

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

(19) ES	(11) NUMERO 53324	(10) A1
(21)	(22) FECHA DE PRESENTACION 12 noviembre 1976	

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
47111/75 (provisional)	14 noviembre 1975	Inglaterra
47111/75 (completa)	24 septiembre 1976	Inglaterra

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL C03C	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
--------------------------	------------------------------------------	----------------------------------------

(54) TITULO DE LA INVENCION
PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE UNA COMPOSICIÓN DE MATERIAL CELULAR MOLDEABLE".

(71) SOLICITANTE (S)
BFG GLASSGROUP

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
París (Francia) Rue Caumartin, 43

(72) INVENTOR (ES)
Don Daniel LE RUYET y Don Daniel DE VOS

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE
Don Ignacio PONTI GRAU

Esta investigación se refiere a composiciones de material que comprenden un agregado celular distribuido en un ligante o material de matriz endurecible o endurecido.

5 Ya es conocido el emplear cuerpos celulares, por ejemplo de arcilla, escoria o vidrio expansionados, como agregado en composiciones moldeables para reducir el peso de los productos formados a partir de ellos o para modificar sus propiedades de aislamiento térmico.

En la formulación de tales composiciones se presentan problemas para alcanzar una combinación de propiedades requerida. Ello es debido, en parte, al conflicto existente entre demandas distintas. Por ejemplo, se presenta un problema en la consecución de productos ligeros sin sacrifi-  
10 car excesivamente la resistencia mecánica, en particular si al mismo tiempo se desea formar productos moldeados que ten-  
15 gan buenas propiedades de aislamiento térmico. Tales problemas han sido encontrados, inter alia, en la producción de hormigones ligeros.

Debido a la incompatibilidad entre varias propiedades ideales, ha sido necesario aceptar un compromiso.  
20

El objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para fabricar una composición que tenga una favorable combinación de propiedades, la cual no pue-  
de ser alcanzada mediante las composiciones conocidas.

25 De acuerdo con el procedimiento de la invención se proporciona una composición de material que comprende un agregado celular, distribuido en un material ligante o de matriz, endurecible o endurecido, caracterizada porque el

agregado consiste en, o incluye, (I) una fracción de perlas de vidrio celulares (llamada a continuación y en las reivindicaciones subsiguientes "perlas de fracción fina") de granulometrías de hasta 3 mm, que contienen individualmente una o varias células interiores con una dimensión de sección transversal máxima de al menos 0,3 veces el tamaño de la perla y que tiene una piel superficial no celular o microcelular, y (II) una fracción de perlas de vidrio celulares (denominada "perlas de fracción gruesa" en las subsiguientes reivindicaciones) de granulometrías superiores a 3 mm, que contienen individualmente un núcleo multicelular con una población de células por unidad de volumen substancialmente más alta que la población de células interiores de las perlas de fracción fina, y que tienen asimismo una piel superficial no celular o microcelular.

Se ha encontrado que empleando como agregado perlas de vidrio celulares con una gama de distribución de tamaños que se extiende por encima y por debajo de 3 mm, y utilizando para las fracciones fina y gruesa perlas que tienen diferentes características estructurales, tal como se ha especificado anteriormente, es posible hacer composiciones que en el estado endurecido tienen una resistencia notablemente alta respecto a su peso específico y su conductibilidad térmica. Además, las perlas de las fracciones fina y gruesa confieren, juntas, ventajosas propiedades de aislamiento acústico a los productos formados a partir de las composiciones.

Otra ventaja de la invención reside en el hecho

de que se puede alcanzar fácilmente una buena distribución de las perlas de vidrio en cualquier volumen requerido de material ligante o de matriz. La facilidad con que las perlas pueden ser mezcladas con un material ligante o de matriz endurecible, es debida a su composición y forma física y tiende a aumentar cuanto más se aproximan las perlas a una forma perfectamente esférica. Es preferible que las perlas de vidrio empleadas en la puesta en práctica de la invención sean de forma substancialmente esférica, aunque ello no es esencial. Se puede utilizar perlas de cualquier forma redondeada, por ejemplo perlas elipsoidales.

En realizaciones preferidas de la invención, las perlas de las fracciones fina y gruesa tienen pieles superficiales substancialmente impermeables al agua. Esta característica proporciona la ventaja de que se pueden hacer composiciones moldeables, por ejemplo cemento, sin tener que contar con la absorción de agua por las perlas, y que el agua no queda atrapada en las mismas cuando el producto se seca. Además, las propiedades de aislamiento térmico del producto no corren el riesgo de ser afectadas por una absorción de humedad por parte de las perlas. Las perlas de vidrio celulares pueden ser consideradas como provistas de pieles substancialmente impermeables al agua si la absorción de esta última, después de la inmersión de las perlas en agua durante 24 horas, es menor de 20% en peso.

Para cualquier tipo dado de composición, la mejor realización volumétrica entre las perlas de vidrio celulares y el material ligante o de matriz dependerá, como es na

tural, de numerosos factores que incluyen las propiedades de este material y la resistencia, conductibilidad térmica y otras propiedades del producto que se trata de formar.

Preferiblemente, las perlas de la fracción gruesa cubren una gama de tamaños que se extiende hasta por lo menos 8 mm. En términos generales se prefiere no utilizar perlas de tamaño superior a 30 mm, y en la mayoría de los casos es recomendable observar un tamaño máximo muy por debajo de 30 mm. El uso de perlas de fracción gruesa de hasta 8 mm de tamaño como máximo favorece una muy favorable relación resistencia/densidad en productos formados a partir de la composición. En ciertas composiciones de acuerdo con la invención, estas perlas de fracción gruesa cubren una gama de tamaños que se extiende hasta por lo menos 16 mm.

Las perlas de fracción fina pueden cubrir, y preferiblemente es así, una gama de tamaños que se extiende substancialmente por debajo de 3 mm. Para un peso determinado de perlas finas, una reducción en el tamaño de las mismas tiende a producir una disminución de la conductibilidad térmica del producto y facilita el distribuir uniformemente una proporción substancial de tales perlas en la composición. Teniendo en cuenta estas consideraciones, ciertas composiciones de acuerdo con la invención contienen perlas de fracción fina que cubren una gama de tamaños que se extiende hasta por debajo de 1 mm.

Las perlas de fracción fina tienen, preferiblemente, una densidad a granel que no excede de  $350 \text{ kg/m}^3$ . La observancia de esta condición hace más fácil hacer composicio

nes de una baja conductibilidad térmica y una resistencia a la compresión razonablemente alta. En ciertas composiciones de acuerdo con la invención dichas perlas de fracción fina tienen una densidad a granel comprendida entre 250 y 340 kg/m<sup>3</sup>.

Las perlas de fracción gruesa tienen preferiblemente una densidad a granel menor que la correspondiente a las de fracción fina. En ciertas composiciones de acuerdo con la invención las perlas de fracción gruesa tienen una densidad a granel que no excede de 200 kg/m<sup>3</sup> y, más preferiblemente, comprendida entre 80 y 200 kg/m<sup>3</sup>. El uso de perlas de fracción gruesa dentro de estas categorías conduce a la obtención de productos de baja densidad.

El material ligante o de matriz es, preferiblemente, cemento, y es en este campo donde la invención proporciona las ventajas más importantes. La demanda de hormigones en los que se combine ligereza con buena resistencia mecánica y baja conductibilidad térmica, ha estimulado considerablemente la investigación en los años recientes, y la invención aporta una importante contribución en este terreno. En particular, los hormigones que incorporan perlas de vidrio celulares finas y gruesas con las características requeridas de acuerdo con la presente invención, pueden ser conformados en estructuras monolíticas que combinan propiedades de sustentación de carga y de aislamiento térmico. Tales hormigones pueden ser utilizados, por ejemplo, para formar paredes, suelos techos, capas de recubrimiento y bloques u otros componentes prefabricados para fines estructurales u otros.

Ya se ha hecho referencia anteriormente a valores

preferidos de las gamas de tamaños cubiertas por las perlas de vidrio celulares. Los valores indicados son aplicables a composiciones que contienen varias clases de material ligante o de matriz. Los experimentos han demostrado que al aplicar la invención a la producción de hormigón ligero, es decir, al utilizar cemento como material ligante o de matriz, se puede alcanzar los resultados más útiles adoptando una o varias de las siguientes condiciones (a) a (f):

- 10 (a) El volumen de las fracciones de perlas fina y gruesa combinadas es, al menos, 50% del volumen seco de la composición.
- (b) Las perlas de la fracción gruesa están comprendidas, en su total o en su mayor parte, dentro de la gama de tamaños de 8 a 16 mm.
- 15 (c) Las perlas de fracción gruesa son clasificables en dos subfracciones que contienen respectivamente perlas de tamaño por encima y por debajo de 8 mm y el volumen a granel de la sub-fracción de perlas de 3 a 8 mm es menor
- 20 que el volumen a granel de las perlas de la otra de dichas sub-fracciones, pero mayor que el volumen a granel de las perlas de fracción fina.
- (d) La relación entre los volúmenes a granel de
- 25 las perlas de las fracciones gruesa y fina está comprendida entre 6:1 y 1:1.
- (e) Las proporciones volumétricas de las perlas de fracciones fina y gruesa en la composición,

son tales que la composición seca tiene una conductividad térmica menor que 0,25 kcal/mh°C.

- 5 (f) Las proporciones volumétricas de las fracciones fina y gruesa en la composición y su distribución de tamaños es tal que la composición seca tiene, 28 días después del fraguado, una densidad menor que 950 kg/m<sup>3</sup> y una resistencia a la compresión de más de 60 kg/cm<sup>2</sup>
- 10 (preferiblemente 70 a 120 kg/cm<sup>2</sup>).

Las composiciones obtenidas de acuerdo con la invención (no sóloamente aquéllas en que se utiliza cemento como material ligante o de matriz) pueden incorporar uno o varios otros componentes agregados en adición a las fracciones finas y gruesas especificadas de perlas de vidrio celulares. Por ejemplo, el agregado puede incorporar otras perlas de vidrio celulares que no entren dentro de las categorías especificadas. Como ejemplo ulterior, en un hormigón ligero el agregado puede incorporar arena además de las fracciones fina y gruesa especificadas de perlas de vidrio celulares. La presencia de arena tiende a aumentar la resistencia a la compresión del hormigón una vez endurecido, y es, por tanto, una adición útil en los casos en que se necesita una resistencia a la compresión muy alta y la máxima densidad de producto permisible no es muy baja.

15

20

25

El procedimiento de la invención puede ser empleado en la formación de composiciones que comprenden material polimérico sintético como ligante o matriz. Aplicando la in

vención se puede preparar composiciones que combinen en un grado muy ventajoso, una buena resistencia mecánica con buenas propiedades de aislamientos térmico y acústico. Tales composiciones son muy útiles, por ejemplo, para hacer paneles prefabricados u otros componentes que han de ser utilizados en edificios u otras estructuras, o para aplicaciones en las que se forma capas o revestimientos aislantes in situ.

Los materiales poliméricos sintéticos, adecuados para ser utilizados como ligante, incluyen resinas termoplásticas y termoendurentes. Ejemplos de materiales ligantes o de matriz particularmente satisfactorios son el poliuretano y las resinas fenólicas, epoxi y de poliéster. Otros materiales ligantes o de matriz incluyen el yeso y los betunes.

Las perlas pueden ser de vidrio natural, por ejemplo obsidiana, basalto, riolita o perlita, pero son hechas, preferiblemente, de vidrio manufacturado, por ejemplo vidrio sodocálcico o vidrio de sodio borosilicato.

Las composiciones obtenidas de acuerdo con la invención pueden ser endurecidas en un molde o paleadas o esparcidas de otro modo, por ejemplo, tal como se realiza en los enlucidos convencionales o al utilizar hormigón para formar suelos de este material u otras estructuras in situ.

Preparación de perlas de fracción fina.

Se puede preparar perlas que tengan las características requeridas para formar la fracción fina, por ejemplo, secando por pulverización de una materia prima que comprende un medio líquido que contiene partículas de vi-

drio, un ligante para estas últimas y, si es necesario, un agente celulante, a fin de formar perlas "verdes" en las que las partículas de vidrio son retenidas juntas por el ligante y que contienen agente celulante o un gas derivado del mismo, flameando luego las perlas verdes para transformarlas en perlas de vidrio celulares. En un tal método, el tamaño y la forma de las perlas flameadas están en relación con el tamaño y forma de las perlas verdes resultantes de la etapa de secado por pulverización, y pueden ser predeter-  
5 minados dentro de estrechos límites. Al preparar perlas de vidrio celulares por este método se recomienda formular la materia prima, es decir, el slip que contiene las partículas de vidrio, a una viscosidad comprendida dentro de la gama de 200 a 10 000 CP. El medio líquido es, preferiblemente, agua en una proporción de menos del 50%, y más preferible-  
15 mente 20 a 40% en peso, basado en el peso total del slip. En la etapa de secado por pulverización se produce, entonces, suficiente evaporación de agua en periodos de calentamiento muy cortos. Es muy satisfactorio que las partículas de vidrio del slip sean partículas de vidrio machacado dentro de la gama de 10 a 250 micras, pero esto no es crítico. El li-  
20 gante puede ser disuelto en la fase líquida continua del medio o en una fase líquida dispersa, y es, preferiblemente, una substancia que resulta integrada químicamente con el vidrio durante el flameado de las perlas verdes a la temperatura de formación del vidrio. El silicato de sodio es un ligante particularmente satisfactorio. Otras categorías de ligantes que pueden ser utilizados incluyen substancias po-

liméricas sintéticas, por ejemplo resinas fenólicas y epoxi, poliésteres y poliamidas. El agente celulante puede ser una sustancia gaseosa, o una sustancia o combinación de sustancias que dan lugar al desprendimiento de gas que produce la formación de células durante la etapa de secado por pulverización o durante el flameado subsiguiente de las perlas verdes. Ejemplos de agentes celulantes adecuados son los carbonatos, por ejemplo, carbonato de calcio; nitratos, por ejemplo nitrato sódico, urea y sustancias combustibles tales como carbono y serrín. En la mayoría de los casos, la vaporización del vehículo líquido del slip inicial da lugar a algo de efecto celulante, y es posible apoyarse en este vehículo como agente celulante único. Si el ligante es seleccionado adecuadamente, la formación de células puede ser llevada a cabo por la formación de gas a partir del mismo.

Lo que sigue es un ejemplo de un tal método de preparar perlas adecuadas para la formación de la fracción fina o parte de la fracción fina del agregado de una composición de acuerdo con la invención.

Método 1 para la preparación de perlas (Fracción fina).

Una solución acuosa de silicato sódico (38° Baumé) es mezclada con urea en polvo y partículas de vidrio de tamaño comprendido dentro de la gama de 20 a 100 micras. Las partículas de vidrio son partículas de un vidrio sodocálcico ordinario que tiene la siguiente composición en porcentajes en peso: 70,4% de SiO<sub>2</sub>, 12,78 de Na<sub>2</sub>O, 12,14 de CaO, 1,77 de MgO y 1,92 de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, siendo impurezas el resto. Se utiliza 10,5 l de solución de silicato de sodio por cada 20

kg de vidrio. La cantidad de urea es igual a 2% en peso basado en el peso del vidrio. Se añade más agua para ajustar la viscosidad del slip a substancialmente 3000 cP. Con ayuda de aire comprimido, este slip es pulverizado dentro de una columna secadora que contiene una corriente ascendente de gases de combustión calientes, procedentes de un horno de flamear vidrio y que tienen, al entrar en dicha columna, una temperatura comprendida en la gama de 200 a 400°C. Las gotas que salen del cabezal pulverizador son de varios tamaños dentro de la gama de 100 a 1000 micras. En la columna secadora las gotas son arrastradas hacia arriba por los gases calientes ascendentes y el vapor de agua evaporado de las gotas, de manera que quedan convertidas en perlas autoportantes, que contienen individualmente partículas de vidrio retenidas juntas por el silicato de sodio en función de ligante. Al mismo tiempo se produce algo de descomposición de la urea con desprendimiento de gases, de forma que tiene lugar una cierta expansión de las perlas verdes. Estas perlas se descargan continuamente por la parte superior de la columna secadora y son recogidas en preparación a su suministro al horno de flameado de vidrio, que es mantenido a una temperatura de funcionamiento comprendida dentro de la gama de 800 a 1200°C. En este horno las perlas verdes son arrastradas hacia arriba por gases calientes ascendentes, y los granos de vidrio de las perlas verdes individuales se reblandecen de forma que el silicato de sodio queda integrado químicamente con el vidrio. Las perlas se expansionan a causa de la ulterior descomposición de la urea y el aumento

de la presión de gas dentro de ellas. Así las perlas verdes alimentadas al horno son convertidas en perlas de vidrio celulares. Estas perlas son descargadas desde la parte superior del horno y enfriadas luego en una corriente de gas

5 hasta debajo de la gama de reblandecimiento del vidrio antes de que las mismas se reúnan a granel. Las perlas de vidrio celulares enfriadas son de forma más o menos esférica y de tamaños distribuidos sobre la gama de 150 micras a 2,5 mm; presentan una forma celular y tienen una densidad a granel

10 del orden de  $250 \text{ kg/m}^3$ . La mayoría de las perlas del extremo inferior de la gama de tamaños contienen una gran célula única, y en ellas el vidrio está confinado a una delgada piel superficial. La mayoría de las perlas del extremo superior de dicha gama contienen una pluralidad de grandes células.

15 Todas las células tienen pieles superficiales substancialmente impermeables al agua. Las pieles superficiales de la mayoría de las perlas del extremo superior de la gama de tamaños, contiene microcélulas, y la presencia de estas células es menos evidente en las pieles superficiales de las

20 perlas menores. Las pequeñas perlas huecas que contienen una gran célula única, y las perlas más grandes que contienen una pluralidad de células, de las que una por lo menos tiene una dimensión máxima de al menos un tercio de la granulometría de la perla, pueden ser utilizadas juntas como

25 perlas de fracción fina en una composición de acuerdo con la invención. Aumentando la cantidad de agente celulante y/o aumentando la temperatura de flameado por encima de los valores indicados antes, se puede aumentar el tamaño medio

de las células en las perlas más grandes.

Preparación de perlas de fracción gruesa.

Se puede preparar perlas que tengan las características requeridas para la fracción gruesa, por ejemplo, por formación de nódulos de un medio pastoso acuoso que comprende partículas de vidrio y un agente celulante, y sometiendo estos nódulos a etapas de calentamiento y subsiguiente recocido. Si los ingredientes de la mezcla y el programa de calentamiento y enfriado son apropiados, los nódulos quedan convertidos en perlas de la estructura requerida. La mezcla ha de contener únicamente una pequeña proporción de agente celulante, preferiblemente menos del 5% en peso, basado en el peso de vidrio. Durante el calentamiento las partículas de vidrio se cohesionan y luego coalescen, empezando por la superficie de los nódulos. La cohesión entre las superficies de estas partículas de vidrio ha de producirse antes que el desprendimiento de gas por el agente celulante. Los nódulos han de ser calentados lo suficiente para permitir que se produzca la expansión de las perlas embrionarias bajo la presión del gas, pero no en un grado tal que las mismas se aplasten o que la totalidad del vidrio fundido sea desplazado hacia fuera hasta la periferia de las perlas.

Lo que sigue es un ejemplo de un método para la preparación de perlas adecuadas para formar la fracción gruesa, o parte de la misma, del agregado de una composición de acuerdo con la invención.

Método 2 para la preparación de perlas (Fracción gruesa).

Se mezcla vidrio sodocálcico triturado, con un tamaño medio de grano de 6 micras y una superficie específica de  $3500 \text{ cm}^2/\text{g}$ , con caliza machacada que tiene un tamaño medio de grano de 4 micras, en cantidad de 2,25% basado en el peso del vidrio, más agua en cantidad de aproximadamente 10% en peso, basado en el peso de agregado de vidrio y caliza.

La mixtura es mezclada completamente para formar una pasta sobre una bandeja o disco, a partir del que se descarga nódulos de dicha pasta, los cuales son distribuidos suavemente en forma de una capa única sobre una correa de tamiz metálico, mediante la cual los nódulos de aproximadamente 5 a 10 mm son transportados a través de un horno de túnel mantenido a una temperatura de 600 a  $650^\circ\text{C}$ . Los nódulos permanecen en el horno durante unos 13 minutos. Los nódulos quedan secos durante un periodo inicial de unos 10 minutos, y para este tiempo ya han sido llevados a la temperatura del horno, de acuerdo con lo cual, dichos nódulos permanecen a esta temperatura durante unos 2 a 3 minutos. Esto es suficiente para hacer que las partículas de vidrio de las capas superficiales de los nódulos individuales queden sinterizadas entre sí. La calidad de esta sinterización superficial es importante porque tiene una gran influencia sobre las propiedades del producto final.

Los nódulos sinterizados superficialmente son alimentados a un horno de tambor giratorio mantenido a una temperatura de  $800^\circ\text{C}$ , permaneciendo en este horno durante unos

3 o 4 minutos. Durante este periodo de tiempo, la rotación continúa del tambor mantiene los nódulos en contacto rodante mutuo. Las partículas de vidrio se reblandecen y la caliza se descompone con desprendimiento de  $\text{CO}_2$ , dando lugar a la celulación. Los nódulos quedan convertidos en perlas de vidrio celulares de tamaño aproximadamente doble del de los nódulos iniciales, caracterizándose las perlas por una estructura de núcleo de vidrio espumado y una piel envolvente que es no celular o tan sólo ligeramente celulada. Estas perlas son depositadas sobre un transportador de cinta metálica, mediante el cual son conducidas a través de un túnel de recocido en el que son reducidas a la temperatura de recocido (aproximadamente  $500^\circ\text{C}$ ), y son mantenidas a esta temperatura durante unos 10 a 15 minutos. Luego las perlas son enfriadas rápidamente a la temperatura ambiente. Las perlas formadas tienen una densidad a granel comprendida entre 0,12 y  $0,18 \text{ g/cm}^3$ .

Las perlas tienen una muy baja permeabilidad al agua, tal como se evidencia por el hecho de que después de inmersión en agua a temperatura ambiente y durante un periodo de 24 horas, se encuentra que han absorbido menos de 7% en volumen de agua. La absorción de agua después de exponer las perlas durante 24 horas en una atmósfera con 99% de humedad relativa a  $20^\circ\text{C}$ , es inferior a 0,25% en peso.

La absorción de agua tiende a ser menor en el caso de perlas que presentan una densidad a granel situada hacia el extremo superior de la mencionada gama de densidades y puede llegar a ser tan baja como 3% en volumen y menos de

0,1% en peso bajo las condiciones especificadas.

Las perlas tienen una resistencia al aplastamiento que rebasa los  $15 \text{ kg/cm}^2$ , incluso en los casos en que presentan la menor densidad a granel.

5 La manufactura de composiciones de acuerdo con la invención requiere simplemente el mezclado completo del agregado con el material ligante o de matriz seleccionado y agua u otro vehículo líquido (si es necesario). Al preparar un hormigón ligero se prefiere mezclar el cemento y las per  
10 las de vidrio celuladas secas, añadiendo entonces agua y continuando el mezclado hasta que las perlas se encuentran perfectamente envueltas. Como alternativa, las perlas pueden ser añadidas al mortero previamente preparado.

En el dibujo esquemático que se acompaña y al que  
15 se hará referencia ahora, se ha representado una parte de una estructura formada a partir de una composición particular de acuerdo con la invención, seleccionada a título de ejemplo.

La composición que forma la estructura comprende  
20 una matriz o ligante de cemento -1- en el que se halla distribuída una fracción gruesa de perlas de vidrio tal como las indicadas en -2- (de tamaño superior a 3 mm) y una frac  
ción fina de perlas de vidrio tales como las -3- y -4-, que son de tamaños inferiores a 3 mm. Las perlas -2- de la frac  
25 ción gruesa tienen un núcleo multicelular envuelto por una piel superficial substancialmente no celular y que es substancialmente impermeable al agua. Las perlas -3- de la frac  
ción fina son perlas huecas que comprenden una cáscara de

estructura microcelular y que también es substancialmente im  
permeable al agua. Las perlas -4- de la fracción fina, que  
son de tamaño menor que las -3- de la misma fracción, son  
perlas huecas que tienen una piel superficial substancial-  
5 mente no celular y que también es substancialmente impermea  
ble al agua. En el dibujo, a fin de clarificar la ilustra-  
ción, las perlas de las diferentes fracciones no han sido  
representadas a la misma escala.

La presente invención también incluye cualquiera  
10 y todas las composiciones comprendidas dentro de la siguien-  
te definición: Una composición moldeada y ligera, por ejem-  
plo hormigón de estructura corriente, formada por un ligan-  
te, agua (Opcional) y agregados finos y gruesos, caracteri-  
zada por el hecho de que los agregados finos tienen una gra-  
15 nulometría de 0 y 3 (o 4) mm, cuyos agregados están compues-  
tos, al menos en parte, de gránulos de un producto expansio-  
nado, que tienen una muy reducida absorbencia de agua y una  
masa volumétrica aparente de no más de  $350 \text{ kg/m}^3$ , y porque  
los agregados gruesos tienen una granulometría comprendida  
20 entre 3 y 30 mm, estando estos agregados compuestos, al me-  
nos en parte, por gránulos de un producto expansionado que  
tienen pequeña absorbencia de agua y una masa volumétrica  
aparente de no más de  $200 \text{ kg/m}^3$ . En adición a estas particu-  
laridades, la composición moldeada se caracteriza preferi-  
25 blemente por el hecho de que la masa volumétrica aparente  
de los agregados finos disminuye a medida que aumenta el  
diámetro de los mismos. En las reivindicaciones 22 a 35 de  
esta memoria se define otras características preferidas de

estas composiciones. Tales composiciones también puede incluir cualquiera de las características de la invención, tal como se ha definido anteriormente y se especifica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20 de la presente.

5 La invención también incluye composiciones moldeables (por ejemplo composiciones moldeables, en las que se halla presente cemento como ligante, junto con agua), destinadas a ser transformadas en una composición moldeada tal como se ha definido anteriormente.

10 Ahora se describirá a título de ejemplo ciertas realizaciones específicas de la invención.

EJEMPLOS 1 a 4.

La tabla I siguiente facilita las composiciones de cuatro mezclas de hormigón ligero diferentes, de acuerdo  
15 con la invención.

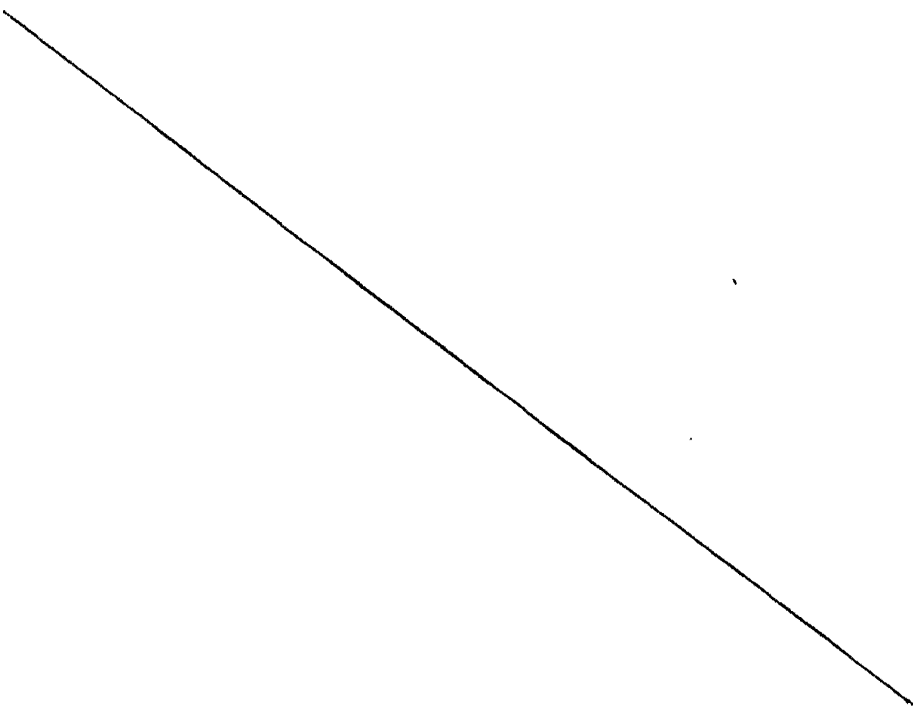


TABLA I

<u>Ingredientes de composición</u>	Ejemplos Nº:			
	1	2	3	4
Perlas de vidrio celulares (volumen a granel en litros):				
0 - 3 mm	200	450	350	200
3 - 8 mm	350	-	-	-
8 -16 mm	700	800	900	1070
Agua (en litros)				
Cantidad teórica (relación agua/cemento = 0,4)	120	140	160	140
Cantidad en la práctica (relación agua/cemento = 0,45)	135	157	180	157
Cemento Portland artificial 400 (en kg)	300	350	400	350
Arena de río (en kg)	-	-	-	255
<u>Propiedades del producto:</u>				
Densidad de la composición recién secada (kg/m <sup>3</sup> )	639	692	793	962
Densidad de la composición secada, al cabo de 28 días (kg/m <sup>3</sup> )	630	680	782	948
Resistencia a la compresión después de 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	61	72	85	105
Conductividad térmica (kcal/m/h/°C)	0,12	0,15	0,17	0,22
Compatibilidad con el cemen- to (ensayada de acuerdo con ASTM C 227,71)		excelente		excelente

En las cuatro composiciones anteriores las perlas de vidrio celulares de la fracción fina de agregados (0 a 3 mm) y de la fracción gruesa de agregados (3 a 16 mm) tienen las estructuras requeridas por la invención para tales fracciones. La totalidad de estas fracciones absorben menos de 6% en peso de agua durante 24 horas de inmersión en agua. Las perlas de la gama de tamaños de 0 a 3 mm han sido producidas por un método de obtención de perlas finas tal como se ha descrito en la presente y tienen una densidad a granel de 250 kg/m<sup>3</sup>. Las perlas de la gama de tamaños de 3 a 8 mm, que tienen una densidad a granel de 160 kg/m<sup>3</sup>, y las perlas de la gama de tamaños de 8 a 16 mm, que tienen una densidad a granel de 140 kg/m<sup>3</sup>, han sido producidas por métodos de obtención de perlas de fracción gruesa tal como se ha descrito en la presente.

Los hormigones ligeros formados a partir de composiciones de acuerdo con los ejemplos 1 a 4 anteriores presentan una contracción muy reducida (ligeramente mayor que el hormigón ordinario); son incombustibles y notablemente resistentes a las altas temperaturas. Por ejemplo, al calentar estos hormigones ligeros a 500°C, la resistencia al aplastamiento de los mismos disminuye no más de 10%, en tanto que el valor correspondiente para los hormigones ordinarios es de 60 a 70%

Los hormigones ligeros de acuerdo con la invención proporcionan un excelente aislamiento térmico. La tabla II siguiente ilustra esta ventaja por comparación de un hormigón ligero de acuerdo con el anterior ejemplo I con otros

hormigones de tipos convencionales. La tabla indica el espesor de pared total necesario para obtener en una pared un coeficiente de transferencia térmica igual a  $0,60 \text{ kcal/m}^2/\text{h}^\circ\text{C}$ , para cada uno de los hormigones.

TABLA II

<u>Material</u>	<u>Densidad (en <math>\text{kg/m}^3</math>)</u>	<u>Espesor de pared total (en cm)</u>
Hormigón convencional	2,200 <sup>(1)</sup>	23 cm <sup>(2)</sup>
Hormigón de arcilla expansionada	1,300	86 cm
Hormigón celular de autoclave (3)	650	22 cm
Hormigón ligero de acuerdo con el ejemplo 1.	650	17 cm

- (1) Masa volumétrica aparente del hormigón solo.
- (2) Comprendiendo dos capas de hormigón de 10 y 8 cm de espesor, con un espacio intermedio de 5 cm, llenado con un aislante.
- (3) Hormigón celular obtenible comercialmente bajo la marca registrada SIPOREX, YTONG o DUROX.

## R E I V I N D I C A C I O N E S

1. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, que comprende agregados celulares distribuidos en un material ligante o de matriz endurecible o endurecido, caracterizado por el hecho de formar una primera fracción de perlas de vidrio celulares (denominada a continuación y en las reivindicaciones subsiguientes "perlas de fracción fina"), en condiciones tales que se presenta con granulometrías de hasta 3 mm, cuyas perlas contienen individualmente una o varias células interiores con una dimensión de sección transversal máxima de al menos 0,3 veces el tamaño de la perla y que tiene una piel superficial no celular o microcelular; formar una segunda fracción de perlas de vidrio celulares (denominada "perlas de fracción gruesa" en las reivindicaciones subsiguientes), en condiciones tales que se presenta con granulometrías superiores a 3 mm, cuyas perlas tienen individualmente un núcleo, multicelular, con una población de células por unidad de volumen substancialmente más alta que la población de las células interiores de las perlas de la fracción fina, y teniendo igualmente una piel superficial no celular o microcelular; dispersar la primera fracción en la segunda para formar un agregado celular que es distribuido posteriormente en el ligante.

2. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que las perlas de las

mfe

fracciones fina y gruesa tienen pieles superficiales substan  
cialmente impermeables al agua.

3. Procedimiento para la obtención de una compo  
sición de material celular moldeable, según una cualquiera  
5 de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el he  
cho de que las perlas de la fracción gruesa cubren una gama  
de tamaños que se extiende hasta por lo menos 8 mm.

4. Procedimiento para la obtención de una compo  
sición de material celular moldeable, según la reivindica  
10 ción 3, caracterizado por el hecho de que las perlas de la  
fracción gruesa cubren una gama de tamaños que se extiende  
hasta por lo menos 16 mm.

5. Procedimiento para la obtención de una compo  
sición de material celular moldeable, según una cualquiera  
15 de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el  
hecho de que las perlas de la fracción fina cubren una gama  
de tamaños que se extiende hasta por debajo de 1 mm.

6. Procedimiento para la obtención de una compo  
sición de material celular moldeable, según una cualquiera  
20 de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el  
hecho de que las perlas de la fracción fina tienen una den  
sidad a granel de a lo sumo  $350 \text{ kg/m}^3$ .

7. Procedimiento para la obtención de una compo  
sición de material celular moldeable, según la reivindica  
25 ción 6, caracterizado por el hecho de que las perlas de la  
fracción fina tienen una densidad a granel comprendida en  
tre 250 y  $350 \text{ kg/m}^3$ .

8. Procedimiento para la obtención de una compo

m/c

sición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que las perlas de la fracción gruesa tienen una densidad a granel de a lo sumo  $200 \text{ kg/m}^3$ .

5            9. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según la reivindicación 8, caracterizado por el hecho de que las perlas de la fracción gruesa tienen una densidad a granel de entre 80 y  $200 \text{ kg/m}^3$ .

10           10. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que el material ligante o de matriz es cemento.

15           11. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según la reivindicación 10, caracterizado por el hecho de que el volumen combinado de las fracciones fina y gruesa de perlas es al menos 50% del volumen seco de la composición.

20           12. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según las reivindicaciones 10 u 11, caracterizado por el hecho de que las perlas de la fracción gruesa se encuentran total o predominantemente en la gama de tamaños de 8 a 16 mm.

25           13. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado por el hecho de que las perlas de la fracción gruesa son clasificables en dos sub-fracciones que contienen, respectivamente,

ME

perlas de tamaños mayores y menores que 8 mm, y el volumen a granel de las perlas de la subfracción de 3 a 8 mm es menor que el volumen a granel de las perlas de la otra subfracción, pero mayor que el volumen a granel de las perlas de la fracción fina.

5  
14. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado por el hecho de que la relación entre los volúmenes a granel de las perlas de las fracciones gruesa y fina está entre 6:1 y 1:1.

15  
15. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizado por el hecho de que las proporciones volumétricas de las fracciones fina y gruesa de perlas en la composición son tales que la composición seca tiene una conductividad térmica inferior a 0,25 kcal/mh°C.

20  
16. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una de las reivindicaciones 10 a 15, caracterizado por el hecho de que las proporciones volumétricas de las fracciones fina y gruesa en la composición y su distribución de tamaños es tal que la composición seca tiene, 28 días después del endurecimiento, una densidad inferior a 950 kg/m<sup>3</sup> y una resistencia a la compresión de más de 60 kg/cm<sup>2</sup>.

25  
17. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, caracterizado por el he

M/G

cho de que el cemento también contiene arena.

18. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por el hecho de que  
5 el material ligante o de matriz es un material polimérico sintético.

19. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según la reivindicación 18, caracterizado por el hecho de que el material li-  
10 gante o de matriz comprende poliuretano o una resina fenólica, epoxi o de poliéster.

20. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que los agregados fi-  
15 nos tienen una granulometría de entre 0 y 4 mm y están compuestos, al menos en parte, por gránulos de un producto expandido, cuyos gránulos tienen una muy pequeña absorben-  
cia de agua y una masa volumétrica aparente de no más de 350 kg/m<sup>3</sup>, y porque los agregados gruesos tienen una granu-  
20 lometría de entre 3 y 30 mm y están compuestos, al menos en parte, por gránulos de un producto expandido, cuyos gránulos tienen una pequeña absorben-  
cia de agua y una masa volumétrica aparente de no más de 200 kg/m<sup>3</sup>, y porque la composición es moldeada, eventualmente con adición de agua y  
25 endurecida.

21. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según las reivindicaciones 1 y 20, caracterizado por el hecho de que la masa

ME

volumétrica aparente de los agregados disminuye a medida que aumenta el diámetro de los mismos.

22. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según las reivindicaciones 1 y 21, caracterizado por el hecho de que la masa volumétrica de los agregados finos está entre 80 y 250 kg/m<sup>3</sup>.

23. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 20 a 22, caracterizado por el hecho de que la masa volumétrica de los agregados gruesos está entre 80 y 200 kg/m<sup>3</sup>.

24. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 20 a 23, caracterizado por el hecho de que los agregados gruesos tienen una granulometría de entre 3 y 16 mm.

25. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 20 a 24, caracterizado por el hecho de que los productos expansionados son los mismos para los agregados finos y gruesos.

26. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 20 a 25, caracterizado por el hecho de que el producto expansionado se encuentra, al menos en parte, en estado vitrificado.

27. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una cualquiera

MGE

ra de las reivindicaciones 1 y 20 a 26, caracterizado por el hecho de que los gránulos son monocelulares o multicelulares, con poros cerrados.

28. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 20 a 27, caracterizado por el hecho de que los gránulos son de forma substancialmente esférica o elipsoidal.

29. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 20 a 28, caracterizado por el hecho de que el producto expandido es, al menos en parte, vidrio expandido,

30. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una de las reivindicaciones 1 y 20 a 29, caracterizado por el hecho de que el ligante es cemento.

31. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 20 a 29, caracterizado por el hecho de que el ligante es yeso, betún, una resina termo-plástica rígida o alveolada o una resina termoendurente.

32. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 20 a 31, caracterizado por el hecho de que el producto expandido es, al menos en parte, obsidiana, basalto, riolita, perlita, escoria o escoria de hulla, expandidos.

33. Procedimiento para la obtención de una com-

m/c

posición de material celular moldeable, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 20 a 32, caracterizado por el hecho de que tiene una masa volumétrica, al cabo de 28 días, menor que  $950 \text{ kg/m}^3$ , una conductividad térmica inferior a  $0,25 \text{ kcal/h/m/}^\circ\text{C}$  y una resistencia a la compresión, al cabo de 28 días, superior a  $60 \text{ kg/cm}^2$ .

34. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable, según las reivindicaciones 1 y 33, caracterizado por el hecho de que tiene una resistencia a la compresión, al cabo de 28 días, del orden de 70 a  $120 \text{ kg/cm}^2$ .

35. Procedimiento para la obtención de una composición de material celular moldeable.

La presente memoria descriptiva consta de treinta hojas foliadas, escritas a máquina por una sola cara.

Barcelona, 12 noviembre de 1.976

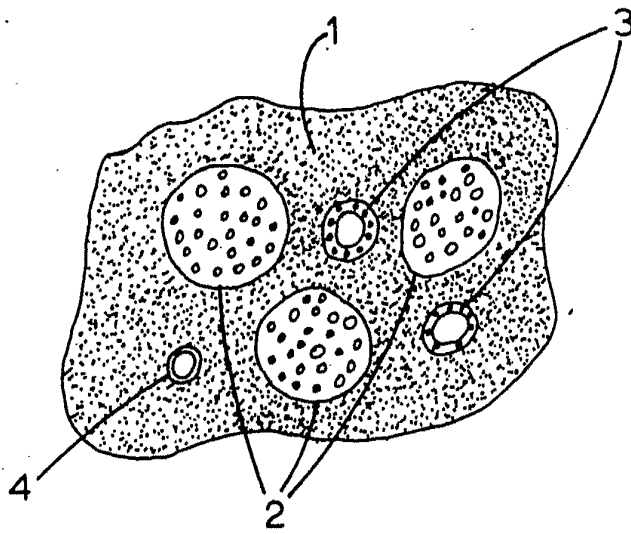
BEG GLASSGROUP

P.a.



mlc

27212/1



Barcelona, 12 noviembre de 1976  
p.a.

A large, stylized handwritten signature or scribble, possibly reading 'W', written in black ink over the typed text.