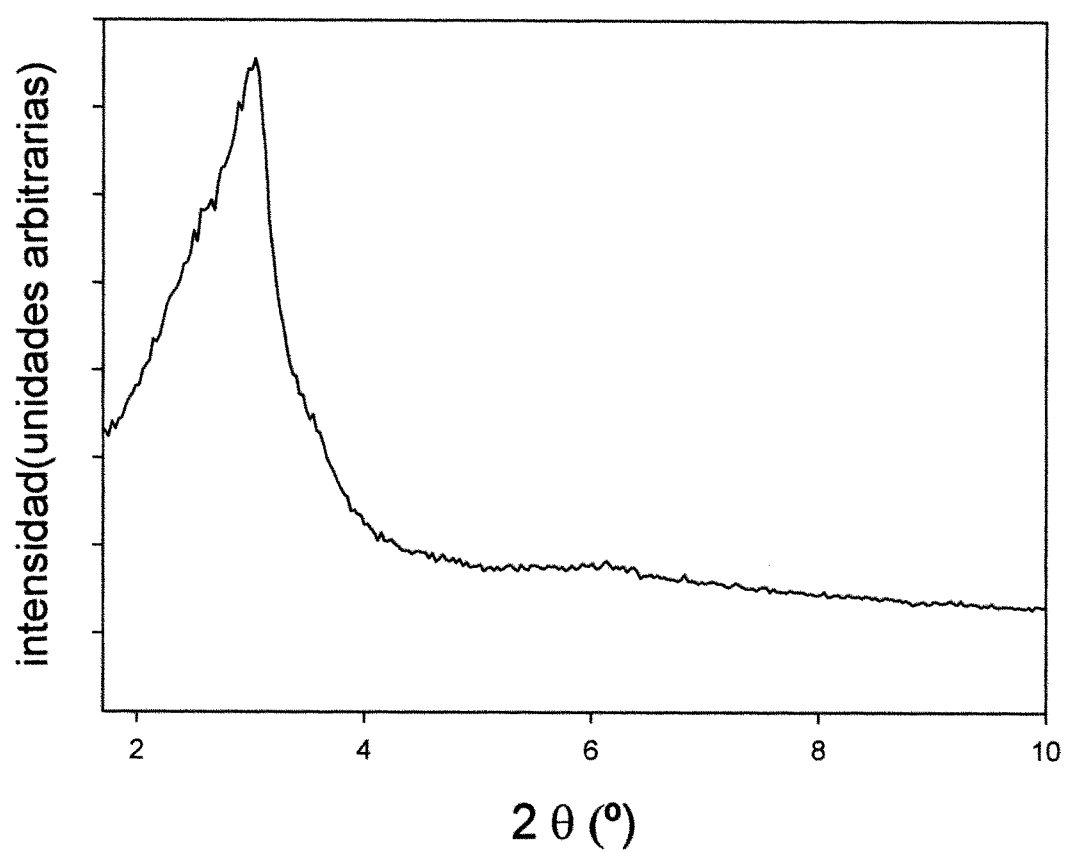


FIGURA 2

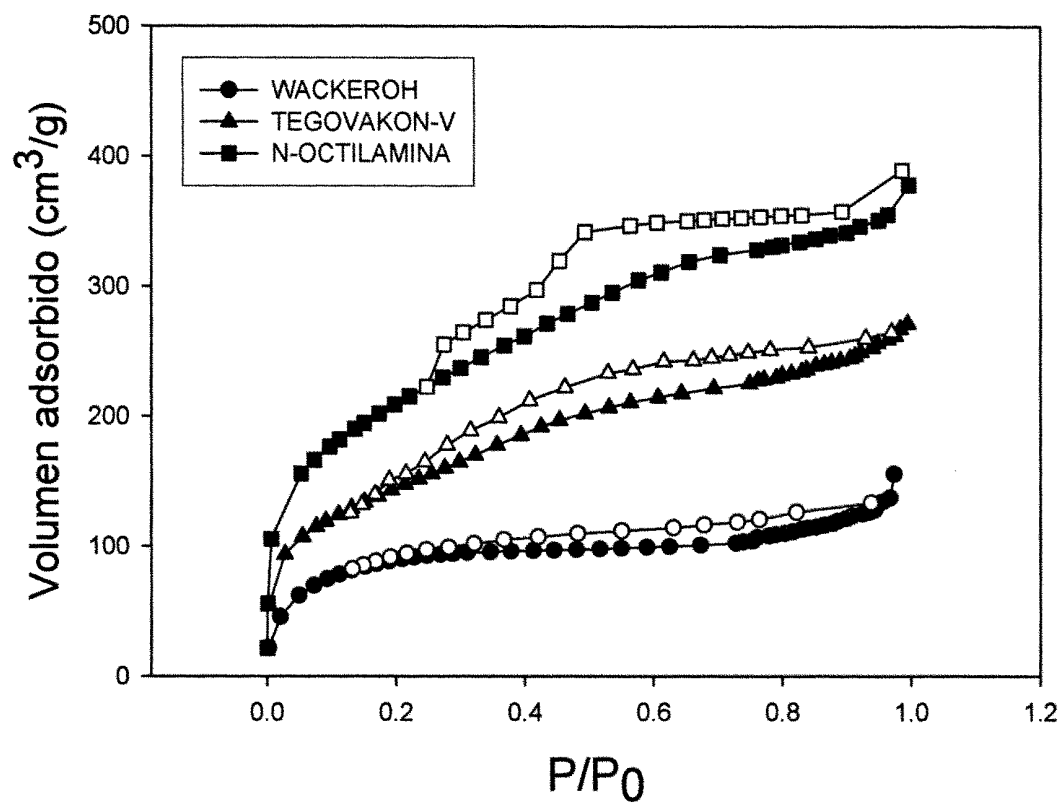


FIGURA 3

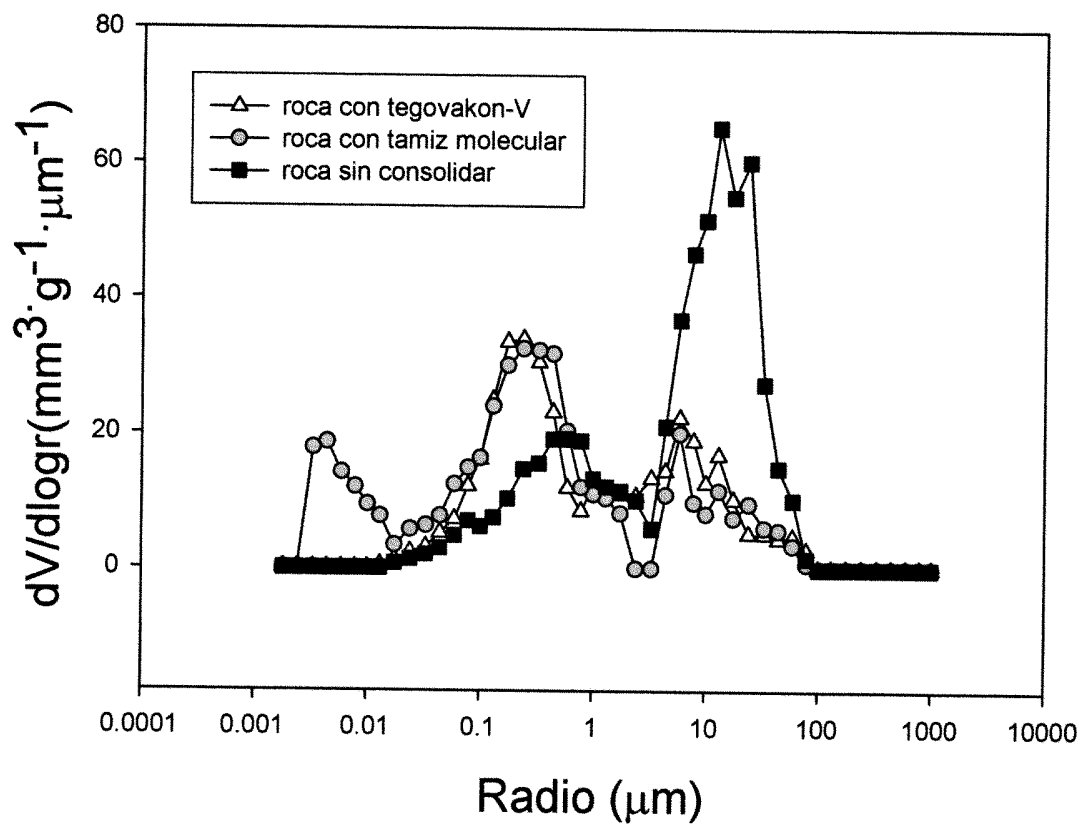


FIGURA 4



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 265 298

⑫ Nº de solicitud: 200501887

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 30.07.2005

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	MOSQUERA, MARIA J. y col. Producing Crack-Free Colloid-Polymer Hybrid Gels by Tailoring Porosity. Langmuir 2003, Vol. 19, Nº 3, páginas 951-957.	1-7
A	G.S. PRADO, ALEJANDRE y col. Different neutral surfactant template extraction routes for synthetic hexagonal mesoporous silicas. The Royal Society of Chemistry 2002. Vol. 12, páginas 3823-3826.	1-7
A	SHINSUKE N. y col. Effects of catalytic acid and templating surfactant concentrations on mesostructure of submillimeter-thick mesoporous silica by solvent evaporation synthesis. Microporous and mesoporous Materials 2001, Vol. 49, páginas 57-64.	1-7

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

23.11.2006

Examinador

A. Colomer Nieves

Página

1/2

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

C04B 41/48 (2006.01)

E04G 23/02 (2006.01)

C04B 38/00 (2006.01)