



23 ENE

281632

23 ENE 1963

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

d e

PATENTE D E INVENCION

formulada el 17 de Octubre de 1962, con el No 281.632

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de ALEXANDER KLEIN, de nacionalidad norteamericana, residente en La Questa Drive, Danville, California, Estados Unidos de America, por:

"MEJORAS INTRODUCIDAS EN LA FABRICACION DE CEMENTOS DESPROVISTOS DE CONTRACCION"

---

Esta invención se refiere a composiciones de cemento expansivas.

El cemento Portland se prepara mezclando piedra caliza con material arcilloso, moliendo la mezcla hasta obtener un polvo fino, y haciendo pasar seguidamente el material molido a través de un horno a una temperatura de fusión incipiente para formar un clinker, el cual se muele seguidamente, junto con una pequeña cantidad de yeso, hasta obtener un polvo fino. Químicamente el cemento Portland consiste, principalmente, en silicatos de calcio,



principalmente silicato tricálcico y, por lo general, una pequeña cantidad de beta silicato dicálcico juntamente con cantidades menores de aluminato tricálcico y aluminoferrito tetracálcico, y también cantidades menores de álcalis y óxido magnésico. El cemento se hidrata al mezclarlo con el agua, fragua y se endurece, sirviendo como aglutinante para la arena, grava u otros aridos.

Como se sabe el hormigón preparado a partir de cemento Portland, junto con arena, grava u otro arido, experimenta al secarse una contracción indeseable. Esta contracción es desventajosa, entre otras razones, debido a que cuando se encuentra en condiciones de compresión da lugar, por lo general, a la aparición de grietas en el hormigón.

Hasta ahora se han efectuado esfuerzos para producir cemento que no se contraiga y que pueda ser añadido al cemento Portland, o utilizado en lugar del cemento Portland, para proporcionar un hormigón desprovisto de contracción. (Por "desprovisto de contracción" se entiende que no ocurre una contracción neta, aunque puede ocurrir en cierto grado o puede ocurrir otra contracción).

Como ejemplo, se han preparado compuestos cementicios inorgánicos que son expansivos. Es decir, cuando un compuesto como éste se mezcla con arena, grava u otro arido y agua, y se deja fraguar y curar la mezcla, tiene lugar una expansión clara. Añadiendo un componente expansivo como éste, en una proporción adecuada, a cemento Portland, es posible compensar en algún grado, o por completo, la contracción normal de los hormigones de cemento Portland.

281632



Este concepto ha sido realizado hasta el punto de  
añadir suficiente cantidad de componente expansivo al  
cemento Portland para producir una expansión neta. Es  
decir, el cemento expansivo mezclado experimentará una  
5 expansión más bien que una contracción, durante las pri-  
meras etapas de hidratación e incluso en las condiciones  
de secado subsiguientes. Esta expansión tiene una venta-  
ja importante, a saber, que con grandes expansiones ade-  
cuadas es posible efectuar un autotensado de los miem-  
10 bros de acero de armadura empotrados en el hormigón, y  
el consiguiente pretensado del hormigón mismo, sin uti-  
lizar métodos de tensado mecánico.

Como es bien sabido, la resistencia estructural  
del hormigón armado y las propiedades mecánicas de los  
15 elementos estructurales de hormigón, son mejoradas me-  
diante el tensado de los miembros de acero de refuerzo,  
lo que se consigue, por lo general, mediante medios tér-  
micos o mecánicos, por ejemplo, estirando de los cables,  
varillas o semejantes de acero de armadura, para poner-  
20 los en tensión antes de que el hormigón haya fraguado y  
curado. Cuando cesa la fuerza de tracción, la tensión  
de los miembros de acero de armadura comprime el hormi-  
gón y, como resultado, el hormigón tiene una solidez ma-  
yor y una resistencia considerablemente mayor a las con-  
25 diciones de carga que producen tensión en los miembros  
estructurales. También se practica el tensado posterior  
del acero.

Sin embargo, existen muchas situaciones en las que  
resulta inconveniente, o en las que es imposible, reali-  
30 zar el pre-tensado o post-tensado tanto térmico como me-



cánico, especialmente, cuando se desea un pretensado tri-  
 dimensional o en volumen. Por lo tanto, si se prepara un  
 cemento que es de la variedad expansiva y que producirá  
 una expansión neta suficientemente elevada del producto  
 5 de hormigón acabado, esta expansión provocará el tensado  
 de los miembros de acero de armadura apropiadamente an-  
 clados, siendo, por lo tanto, aplicable a situaciones en  
 las que el tensado mecánico o tensado térmico de tipo  
 usual es imposible o difícil o antieconómico, como, por  
 10 ejemplo, en los tubos de hormigón, en las grandes losas  
 para autopistas, y en los casos en los que se desea un  
 tensado tridimensional.

No obstante, los cementos desprovistos de contrac-  
 ción y los cementos expansivos autotensantes obtenidos  
 15 hasta ahora, han tenido ciertas desventajas serias. Al-  
 gunos de estos cementos han requerido un alto grado de  
 precauciones durante el período de curado, y/o han reque-  
 rido una proporción de cemento a árido excesivamente ele-  
 vada, y/o la adición posterior de agentes de control pa-  
 20 ra controlar las velocidades y magnitudes de la expansión.  
 Los cementos denominados de Lossier, que son cementos  
 expansivos, requieren la presencia de un terminador, tal  
 como escoria de alto horno, el cual es desventajoso debi-  
 do al coste adicional, a la inconveniencia de los siste-  
 25 mas de varios componentes, a la presencia de un factor  
 adicional que necesita control, y a la imposibilidad de  
 predecir la magnitud y velocidad finales de la expansión.  
 Los cementos de Lossier tienen también un escaso grado de  
 expansión, habiéndose encontrado que son inadecuados pa-  
 30 ra las finalidades de auto-pretensado o pretensado químico.



Es un objeto de la presente invención proporcionar mejoras en la técnica de los cementos expansivos, y en los componentes expansivos de estos cementos.

5 Un objeto particular de esta invención es proporcionar un material cementicio expansivo, que tiene un alto grado de expansión, tal que la adición de una parte del mismo cuantitativamente menor a una parte de cemento Portland cuantitativamente mayor, producirá un  
10 cemento mezclado que es suficientemente expansivo para efectuar el auto-tensado de la armadura de acero y de los miembros tensores.

15 Todavía otro objeto de la invención es proporcionar cementos expansivos que tienen un alto grado de expansión, y que no necesitan la presencia de un terminador o de otras adiciones, para regular la velocidad o magnitud de la expansión.

Los objetos anteriores y otros objetos de la invención se harán evidentes de la descripción y reivindicaciones adjuntas que siguen.

20 Por conveniencia para una mejor descripción, se utilizarán de vez en cuando símbolos corrientes en la tecnología del cemento, como los siguientes: Oxido cálcido ( $\text{CaO}$ ) se representa como C; óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) como A; sílice ( $\text{SiO}_2$ ) como S, y trióxido de azu  
25 fre ( $\text{SO}_3$ ) como  $\bar{S}$ . Cuando se indique la cal extraíble, se hará referencia a ella como "cal extraíble" o "CaO libre", para distinguirla del óxido de calcio combinado o no extraíble (C). Por "cal extraíble" o "CaO libre" se entiende cal extraída por el método de ASTM C114-58.

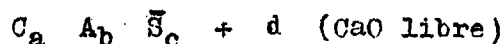
30 De acuerdo con esta invención, se prepara un clín-



ker que tiene un alto contenido en cal extraíble o CaO libre como se ha definido arriba, cuyo resto es predominantemente o por completo sulfato aluminico cálcico. Este clinker y la mezcla de cemento a la cual se añade como componente expansivo, no contiene terminador añadido o, si se añade éste, se añade en una cantidad que no altera de manera significativa la hidratación expansiva del cemento.

Se ha encontrado que observando ciertas condiciones, se produce un clinker que es superior como componente de cementos expansivos a los clinkers producidos anteriormente, incluidos aquellos descritos en un artículo del inventor de la presente invención y de G. E. Troxell que aparece en "Proceedings of the American Society for Testing Materials", volumen 58 (1958), páginas 968-1008.

Se parte, más específicamente, de materias primas adecuadas para C, A y  $\bar{S}$ , tales como carbonato cálcico, alúmina y yeso; se mezclan éstos en proporciones para obtener un clinker que tenga la fórmula



en la que los coeficientes moleculares a, b, c y d son como se describen abajo; y se calcina esta mezcla a una temperatura suficiente para formar un clinker, pero no por encima de la fusión incipiente, y en ningún caso por encima de unos 1593°C.

De este procedimiento resulta un clinker que tiene la fórmula expresada arriba, en la cual tomando  $\bar{S}$  como unidad (es decir un mol de  $SO_3$ ), a tiene el valor aproximado de 1 a 4, b tiene el valor aproximado de 1 a 3,



y d tiene el valor aproximado de 1 a 2. Además, la cantidad total de CaO libre abarca desde aproximadamente 21 hasta 40% del peso clinker.

5 Este clinker tiene un índice de refracción de aproximadamente 1,56 a 1,59. El espectro de difracción por rayos X del clinker muestra espaciamentos, incluyendo los de intensidades máximas, de 4,90, 3,75, 3,49, 3,24, 2,90, 2,65 y 2,16. Este orden no indica el orden de intensidades máximas, ya que los valores de intensidad máxima  
10 variarán en cada caso dependiendo de los constituyentes menores que pueden reforzar o tender a suprimir los espaciamentos particulares.

Otros criterios son como sigue: El  $\text{CaSO}_4$  libre, determinado por el método de Forsen utilizando agua de cal saturada (descrito en A.C.I. Journal, vol. 31, Junio, 15 1960), no es más del 5% en peso basado en el clinker. La suma de CaO libre y  $\text{SO}_3$  excede de un 37% en peso, aproximadamente, basado en el clinker. La relación en peso de  $(\text{CaO libre} + \text{SO}_3)$  a  $(\text{CaO total} + \text{Al}_2\text{O}_3) + \text{SO}_3$  excede de 0,38 aproximadamente. El total de  $\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3$  20 excede en un 75% aproximadamente del peso del clinker. En lo anterior se excluye el  $\text{TiO}_2$  cuando se hace referencia al  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Todos los métodos de determinación implicados están de acuerdo con las especificaciones ASTM C114- 25 58 para el análisis de cemento Portland, excepto el  $\text{CaSO}_4$  libre, que se determina por el método de Forsen, según se ha dicho.

Los siguientes ejemplos específicos servirán para ilustrar más la práctica y ventajas de esta invención:

281632

Ejemplo I - Preparación de Clinker A-1

23 EN



Se preparó una mezcla íntima cruda, finamente dividida, como sigue, siendo los porcentajes en peso.

5	Carbonato cálcico molido de calidad comercial (blanco de España)	51,7 %
	Yeso de calidad comercial	31,3
	Alúmina hidratada de calidad comercial	17,0
	Total	100,0

10 Estos ingredientes, como se ha indicado, eran de calidad comercial, tales como los que se podrían utilizar en la fabricación comercial de cemento Portland. La mezcla se molió hasta una finura de aproximadamente 90% a través de un tamiz número 200, y se formó con agua una pasta fina, y se extendió en una capa de 1,3 cm de espesor, se secó y se cortó en cuadrados de 2,5 - 1,3 cm.

15 En vez de seguir el procedimiento anterior, se puede moler por separado cada ingrediente hasta el grado de finura deseado, mezclándolo, seguidamente, seco o en mezcla con agua, para formar una pasta, y extenderla, etc. En cualquier caso, los cuadrados resultantes se colocan en un horno eléctrico y se calientan hasta fusión incipiente (1410°C).

20 El clinker resultante dió el siguiente análisis:

Análisis del Clinker A-1

25	CaO (total)	54,4%
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,6
	SO <sub>3</sub>	18,4
	SiO <sub>2</sub>	0,76
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,28
30	MgO	0,43

081632



TiO<sub>2</sub> 0.01  
 pérdida por ignición 0.47

23 ENERO

5 Se determinó mediante análisis químico, que el clinker A-1 contenía 23,2% de CaO libre y 1,1% de CaSO<sub>4</sub> libre. Todos los análisis químicos, con la excepción de la determinación del CaSO<sub>4</sub> libre se hizo por el método de Porsen, utilizando agua de cal saturada como extractante, como se describe por Toshio Manabe en "Determination of Calcium Sulfoaluminate in Cement Paste by Tracer Technique", ACI Journal, Volumen 31, no 7, Junio, 1960.

10 De los datos anteriores se encontró que (A) CaO libre + SO<sub>3</sub> era 41,6%; (B) la suma de CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (excluido el TiO<sub>2</sub>) y SO<sub>3</sub> se encontró que era 98,4%; y (C) se encontró que la relación de A a B era 0,423. Por conveniencia, y para evitar la repetición en los siguientes ejemplos, se hará referencia a estas cantidades como A, B y C, respectivamente.

Ejemplo 2 - Preparación del clinker C-4

20 Este clinker se preparó por el mismo procedimiento que el del Ejemplo 1, pero partiendo de una mezcla cruda como la siguiente, siendo los porcentajes en peso:

Piedra caliza de alta calidad industrial	48,5%
Yeso de calidad comercial	28,7
Bauxita de Sudamérica	22,8
Total	100,0%

La temperatura de la fusión incipiente fué de 1.354°C

El análisis del clinker C-4 fué como sigue:

Análisis del clinker C-4

30 CaO (total) 55.5%

281632

23 EN



	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.1
	SO <sub>3</sub>	19.0
	SiO <sub>2</sub>	1.40
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.58
5	MgO	0.00
	TiO <sub>2</sub>	0.77
	Pérdida por ignición	0.60

La cal libre fué del 23,5% y el CaSO<sub>4</sub> libre fué de 1,9%,  
determinado por los métodos a que se hace referencia en  
el Ejemplo I. Los valores de A, B y C fueron 42,5%,  
96,6% y 0,440, respectivamente.

Ejemplo 3 - Preparación del Clinker B-4

En este ejemplo, se utilizó un horno rotatorio ca-  
lentado con fueloil y aire a presión elevada, en lugar  
de un horno eléctrico, y la mezcla cruda molida fué no-  
dulizada mediante la aplicación de una pulverización de  
agua en un mezclador de tambor rotatorio, tamizándola pa-  
ra obtener una alimentación del horno entre 1,3 cm y un  
tamiz del número 4. La mezcla cruda fué como sigue; por-  
centajes en peso:

	Carbonato cálcico molido, de grado comercial (blanco de España)	48,7%
	Yeso de calidad comercial	28,7%
	Bauxita de Sudamérica	22,6%
	Total	100,0

25

El análisis del clinker B-4 fué como sigue:

	CaO (total)	55.0%
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.8
	SO <sub>3</sub>	17.4
30	SiO <sub>2</sub>	1.70

281632



Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.55
MgO	0.38
TiO <sub>2</sub>	0.65
Pérdida por ignición	0.55

5 El CaO libre y el CaSO<sub>4</sub> libre, determinados como se describe en el Ejemplo 1, fueron 22,9% y 2,2%, respectivamente. Los valores de A, B y C fueron 40,3%, 96,2% y 0,419, respectivamente.

Ejemplo 4 - Ensayo de las composiciones expansivas

10 A-1, B-4 y C-4. (Prismas no aprisionados)

Se molió cada uno de los clinkers anteriores (A-1, C-4 y B-4) hasta una finura adecuada (entre 2500 y 3000 centímetros cuadrados por gramo, según se determina por el método ASTM C204-55) y se mezclaron en proporciones  
 15 diversas, con un cemento Portland comercial de tipo ASTM I, que tenía entre 53 y 57% de contenido de silicato tri-cálcico, pero que, por otra parte cumplía las especificaciones del cemento Portland tipo ASTM II. Cada mezcla de cemento expansivo (Clinker A-1, C-4 o B-4) y cemento  
 20 Portland, fué mezclada con un árido y agua, y colada en prismas, de la manera siguiente:

El árido era una mezcla de 40% de arena y 60% de grava de río limpia de un tamaño máximo de 1.9 centímetros. El factor de cemento fué de 8 sacos de cemento  
 25 mezclado por 0.8 metros cúbicos de hormigón acabado. Se añadió agua en la proporción de 31% en peso de cemento mezclado. La mezcla tenía un desplome de 2,5 a 5 centímetros, por el método ASTM C143-58. La mezcla húmeda fué colada, utilizando una ligera vibración, en moldes  
 30 de 5 x 5 x 30,5 cm (dimensiones interiores). Los pris-

281632



fraguados fueron retirados al cabo de 8 horas. Se efectuaron las medidas de la longitud inicial en este momento, y, seguidamente, se curaron los prismas en niebla a 21°C, y a una humedad relativa del 100%. Se efectuaron diariamente observaciones de los cambios de longitud. Los resultados se exponen en la Tabla I, a continuación:

TABLA I

	(1) Componente expansivo del cemento mezclado	Expansión, expresada como % de la variación de longitud.					
		A-1	C-4	C-4	B-4	B-4	B-4
10	(2) Cantidad de componente expansivo (% en peso de cemento total)	25	20	25	20	25	30
15	Tiempo de curado, días después de la colada						
	1	1.0	0.3	0.6	0.1	0.5	0.5
	2	2.2	1.0	2.4	0.3	1.6	2.1
	3	3.8	3.3	6.5	0.8	2.7	5.4
20	4	5.5	4.5	7.4	2.1	4.4	8.9
	5	5.7	5.1	8.4	3.3	4.4	8.9
	6	5.7	5.2	8.4	3.5	4.4	8.9
	7	5.7	5.2	8.4	3.5	4.4	8.9
25	Tiempo para la expansión completa, días.	5	6	5	6	4	4
	Expansión lineal máxima, expresada como tanto por ciento de la variación de longitud.	5.7	5.2	8.4	3.5	4.4	8.9

En el Ejemplo 4, los prismas eran no tensados. Mediante la colocación de acero de armadura de manera que tense

281632



Los prismas durante el curado, la reacción expansiva produjo esfuerzos tensores en el acero y el consiguiente esfuerzo compresor del hormigón. El ejemplo siguiente ilustra el pre-tensado del acero de armadura.

5                    Ejemplo 5 - Ensayo de prismas reforzados

Se prepararon mezclas de hormigón como en el Ejemplo 4, con las mezclas de cemento descritas en él, y se colaron en prismas las mezclas húmedas, pero aplicando varillas de acero de armadura, de sección transversal igual al 1,1% de la sección transversal de los prismas, en un mecanismo de restricción exterior a los prismas, inmediatamente después de la separación de los prismas de los moldes. Es decir, el acero no estaba empotrado en el hormigón, si no que estaba unido a un mecanismo de restricción tal que la expansión de los prismas sería comunicado al acero, originando el tensado del acero. Los resultados fueron como se exponen en la Tabla II a continuación:

20                    TABLA II

(1) Componente expansivo del cemento	(2) Cantidad de (1) en % en peso de cemento total	Expansión máxima, % de variación de longitud	Tiempo para una expansión máxima (días)	Autotensión en kilos/cm <sup>2</sup> en el momento de la expansión máxima	
				Acero	Hormigón
A-1	25	0.50	3	7.210	79*8
C-4	20	0.53	4	7.490	85*4
C-4	25	0.55	3	7.980	87*5
B-4	20	0.55	7	7.980	87*5
B-4	25	0.50	3	7.210	79*8
30      B-4	30	0.75	3	10.850	111*0



En los componentes del cemento expansivo de la presente invención, la alúmina ( $Al_2O_3$ ) es un constituyente preferido, pero puede ser sustituido en parte o en su totalidad por otros sesquióxidos, tales como  $Cr_2O_3$ ,  $Mn_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  y  $V_2O_3$ .

Por lo tanto, es evidente que se proporcionan componentes de cemento expansivo, que al ser mezclados con cemento Portland normal en proporciones menores, provocan la expansión sustancial del hormigón preparado a partir de las mezclas, y que se hace posible el pretensado del acero, todo ello sin necesidad de añadir un terminador.

Además, mediante esta invención, es posible controlar (1) la magnitud de la expansión y (2) la velocidad de la expansión. Este control dependerá, como es natural, de diversos factores tales como (a) el contenido de cemento Portland, (b) la relación de agua a cemento, y (c) la selección del componente expansivo. Pero dados estos factores, es posible mediante el control de la proporción de componente expansivo, controlar la magnitud y velocidad de la expansión. Por ejemplo, con referencia a la Tabla I que figura en lo que antecede, se verá que utilizando 20, 25 o 30% de clinker B-4, se consiguen expansiones restringidas de 3,5, 4,4 y 8,9%, respectivamente, y que las velocidades de expansión variaron considerablemente, siendo mucho mayores con un 30% de adición que con un 20 y 25% de adición. Con referencia a la Tabla II, se verá que en el caso de los prismas aprisionados con acero de armadura, se consigue un control similar (una magnitud mayor y una velocidad mayor) con el mismo clinker (B-4),

23 ENE



utilizando proporciones mayores de este componente expansivo. Los expertos en la técnica comprenderán que la capacidad de controlar (así como de conseguir) las magnitudes de expansión y/o autotensado, y de controlar sus velocidades, constituye una gran ventaja.

La presente solicitud que corresponde a la presentada en E.U.A., con fecha 18 de Octubre de 1961, bajo el Nº 145.964, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

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

1.- Mejoras introducidas en la fabricación de cementos desprovistos de contracción del carácter descrito, caracterizadas porque dichos cementos consisten esencialmente en una proporción mayor de un cemento hidráulico que experimenta contracción al fraguar, mezclado con una proporción menor, suficiente por lo menos para compensar esta contracción, de un compuesto del tipo  $C_a \cdot X_b \cdot \bar{S}_c$ , en donde C representa  $C_aO$  combinado,  $\bar{S}$  representa  $SO_3$  combinado, X está seleccionado del grupo que consiste en  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $Mn_2O_3$  y  $V_2O_3$ , a, b y c son números positivos bajos que indican relaciones molares de C, X y  $\bar{S}$  y son tales que el compuesto  $C_a \cdot X_b \cdot \bar{S}_c$  es un material cementicio hidráulico; conteniendo también dicho componente expansi-



vo no menos de 21% aproximadamente de cal extraíble.

2.- Mejoras de acuerdo con el punto 1, según las cuales X es predominantemente  $Al_2O_3$ .

3.- Mejoras introducidas en la fabricación de cementos desprovistos de contracción del carácter descrito, caracterizadas porque dichos cementos consisten esencialmente en una proporción mayor de cemento Portland y mezclada con el una proporción menor, suficiente por lo menos para compensar la contracción del cemento Portland, de un compuesto cementicio que iragua hidráulicamente de la fórmula  $C_a A_b \bar{S}_c + dC_a O$  donde C representa  $CaO$  combinado, A representa  $Al_2O_3$  combinado,  $\bar{S}$  representa  $SO_3$  combinado,  $CaO$  representa cal extraíble y a, b, c y d son números que indican relaciones molares teniendo los valores de aproximadamente 1 a 4, 1 a 3, 1 y 1 a 2, respectivamente.

4.- Mejoras introducidas en la fabricación de una mezcla de cemento desprovisto de contracción, caracterizadas porque dicha mezcla consiste esencialmente en una proporción mayor de cemento Portland y una proporción menor, eficaz para compensar la contracción del cemento Portland cuando se amasa la mezcla con agua y áridos y se deja fraguar en condiciones no aprisionadas de un compuesto expansivo del tipo  $Ca.X_b.\bar{S}_c$ , conteniendo dicho compuesto expansivo una proporción de cal extraíble suficientemente elevada para prescindir de la necesidad de terminador añadido; siendo C,  $CaO$  combinado, siendo  $\bar{S}$ ,  $SO_3$  combinado, siendo X una entidad combinada seleccionada del grupo que consiste en  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $Mn_2O_3$  y  $V_2O_3$ , y siendo a, b y c números positivos pequeños, ta-



les que  $C_a \cdot X_b \cdot \bar{S}_c$  sea un cemento expansivo; estando mezcla de cemento substancialmente esenta de terminador añadido para la reacción expansiva.

5 5.- Mejoras según el punto 4, según las cuales  $x$  es  $Al_2O_3$  y  $a$ ,  $b$  y  $c$  son aproximadamente 1 a 4, 1 a 3, y 1, respectivamente.

10 6.- Mejoras introducidas en la preparación de aluminosulfato de calcio de la fórmula  $C_a A_b S_c + d(CaO$  libre) donde  $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $d$  son coeficientes moleculares que tienen valores de 1 a 4, 1 a 3, 1 y 1 a 2 respectivamente,  $C$ ,  $A$  y  $\bar{S}$  son  $CaO$  combinado,  $Al_2O_3$  combinado y  $SO_3$  combinado respectivamente; el  $CaO$  libre puede extraerse por el método ASTM C114-58; el producto se forma por calentamiento de una mezcla de  $CaO$ , un manantial de  $Al_2O_3$

15 y un manantial de  $SO_3$  a una temperatura que no excede de la temperatura de fusión pero suficiente para formar un clinker, teniendo dicho producto un índice de refracción de aproximadamente 1,56 a 1,59; teniendo  $CaSO_4$  libre por el método de Forsen, no mayor de 5%; teniendo un contenido combinado de  $CaO$  más  $SO_3$  que excede de 37% aproximadamente; teniendo una relación ponderal de  $CaO$  más  $SO_3$  libre a  $CaO$  más  $Al_2O_3$  total superior a 0,38 aproximadamente; y teniendo un contenido de  $CaO$  más  $Al_2O_3$  más  $SO_3$  total que excede de 75% aproximadamente.

25 7.- Mejoras introducidas en la fabricación de cementos expansivos que comprenden generar una mezcla que consiste esencialmente en una reserva de óxido de calcio, una reserva de sesquióxido elegido del grupo consistente en  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $Mn_2O_3$  y  $V_2O_3$  y una reserva de  $SO_3$ , respectivamente, al calcinar; someter la mezcla a calor en

30

23 ENE



medida suficiente para expulsar material volátil con inclusión de dióxido de carbono pero que no excede de la temperatura de fusión, para formar un clinker consistente predominantemente en el compuesto  $\text{CaO}_a \cdot \text{X}_b \cdot \text{SO}_3c$ , donde X es un sexquíóxido elegido del grupo consistente en  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  y  $\text{V}_2\text{O}_3$ , y a, b y c son relaciones moleculares que tienen los valores de 1 a 4, 1 a 3 y 1, aproximadamente de manera respectiva, siendo tales las proporciones de dichos materiales de origen que se forme un compuesto expansivo del tipo  $\text{CaO}_a \cdot \text{X}_b \cdot \text{SO}_3c$  y se produzca una cantidad sustancial de cal extraíble, realizándose la operación de caldeo a una temperatura y durante un tiempo suficiente para producir dicho compuesto y no menos que aproximadamente 21% de cal extraíble.

8.- Mejoras de acuerdo con el punto 7, según las cuales X es  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

9.- Mejoras introducidas en la fabricación de cementos desprovistos de contracción.

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

La presente Memoria consta de dieciocho hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 23 ENE 1963

Alberto de Eizaburo  
de Paredes

281632

PPR. *ho*