



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 879**

51 Int. Cl.:  
**C04B 28/02** (2006.01)  
**C04B 22/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07825770 .6**  
96 Fecha de presentación : **19.09.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2069257**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.06.2009**

54 Título: **Composición de hormigón contracción reducida.**

30 Prioridad: **20.09.2006 EP 06291472**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.11.2011**

73 Titular/es: **LAFARGE S.A.**  
**61 rue des Belles Feuilles**  
**75116 Paris, FR**

72 Inventor/es: **Chanvillard, Gilles;**  
**Boivin, Sandra;**  
**Thierry, Jean-Philippe;**  
**Guimbal, Frédéric y**  
**García, Denis**

74 Agente: **De Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 367 879 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Composición de hormigón con contracción reducida

Esta invención se refiere a una composición de hormigón que tiene baja contracción y, en particular, a una composición de hormigón usada para suelos.

5 A lo largo del tiempo se han desarrollado composiciones de mezclas hidráulicas usadas en hormigones ordinarios, desde el uso de cemento Pórtland ordinario hasta composiciones más complejas que incluyen también materiales puzolánicos. Dichos materiales incluyen escorias de altos hornos molidas, polvos de cenizas y puzolanas naturales. La inclusión de puzolanas permite el uso de cantidades menores de cemento Pórtland ordinario en el hormigón. La inclusión de materiales adicionales, incluidas las puzolanas, influye en las propiedades del hormigón resultante.

10 Uno de los problemas en la industria de la construcción es la formación de grietas en estructuras de hormigón debido a contracción en seco. Se puede producir contracción en seco cuando se evapora agua del hormigón fraguado, cuando la humedad relativa del medio ambiente es menor que 100%. La mezcla hidráulica también absorbe agua de los espacios de los poros del hormigón como parte del fraguado hidráulico de la mezcla originando más contracción, denominada a veces contracción química. La tensión interna causada por esta contracción puede originar grietas y otros defectos físicos y estéticos en la estructura resultante.

15 Es necesario incorporar juntas en estructuras de hormigón para eliminar tensiones por tracción que se originan en la estructura debido a cambios de volumen relacionados con contracciones. Las juntas no son agradables estéticamente y en superficies planas grandes, como suelos y fachadas, se desea en general reducir el número de juntas necesarias en la estructura.

20 El hormigón convencional tiene una elevada proporción de agua/mezcla hidráulica, mayor que 0,6, para facilitar la aplicación y consolidación del hormigón. Las consecuencias de ese elevado contenido de agua son menor resistencia a la compresión y menor resistencia a la abrasión, así como una mayor contracción de la placa.

25 Como resultado de su menor resistencia a la compresión, se ha de diseñar una placa, por ejemplo, un suelo, con mayor espesor y/o con más refuerzo por ferralla para soportar las cargas de trabajo sobre la placa. Un mayor espesor significa más material y mayor coste del proyecto.

30 Para hacer frente a una menor resistencia a la abrasión, los instaladores de hormigón pueden añadir agregados secos a la superficie de la placa, operación denominada "vibración". La vibración se aplica a la superficie para incrementar la resistencia a la abrasión, por ejemplo, a cargas debidas a ruedas en movimiento. El uso de vibración en seco requiere el coste adicional de estos productos y también equipo y mano de obra adicional para aplicarlos y extenderlos en la superficie.

35 Una alternativa a las varillas de ferralla de refuerzo en la placa es la adición de fibras de acero directamente al hormigón. Estas fibras reducen el coste y el tiempo de instalar el refuerzo en la plancha *in situ*. Sin embargo, se necesita un tiempo adicional para cargar las fibras en la vagoneta de mezcla, las fibras hacen muy difícil la aplicación y acabado del hormigón y se requiere una vibración en el acabado del hormigón para empujar las fibras de acero en el hormigón hacia abajo desde la superficie.

40 El documento JP 11116315 A describe un mortero fluido que contiene un agente reductor de la contracción y un método de producir, a partir del mortero, paneles de hormigón de espesor súper-reducido y baja contracción. El nivel deseado de contracción es 200 micrómetros o menos por 100 mm de panel después de 28 días. Se ejemplifica la producción de una muestra que tiene una contracción de aproximadamente 100 micrómetros por 100 milímetros (1.000 micrómetros por metro o 1 milímetro por metro).

El documento US 2002/117086 A1 describe un hormigón celular de baja densidad que contiene un agente reductor de la contracción (una mezcla sinérgica de un aducto de éter alquílico-oxialquileno y un oxialquiliglicol inferior). De acuerdo con EN 206-1, un hormigón de baja densidad tiene una densidad inferior a 2.100 kg/m<sup>3</sup>. El hormigón celular de baja densidad exhibe también una contracción en seco mucho mayor que un hormigón ordinario.

45 La presente invención intenta proporcionar un hormigón que tenga niveles inesperadamente reducidos de contracción y que pueda ser colocado sin varillas de ferralla ni fibras de acero formando placas en secciones cuadradas de hasta 50 metros por 50 metros, con menor formación de grietas o sin formación de grietas y sin necesidad de juntas en la sección; una placa de hormigón no reforzado con mejor resistencia a la abrasión y sin necesidad de extender un agregado seco en la superficie; y/o una placa de hormigón no reforzado con mejor resistencia a la abrasión en espesores menores de la placa para una carga dada de diseño.

50 La presente invención proporciona una composición de hormigón que comprende:

- un componente aglutinante hidráulico que comprende cemento, un material en partículas que tiene un tamaño menor que 200 µm y un agente de expansión,

- un material granular que tiene un tamaño (D50) mayor que 200 µm, preferiblemente mayor que 350 µm, más preferiblemente mayor que 500 µm,
  - un agente reductor de la contracción,
  - un superplastificante y
- 5
- agua,

en la que la proporción de agua a aglutinante hidráulico es 0,1 a 0,5, preferiblemente 0,1 a 0,45, más preferiblemente 0,1 a 0,4 en peso, el agente reductor de la contracción está presente en una concentración de 0,1 a 1,0% en peso de aglutinante y los materiales en partículas están presentes en una concentración de 10 a 80%, por ejemplo de 10 a 50% por peso total de aglutinante.

10 El cemento es generalmente un tipo de cemento Pórtland conocido en la técnica y de acuerdo con la clasificación europea EN 197-1, por ejemplo:

- cemento Pórtland I (que comprende cemento Pórtland y hasta 5% de constituyentes menores añadidos),
  - cemento Pórtland II compuesto (cemento Pórtland y hasta 35% de otros constituyentes simples),
  - cemento III de alto horno (cemento Pórtland y porcentajes altos de escoria de alto horno),
- 15
- cemento IV puzolánico (que comprende cemento Pórtland y porcentajes altos de puzolana) o
  - cemento V compuesto (que comprende cemento Pórtland y porcentajes altos de escoria de alto horno y puzolana o polvo de ceniza).

20 En las composiciones de hormigón de la invención, cuando se usa uno cualquiera de los tipos II a V de cemento Pórtland, las cantidades del clínker de cemento Pórtland y de otros materiales presentes en el cemento se calculan sobre la misma base ponderal que si se añadieran por separado. Se debe entender que se aplican consideraciones similares cuando se usan composiciones de hormigón clasificadas de acuerdo con las normas de países distintos de los europeos.

#### **Materiales en partículas**

25 Los materiales en partículas presentes en el aglutinante comprenden generalmente materiales puzolánicos y/o piedra caliza. Son partículas finas que tienen un tamaño menor que 200 µm (definido como los materiales en partículas que pasan a través de un tamiz de 200 µm de malla). Incluyen materiales puzolánicos o piedra caliza o una combinación de los mismos. Las materiales en partículas pueden tener *inter alia* el efecto de reducir la hidratación del cemento y secar el agua presente en los poros.

30 Los materiales adecuados incluyen materiales en partículas sintéticos, como escoria de alto horno molida, polvo de ceniza, sílice de pirólisis y materiales puzolánicos naturales, como tierra de diatomeas y arcillas calcinadas o esquistos y mezclas de los mismos. En la composición de la presente invención, el material puzolánico está presente preferiblemente en una concentración de 10 a 80%, por ejemplo, de 10 a 50% por peso total de aglutinante. La distribución del tamaño de las partículas del material puzolánico puede variar mucho, dependiendo de su origen y/o proceso de producción.

#### **Piedra caliza fina**

35 Las piedras calizas adecuadas incluyen piedra caliza natural molida o carbonato cálcico precipitado. La piedra caliza tiene generalmente un tamaño de partículas D50 de 2-50 µm, preferiblemente de 8-20 µm. La cantidad de piedra caliza es preferiblemente de hasta 30% del peso total de aglutinante.

#### **Agente de expansión**

40 El agente de expansión es generalmente carbonato magnésico calcinado o preferiblemente carbonato cálcico calcinado o una mezcla de ambos. Generalmente la calcinación es sustancialmente total por lo que, en el término "agente de expansión", se incluyen óxido magnésico y óxido cálcico, mezclas de ambos y mezclas con los carbonatos. Preferiblemente el agente de expansión se tritura hasta una finura compatible con el cemento. La cantidad de agente de expansión es preferiblemente 2 a 10%, más preferiblemente 3 a 6% por peso total de

45 aglutinante. Se cree que el agente de expansión reacciona normalmente rápidamente, antes de que la matriz de cemento tenga mucha resistencia. Entonces, la larga hidratación lenta contrae al verter hasta su forma neta aproximada.

#### **Materiales granulares**

50 Los materiales granulares tienen un tamaño (D50) mayor que 200 µm, preferiblemente mayor que 350 µm, más preferiblemente mayor que 500 µm.

5 Los materiales granulares adecuados incluyen cualquier tipo o combinación de tipos de mineral duro natural o sintético (generalmente agregados) de forma redonda o aplastada tal que el tamaño D50 de partículas de la combinación es 2 a 20 mm, preferiblemente entre 5 y 15 mm. Los materiales granulares están presentes generalmente en una cantidad de 1 a 6, por ejemplo de 1,5 a 6, preferiblemente de 1,5 a 5, más preferiblemente de 3,5 a 5, por ejemplo de 3,5 a 4,5 veces el peso total de aglutinante.

Los materiales granulares pueden incluir también una arena (preferiblemente fina) o una mezcla de arenas, teniendo cada arena o mezcla de arenas un tamaño D50 mayor que 200 µm, preferiblemente mayor que 350 µm, más preferiblemente mayor que 500 µm.

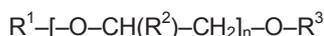
10 Cuando se usa una mezcla de agregados y arena, se debe entender que las proporciones relativas dependerán de la calidad de cada componente. Se puede usar, por ejemplo, una mezcla aproximadamente 50:50 de arena y agregados.

#### Agente reductor de la contracción

15 Los agentes reductores de la contracción son bien conocidos e incluyen glicoles de peso molecular bajo, compuestos de polialquilenoxi (por ejemplo, de polietilenoxi o polipropilenoxi), polímeros de oxialquilenos alquileterificados o alquilesterificados en sus extremos y acetales cíclicos de un alcohol tri- o polihidroxiado. Agentes reductores de la contracción disponibles comercialmente incluyen Eclipse Floor (W. R. Grace & Co.), Control 40 y Control 50 (Sika), EPB (Chryso), Peramin SRA 330 (Perstorp AB), Rheocure (MBT, España), Tetraguard (MBT), 2-metilpentano-2,4-diol (Aldrich) y dipropilenglicol terc-butil éter (DPTB) (Aldrich). Se pueden usar mezclas de agentes reductores de la contracción presentes en ciertos productos comerciales.

20 Los glicoles de peso molecular bajo incluyen los que tienen la fórmula  $C_nH_{2n}(OH)_2$  en la que n es 2 a 10, por ejemplo 2 a 9, y que son dispersables en agua. Se debe entender que los dos grupos hidroxilo (OH) generalmente no están unidos al mismo átomo de carbono. Los glicoles de peso molecular bajo adecuados incluyen, pero sin carácter limitativo, etilenglicol, propilenglicol, butilenglicol, pentilenglicol y hexilenglicol (conocido también como 2-metilpentano-2,4-diol). También se pueden usar mezclas de estos glicoles.

25 Los compuestos de polialquilenoxi incluyen los de fórmula



30 en la que n es un número entero de 1 a 15, preferiblemente de 1 a 5;  $R^1$  representa hidrógeno o alquilo de 1 a 5 átomos de carbono;  $R^2$  representa hidrógeno o alquilo de 1 a 5 átomos de carbono, preferiblemente hidrógeno o metilo; y  $R^3$  representa hidrógeno, alquilo de 1 a 5 átomos de carbono, o un grupo  $-CH_2-CH(CH_3)OH$  o  $-CH(CH_3)CH_2OH$ .  $R^1$ ,  $R^2$  y  $R^3$  pueden ser iguales o diferentes. Los grupos  $R^2$  de una molécula simple pueden ser iguales o diferentes. Los grupos alquilo pueden ser de cadena lineal o ramificada.  $R^1$  y  $R^3$  pueden ser hidrógeno, metilo o terc-butilo. Ejemplos de compuestos de polialquilenoxi incluyen dietilenglicol y trietilenglicol.

El agente reductor de la contracción está presente en una cantidad de 0,1 a 1,0% del peso total del aglutinante, preferiblemente de 0,1 a 0,5% del peso total del aglutinante.

#### 35 Superplastificante

Los superplastificantes incluyen condensados de melamina-formaldehído sulfonados (SMF), condensados de naftaleno-formaldehído sulfonados (SNF), lignosulfonatos modificados (MLS) y policarboxilatos (PCS) (por ejemplo, superplastificantes acrílicos).

40 También se pueden usar policarboxilatos en los que están injertados otros grupos, como cadenas laterales del tipo de polioxi-etileno. La cantidad de superplastificante en la composición de la presente invención es generalmente 0,1 a 2,0%, preferiblemente 0,1 a 0,8%, por ejemplo 0,1 a 0,5% en peso, referido al peso total de aglutinante.

45 Algunos superplastificantes se denominan reductores de agua. En el Concrete Admixtures Handbook, Properties Science and Technology, V. S. Ramachandran, Noyes Publications, 1984, se define reductor de agua como aditivo que reduce típicamente un 10-15% la cantidad de agua mezclada en el hormigón para conseguir una manejabilidad dada. Los reductores de agua incluyen, por ejemplo, lignosulfonatos, ácidos hidroxicarboxílicos, hidratos de carbono y otros compuestos orgánicos especializados, por ejemplo, glicerol, poli(alcohol vinílico), aluminio-metil-siliconato sódico, ácido sulfanílico y caseína. Algunos agentes reductores de agua están comprendidos en el término "superplastificante" usado en esta memoria y en las reivindicaciones adjuntas.

50 Los superplastificantes pertenecen a una nueva clase de reductores de agua diferentes químicamente de los reductores de agua normales y capaces de reducir contenidos de agua aproximadamente un 30%. Los superplastificantes han sido clasificados en general en cuatro grupos: condensados de naftaleno-formaldehído sulfonados (SNF) (generalmente en forma de sal sódica), condensados de melamina-formaldehído sulfonados (SMF), lignosulfonatos modificados (MLS) y otros. Los superplastificantes más recientes incluyen compuestos policarboxílicos, como poli(acrilatos). Preferiblemente el superplastificante es un superplastificante de nueva generación, por ejemplo, un copolímero que contiene polietilenglicol como cadena injertada y funciones carboxílicas,

como éter policarboxílico, en la cadena principal. También se pueden usar policarboxilatos-polisulfonatos sódicos y poliacrilatos sódicos. La cantidad de superplastificante requerido depende generalmente de la reactividad del cemento. Cuanto más baja sea la reactividad, menos cantidad de superplastificante se requiere. Para reducir el contenido total de álcali, el superplastificante se puede usar en forma de sal cálcica en lugar de sal sódica.

5 La relación de agua a aglutinante total en las composiciones de la invención es preferiblemente 0,2 a 0,4 en peso. La composición de hormigón de la invención tiene generalmente un relación agua/hormigón menor que composiciones estándar de hormigón.

10 El hormigón de acuerdo con la invención comprende preferiblemente 215 a 500, por ejemplo, 215 a 450 kilogramos por metro cúbico de cemento, preferiblemente 290 a 450, por ejemplo, 290 a 400 kilogramos de cemento por metro cúbico.

El hormigón de acuerdo con la invención comprende preferiblemente 350 a 550 kilogramos por metro cúbico de aglutinante, preferiblemente 425 a 550, por ejemplo, 425 a 475 kilogramos de aglutinante por metro cúbico.

La densidad del hormigón de acuerdo con la invención es generalmente mayor que  $2.100 \text{ kg/m}^3$  y usualmente menor que  $2.600 \text{ kg/m}^3$ , valores de acuerdo con EN 206-1.

15 La composición de la presente invención puede comprender otros aditivos, por ejemplo, retardadores del fraguado, fibras y/o antiespumantes.

20 Se puede usar un retardador del fraguado para obtener un tiempo de fraguado (período entre el inicio del fraguado y el fin del fraguado) compatible con la aplicación deseada. Los retardadores adecuados para su uso en la composición de la presente invención incluyen ácidos carboxílicos (por ejemplo, ácido cítrico), azúcares y sus derivados, proteínatos cálcicos y sales cálcicas de polioximetilenoaminoácidos. Las composiciones de la presente invención comprenden generalmente menos de 0,5% de retardador del fraguado, referido al peso total de aglutinante.

25 La composición de la presente invención puede comprender también fibras naturales o sintéticas. Las fibras adecuadas comprenden fibras de polipropileno o de celulosa, así como fibras mixtas. La cantidad de fibras en la composición es generalmente menor que 1% del peso total del aglutinante.

El antiespumante puede ser un antiespumante químico, por ejemplo, fosfato de tributilo. La cantidad de antiespumante en la composición de la invención es generalmente menor que 0,5% del peso total del aglutinante.

La presente invención proporciona también una composición sustancialmente seca que comprende:

- 30
- un componente aglutinante hidráulico que comprende cemento, materiales en partículas que tienen un tamaño menor que  $200 \mu\text{m}$  y un agente de expansión,
  - materiales granulares que tienen un tamaño ( $D_{50}$ ) mayor que  $200 \mu\text{m}$ , preferiblemente mayor que  $350 \mu\text{m}$ , más preferiblemente mayor que  $500 \mu\text{m}$ ,
  - un agente reductor de la contracción y
  - un superplastificante,

35 en la que el agente reductor de la contracción está presente en una concentración de 0,1 a 1,0% en peso de aglutinante y los materiales en partículas están presentes en una concentración de 10 a 80%, por ejemplo de 10 a 50% por peso total de aglutinante,

para uso en la preparación de una composición de hormigón de acuerdo con la invención.

La invención se ilustra más en los dibujos adjuntos en los que:

40 la figura 1 muestra el cambio dimensional de un suelo preparado como se describe en el ejemplo 1, medido por un dilatómetro insertado en el suelo. El tiempo se representa en el eje X (con fechas expresadas en día/mes/año). La gráfica 1 corresponde a los datos brutos del detector (con el cambio dimensional en micrómetros en el eje Y). La gráfica 2 da datos de temperaturas (indicando el eje Y la temperatura en grados Celsius). La gráfica 3 da los datos dimensionales del detector después de corrección por la temperatura (con el cambio dimensional en micrómetros en el eje Y), y

45 la figura 2 muestra la deformación normalizada de la placa preparada como se describe en el ejemplo 2. El eje X representa el tiempo en días. El eje Y representa la deformación en micrómetros:  $\circ$  = deformación medida por el detector situado a  $+10 \text{ m}$  a lo largo de la placa;  $\Delta$  = deformación medida por el detector situado a  $-10 \text{ m}$  a lo largo de la placa.

50 La invención proporciona también un proceso para la preparación de una composición de hormigón de la invención, proceso que comprende mezclar con agua una composición sustancialmente seca como la definida anteriormente o

los componentes de una composición sustancialmente seca como los definidos anteriormente, siendo las cantidades relativas de los componentes y del agua las definidas anteriormente para la composición de hormigón de acuerdo con la invención. El proceso comprende, por ejemplo, las etapas de mezclar los materiales granulares con el aglutinante, añadir agua, añadir el aditivo reductor de la contracción y añadir el superplastificante.

5 Hay muchas maneras posibles de realizar el proceso de preparación, incluidas las siguientes:

- (i) premezclar los materiales granulares en un mezclador,
- (ii) añadir la composición del aglutinante hidráulico,
- (iii) añadir el agua, el agente reductor de la contracción y otros aditivos,
- (iv) añadir el superplastificante y

10 (v) mezclar la composición resultante hasta que sea uniforme.

Alternativamente, algunos de los materiales granulares se pueden añadir al mezclador antes del aglutinante hidráulico, el aditivo reductor de la contracción, el superplastificante y otros aditivos si los hubiera. Después, se puede añadir el resto de los materiales granulares. Los expertos en la técnica reconocerán un orden adecuado para asegurar un mezclado sustancialmente uniforme en el equipo particular de mezclado usado.

### 15 **Técnicas de colocación**

Las técnicas adecuadas de colocación de la composición de hormigón húmedo de la presente invención son bien conocidas. Preferiblemente, el hormigón húmedo destinado a superficies grandes (como es el caso de suelos de hormigón), se coloca en bandas largas, en general mediante descarga de una vagoneta. Se pueden instalar, a intervalos especificados transversales a la longitud de las bandas, juntas de contracción intermedias. En general, el hormigón húmedo de la invención se puede colocar sobre la base o sustrato a una velocidad a la que pueda ser extendido, aplanado mecánicamente y reenderezado para evitar sangrado de agua que se recoge en la superficie. El extendido se puede realizar a mano usando listones o preferiblemente mediante extensores mecánicos. La consolidación se puede realizar por vibración interna o en la superficie. El enlucido se puede realizar a mano usando una regla o una maestra mecánica o por láser.

### 25 **Técnicas de curado**

Como puede ser apreciado por los expertos en la técnica, se puede realizar un curado. Generalmente el hormigón de acuerdo con la invención se mantiene en un estado adecuado de humedad y temperatura durante sus primeras fases para promover el desarrollo de resistencia y durabilidad. La finalidad principal del curado es disminuir la pérdida de humedad de la placa para que se pueda producir una hidratación eficaz. Es ventajoso emplear métodos de curado más largos para reducir la contracción. Los objetos preparados de acuerdo con la invención se pueden curar mediante métodos de curado conocidos. Las condiciones de curado típicas para un suelo de hormigón preparado de acuerdo con la invención son las siguientes:

35 Para evitar pérdida rápida de humedad de placas con una relación alta de superficie expuesta a volumen y proporcionar humedad de reserva para el curado, el sustrato o base sobre la que se ha de depositar el hormigón se prehumedece y deja en reposo para conseguir un estado saturado pero seco de su superficie.

Después del acabado de la superficie de la placa, el proceso de curado puede incluir métodos conocidos de curado de estanqueidad o por agua, adecuados para el curado de placas de suelos.

40 Por ejemplo, técnicas adecuadas de curado por agua para suelos de hormigón incluyen estancamiento, espolvoreamiento o inmersión como métodos adecuados para superficies de placas sin juntas. El curado con agua es un método preferido. Para el curado de juntas se pueden usar recubrimientos húmedos o recubrimientos que retienen la humedad, por ejemplo, Burlap o más preferiblemente recubrimientos de fibras. Para curar objetos de la invención se recomiendan siete días de curado ininterrumpido. Se deben tomar precauciones conocidas en el caso de condiciones meteorológicas frías y cálidas.

45 El aditivo reductor de la contracción se puede añadir después de los otros componentes de la presente invención. Esto se puede realizar mezclándolo con los otros componentes antes del vertido para formar el objeto que se ha de preparar.

Se debe entender que el modo de preparación de una mezcla de hormigón se elige teniendo en cuenta las circunstancias particulares en las que se ha de mezclar, transportar y usar. Factores a considerar para decidir qué método se ha de usar incluyen los siguientes:

- 50 – disponibilidad de los diversos componentes de la composición y acceso al equipo de mezclado,
- limitaciones de tiempo,

- limitaciones de transporte,
- tamaño del objeto que se ha de preparar y
- composición del aglutinante.

5 La presente invención proporciona también un objeto de hormigón obtenible por el fraguado de la composición de hormigón de la invención.

10 El objeto de hormigón es preferiblemente una placa, por ejemplo, un suelo. El objeto tiene preferiblemente un tamaño máximo de 50 x 50 m, por ejemplo, 40 x 40 m, preferiblemente 30 x 30 m, por ejemplo, 20 x 20 m, y tiene preferiblemente una longitud desde 1 m (por ejemplo, desde 5 m) hasta 50 m (por ejemplo, 40 m, preferiblemente 30 m, por ejemplo 20 m) y un ancho desde 1 m (por ejemplo desde 5 m) hasta 50 m (por ejemplo 40 m, preferiblemente 30 m, por ejemplo 20 m).

#### Recomendaciones para las juntas de contracción

15 Cuando se usan, en la construcción de placas sobre un terreno se usan juntas de hormigón conocidas, para limitar la frecuencia y anchura de grietas originadas al azar por cambios de volumen. Generalmente, se puede reducir el mantenimiento de un suelo si se puede conseguir una limitación del número de juntas o un incremento del espaciado entre juntas, sin incrementar el número de grietas. También se puede conseguir, por ejemplo, una reducción del desgaste y rotura de rodamientos y ruedas de carretillas elevadoras. Un número reducido de juntas permite métodos de construcción más rápidos puesto que la construcción de juntas requiere un tiempo extra de acabado o cortado. Por lo tanto, es claramente ventajoso reducir el número de juntas en las placas de hormigón.

20 Diferentes asociaciones técnicas, incluidas la ASTM, ACI y NF, han recomendado guías para el espaciado entre juntas en suelos de hormigón cuando se usan hormigones conocidos. La recomendación de la ACI para placas no reforzadas de hormigón es un espaciado entre juntas desde 24-36 veces el espesor de la placa hasta un espaciado máximo entre juntas de 6 metros. Con este espaciado entre juntas, se puede esperar que se produzcan grietas al azar en el 0-3% de los paneles de la placa del suelo. En general, el espaciado entre juntas en hormigones estándar conocidos reforzados nominalmente con ferralla se puede incrementar algo. En particular, las recomendaciones de la ACI para juntas de contracción son un espaciado máximo de 30 veces el espesor de placas no reforzadas (por ejemplo, 3-4 m en ambas direcciones para placas de 100 mm e intervalos de 5-6 m para placas de 200 mm). Usando la formulación de hormigón de la presente invención, es posible preparar placas de hormigón exentas sustancialmente de grietas con un espaciado entre juntas de hasta cuatro veces o más las recomendaciones de expertos para hormigones conocidos. Este efecto es extremadamente importante y ventajoso por las razones antes indicadas.

30 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un objeto de hormigón obtenible a partir de la composición de hormigón de la invención como el definido anteriormente y que tiene un tamaño máximo de 50 x 50 m, por ejemplo de 40 x 40 m, preferiblemente de 30 x 30 m, por ejemplo de 20 x 20 m, y una longitud desde 1 m (por ejemplo desde 5 m) hasta 50 m (por ejemplo 40 m, preferiblemente 30 m, por ejemplo 20 m) y un ancho desde 1 m (por ejemplo desde 5 m) hasta 50 m (por ejemplo 40 m, preferiblemente 30 m, por ejemplo 20 m).

40 Generalmente el espesor mínimo es aproximadamente tres veces el tamaño máximo de los agregados: el límite superior del espesor viene dictado generalmente por consideraciones económicas y de diseño. Se debe entender que un espesor adecuado y/o el tamaño máximo compatible con un número reducido de grietas o con ausencia de grietas dependerá, *inter alia*, de la magnitud y naturaleza de las cargas y golpes a las que estará sometido el objeto, por ejemplo un suelo, y también de la base o sustrato sobre la que está el suelo. Se puede usar una base resiliente o aislante. Esta base se puede usar, por ejemplo, cuando el suelo ha de soportar cargas bajas. Un suelo de hormigón para una oficina estará sometido generalmente a cargas más bajas y a una incidencia menor de golpes que una superficie usada para un almacén en el que se pueden usar, por ejemplo, carretillas elevadoras.

En la presente memoria, incluidas las reivindicaciones adjuntas:

45 el término "aglutinante hidráulico" se refiere a una composición de aglutinante que comprende cemento, materiales en partículas y un agente de expansión,

los porcentajes son en peso, salvo que se especifique lo contrario,

50 los valores de asentamiento se miden de la forma siguiente: se preparan muestras de ensayo usando un molde cónico aplanado de 300 mm de altura, 100 mm de diámetro en la parte superior y 200 mm de diámetro en la parte inferior, de acuerdo con EN 12350-2; los valores de asentamiento se miden después de que la muestra ha cesado de moverse después del desmoldeo. El procedimiento, desde el inicio de la carga del molde hasta el desmoldeo, se completa en 150 segundos.

55 El tamaño de partículas D50 de partículas finas se refiere al percentil 50° de la distribución volumétrica del tamaño de las partículas; el D50 definido para partículas finas también se puede denominar VD50. Los tamaños medios de las partículas y las distribuciones de las partículas finas se pueden medir mediante granulometría por láser usando

un Malvern Mastersizer 2000. El valor D50 de materiales gruesos se determina por tamizado de una manera conocida.

Los siguientes ejemplos ilustran, pero no limitan, la invención.

**Ejemplo 1**

5 Se preparó una composición de hormigón que contenía los siguientes materiales con las concentraciones indicadas:

Componentes	Partes	Porcentajes en peso en el aglutinante total
<b>Aglutinante</b>		
Cemento Pórtland ordinario (CEM I Hope)	100	66,1
Escoria de alto horno molida (Appleby)	43	28,4
Aditivo de expansión (óxido cálcico; Lhoist)	8,4	5,5
<b>Otros componentes</b>		
	Partes	Porcentajes en peso referido a aglutinante total
Arena fina (0-4 mm)	286,7	189,6
Agregados gruesos 1 (4-10 mm)	57,5	38,0
Agregados gruesos 2 (10-20 mm)	230,3	152,2
Glicol de peso molecular bajo (TetraGuard; BASF)	0,67	0,44
Superplastificante (Adva 450*; W. R. Grace)	0,52	0,34
Agua	58,62	38,8

(\*) expresado como contenido de sólidos

La relación de materiales granulares (arena más agregados) a aglutinante total es 3,8.

10 Los agregados se ensayaron en un mezclador de laboratorio de la manera siguiente. Los materiales granulares se mezclaron durante 30 segundos. Se añadió y mezcló el aglutinante durante 90 segundos, después se añadió y mezcló el agente reductor de la contracción durante 30 segundos y finalmente se añadió el superplastificante y se mezcló toda la carga durante 90 segundos. Después de mezclar se midió el asentamiento de la manera siguiente:

Tiempo después del mezclado	Diámetro del extendido (cm)	Asentamiento vertical (cm)
0:12	47	24
0:35	47	24
1:14	54	24
2:0	62	24

15 La composición se preparó en una planta discontinua estándar de hormigón y se suministró al sitio de aplicación en un volquete estándar de hormigón. El hormigón se aplicó en un rectángulo de 20 x 9 m (espesor 17 cm), sin una junta de control. La placa se instrumentó por movimiento en las esquinas y se monitorizó la temperatura y humedad relativa durante un año en condiciones ambiente durante su uso interior en un centro de logística.

Los resultados representados en la figura 1 (con una medición por hora) son excelentes y demuestran la ausencia de contracción dimensional sustancial.

20

**Ejemplo 2**

Se preparó una composición de hormigón que contenía los siguientes materiales con las concentraciones indicadas:

Componentes	Partes	Porcentajes en peso en el aglutinante total
<b>Aglutinante</b>		
Cemento Pórtland ordinario (CEM I Val d'Azergues)	100	83,7
Escoria de alto horno molida	-	-
Piedra caliza fina (Omya Betoflow-OM)	12	10,0
Aditivo de expansión (óxido cálcico; Baltasar & Cotte)	7,5	6,3
<b>Otros componentes</b>		
Arena fina (molida; 0-4 mm)	150	125,5
Arena fina (de río; 0-5 mm)	50	41,8
Agregados gruesos 1 (5-10 mm)	90	75,3
Agregados gruesos 2 (10-20 mm)	145	121,3
Glicol de peso molecular bajo (Tetraguard; W. R. Grace)	0,13	0,105
Superplastificante (Glenium 51 MNT*)	0,5	0,42
<b>Agua</b>	<b>37,8</b>	<b>31,7</b>

(\*) expresado como contenido de sólidos

5 La relación de materiales granulares a aglutinante total es 3,6.

El hormigón se aplicó en un rectángulo de 20 x 1 m (espesor 10 cm) sin una junta de control. La placa se instrumentó por movimientos en ambos extremos (con respecto a la longitud de la placa) y se monitorizó la temperatura y humedad relativa en condiciones ambiente.

10 Los resultados representados en la figura 2 (en la que la deformación esta normalizada con respecto a una temperatura de 20°C) son excelentes y demuestran la ausencia de contracción dimensional sustancial.

**REIVINDICACIONES**

1. Una composición de hormigón que comprende:

- un componente aglutinante hidráulico que comprende cemento, materiales en partículas que tienen un tamaño menor que 200 µm y un agente de expansión,
- materiales granulares que tienen un tamaño (D50) mayor que 200 µm,
- un agente reductor de la contracción,
- un superplastificante y
- agua,

en la que la proporción de agua a aglutinante hidráulico es 0,1 a 0,5 en peso, el agente reductor de la contracción está presente en una concentración de 0,1 a 1,0% en peso de aglutinante y los materiales en partículas están presentes en una concentración de 10 a 80% por peso total de aglutinante.

2. Una composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el material en partículas comprende materiales puzolánicos y/o piedra caliza.

3. Una composición de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en la que los materiales puzolánicos se seleccionan de materiales sintéticos en partículas y materiales puzolánicos naturales o combinaciones de los mismos.

4. Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el cemento es cemento Pórtland.

5. Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el agente de expansión es carbonato magnésico calcinado, carbonato cálcico calcinado o una mezcla de los mismos.

6. Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, composición que comprende 2-10% de agente de expansión con respecto al peso total de aglutinante.

7. Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende 0,1 a 0,5% de agente reductor de la contracción con respecto al peso total de aglutinante.

8. Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el superplastificante se selecciona de condensados de melamina-formaldehído sulfonados (SMF), condensados de naftaleno-formaldehído sulfonados (SNF), lignosulfonatos modificados (MLS) y copolímeros de policarboxilatos.

9. Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, composición que comprende 1,5 a 6 veces de materiales granulares con respecto al peso total de aglutinante.

10. Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, composición que comprende 215 a 450 kilogramos de cemento por metro cúbico.

11. Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, composición que comprende 350 a 550 kilogramos de aglutinante por metro cúbico.

12. Una composición sustancialmente seca que comprende:

- un componente aglutinante hidráulico que comprende cemento, materiales en partículas que tienen un tamaño menor que 200 µm y un agente de expansión,
- materiales granulares que tienen un tamaño (D50) mayor que 200 µm,
- un agente reductor de la contracción y
- un superplastificante,

en la que el agente reductor de la contracción está presente en una concentración de 0,1 a 1,0% por peso de aglutinante y los materiales en partículas están presentes en una concentración de 10 a 80% por peso total de aglutinante, siendo las cantidades relativas de cada uno de los componentes las definidas para la composición de hormigón de acuerdo con la reivindicación 1.

13. Un proceso para la preparación de una composición de hormigón de acuerdo con la reivindicación 1, proceso que comprende mezclar con agua una composición sustancialmente seca que comprende

- un componente aglutinante hidráulico que comprende cemento, materiales en partículas que tienen un tamaño menor que 200 µm y un agente de expansión,

- materiales granulares que tienen un tamaño (D50) mayor que 200  $\mu\text{m}$ ,
- un agente reductor de la contracción y
- un superplastificante,

5 en la que el agente reductor de la contracción está presente en una concentración de 0,1 a 1,0% por peso de aglutinante y los materiales en partículas están presentes en una concentración de 10 a 80% por peso total de aglutinante,

o los componentes de dicha composición sustancialmente seca,

siendo las cantidades relativas de cada uno de los componentes y del agua las definidas anteriormente para la composición de hormigón de acuerdo con la reivindicación 1.

10 14. Un objeto de hormigón obtenido por fraguado de una composición de hormigón de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

15. Un objeto de hormigón de acuerdo con la reivindicación 14 en forma de placa y que tiene una longitud de 1 a 50 m y un ancho de 1 a 50 m.

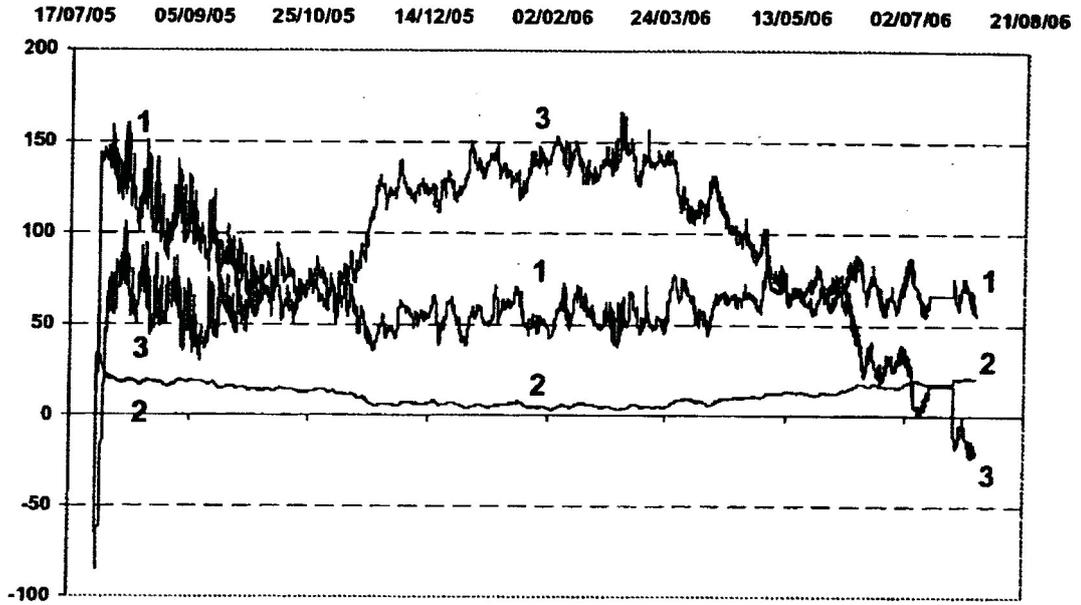


Figura 1

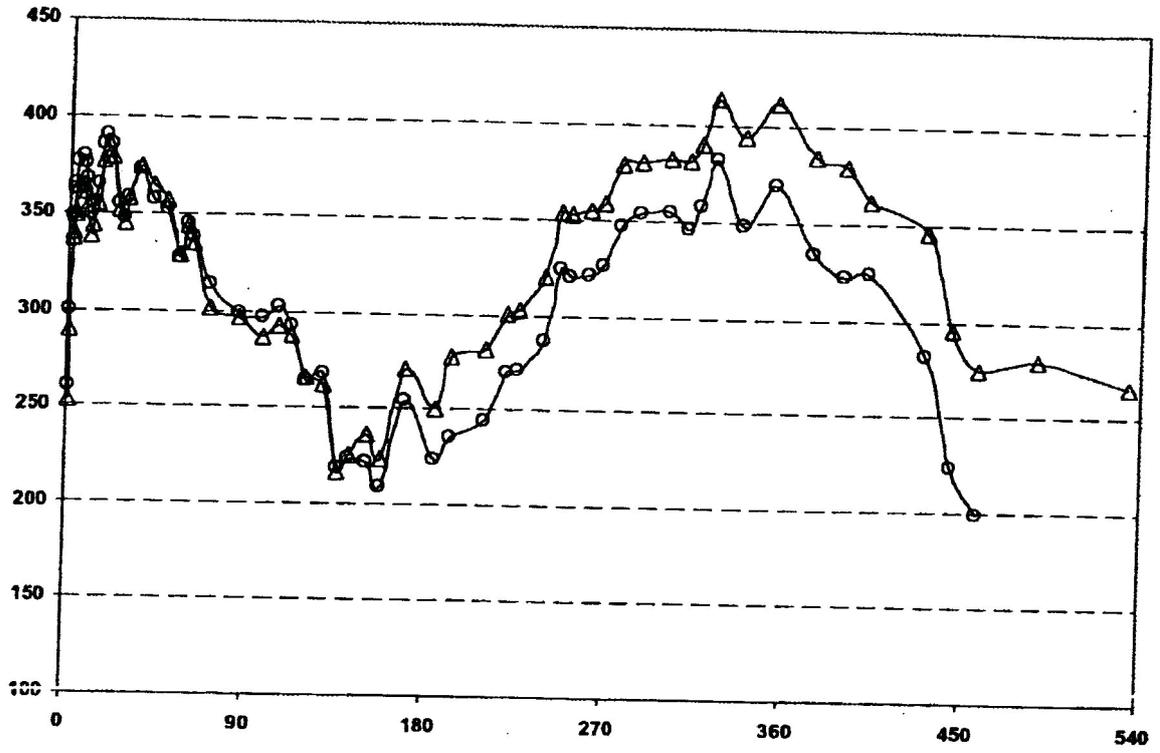


Figura 2