



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 187 245**

② Número de solicitud: 200001976

⑤ Int. Cl.7: **C04B 38/08**

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **02.08.2000**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.05.2003**

Fecha de la concesión: **10.05.2004**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **16.06.2004**

⑯ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.06.2004

⑰ Titular/es: **Universidad de Granada
Acera de San Ildefonso, 42 - 2ª Planta
18071 Granada, ES**

⑱ Inventor/es: **Durán Suárez, Jorge Alberto y
García Casco, Antonio**

⑳ Agente: **No consta**

㉑ Título: **Piedra artificial porosa: prefabricados y morteros adaptables (kit) para aplicación en obras de construcción y restauración.**

㉒ Resumen:

Piedra artificial porosa: prefabricados y morteros adaptables (kit) para aplicación en obras de construcción y restauración.

Procedimiento para obtener piedras artificiales y morteros porosos con fines constructivos, decorativos y restauradores consistente en mezclar, en proporciones variadas (según la piedra a simular), áridos, aglomerantes, pigmentos y elemento generador de porosidad. El aspecto más relevante del producto es su sistema poroso conectado, similar al de piedras naturales porosas (travertino, areniscas, tobas volcánicas,...) usadas en construcción y ornamentación. Tras el fraguado, curado, endurecimiento, y secado de la mezcla, el manufacturado adquiere porosidad conectada mediante la descomposición del elemento generador de porosidad, gracias a la adición de disolventes orgánicos (tolueno, xileno, acetona, disolvente universal *-thinner-*,...), o a la aplicación de sopleteado en la superficie. El producto se elabora como prefabricados de todo tipo (bloques, losas, enchapados, tableros, dovelas, columnas, balaustres, solería, etc) listos para su puesta en obra, o como morteros (kit adaptable) aplicables "en masa" y moldeables *in situ* con o sin encofrados (enlucidos, repellos, suelos, cornisas, etc).

ES 2 187 245 B1

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

DESCRIPCION

Piedra artificial porosa: prefabricados y morteros adaptables (kit) para aplicación en obras de construcción y restauración.

5 **Objeto de la invención**

La utilización de elementos de piedra artificial en trabajos de construcción permite conferir a la obra una cierta nobleza, al simular piedras naturales, con un gasto moderado. No obstante, algunas piedras naturales de construcción, como el travertino, las areniscas, y las tobas volcánicas, presentan tal grado
10 porosidad que su simulación artificial no es una tarea sencilla. Un primer objetivo de la presente invención es precisamente la obtención de productos de construcción (prefabricados y morteros) económicamente rentables que simulen piedras porosas.

Por otra parte, los trabajos de restauración de edificios y construcciones de carácter histórico-artístico
15 implican, en la inmensa mayoría de los casos, la aplicación de morteros que reemplazan partes de los elementos pétreos constructivos dañados (e.g., sillares de paramentos, tambores de columnas, frisos, cornisas, revestimientos, etc). Estos trabajos son, necesarios, por ejemplo, cuando existen problemas de infiltración capilar de soluciones acuosas que ascienden desde el subsuelo y circulan por las partes más
20 bajas de los edificios. El fin de estas intervenciones es múltiple: por un lado, debe sanearse la zona intervenida, retirando el material original deteriorado para evitar el rápido deterioro de zonas adyacentes; por otro lado, se persigue un fin estético, reemplazando las faltas con un material que reproduzca las características texturales, estéticas y cromáticas del material deteriorado; finalmente, se pretende que el material adicionado no interfiera negativamente con la obra original. Este último objetivo es de crucial
25 importancia para garantizar el éxito de la operación restauradora. Por ello, es comúnmente necesario utilizar morteros porosos que permitan la evacuación del agua localizada en el sustrato pétreo que recibe el recubrimiento, más aún cuando la piedra a restaurar es de por sí porosa. Sin embargo, elaborar morteros de restauración porosos y permeables, y que simulen estéticamente piedras naturales porosas, es complicado. Un segundo objetivo de la presente invención lo constituye la elaboración de este tipo de productos
30 para la restauración de piedras porosas utilizadas en construcciones de carácter histórico-artístico.

Antecedentes

La fabricación de piedra o elementos constructivos de manera artificial, ha supuesto un avance im-
35 portantísimo en campos o actividades como la arquitectura, ingeniería y la construcción, donde son destacables los productos obtenidos totalmente manufacturados o preparados para su posterior puesta en obra, con una calidad y acabados óptimos (e.g., Casabó, J. (1958). Fabricación de mosaicos y baldosas de cemento. Buenos Aires. 513 p.)

Actualmente hay bastantes productos que consiguen a un bajo, coste materiales de construcción
40 (solerías, piezas regulares y seriadas prefabricadas, placas de revestimiento, etc) con unas adecuadas propiedades, tanto mecánicas como estéticas. No obstante, la producción de materiales de revestimiento y ornamentales está más dirigida a la consecución de productos manufacturados con adecuada durabilidad y bajo coste, que a la consecución de productos con una elevada calidad estética (e.g. Fernández Cánovas, M (1990). Hormigón proyectado. Madrid. Agrupación Nacional de Constructores de Obras. 55 p.).
45

Bien es cierto que existen materiales que reproducen los veteados y texturados de determinadas pie-
48 dras de carácter ornamental (tanto en piedra artificial, como en material cerámico), pero la imitación de aspectos específicos de estos tipos de rocas, como por ejemplo, gradaciones de color, disposición de
50 veteados y estratificados, y, sobre todo, porosidad de tamaño heterogéneo, visible y conectada, no existe.

En este sentido, es destacable la existencia en el mercado de morteros especiales, y en particular hor-
52 migones, con elevada porosidad cuya finalidad es aligerar la carga en determinadas fábricas y/o actuar como aislante térmicos. Entre otros, cabe mencionar los morteros/hormigones celulares, espumosos, de
55 baja densidad, refractarios, resistentes a la radiación, etc (Fernández Cánovas, M. (1998). Hormigón. Madrid. Escuela Técnica Superior Ingenieros de Caminos. 509 p.; Galán Gutiérrez, L. y Amador Blanco, J. (1994). Hormigón. Madrid. 350 p.; Payá Peinado, M. (1985). Hormigón vibrado y hormigones espe-
60 ciales. Barcelona. Monografías CEAC de la construcción. 174 p.). Este tipo de hormigones y piezas prefabricadas incluye aditivos diversos y cargas, todos ellos, generalmente, con carácter no activo, que son determinantes en el producto final manufacturado. Asimismo, una vez fraguado y endurecido el producto
60 actúan como material inerte, no interviniendo en el resultado final de las piezas obtenidas. No obstante, estos morteros/hormigones especiales, o los prefabricados obtenidos a partir de estos últimos, presentan la desventaja adicional de no tener la porosidad conectada entre sí.

Por todo ello, resulta interesante fabricar mezclas o productos acabados con elevada porosidad conectada y, al mismo tiempo, buenas propiedades mecánicas, adecuada durabilidad, fácil trabajabilidad y puesta en obra, posibilidad de adaptarse a diferentes tipos de piedra, acabado visual y estético similar al de las piedra natural de tipo ornamental, posibilidad de texturar y acabar con productos o materiales secundarios y bajo coste de producción. El material que aquí se propone, permite además reutilizar material de desecho (árido procedente del corte de piedras ornamentales), que no es fácilmente reciclable; consecuentemente, el proceso de obtención de este manufacturado contribuye a la conservación del medio ambiente.

Breve descripción de la invención

El procedimiento para obtener piedras artificiales porosas con fines constructivos, decorativos y restauradores consiste en mezclar en cantidades variables 4 tipos de componentes:

Áridos: en general, de naturaleza pétreo, tales como grava de cantera, grava de río, grava de playa, suelos arenosos producto de alteración de granitos, productos de desecho de otras actividades industriales (fragmentos cerámicos) escorias de fundación,...

Aglomerantes: cales aéreas, yesos, cales hidráulicas, cementos hidráulicos, resinas orgánicas,...

Pigmentos: inorgánicos y orgánicos

Poliestireno expandido en grano.

El producto puede elaborarse como prefabricados de todo tipo (bloques, losas, enchapados, tableros, dovelas, columnas, balaustres, piezas para solería, etc) obtenidos previa confección de moldes o encofrados, y listos para su puesta en obra como elementos discretos, o como morteros (kit adaptable) aplicables “en masa” y moldeables *in situ* con o sin encofrados o moldes (enlucidos, repellos, suelos, cornisas, etc).

Las mezclas se diseñan *ex profeso* según convenga para los fines perseguidos (elementos resistentes, decorativos o restauradores), lo que permite confeccionar productos con una amplia gama de propiedades físico-mecánicas y estéticas. Por ello, cabe adicionar cualquier otro aditivo oportuno para fines determinados, siempre y cuando no interfiera con el proceso de obtención de la porosidad. Este último consiste en adicionar disolventes orgánicos (tolueno, xileno, acetona, disolvente universal *-thinner-*,...) al producto elaborado una vez fraguado (endurecido) y -seco, o mediante la aplicación de sopleteado en la superficie. Los reactivos mencionados son inocuos para el material aglomerante y el árido, si bien disuelven los granos de poliestireno expandido, por lo que su espacio queda ocupado así por aire confiriendo al producto la porosidad deseada (en tamaño de poro y de porosidad total). La cantidad de disolvente es mínima para las piezas prefabricadas y los morteros aplicados con fines exclusivamente constructivos, ya que se pretende conferir porosidad (con fines estéticos o visuales) a la superficie expuesta del producto. Sin embargo, la cantidad de disolvente es bastante mayor cuando el producto se utiliza para fines restauradores, ya que se pretende conferir porosidad conectada a todo el producto añadido a la obra.

La mezcla y el material fraguado, tanto para fines constructivos como restauradores, admiten la aplicación de protectores de la humedad, consolidantes y esmaltes que mejoren el producto final, así como pulido (Vénuat, M. (1972). Aditivos y tratamientos de morteros y hormigones. Barcelona. Construcción (Editores Técnicos Asociados). 416 p.; Arredondo y Verdu, F. (1977). Mejora del hormigón mediante su impregnación con polímeros vinílicos: aplicación industrial. Madrid. Monografías del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. 79 p.; León Díaz, C. y Jiménez Benavides, J. (1989). Acción de algunos aditivos en las mezclas de cemento y árido: desarrollo esquemático del estudio.)

Para reforzar las propiedades elásticas (particularmente la resistencia a la tensión) de los productos puede ser necesaria la utilización de mallas o varillas metálicas (pretensados o no) localizadas en el interior del producto, si bien, de forma que permitan el corte (caso de obtención de grandes bloques de material fraguado) de las piezas prefabricadas (Weigler, H y Sieghart, Karl (1974). Hormigones ligeros armados. Barcelona. Gustavo Gili. 261 p.; Páez, A. (1986). Hormigón armado. Barcelona. Reverté.; Marí Bernat, Antonio R. (1999). Hormigón armado y pretensado. Barcelona. Universidad Politécnica de Cataluña. 411 p.; Murcia Vela, J.; Aguado de Cea, A. y Marí Bernat, A. (1993). Hormigón armado y pretensado. Barcelona. Universidad Politécnica de Cataluña.)

Descripción detallada de la invención

Las proporciones de aglomerantes, áridos, poliestireno y pigmentos pueden ser variadas a voluntad en la mezcla con el fin de adecuar el resultado final a las características mecánicas, de porosidad, texturales y cromáticas de la piedra a simular (en construcción) o intervenir (en restauración). Con el mismo fin puede variarse la naturaleza del aglomerante, la naturaleza y granulometría del árido, así como la cantidad y granulometría del poliestireno. Por ejemplo, la proporción en volumen 1:2:3 de aglomerante:árido:poliestireno, usando árido de cantera fino (<1 mm) de naturaleza carbonatada y granos de poliestireno gruesos (1 mm hasta 1 cm o mayor), permite reproducir fácilmente rocas muy porosas (50% en volumen) y cavernosas como travertinos. Proporciones menores de 1:3:1 (aglomerante: árido: poliestireno), con granulometría más fina del poliestireno y arena de cantera gruesa (1-7 mm) de naturaleza carbonatada, silícea o mezcla de ambas, permite reproducir areniscas calcáreas o silíceas. En el caso particular de que la arenisca conste esencialmente de fragmentos carbonatados de fósiles, puede obtenerse el árido por molturación controlada de rocas biocalcareníicas. Arido de rocas volcánicas y granos de poliestireno de tamaño heterogéneo permite simular rocas volcánicas (Asociación Española de Normalización y Certificación. (1996). Aridos para morteros. Definiciones y especificaciones elaborada por el comité técnico AEN/CTN 146. Madrid. 10 p.).

Para la utilización de estas mezclas con fines constructivos y decorativos, deben adicionarse aglomerantes de alta resistencia (cementos, resinas orgánicas de tipo epoxídico o poliésterico) para mejorar las propiedades mecánicas del producto. Por el contrario, los aglomerantes resultantes de mezclar cal aérea y cal hidráulica son los apropiados para la utilización del producto como mortero de restauración, ya que estos productos no contienen sales solubles (el cemento Portland contiene en torno a un 2% de yeso). Adicionalmente, el producto así obtenido presenta una baja resistencia mecánica debido a la utilización de cal aérea y cal hidráulica de baja resistencia, lo cual está indicado para cualquier mortero de restauración. No obstante, el fraguado hidráulico de la cal hidráulica garantiza, por contraposición a aglomerantes de cal aérea simples, aceptables propiedades mecánicas del mortero y relativa rapidez en el fraguado. Para la misma proporción de aglomerante:árido:poliestireno, la adición de cemento blanco como aglomerante se recomienda si se necesitan mejorar las propiedades mecánicas del mortero de restauración resultante (Rezola Izaguirre, J. (1976). Características y correcta aplicación de los diversos tipos de cemento: Portland, siderúrgicos, puzolánicos, aluminosos, compuestos y naturales. Barcelona. Editores Técnicos Asociados. 152 p.; Gomá, F. (1979). El cemento Portland y otros aglomerantes: fundamentos para la interpretación de sus comportamientos en obra. Barcelona: Editores Técnicos Asociados. 232 p.).

La adición de poliestireno a las mezclas no altera las buenas propiedades de plasticidad de las mismas, ya que pueden obtenerse todos los grados de fluidez que se deseen añadiendo cantidades variables de agua (en el caso de aglomerantes inorgánicos) o diluyente (en el caso de resinas orgánicas), lo cual garantiza su trabajabilidad (e.g., vertido de coladas en moldes y encofrados, estabilidad de la mezcla aplicada sobre superficies verticales). No obstante, pueden diseñarse e incluirse en este mortero encofrados o emparillados metálicos o plásticos para mejorar la estabilidad gravitatoria del mortero y evitar su despegue de las superficies de la piedra, sin que ello suponga algún tipo de desventaja para el fraguado, curado y correcto endurecimiento del mismo. Armaduras, mallas o varillas de acero inoxidable (pretensadas o no) pueden ser igualmente necesarias para mejorar la estabilidad mecánica de algunas piezas prefabricadas, particularmente si éstas presentan fuertes diferencias en la razón longitud:anchura:altura (e.g., tableros para enchapados), así como para evitar la aparición de grietas y fisuras no deseables (Martínez Ynzenga, J. (1967). Retracción de morteros y hormigones. Madrid. Monografías del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. 73 p.)

La reacción del disolvente orgánico con el poliestireno se verifica rápidamente siempre que el producto se encuentre completamente seco. Esta reacción procede desde la superficie del producto hacia el interior, lo que permite una fácil introducción de los reactivos a través de la estructura porosa que se esta generando. Ello garantiza que éstos puedan acceder a zonas profundas de la reintegración y descomponer completamente los granos de poliestireno más inaccesibles, generando de forma inmediata la estructura porosa pretendida y conectada. Como ejemplo, la Figura 1 muestra la distribución de la porosidad conectada en tres muestras de travertino (de las canteras de Alfacar, Granada) comparada con la porosidad de dos morteros porosos fabricados para simular este tipo de piedra, muy porosa y con megaporos de tamaño centimétrico. Estas mezclas constan de (partes en volumen):

Mortero 3: 1 parte de cal hidráulica, mezclada con 2 partes de árido fino (< 1 mm) obtenido por molturación de caliza micrítica, y mezclada con 3 partes de poliestireno en grano grueso (3 mm - 1 cm) obtenido por lijado y triturado mecánico de planchas de poliestireno. Todo ello mezclado íntimamente con agua, siguiendo la proporción: 1 l de agua por 2 kg de cal hidráulica.

ES 2 187 245 B1

Mortero 4: Idem anterior con la proporción: 1 cal hidráulica, 3 árido: 4 poliestireno.

La proporción de poliestireno, en ambos casos del 50% en volumen, es lo suficientemente elevada para conseguir una porosidad similar o mayor que la del travertino. La porosidad de las muestras de travertino natural (ca. 30%) y artificial (31-49%) se ha obtenido con un porosímetro de inyección de mercurio. En términos generales, la porosidad de los morteros es similar a la de los travertinos, así como la distribución de tamaños de poro.

Los ensayos de descomposición del poliestireno realizados muestran una mayor velocidad de reacción con el tolueno que con otros disolventes. Por ejemplo las cantidades de reactivo necesarias para descomponer el poliestireno son (Tablas 1 y 2):

100 ml de acetona por cada 31 g de poliestireno

100 ml de tolueno por cada 51 g de poliestireno

TABLA 1

Ensayo de reacción de poliestireno expandido (probeta cúbica de 3x3x3 cm con peso inicial de 0.46 g) con acetona. El reactivo se añadió con pipeta calibrada en gotas de 0.1 ml hasta la completa reacción del poliestireno

Vol (ml) disolvente	Masa (g) disolv.	Δ Masa (%) disolv.	Δ Vol (%) poliestir.	Pérdida de disolvente ¹	
				Tiempo	Masa (g)
0.0	0.46	00.00	0.0	1 min.	0.60
0.1	0.49	06.88		5 min.	0.51
0.2	0.53	13.69		20 min.	0.47
0.3	0.57	19.29			
0.4	0.60	24.46			
0.5	0.65	29.23	-35		
0.6	0.70	34.28			
0.7	0.75	38.91			
0.8	0.82	43.90			
0.9	0.90	48.94			
1.0	0.96	52.08	-90		
1.1	1.04	56.14			
1.2	1.10	58.48			
1.3	1.17	60.75			
1.4	1.21	62.23			
1.5	1.25	63.20	≈-100		

¹ Pérdida de disolvente realizada en estufa a temperatura de ≈ 75°C.

ES 2 187 245 B1

TABLA 2

Ensayo de reacción de poliestireno expandido (probeta cúbica de 3x3x3cm con peso inicial de 0.51 g) con tolueno. El reactivo se añadió con pipeta calibrada en gotas de 0.1 ml hasta la completa reacción del poliestireno

5

	Vol (ml) disolvente	Masa (g)	Δ Masa (%)	Δ Vol (%) de poliestir.	Pérdida de disolvente ¹	
					Tiempo	Masa (g)
	0.0	0.51	0.00	0.0	1 min.	0.10
	0.1	0.53	3.77		5 min.	0.74
10	0.2	0.54	6.93		20 min.	0.54
	0.3	0.56	9.25			
	0.4	0.59	14.14			
15	0.5	0.62	17.74	-45		
	0.6	0.68	25.00			
20	0.7	0.75	32.18			
	0.8	0.81	37.50			
	0.9	0.89	42.88			
25	1.0	0.94	45.74	-95		
	1.1	0.97	47.42			
	1.2	1.01	49.55			
	1.3	1.05	51.70			
30	1.4	1.10	53.88			
	1.5	1.18	56.77	\approx -100		

35 ¹ Pérdida de disolvente realizada en estufa a temperatura de $\approx 75^\circ\text{C}$.

40 Estas cantidades deben entenderse como mínimas al ser aplicadas sobre los productos ratificales pétreos, ya que parte del reactivo puede evaporarse. Por otra parte, en el caso de optar por la aplicación *in situ* del mortero, la descomposición del poliestireno al reaccionar con acetona se ve fuertemente inhibida si el producto no está completamente seco. Por todo ello, y para garantizar la descomposición completa del poliestireno alojado en el interior del producto, se recomienda añadir al menos el doble de reactivo que el indicado más arriba.

45 Por lo que se refiere a los procesos de alteración de este material una vez puesto en obra, la posibilidad de controlar a voluntad el tamaño de poro final del mortero simplemente controlando la granulometría del poliestireno es extremadamente beneficiosa, ya que pueden evitarse procesos de deterioro sobre la obra derivados de la infiltración capilar de soluciones acuosas salinas, que ascienden preferencialmente a través de capilares de tamaño de grano fino (< 1 mm). De hecho, la conducción del agua a través de los macroporos abiertos (i.e., en contacto con el medio ambiente exterior) permite una rápida evacuación del agua. Este efecto es beneficioso tanto para utilizaciones del producto con fines estrictamente constructivos como restauradores. Para este último caso, además, una elevada porosidad y la utilización de un aglomerante de baja resistencia garantiza una resistencia mecánica inferior a la de las piedras originales, lo que favorece su degradación preferencial respecto de las mismas, hecho este último de capital importancia en la consecución de un mortero de restauración.

55 **Manera de realizar la invención**

60 El proceso de obtención de piedra artificial porosa es extremadamente sencillo, si bien presenta gran cantidad de variantes en función de las piedras a simular y su función constructiva, decorativa o restauradora (según las proporciones, naturaleza y tamaño de grano de los componentes de la mezcla) Dejando estas variantes a un lado, fácilmente entendibles, existen dos modos básicos de realizar la invención: a) como prefabricados, y b) como morteros aplicables en obra (kit adaptable).

ES 2 187 245 B1

a) *Elementos prefabricados*

En una primera fase, se realizan encofrados o moldes apropiados para recibir la mezcla, siguiendo pautas estándar en el mundo de la construcción (la manera de realizar éstos no compete a la presente invención). Una vez disponibles, se procede a la fabricación de la mezcla en seco, que constaría de los siguientes pasos:

- Definición de la piedra a simular. Para este informe, asumiremos un travertino veteadado.
- Adecuar las proporciones de aglomerante, árido, poliestireno y pigmento a la piedra a simular mediante pruebas y ensayos apropiados (resistencia mecánica, porosidad, cromaticidad,...). Según nuestros ensayos, un travertino puede obtenerse con las proporciones (en volumen) 1:2:3 de aglomerante:árido:poliestireno, usando árido de cantera fino (<1 mm) de naturaleza carbonatada y granos de poliestireno gruesos (1 mm hasta 1 cm o mayor). A esta mezcla se le añaden 2-5 % en volumen de pigmentos (tierras naturales).
- Mezcla en hormigonera de las proporciones anteriores y adición de agua a la hormigonera (máximo 50 % en volumen de la mezcla total).
- Vertido de la mezcla plástica al molde o encofrado. Este vertido se realiza por tongadas para simular el veteadado. Para ello, se hace necesario preparar más de una mezcla, o mejor, modificar ligeramente las tongadas por adición o reducción de alguno de los componentes aditivos (pigmentos y/o poliestireno), que se irán vertiendo en el orden requerido en cantidades apropiadas para obtener vetas de grosor variable. Lógicamente, esto confiere variaciones texturales y de cromaticidad a las distintas coladas. También es posible variar las proporciones y naturaleza del aglomerante y árido, si bien esto puede introducir fuertes discontinuidades mecánicas en el producto final que pueden ser contraproducentes ante la eventual agresión medioambiental sobre la obra (insolación, percolación de disoluciones acuosas y cristalización de hielo, sales, etc).
- Si se pretende obtener piezas de gran tamaño, o con grandes diferencias en los valores de longitud, anchura, y altura, es necesaria la instalación de armaduras, mallazos o varillas de acero, preferentemente inoxidable o galvanizados, que pueden pretensarse o no, en los moldes o encofrados antes de proceder al vertido de la mezcla. Por ejemplo, pueden obtenerse tableros utilizando moldes o cajas de dimensiones considerables (varios m³), las cuales disponen en su interior de las armaduras justo en los centros de los futuros tableros. Para evitar el corte de bloques, es posible preparar moldes de grandes dimensiones con tabicas múltiples, separadoras de cada uno de los tableros.
- Una vez endurecida la mezcla, y siguiendo procedimiento estándar en la tecnología de los hormigones, se procede a hidratar el producto para garantizar un fraguado aceptable.
- Tras el fraguado inicial, el producto se desmoldea (aproximadamente a las 120 horas) y se cura bajo condiciones de temperatura y humedad adecuadas (> 0°C; > 50 % H.R.). opcionalmente, se puede incrementar la resistencia mecánica y acelerar el proceso de endurecimiento, mediante el curado en autoclave, es decir, gracias a la introducción de vapor de agua a una presión superior a la ambiental.
- Conseguidos los valores de resistencia mecánica, el producto manufacturado es retocado, cortado, desbastado, y pulido.
- A continuación el manufacturado se sumerge, completamente seco, en un baño de disolvente (e.g., tolueno) durante unos segundos.
- Finalmente, se procede al tratamiento superficial con todo tipo de agentes que mejoren o aumenten sus propiedades mecánicas (e.g., ésteres del ácido silícico), de superficie (e.g., alquil-aril-polisiloxanos) y estéticas (resinas poliéstericas). Tras este tipo de tratamiento, el producto puede ser pulido y abrillantado.

b) *Morteros aplicables en obra (kit adaptable)*

Los morteros adaptables se realizan de la misma manera que los prefabricados, si bien, las mezclas se preparan en seco para su posterior amasado en obra. Lo más adecuado es que se suministren desde fábrica con unos valores concretos de porosidad, resistencia mecánica y cromaticidad. Para este caso, asumiremos una arenisca calcárea. Para simular esta roca, la mezcla debe contener las proporciones 1:3:1 de aglomerante: árido: poliestireno, con poliestireno de grano fino y arena de cantera gruesa (1-7 mm) de naturaleza carbonatada. A esta mezcla se le añaden 2-5 % en volumen de pigmentos (tierras naturales).

Estas mezcla, lista para su posterior hidratación, se puede enriquecer con aditivos diversos para conferirles mejores características de plasticidad (resinas alquílicas o vinílicas) viscosidad (sílice coloidal), etc.

El amasado de estas pastas se puede realizar de forma manual o mecánicamente, siguiendo siempre un control riguroso en las herramientas de amasado y en las hormigoneras para que estas no tengan restos de otras pastas utilizadas en la construcción, con lo cual, se evita la adición de elementos extraños, como por ejemplo sales solubles, sustancias orgánicas inadecuadas, o agentes pigmentantes no requeridos (Carbajo Martínez, M. (1997) Manual de prevención de fallos en los morteros monocapa Martínez. Murcia. Colegio oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia. 67 p).

Seguidamente, estas pastas pueden ser aplicadas directamente sobre el paramento deseado, superficie, o sobre la falta o laguna, mediante la utilización de espátulas o paletas, o utilizando moldes o encofrados para posteriormente verter las pastas por colada. En estos dos casos, la trabajabilidad de la pasta debe ser diferente: en el primero, el producto tendrá menor plasticidad, consiguiéndose ello aproximadamente a los 15 ó 20 minutos del amasado; el segundo caso se debe aplicar de manera inmediata para que el mortero tenga la fluidez necesaria para rellenar correctamente el molde o encofrado. Estos dos modos de aplicación son apropiados en el caso que se utilice el mortero como kit de restauración de materiales pétreos (Rossi-Doria, P. R. (1986). Mortars for restoration: basic requirements and quality control. Matériaux et constructions. Vol. 19, no 114, 445-448.)

Está totalmente desaconsejado el vibrado de estas pastas una vez aplicadas, dado que el agente generador de porosidad (poliestireno expandido) asciende por diferencia de densidad a la superficie de la pasta (nótese que la densidad del poliestireno expandido es cercana a 0.05 g/cm^3).

El desmoldeado o desencofrado se puede realizar a los pocos días de la colada, siendo conveniente facilitar el curado del mortero mediante humectación y riegos periódicos, siempre y cuando no se produzcan heladas.

El tiempo de curado y endurecimiento del mortero oscila en torno a un mes; transcurrido este tiempo y una vez se haya secado totalmente se puede proceder a aplicar el reactivo (acetona o tolueno), o bien, sopletear la superficie deseada, para descomponer el poliestireno contenido en el mortero, formándose así los poros característicos y novedosos en el mortero reivindicado (NORMAL 4/80. CNR-ICR (1980). Distribuzione del volume dei pori in funzione del loro diametro. Roma, 10 p.). Como ventaja adicional cabe destacar la óptima trabajabilidad de las pastas curadas con todo tipo de herramientas de cantería (cinceles, gradinas, escofinas, etc), pudiendo darles un aspecto textural adecuado con el entorno adyacente.

Descripción de las figuras

Figura 1.- Distribución de la porosidad en función del tamaño de poro en travertino y morteros 3 y 4.

REIVINDICACIONES

1. Piedra artificial porosa **caracterizada** por estar compuesto de árido, aglomerante, un aditivo generador de porosidad y opcionalmente un aditivo secundario y en el que la estructura porosa es obtenida mediante la descomposición del aditivo generador de porosidad al aplicarse un reactivo.

2. Piedra artificial porosa según reivindicación primera **caracterizada** porque el árido entra en una proporción del 10 al 50 % de la mezcla final.

3. Piedra artificial porosa según reivindicación primera **caracterizada** porque el aglomerante entra en unas proporciones del 10 al 40 % de la mezcla final.

4. Piedra artificial porosa según reivindicación primera **caracterizada** porque el aditivo generador de porosidad entra en unas proporciones del 10 al 80 % de la mezcla final.

5. Piedra artificial porosa según reivindicación primera **caracterizada** porque el aditivo generador de porosidad es poliestireno expandido molido hasta obtener grano de cualquier granulometría.

6. Piedra artificial porosa según reivindicación primera **caracterizada** porque el aditivo secundario es un pigmento (orgánico o mineral) utilizado para dar la entonación cromática deseada.

7. Piedra artificial porosa según reivindicación primera **caracterizada** porque el reactivo es cualquier producto líquido capaz de penetrar en la mezcla y disolver el aditivo generador de porosidad.

8. Piedra artificial porosa según reivindicación primera **caracterizada** porque el reactivo aplicado es tolueno.

9. Piedra artificial porosa según reivindicación primera **caracterizada** porque el reactivo aplicado es acetona.

10. Piedra artificial porosa según reivindicación primera **caracterizada** porque el reactivo aplicado es disolvente universal.

11. Piedra artificial porosa según reivindicaciones anteriores **caracterizada** porque es posible añadir rigidez, mejorar la estabilidad mecánica y gravitatoria mediante la edición de emparrillados o encofrados metálicos o plásticos.

12. Piedra artificial porosa según reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque permite diseñar mezclas con distintas proporciones de los componentes de tal forma que una vez fraguadas presenten la resistencia y aspecto que convenga.

13. Método para preparar la piedra artificial porosa descrita en las reivindicaciones 1 a 11 que comprende los siguientes pasos:

- a. Mezclar en seco el árido, aglomerante y si procede, el colorante.
- b. Humectar el aditivo generador de porosidad con un agente tensioactivo.
- c. Formar una mezcla con los componentes anteriores capaz de sufrir una reacción de hidratación en presencia de agua.
- d. Adicionar la suficiente cantidad de agua para que la reacción de hidratación tenga lugar en la mezcla anteriormente generada.
- e. Amasar hasta obtener la consistencia plástica deseada.
- f. Verter la masa obtenida en un molde o encofrado que puede contener, o no, un emparrillado metálico o plástico.
- g. Esperar el tiempo suficiente para el endurecimiento y secado.
- h. Generar la estructura porosa mediante la adición del reactivo que disuelve el aditivo generador de porosidad.

ES 2 187 245 B1

14. Mortero de restauración poroso **caracterizado** porque se puede preparar de forma idéntica a la piedra de restauración porosa descrita anteriormente.

5 15. Mortero de restauración poroso según reivindicación 13 **caracterizado** porque el rido puede ser de naturaleza carbonatada o silíceo o mezcla de ambas.

16. Mortero de restauración poroso según reivindicación 13 **caracterizado** porque el aglomerante está exento de sales que puedan dañar la piedra original sobre la que se deposita el mortero.

10 17. Mortero de restauración poroso según reivindicación 13 **caracterizado** porque el aglomerante puede ser cal hidráulica pura o bien una mezcla de ella con cemento blanco.

18. Mortero de restauración poroso según reivindicación 13 **caracterizado** porque la elevada permeabilidad que posee permite una rápida evacuación del agua absorbida.

15 19. Mortero de restauración poroso según reivindicación 13 **caracterizado** porque permite diseñar mezclas con distintas proporciones de los componentes de tal forma que una vez fraguadas presenten menor resistencia mecánica que la de las piedras originales a restaurar.

20 20. Kit para la preparación de piedra artificial porosa o mortero de restauración poroso descritos anteriormente **caracterizado** porque consiste en una mezcla en seco de árido, aglomerante, colorante y aditivo generador de porosidad y que posteriormente en la obra sólo es necesario añadir agua para elaborar la piedra artificial.

25

30

35

40

45

50

55

60

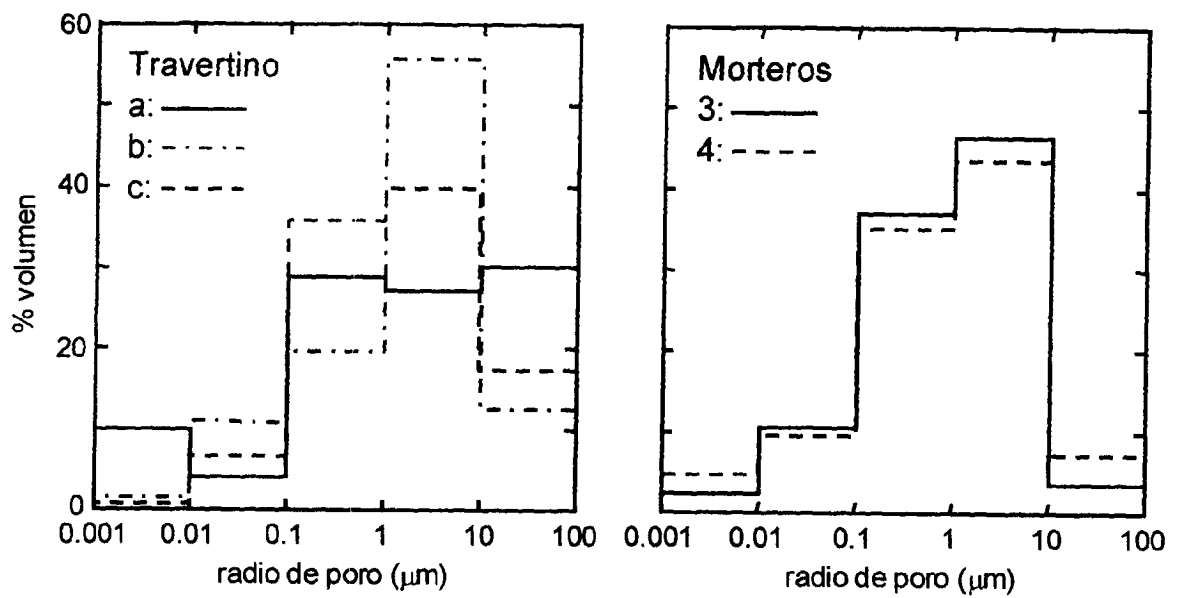


FIGURA 1



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 187 245

② Nº de solicitud: 200001976

③ Fecha de presentación de la solicitud: **02.08.2000**

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.7: C04B 38/08

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	WO 9308135 A (AB CONCRETE D.) 29.04.1993, página 11; ejemplos 4-14.	1-20
A	ES 8400075 A (OTAVI MINEN AG) 01.11.1983, ejemplos.	1-20
A	US 4462835 A (CAR) 31.07.1984, ejemplos.	1-20
A	GB 2124610 A (RENTARO NANIWA) 22.02.1984, reivindicaciones.	1-20

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

15.04.2003

Examinador

J. García-Cernuda Gallardo

Página

1/1