



407836

P.- 52.271

F.C. 14-V-75

Int. Cl.: C04B

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de DYCKERHOFF ZEMENTWERKE AG

entidad alemana

con domicilio en 6202 Wiesbaden-Amöneburg, República  
Federal Alemana

por: " PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACION DE SILICATOS DE  
CALCIO SINTETICOS EXPANDIDOS "  
(Clase Internacional C04b)

16.10.72

407836

21



El invento concierne a silicatos de calcio sinté-  
ticos expandidos, especialmente de color blanco o con otro  
tono de color puro.

5 Son conocidos materiales aditivos ligeros sinté-  
ticos expandidos para la construcción en hormigón y de  
piezas prefabricadas. Son producidos en un proceso de cal-  
cinación apropiado a elevadas temperaturas la mayor parte  
de las veces a base de materias primas cerámicas, tal co-  
mo por ejemplo a partir de determinadas arcillas, pizarras  
10 arcillosas y arcillas de silex, que poseen capacidad de  
expansión. Los silicatos de aluminio citados se encuentran  
durante el proceso de expansión en el llamado estado pi-  
roplástico, es decir los poros exteriores de un cuerpo  
moldeado se cierran con formación de una envolvente exte-  
15 rior casi estanca a los gases y en el interior resulta  
casi al mismo tiempo, por ejemplo por desdoblamiento o  
disociación térmica de un componente de la materia prima,  
un gas, que expande el cuerpo, que tiene en el interior  
una viscosidad apropiada.

20 Para la preparación de las sustancias aditivas  
ligeras expandidas se han desarrollado varios procedimien-  
tos técnicamente maduros, que hacen posible un control  
irreprochable del proceso de expansión. Especialmente se  
ha impuesto la calcinación en hornos rotatorios de una  
25 sección o de dos secciones.

407 836

21



Además de los productos expandidos a base de silicatos de aluminio son conocidos granulados de hidrosilicato de calcio, que eventualmente son porosos y entonces encuentran utilización como sustancia aditiva ligera. Estos granulados pueden ser preparados por vía hidrotérmica en un proceso en autoclave a partir de una mezcla de materias primas capaz de reaccionar y no poseen ninguna estructura expandida.

Sustancias aditivas ligeras tales como arcillas expandidas, pizarras expandidas, vidrio espumado, etc., son empleadas en efecto predominantemente para la producción de hormigones ligeros, pero por poseer un aspecto suficientemente estético, encuentran utilización en grado creciente también como grava ornamental inhibidora del crecimiento de malas hierbas para parques y jardines así como en macetas de flores. En muchos casos, se realizan en edificios superficies vistas a base de hormigón ligero, especialmente cuando se trata de elementos de paredes de gran superficie en construcción prefabricada. La producción de hormigón visto ligero plantea sin embargo problemas a causa de la coloración antiestética y en muchos casos irregular de las sustancias aditivas ligeras expandidas conocidas, y exige etapas de procedimiento adicionales, dado que el grano del aditivo no debe manifestarse en la superficie vista, por lo cual hay que tener cuidado es

407836



pecialmente en la preparación de hormigón visto ligero a base de cemento blanco.

Además de ello, las sustancias aditivas ligeras expandidas conocidas, por causa de su coloración inherente, que es debida a componentes coloreadores de las materias primas, no son apropiadas para ser preparadas con cualquier color y con nitidez de color mediante aditivos o basándose en un procedimiento apropiado, de manera que hasta ahora no era posible una estructuración coloreada de superficies vistas a base de hormigón ligero con utilización de sustancias aditivas ligeras coloreadas y de cementos coloreados. Además de ello, la mayor parte de las veces las sustancias aditivas ligeras habituales están coloreadas en el interior de modo diferente que en la envoltura exterior, de manera que también está vedado un tratamiento superficial del hormigón ligero que destruya el grano primario.

En arcillas y pizarras expandidas, por causa de la composición de la materia prima y del proceso de preparación, puede estar presente todavía óxido de calcio libre capaz de reaccionar, que al penetrar agua se apaga para formar hidróxido de calcio y experimenta en este caso, tal como es sabido, un aumento de volumen muy intenso. En estado tratado esto conduce la mayor parte de las veces a reventamiento de piezas de hormigón. El necesario

407 836

21



mantenimiento en estado húmedo para apagar el óxido de calcio constituye una etapa de procedimiento adicional durante el hormigonado y exige tiempos de secado total esencialmente mayores del hormigón fraguado.

5 El presente invento concierne a silicatos de calcio sintéticos expandidos con una densidad aparente de granos inferior a  $1,5 \text{ g/cm}^3$ , que son blancos o por medio de coloración poseen un mismo tono de color puro determinado tanto en el interior como en el exterior y en los  
16 cuales todo el óxido de calcio está presente en forma combinada.

La expansión de silicatos de calcio no resulta de ningún modo evidente, dado que éstos, tal como es sabido, poseen un margen de fusión muy estrechamente limitado  
15 y bajas viscosidades en estado fundido. Esto es aprovechado especialmente para la formación de escorias en la producción de acero, en donde por adición de óxido de calcio se mantiene en un determinado margen de temperaturas una masa fundida de escorias aglutinada con silicato de calcio  
20 de viscosidad extraordinariamente baja. No obstante, se ha mostrado sorprendentemente que silicatos de calcio con una composición determinada son piroplásticos en márgenes de temperatura apropiados y se expanden. Por consiguiente se ha hecho posible de acuerdo con el invento, con procedimientos  
25 de por sí conocidos, preparar silicatos de cal-

407836

21



cio expandidos con una densidad aparente de granos por debajo de  $1,5 \text{ g/cm}^3$ .

Los productos de partida son silicatos de calcio sintetizados a partir de componentes que contienen óxido de calcio y ácido silícico o productos residuales industriales cuyo análisis químico se encuentra dentro de los siguientes márgenes:

10  
20 a 55 % en peso de CaO  
27 a 60 % en peso de  $\text{SiO}_2$   
0 a 27 % en peso de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Especialmente, silicatos de calcio con los márgenes señalados a continuación manifiestan una capacidad de expansión muy buena:

15  
30 a 50 % en peso de CaO  
44 a 55 % en peso de  $\text{SiO}_2$   
4 a 14 % en peso de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

20 El comportamiento pirolástico precisamente ideal en márgenes de temperaturas por encima de  $1.150^\circ \text{C}$  se presenta con productos de partida que consisten en:

25  
33  $\pm$  4 % en peso de CaO  
55  $\pm$  3 % en peso de  $\text{SiO}_2$   
11  $\pm$  3 % en peso de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

407836

21



Materias primas que contienen óxido de calcio, apropiadas para la síntesis de los silicatos de calcio, son especialmente óxido de calcio, hidrato de calcio u otras sales de calcio así como piedra caliza y marga caliza, y en calidad de componentes que contienen ácido silícico entran en consideración, por ejemplo, polvo fino de cuarzo, gel de sílice u otras formas del ácido silícico. En las materias primas naturales está contenida algunas veces alúmina, de manera que el contenido de  $Al_2O_3$  debe ser controlado en algunos casos. Para ello son apropiados caolines y otras arcillas. Mediante adición de componentes que contienen flúor y/o álcalis, tales como por ejemplo fluorita o vidrio soluble, en cantidades hasta de aproximadamente 10 % en peso, y asimismo por adición de óxido de titanio en cantidades hasta de aproximadamente 5 % en peso, se influye favorablemente sobre el proceso de expansión. Para la preparación de los silicatos de calcio sintéticos expandidos de acuerdo con el invento son apropiados también productos residuales industriales, por ejemplo la masa fundida de escorias que resulta en la producción electroquímica de fósforo. Esta masa fundida es enfriada rápidamente en agua de manera de por sí conocida, y la arena de escorias coloreada de parduzco, vítrea, que se forma de este modo es eventualmente liberada de impurezas de modo mecánico.

407836



Para la expansión, las materias primas finamente molidas son mezcladas íntimamente. Se agregan a esto agentes auxiliares de expansión tales como por ejemplo aceite pesado, lejías residuales del procedimiento de cocción al sulfito, carbón, sulfatos, etc., y luego, después de humedecer la masa, se moldean pequeños cuerpos, por ejemplo esféricos o con forma de tonel, y se calcinan según procedimientos conocidos a temperaturas de al menos 1.150° C, preferiblemente de 1.200 a 1.300° C hasta tanto que los cuerpos han sido decolorados y al mismo tiempo están expandidos.

Con la arena de escorias se pueden mezclar adicionalmente componentes que contienen  $\text{SiO}_2$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , tales como por ejemplo gel de sílice y caolín en cantidades hasta de aproximadamente 25 % en peso. Además de ello se pueden agregar también sustancias que contienen álcalis y flúor en cantidades hasta de aproximadamente 10 % en peso, así como  $\text{TiO}_2$  en cantidades hasta de aproximadamente 5 % en peso.

El producto expandido tiene una densidad aparente de granos por debajo de 1,5 g/cm<sup>3</sup>, forma esférica y tamaños de partículas de 1 a 30 mm. en constitución constante de granos. Es de color blanco puro en el interior y en el exterior y posee además una envolvente exterior hermizante áspera que resulta por vitrificación así como nu-

407 836



merosas burbujitas o vesiculas en el interior separadas entre sí por delgadas paredes porosas.

Los silicatos de calcio sintéticos expandidos de acuerdo con el invento pueden ser coloreados a deseo de manera sencilla con óxidos colorantes conocidos. Los 5 óxidos pueden ser añadidos a la mezcla de materias primas antes de la preparación de silicato de calcio o a la masa a expandir, ajustándose la cantidad añadida a la intensidad de color deseada. De este modo se obtienen cuerpos expandidos de igual color en el interior y en el exterior con las características de propiedades de los productos blancos. 10

En la siguiente Tabla 1 se recopilan resultados de ensayos de expansión realizados con silicatos de calcio 15 cuya composición se encuentra dentro de los márgenes límites arriba especificados.



Tabla 1

Silicato de calcio expandido	Composición química (%)					Tempera tura de expan- sión(°C)	Densidad aparente de granos g/cm <sup>3</sup> .	
	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O +Na <sub>2</sub> O +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO			
5	1	53,75	38,68	5,18	0,93	0,58	1250	1,09
	2	24,42	58,11	15,45	1,68	0,33	1225	0,88
	3	22,86	47,64	23,62	2,51	3,35	1200	1,48
	4	38,01	57,84	2,93	0,69	0,52	1250	1,10
10	5	44,59	29,17	25,01	0,85	0,38	1225	1,37

Se puede reconocer que la densidad aparente de granos de los productos expandidos se encontraba sin excepciones por debajo de 1,5 g/cm<sup>3</sup>.

15 Con ayuda de los siguientes Ejemplos se describen con más detalle la preparación de las sustancias aditivas ligeras de acuerdo con el invento así como sus propiedades.

20 Ejemplo 1

A partir de una mezcla de óxido de calcio, caolín y polvo fino de cuarzo se produjo por fusión un silicato de calcio, que consistía en 31 % en peso de CaO, 55,5 % en peso de SiO<sub>2</sub> y 13,5 % en peso de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. La masa fundida fué enfriada rápidamente, de manera que resultó una are-

25

407836

21



na de escorias de grano fino. Esta fue mezclada con 2% en  
peso de aceite pesado y a continuación fue humedecida con  
agua de tal modo que después de un íntimo amasado a fondo  
se pudieron formar a partir de ella cuerpos de forma pris-  
moide (0,8 cm de diámetro, 1,0 cm de altura). Estos cuer-  
5 pos, después del procedimiento de tres etapas usual para  
la investigación de arcillas expandidas, fueron expandidos  
a 1.200°C, a saber fueron secados primero a 105°C hasta  
peso constante, luego fueron calentados en otro horno len-  
tamente hasta 650°C y finalmente a partir de este horno  
10 lo fueron transportados directamente a un tercer horno que  
se encontraba a la temperatura de expansión de 1.200°C.  
En este horno se realizó el proceso de expansión sobre  
una chapa de platino sobre la que se había esparcido  
15 arena de cuarzo gruesa. Las muestras fueron mantenidas allí  
durante 10 minutos y luego fueron enfriadas al aire libre  
sin otras manipulaciones. Los cuerpos expandidos eran de  
color blanco en el interior y en el exterior, tenían una  
envolvente exterior hermetizante áspera que había resul-  
tado por vitrificación y una estructura de tipo vesicula-  
do. Las burbujitas o vesículas no tenían ninguna unión  
20 entre ellas, sino que estaban separadas entre sí por del-  
gadas paredes porosas. La densidad aparente de granos  
era de 0,6 g/cm<sup>3</sup>.

25

Ejemplo 2.

5 60% en peso de una escoria de fósforo purificada de grano fino, 25% en peso de caolín y 15% en peso de ácido silícico amorfo fueron mezclados cuidadosamente y luego fueron humedecidos con un líquido, que consistía en 90% en volumen de agua y 10% en volumen de lejía residual del procedimiento de cocción al sulfito, hasta que después de íntimo amasado a fondo se pudieron moldear a partir de ellos  
10 cuerpos de forma prismoide. De acuerdo con el posterior modo de proceder según el Ejemplo 1 resultaron productos expandidos con una densidad aparente de grano de  $0,5 \text{ g/cm}^3$  así como con una estructura y una envolvente exterior tal como se describen en el ejemplo 1.

Ejemplo 3.

15 A partir de una mezcla de óxido de calcio, caolín y polvo fino de cuarzo se produjo por fusión un silicato de calcio que consistía en 36% en peso de  $\text{CaO}$ , 54,4% en peso de  $\text{SiO}_2$  y 9,5% en peso de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . La masa fundida  
20 fue enfriada rápidamente, de modo que resultó una arena de escorias de grano fino. Esta fue humedecida con un líquido que consistía en 90% en volumen de agua y 10% en volumen de una solución al 50% de fosfato monoaluminico (aglutinante refractario), hasta que después de un íntimo amasado a fondo pudieron moldearse a partir de ella cuerpos  
25

407 836

21 0



de forma prismoide. Estos cuerpos fueron expandidos de acuerdo con el Ejemplo 1, y resultaron productos expandidos con una densidad de granos de  $0,5 \text{ g/cm}^3$ , una densidad aparente de  $262 \text{ g/l}$  y el siguiente cuadro de absorción de agua .

5

0,5 horas	4,6 %
1 hora	5,4 %
3 horas	6,2 %
6 horas	7,6 %
24 horas	13,2 %

10

De este modo se puso de manifiesto que no sólo los agentes auxiliares de expansión conocidos influyen favorablemente sobre el proceso de expansión de las materias primas, sino que sorprendentemente es especialmente bien apropiada para ello una solución al 50% de fosfato monoaluminico. La estructura y la envolvente exterior eran en el caso de la utilización de este agente auxiliar de expansión iguales a como se describen en el Ejemplo 1.

15

20

Ejemplo 4.

El silicato de calcio producido por fusión de acuerdo con el Ejemplo 3 fue mezclado con  $0,05 \%$  en peso de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  en forma de una solución acuosa de  $(\text{NH}_4)_2 \text{Cr}_2\text{O}_7$ . Por lo demás se procedió de acuerdo con el Ejemplo 3.

25

407836

21



5 Resultaron cuerpos expandidos del tipo de los Ejemplos antes citados. No obstante, tenían en el interior y en el exterior un color verde suave uniforme. Los cuerpos expandidos tenían una densidad aparente de granos de  $0,6 \text{ g/cm}^3$ , una densidad aparente de  $291 \text{ g/l}$  y el siguiente cuadro de absorción de agua.

1010

0,5 horas	1,4 %
1 hora	2,1 %
3 horas	2,7 %
6 horas	3,6 %
24 horas	5,7 %

Ejemplo 5.

15

20

El silicato de calcio producido por fusión de acuerdo con el Ejemplo 3 fue mezclado con  $0,5 \%$  en peso de  $\text{CoO}$  en forma de una solución acuosa de  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ . Por lo demás se procedió como en el Ejemplo 3. Resultaron cuerpos expandidos del tipo de los Ejemplos antes citados. No obstante, tenían en el interior y en el exterior un color azul intenso uniforme. Los cuerpos expandidos tenían una densidad aparente de granos de  $0,4 \text{ g/cm}^3$ , una densidad aparente de  $220 \text{ g/l}$  y el siguiente cuadro de absorción de agua.

16.10.72

407 836



	0,5 horas	4,5 %
	1 hora	6,7 %
	3 horas	7,5 %
	6 horas	9,3 %
5	24 horas	12 %

El silicato de calcio expandido de acuerdo con el invento fue transformado en hormigón ligero, haciéndose uso como comparación de productos usuales en el comercio. Las condiciones de ensayo y los resultados están mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2.

		Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	
#5	Contenido de cemento	kg/m <sup>3</sup>	272	307	292	297
	Factor de agua/cemento	-	0,97	0,86	0,94	0,95
	Contenido de aditivo, total	kg/m <sup>3</sup>	480	469	449	476
20	Distribución del aditivo:	% en volumen				
	Producto expandido I					
	0-3 mm		45	45	45	45
	Producto expandido II					
	3-10 mm		-	-	-	20
	Producto expandido II					
	10-16 mm		-	-	55	35
25	Silicato de calcio de acuerdo con el invento					
	10-16 mm		55	55	-	-

- #5 -

407836



Tabla 2 (Continuación)

		Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
5	Densidad aparente en seco del hormigón terminado después de 7 días, kg/m <sup>3</sup>	806	837	799	832
	Resistencia a la com- presión después de 7 días, kp/cm <sup>2</sup>	41	60	47	55

10

De la Tabla 2 puede deducirse que con resultados casi iguales en lo que se refiere a la densidad aparente y a la resistencia a la compresión (Ensayo 1 y Ensayo 3), hormigones con el silicato de calcio expandido de acuerdo con el invento pueden ser producidos de modo más favorable económicamente, dado que evidentemente se ha de utilizar menos cantidad de cemento y más cantidad de aditivo. Asimismo, a igualdad de consumo de cemento, puede lograrse un producto con mayor resistencia mecánica con la misma densidad aparente (Ensayo 2 y Ensayo 3). También en cuanto a la técnica de construcción el hormigón preparado con el silicato de calcio de acuerdo con el invento (Ensayo 2) se manifiesta como más favorable que el hormigón producido con la sustancia aditiva ligera conocida (Ensayo 4), dado que para el primero sólo se ha de preparar una única

15

20

25

16.10.72

407 836



clase de grano.

La comparación de otros datos físicos caracterís-  
ticos con los de dichas sustancias aditivas ligeras conoci-  
das subraya la inequívoca superioridad del silicato de cal-  
5 cio expandido de acuerdo con el invento. Por ejemplo, la  
densidad aparente del grano por encima de 5 mm de diámetro  
es extremadamente baja en general inferior a aproximadamen-  
te 0,8 g/cm<sup>3</sup>. Tomando en consideración la densidad absolu-  
ta, se calcula a partir de ésta una porosidad de alrededor  
10 de 80% en volumen, lo cual apunta a un coeficiente de trans-  
misión calorífica extraordinariamente bajo o a una resis-  
tencia al paso de calor elevada. También el módulo de elas-  
ticidad dinámico medio, de aproximadamente 1,0 hasta apro-  
ximadamente 4,0 x 10<sup>4</sup> kp/cm<sup>2</sup>, es extremadamente favorable  
15 para una utilización del producto expandido como carga de  
relleno suelta para la amortiguación del ruido y del ca-  
lor.

Manteniendo el tamaño de grano y la estructura,  
el silicato de calcio blanco o coloreado expandido de  
20 acuerdo con el invento es apropiado, además de para la uti-  
lización en hormigón ligero armado y no armado, también co-  
mo sustancia aditiva para la producción de elementos de cons-  
trucción aglutinados con yeso, de hormigones aglutinados  
con material sintético, y de elementos de construcción aglu-  
25 tinados con material sintético. Además de ello, puede encen-



trar utilización, en forma blanca o coloreada, como material de carga en materiales sintéticos espumados y como grava ornamental.

5 En forma finamente molida, el silicato de calcio expandido, coloreado o no coloreado, es apropiado como material de carga inerte en materiales termoplásticos o duroplásticos.

10 Ofrece ventajas especiales la utilización del silicato de calcio sintético expandido de acuerdo con el invento para la preparación de hormigón ligero de silicato con una densidad aparente entre 0,7 y 1,4 g/cm<sup>3</sup>.

15 Los hormigones de silicato son materiales de construcción aglutinados con silicato de calcio hidratado, endurecidos hidrotérmicamente, que son producidos en un autoclave a aproximadamente 8 a 16 atmósferas manométricas y 170 a 200°C. Según las dimensiones de los productos y sus propiedades estructurales se establece diferencia entre piedra arenisca caliza para bloques de construcción, hormigón de silicato denso para piezas prefabricadas y hormigón celular para bloques de construcción y piezas prefabricadas.

20 Los hormigones celulares tienen en general densidades aparentes menores de 0,8 g/cm<sup>3</sup>, y la piedra arenisca caliza y los hormigones de silicato densos poseen densidades aparentes mayores de 1,4 g/cm<sup>3</sup>. El margen de densida-

25

407 836



des aparentes situado entre medias de estos valores no puede ser proporcionado hasta el momento con materiales de construcción endurecidos hidrotérmicamente. De modo correspondiente, hasta ahora no pueden realizarse propiedades dependientes de la densidad aparente tales como conductividad del calor, aislamiento del ruido, resistencia a la compresión, en la combinación deseada en el caso de materiales de construcción endurecidos hidrotérmicamente. Además de ello la adherencia de enlucidos y morteros a superficies de hormigón celular constituye un problema todavía no resuelto ampliamente, en contra de lo cual, en el caso la piedra arenisca caliza y los hormigones de silicato densos se logran suficientes resistencias de adherencia a enlucidos y a mortero. Son decisivas para ello especialmente las superficies lisas de los hormigones celulares debidas al modo de fabricación. Tampoco son satisfactorias la absorción y el desprendimiento de agua de los hormigones celulares es debida a sus poros esféricos que rompen los vasos capilares en comparación con la piedra arenisca caliza y el hormigón de silicato denso, de manera que existe necesidad de un hormigón ligero de silicatos que reuna en sí la ventajosas propiedades de la piedra arenisca caliza y del hormigón de silicato denso.

Con el fin de disminuir las densidades aparentes de la piedra arenisca caliza y de hormigones de sili-



5 cato densos se prevén espacios huecos en el bloque mediante procedimientos de configuración especiales. Los bloques perforados o huecos o placas de techo y vigas de pequeña densidad aparente producidos de este modo plantean no obstante exigencias acrecentadas en cuanto a la estabilidad de los cuerpos moldeados semiterminados, de manera que esta solución no puede ser considerada como técnicamente satisfactoria.

10 Los hormigones ligeros de silicato de acuerdo con el invento son producidos por vía hidrotérmica a partir de mezclas de un componente de  $\text{CaO}$  y una sustancia aditiva con una densidad claramente menor que la del cuarzo, que en condiciones hidrotérmicas es participante en la reacción con el óxido de calcio. Como componentes de  $\text{CaO}$

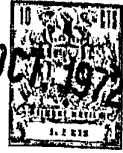
15 sirven cales de construcción y cementos o mezclas de estos dos aglutinantes conocidos. Como sustancia aditiva reactiva se utiliza silicato de calcio sintético expandido sólo o en mezcla con los componentes de silicato usuales de la producción hidrotérmica de hormigón de silicato, tales como por ejemplo polvo fino de cuarzo o arena de cuarzo. La

20 deseada densidad puede ser hecha variar además mediante la adición de sustancias aditivas predominantemente inertes, tales como por ejemplo escorias de alto horno, cenizas volátiles, etc. Los productos más ligeros se obtienen

25 cuando el componente de silicato consiste exclusivamente

407 83 J

21 OCT 1972



en el silicato de calcio sintético expandido con una constitución de grano constante. Dado que como aglutinante es necesaria siempre una cierta cantidad, si bien pequeña, del componente de óxido de calcio, el contenido de silicato de calcio sintético expandido es de 1 a 95% en peso, preferiblemente de 10 a 95% en peso. Los mejores resultados se obtienen con proporciones de 50 a 90% en peso. Además del necesario contenido del componente de óxido de calcio como aglutinante, de aproximadamente 5 hasta 25%, y de la deseada proporción del silicato de calcio sintético expandido, para ajustar las deseadas propiedades pueden añadirse cantidades variables de los componentes de  $\text{SiO}_2$  conocidos o de sustancias inertes.

La tecnología de los hormigones ligeros de silicato de acuerdo con el invento se asemeja a la de la piedra arenisca caliza y a la de los hormigones de silicato densos. Su producción a partir de silicato de calcio sintético expandido no resultaba de ningún modo evidente, ya que según es sabido los silicatos de calcio pobres en CaO reaccionan de modo extraordinariamente lento en el proceso hidrotérmico y por lo tanto se cuentan en primer término entre las sustancias aditivas inertes. Esto ocurre por ejemplo con escorias de alto horno, que sólo se utilizan en hormigones celulares como componentes de aglutinante cuando poseen carácter básico y ya fraguan parcialmente

407836

2100



antes del proceso en el autoclave. No obstante, se ha mos-  
trado sorprendentemente que el silicato de calcio sintéti-  
co expandido reacciona en condiciones hidrotérmicas con  
el componente de CaO de la mezcla para formar silicatos  
5 de calcio hidratados, de manera que los granos de la sus-  
tancia aditiva expandida son de este modo aglutinados en-  
tre sí.

La densidad aparente del hormigón ligero de si-  
licato puede ser hecha variar mediante la elección de de-  
10 terminados márgenes de granos del silicato de calcio sin-  
tético expandido y/o por la adición de componentes iner-  
tes o reactivos a la mezcla de partida. Las resistencias  
finales de los hormigones ligeros de silicato pueden ser  
aumentadas por medio de una pequeña adición de polvo fi-  
15 no de cuarzo y/o de escoria de fósforo molida. Además es  
ventajosa la adición de silicato de calcio expandido y  
molido, en donde este último, igual que la sustancia adi-  
tiva expandida no desmenuzada, toma parte en el proceso  
hidrotérmico como participante activo en la reacción.

20 La gama de los productos susceptibles de producir-  
se a partir del hormigón ligero de silicato de acuerdo con  
el invento va desde los formatos de piedra arenisca caliza  
conocidos, pasando por bloques perforados y huecos, hasta  
las piezas prefabricadas de gran tamaño, tales como ladri-  
25 llos de construcción de paredes, placas, bloques de cons-

407836



trucción de paredes y vigas. Para cumplir las exigencias  
estáticas constructivas, las piezas prefabricadas de gran  
tamaño pueden ser provistas con una armadura. La fabrica-  
ción de estos productos se efectúa de acuerdo con el pro-  
cedimiento conocido para elementos de hormigón de silica-  
to denso.

Además, los productos de hormigón ligero de si-  
licato de acuerdo con el invento pueden ser trabajados pos-  
teriormente después del endurecimiento. Para esto son apro-  
piados los procedimientos conocidos de la producción de  
hormigón celular, tales como por ejemplo fresado de ranu-  
ras y filetes, así como corte de piezas prefabricadas con  
ayuda de sierras.

El producto hidrotérmico, debido al silicato de  
calcio sintético expandido de color puramente blanco tanto  
en el interior como en el exterior, es también extraordina-  
riamente blanco, de manera que se aconseja la utilización  
de este material de construcción en mampostería vista es-  
pecialmente para la estructuración de fachadas. Con utili-  
zación de los silicatos de calcio expandidos coloreados in-  
tensamente a deseo pueden producirse hormigones ligeros de  
silicatos coloreados, que en comparación con las piedras  
areniscas calizas coloreadas conocidas tienen superficies  
coloreadas especialmente homogéneas.

Con ayuda de los Ejemplo 6 y 7 se explica la ven-

407836



tajosa utilización de los silicatos de calcio sintéticos  
expandidos para la producción de hormigones ligeros de  
silicato.

Ejemplo 6.

5

10

15

20

Se mezclaron cuidadosamente en un mezclador de Eirich, con adición de agua, 10 kg de silicato de calcio sintético expandido de color blanco con tamaños de partículas entre 1 y 25 mm, que dentro de este margen estaban compuestos de acuerdo con la curva de Fullter, con 1,04 kg de cal fina blanca (correspondientes a 10% en peso de CaO). A partir de esta mezcla se produjeron cubos con una longitud de aristas de 10 cm bajo una presión de compresión de 150 kp/cm<sup>2</sup>. Los cuerpos semiterminados poseían una suficiente resistencia mecánica en los bordes y podían ser transportados sin ningún problema. Fueron calentados en un autoclave a una velocidad de 6°C por minuto y fueron endurecidos con vapor de agua de 16 atmósferas manométricas durante 4,5 horas (correspondientes a 72 atmósferas manométricas x horas). Después del enfriamiento, la resistencia a la compresión de los cubos de hormigón de silicato de color puramente blanco era en promedio de 105 kp/cm<sup>2</sup> con una densidad aparente de 1,10 g/cm<sup>3</sup>.

407 836

21



Ejemplo 7.

Otra mezcla más fue preparada de acuerdo con el  
Ejemplo 6. Esta contenía 6,7% en peso de CaO, 33% en peso  
de silicato de calcio sintético expandido de color blanco  
con tamaños de partículas entre 5 y 15 mm, que dentro de  
este margen también estaban compuestos según la curva de  
Fullter., y el resto era arena de cuarzo de 0,09 a 1 mm.  
A partir de esta mezcla se produjeron, igual que en el  
Ejemplo 6, cubos con una longitud de aristas de 10 cm, que  
fueron endurecidos en un autoclave durante 4,5 horas bajo  
vapor de agua de 16 atmósferas manométricas. La densidad  
aparente del hormigón de silicato de color blanco puro  
era de  $1,37 \text{ g/cm}^3$  y la resistencia a la compresión era  
de  $160 \text{ kp/cm}^2$ .

La presente solicitud que corresponde a la pre-  
sentada en la República Federal Alemana, el 21 de Diciem-  
bre de 1971, con el número P 21 63 384.1 y el 9 de Septiem-  
bre de 1972, con el número P 22 44 299.5, se acoge a los  
beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Pro-  
piedad Industrial.

407836



REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

5 1ª.- Procedimiento para la preparación de silicatos de calcio sintéticos expandidos, caracterizado porque se mezclan productos de partida finamente molidos con un contenido de 20 a 50% en peso de CaO, 27 a 60% en peso de SiO<sub>2</sub> y 0 a 27% en peso de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, eventualmente junto con otros componentes, con agentes auxiliares de expansión y se calcinan según procedimientos conocidos a temperaturas de al menos 1150°C hasta que el producto esté expandido.

10 15 2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque se utilizan, eventualmente junto con otros componentes, productos de partida con un contenido de 30 a 50% en peso de CaO, 44 a 55% en peso de SiO<sub>2</sub> y 4 a 14% en peso de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

20

27-3-73

- 26 -



407836



5 3ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª y 2ª, caracterizado porque se utilizan, eventualmente junto con otros componentes, productos de partida con un contenido de  $33 \pm 4\%$  en peso de CaO,  $55 \pm 3\%$  en peso de SiO<sub>2</sub> y  $11 \pm 3\%$  en peso de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

4ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª a 3ª, caracterizado porque el producto tiene una densidad aparente de granos inferior a 1,5 g/cm<sup>3</sup>.

10 5ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizado porque se calcina a temperatura de al menos 1150°C, tanto tiempo hasta que el producto tenga color blanco.

15 6ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizado porque se proporciona al producto final un tono de color predeterminado mediante adición de óxidos colorantes a las sustancias de partida.

7ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª a 6ª, caracterizado porque los productos finales obtienen una envolvente exterior hermetizante y áspera.

20 8ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª a 7ª, caracterizado porque se obtienen productos finales de una estructura interior con numerosas visículas o burbujitas separadas entre sí por paredes delgadas.

25 9ª.- Procedimiento según las reivindicaciones





1ª a 8ª, caracterizado porque antes de la calcinación las materias primas se moldean de tal manera que los productos tengan la forma exterior de cuerpos redondeados, especialmente forma elipsoidal, ovoidal o esferoidal.

5 10ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª a 9ª, caracterizado porque los productos obtienen una densidad aparente de granos de 0,4 a 0,8 g/cm<sup>3</sup>.

10 11ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª a 10ª, caracterizado porque se obtienen productos de un tamaño de partículas de 1 a 30 mm. con constitución de grano constante.

12ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª a 11ª, caracterizado porque el grano superior a 5mm. ob tiene una densidad aparente de granos menor de 0,8 g/cm<sup>3</sup>.

15 13ª.- Procedimiento para la preparación de silicatos de calcio sintéticos expandidos.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y para los fines que se han especificado.

20 Esta Memoria consta de veintiocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 16 ABR. 1975

P.A.

Alberto de Elzaburu

Por Poder

