

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual  
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional  
15 de octubre de 2020 (15.10.2020)

WIPO | PCT

(10) Número de publicación internacional  
**WO 2020/208552 A1**

(51) Clasificación internacional de patentes:

C04B 14/00 (2006.01) C04B 28/00 (2006.01)  
C04B 14/36 (2006.01) C04B 28/04 (2006.01)  
C04B 7/36 (2006.01)

**PEDRAJAS NIETO-MÁRQUEZ, César**; Calle 7D No. 43A-99 Torre Almagrán, Medellín, Antioquia (CO). **RODRÍGUEZ HIDALGO, Claudia Patricia**; Calle 7D No. 43A-99 Torre Almagrán, Medellín, Antioquia (CO). **VÁSQUEZ TORRES, Oscar Oswaldo**; Calle 7D No. 43A-99 Torre Almagrán, Medellín, Antioquia (CO).

(21) Número de la solicitud internacional:

PCT/IB2020/053365

(22) Fecha de presentación internacional:

08 de abril de 2020 (08.04.2020)

(25) Idioma de presentación:

español

(26) Idioma de publicación:

español

(30) Datos relativos a la prioridad:

NC2019/0003760

12 de abril de 2019 (12.04.2019) CO

(71) Solicitante: **CEMENTOS ARGOS S.A.** [CO/CO]; Calle 7D No. 43A - 99, Torre Almagrán, Medellín, Antioquia (CO).

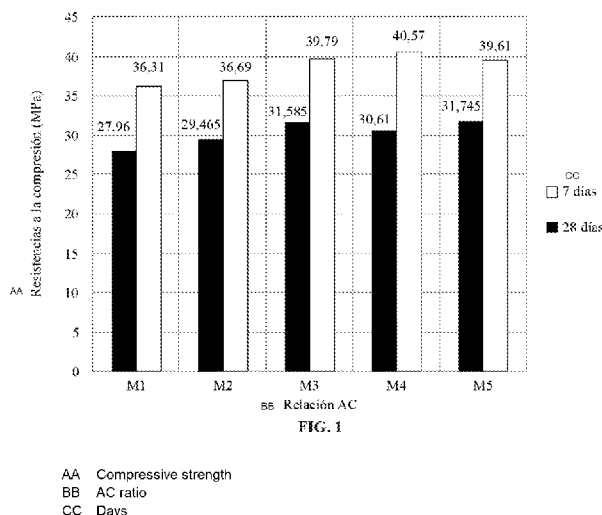
(72) Inventores: **ARANGO CAMPO, Samuel Eduardo**; Calle 7D No. 43A-99 Torre Almagrán, Medellín, Antioquia (CO).

(74) Mandatario: **OLARTE, Carlos R.**; Carrera 5 No. 34-03, La Merced, Bogotá, 110311 (CO).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: POZZOLANIC MIXTURE AND CEMENTING COMPOSITION

(54) Título: MEZCLA PUZOLÁNICA Y COMPOSICIÓN CEMENTANTE



(57) Abstract: The present invention relates to a pozzolanic mixture used as supplementary cementing material (SCM), which comprises activated clay, limestone and a set regulator. The invention also relates to a cementing composition comprising the pozzolanic mixture, clinker and a set regulator. Lastly, the invention further relates to concrete comprising the described cementing composition, fine aggregate, coarse aggregate and water, the concrete optionally comprising other additives.

(57) Resumen: La presente invención está dirigida a una mezcla puzolánica usada como material cementante suplementario (MCS) que comprende una arcilla activada, una caliza y un regulador de fraguado. Adicionalmente también está dirigida a una composición cementante que comprende dicha mezcla puzolánica, un clinker y un regulador de fraguado. Finalmente la invención también se dirige a un concreto que comprende la composición cementante descrita anteriormente, agregado fino, agregado grueso y agua, opcionalmente el concreto puede tener otros aditivos.



WO 2020/208552 A1

**(84) Estados designados** (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Declaraciones según la Regla 4.17:**

- *sobre la identidad del inventor (Regla 4.17(i))*
- *sobre el derecho del solicitante para solicitar y que le sea concedida una patente (Regla 4.17(ii))*
- *sobre el derecho del solicitante a reivindicar la prioridad de la solicitud anterior (Regla 4.17(iii))*
- *sobre la calidad de inventor (Regla 4.17(iv))*

**Publicada:**

- *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*
- *antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones (Regla 48.2(h))*
- *en blanco y negro; la solicitud internacional se presentó en colores o en escala de grises y puede descargarse de PATENTSCOPE.*

## MEZCLA PUZOLÁNICA Y COMPOSICIÓN CEMENTANTE

### CAMPO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención se encuentra en el campo de los materiales de la industria cementera, particularmente materiales cementantes suplementarios para la producción de cementos y concretos.

### DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

10

Históricamente la industria cementera ha producido cemento a partir de clinker y yeso para obtener diferentes tipos de cemento, tales como cementos de uso general, cementos de alta resistencia temprana, cementos para la producción de concreto y de uso estructural, entre otros. Sin embargo, el proceso de elaboración de clinker es una fuente importante de emisiones, particularmente de CO<sub>2</sub> las cuales provienen del proceso de descarbonatación de la caliza y del uso de combustibles para la quema de caliza y arcilla a temperaturas entre 1000 y 1500°C, esto adicionalmente acarrea altos costos de producción. Las anteriores son razones por las cuales se han utilizado materiales cementantes suplementarios (MCS) que permitan disminuir la cantidad de clinker en las mezclas. Entre otras características, la disminución de la cantidad de clinker en el cemento depende de la selección de los MCS, que a su vez depende de la disponibilidad y factibilidad de estos materiales en las plantas de cemento y de las propiedades puzolánicas de los mismos.

15

25

Entre los MCS se encuentran aquellos disponibles en la naturaleza, tales como las puzolanas naturales, o los subproductos industriales, como las cenizas volantes, escorias de alto horno y el humo de sílice. Sin embargo, como parte de la continua búsqueda por encontrar otras alternativas para disminuir el uso de clinker en el cemento, la industria y los investigadores han trabajado en el desarrollo y producción de nuevos MCS.

30

Dentro de los diferentes MCS, las arcillas calcinadas se consideran un material prometedor, no solo por su disponibilidad, sino por su alta capacidad para reducir el porcentaje de clinker en el cemento. Por ejemplo, la patente US 5,298,251 divulga sistemas cementantes que comprenden yeso, una puzolana como arcilla calcinada, un clinker, y opcionalmente álcalis. En dicho sistema cementante hay opcionalmente una mezcla puzolánica que comprende: arcilla calcinada y al menos uno entre: yeso, polvo de horno hidratado, cal hidratada, polvo de horno de cal hidratado, cenizas volantes y un agente plastificante orgánico. Por otro lado, la patente US 5,584,926 también divulga una

35

composición de cemento, pero esta comprende un clinker, sulfuro, flúor y un extensor de carbonato, en donde el extensor de carbonato puede ser una puzolana artificial, como arcilla calcinada.

- 5 El cemento divulgado en la patente US 9,212,092 está caracterizado porque conserva altas resistencias mecánicas a bajos contenidos de clinker. Dicho cemento tiene como base cemento Portland, un material arcilloso tratado térmicamente y un material de carbonato (opcionalmente tratado térmicamente), y opcionalmente, un material con sulfato. En donde, el material arcilloso está sustancialmente dehidroxilado y tiene al menos un 90%
- 10 p/p de materiales arcillosos que pertenecen al grupo de caolín, esmectita o vermiculita, o mezclas de los anteriores, y en donde el material de carbonato se refiere a un material sólido compuesto principalmente por minerales carbonatados.

Sin embargo, la producción de MCS alternativos sigue siendo un campo técnico activo de investigación y desarrollo, buscando materiales que permitan obtener mejores desempeños, por ejemplo relacionados con las propiedades de durabilidad. Por ejemplo, dentro de las dificultades existentes para incorporar nuevos MCS en cemento y concretos se encuentran problemas de fluidez, trabajabilidad y puesta en obra de la mezcla, así como aquellas dificultades en el concreto resultante en estado endurecido, por ejemplo, en relación con sus resistencias mecánicas. Adicionalmente, dentro de los problemas de durabilidad que enfrentan los MCS se encuentran aquellos que se generan por los distintos ataques químicos agresivos como al ión cloruro.

15

20

La presente invención se dirige a un MCS, cuya calidad está controlada en función de su composición, y que permite disminuir sustancialmente la cantidad de clinker en los cementos y concretos, pero al mismo tiempo obtener, desde el punto de vista técnico, desempeños iguales o superiores, en características tales como resistencia mecánica, Blaine, densidad, durabilidad, retenidos, características en estado fresco como la facilidad para ser aplicado (trabajabilidad), demanda de agua, consumo de aditivo, entre otros y su comportamiento en el tiempo en comparación con otros cementos que contengan otros MCS. Adicionalmente, y desde el punto de vista económico, los MCS desarrollados permiten un menor consumo energético en su producción, entre otras ventajas técnicas.

25

30

#### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

35 La presente invención está dirigida a una mezcla puzolánica útil como material cementante suplementario (MCS) que comprende una arcilla activada entre 20 y 85%, una caliza entre 10 y 75%, y un regulador de fraguado entre 3 y 15%. Adicionalmente

también está dirigida a una composición cementante que comprende dicha mezcla puzolánica en al menos un 20%, un clinker entre 35 y 75%, y un regulador de fraguado ente 1 y 10%. Finalmente, también está dirigida a un concreto que comprende dicha composición cementante entre 10 y 25%, un agregado fino entre 25 y 45%, un agregado grueso entre 25 y 55%, y agua entre 5 y 10%.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1 muestra el comportamiento de la Resistencia Mecánica a la Compresión (R.M.C) de una mezcla cementante compuesta por un 80% p/p de cemento Portland y un 20% p/p de una mezcla arcilla caliza M1 a M5 a la edad de 7 y 28 días.

La FIG. 2 ilustra la resistencia de las arcillas con alta y baja reactividad en función de la cantidad de álcalis (activador alcalino) a 0ppm, 500ppm, 1200ppm y 2250ppm.

La FIG. 3 muestra el porcentaje de incremento de R.M.C con NaCl para arcillas de reactividad alta y baja a concentraciones de NaCl de 0ppm, 500ppm, 1200ppm y 2250ppm.

La FIG. 4 muestra el comportamiento en R.M.C (MPa) y la relación agua/cemento (a/c) de un cemento base (CC1) y un cemento concretero C1 con 65% de clinker y 35% de la mezcla puzolánica a las edades de 1 día, 3, 7 y 28 días.

La FIG. 5 muestra el comportamiento en R.M.C (MPa) y la relación a/c de un cemento control CC2 y un cemento para producción de concreto C2 con 45% de clinker y 55% de mezcla puzolánica MP7 a las edades de 1 día, 3, 7 y 28 días,

### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

Se desarrolló una mezcla puzolánica útil como material cementante suplementario (MCS) que comprende una arcilla activada, una caliza, y un regulador de fraguado. Adicionalmente, se desarrolló una composición cementante que comprende una mezcla puzolánica, un clinker, y un regulador de fraguado. Finalmente, también se desarrolló un concreto que comprende una composición cementante, un agregado fino, un agregado grueso y agua.

#### Mezcla puzolánica

La presente invención está dirigida a una mezcla puzolánica útil como material cementante suplementario (MCS). Para efectos de esta solicitud se entiende por mezcla puzolánica a una composición que comprende una arcilla activada, una caliza y un regulador de fraguado. También se entenderá por mezcla puzolánica al término “mix

puzolánico”. La mezcla puzolánica de la presente invención es útil como MCS en la formulación de una composición cementante y en la formulación de un concreto, entre otros. En particular con el mix puzolánico aquí divulgado se pueden dosificar varios cementos que cumplan la norma ASTM C1157: GU (uso general), HE (alta resistencia inicial), MS (moderada resistencia a sulfatos) y MH (moderado calor de hidratación), entre otros.

Las cantidades descritas a continuación se encuentran en %p/p, que corresponde a porcentajes en peso, a menos que se indique una proporción distinta.

Para efectos de la presente invención se entiende por arcilla activada a una arcilla que ha sido sometida a un proceso de activación térmica o química, por ejemplo por calcinación a una temperatura entre 550 y 850 °C. También se entenderá por arcilla activada a la expresión “arcilla calcinada”. La arcilla (sin ser sometida a un proceso de activación) comprende uno o más de los siguientes minerales arcillosos: ilita, gibsitita, gohetita, montmorillonita, illita, caolinita, cloritas, micas, moscovitas, halloysita, metahalloysitas y cuarzo o mezclas de los mismos.

En una modalidad, la arcilla activada es una mezcla de varias arcillas activadas con características diferentes, o una arcilla activada y una o más arcillas sin activar.

La arcilla activada de la presente solicitud se caracteriza de forma mineralógica porque comprende uno o más de cuarzo, caolinita -1A, mica (Moscovita 2-M1), mica (Illita-1M), vermiculita-2M, anatasa, talco, microclina, albita, clinocloro-IIb-2, hematita, hematita alfa, pirita y/o amorfos, y mezclas de los mismos. En particular, la arcilla activada se caracteriza porque comprende cuarzo y amorfos, en donde el cuarzo se encuentra entre 10 y 90% o entre 20 y 76%, y en donde los amorfos se encuentran entre 10 y 80%, entre 20 y 80%, o entre 20 y 70%. La arcilla activada usada en la presente invención puede ser una mezcla de varias arcillas calcinadas con características mineralógicas y químicas diferentes.

Respecto a la composición química de la arcilla activada, ésta tiene un contenido de  $Al_2O_3$  mayor al 10%, entre 10 y 50%, o entre 15 y 30%. Adicionalmente, la arcilla activada tiene un contenido de  $Fe_2O_3$  mayor al 5%, entre 1 y 60%, entre 3 y 20%, o entre 5 y 20%. La arcilla activada comprende otros componentes, tales como  $SiO_2$ ,  $Na_2O$  y  $K_2O$ . Adicionalmente presenta valores de LOI entre 0,1 y 5%.

En donde, como una persona medianamente versada en la materia entendería el término LOI corresponde a pérdida por calcinación (pérdida por ignición) que se determina por el

calentamiento de una muestra con masa conocida a una temperatura de 900°C a 1000°C, hasta que se obtenga la constancia de masa. Se determina entonces la pérdida de masa de la muestra. Normalmente, una gran pérdida por ignición es una indicación de agua ligada y/o absorbida, de compuestos orgánicos (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>) y carbonatación (CO<sub>2</sub>), las cuales  
5 pueden ser resultantes del mismo material, del almacenamiento prolongado o de manera incorrecta, o de la adulteración durante el transporte. El ensayo de pérdida por calcinación de los ejemplos se realizó de acuerdo con las normas de ASTM C 114 (AASHTO T 105), COVENIN 0109, IRAM 1504, NCh147, NGO 41003 h18, NMX-C-151-ONNCCE, NTC 184, NTE 0160, NTP334.086 y UNIT-NM 18.

10

Sin embargo, otra arcilla calcinada útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia también puede ser empleada en la mezcla puzolánica desarrollada. La arcilla activada se encuentra en la mezcla puzolánica en una cantidad entre 10 y 90%, entre 20 y 80%, entre 50 y 80%, entre 40 y 70%, entre 20 y 85%, entre  
15 30 y 70%.

La arcilla activada con las características resaltadas en este documento permite reducir el factor Clínter/cemento de cualquier cemento sin afectar el desempeño del cemento resultante. Debido a su elevada, rápida y temprana actividad puzolánica, es decir, su  
20 rápida reacción con el hidróxido de calcio presente en el sistema fruto de la hidratación del clínter Portland, lo que ofrece resultados diferenciados al compararla con otros MCS, obteniendo por ejemplo mejores desempeños a edades más tempranas comparados con otros MCS. Además, es capaz de producir compuestos cementantes en sinergia con la hidratación del cemento desde los primeros días de hidratación (1-3-7 días). Asimismo,  
25 permite formular cementos con elevada durabilidad frente al ataque del ión Cl<sup>-</sup> y frente la ASR (reactividad álcali agregado).

De otro lado, la caliza corresponde a una roca metamórfica compuesta principalmente de calcita, formando el mármol; adicionalmente pueden aparecer aragonito y minerales secundarios, tales como wollastonita, grafito, clorita, talco, mica, cuarzo, piritita y algunas  
30 piedras preciosas como el corindón, granate o zirconita. Más particularmente la caliza de la presente invención se caracteriza por ser una caliza metamórfica. La función de la caliza en hidratación del cemento puede ser dual. Sin que sea una teoría definitiva, la caliza participa químicamente, al favorecer la producción de carboaluminatos (Mono y  
35 Hemi), y físicamente, al promover la hidratación del cemento por su efecto llenante en la mezcla puzolánica.

La caliza presenta una cantidad de más del 60% de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), al menos 50% de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), entre 70 y 80% o entre 80 y 99% de carbonato de calcio. Un análisis químico de la caliza indicará que está compuesta principalmente por CaO y pérdida al fuego (LOI) asociado a la liberación de  $\text{CO}_2$ . En donde el CaO se encuentra al menos en un 30%, entre 10 y 56%, entre 30 y 56%, entre 40 y 56%, o entre 30 y 56%. En donde el LOI se encuentra al menos en un 20%, entre 20 y 70%, entre 25 y 55%, entre 30 y 50%, o entre 20 y 45%.

Sin embargo, la mezcla puzolánica desarrollada puede comprender otra caliza útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia. La caliza se encuentra en la mezcla puzolánica en una cantidad entre 5 y 80%, entre 20 y 75%, entre 20 y 60%, entre 45 y 60%, entre 10 y 75%, entre 15 y 60%.

En una modalidad, la arcilla activada y la caliza están en una relación entre 1:1 y 3:1, entre 3:1 y 1:1.

Adicionalmente, el regulador de fraguado de la mezcla puzolánica se utiliza para retrasar o regular el fraguado del material, asegurando su trabajabilidad durante un periodo de tiempo óptimo. Así, el regulador cobra importancia en grandes sustituciones de cemento para garantizar la correcta hidratación del mismo.

Para efectos de la presente invención, el regulador de fraguado es de origen natural o sintético y se selecciona entre, pero no se limita a, sulfato de calcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - yeso), sulfato de calcio hemihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$  - basanita), sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$  - anhidrita), yesos con anión  $\text{SO}_4^{2-}$  y/o una combinación de los anteriores. Sin embargo, otro regulador de fraguado útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia también puede ser empleado en la mezcla puzolánica. El regulador de fraguado se encuentra en la mezcla puzolánica en una cantidad entre 1 y 20%, entre 3 y 10%, entre 3 y 8%, o entre 3 y 15%.

La mezcla puzolánica se encuentra en tamaños adecuados para su implementación en cementos o composiciones cementantes. Para esto, se puede realizar un proceso de disminución de tamaño de partícula como molienda o trituración de la mezcla de arcilla activada, caliza y regulador de fraguado. También se puede obtener la mezcla puzolánica con arcilla activada, caliza y regulador de fraguado previamente molidos de manera individual. La mezcla puzolánica de la presente solicitud tiene un tamaño de partícula menor a 75micras, entre 44 y 75micras, o menor a 44micras.

Adicionalmente, la mezcla puzolánica tiene un área superficial específica-blaine entre 6500 y 10000 cm<sup>2</sup>/g, entre 6500 y 7500 cm<sup>2</sup>/g, entre 5000 y 10000cm<sup>2</sup>/g.

### Composición cementante

5

La composición cementante o formulación de cemento desarrollada se utiliza para la preparación de pastas, morteros y concretos. La composición cementante puede formularse en un cemento tipo cemento puzolánico, cementos mixtos o compuestos, cemento de uso general (GU o UG), cemento con altas resistencias iniciales (HE),  
10 moderada resistencia sulfatos (MS), elevada resistencia a sulfatos (HS), moderado calor de hidratación (MH), bajo calor de hidratación (LH), cemento estructural, cemento concretero, suelo cemento y mampostería. Por ejemplo, se pueden dosificar varios cementos HE, GU, MS y MH en conformidad con la norma ASTM C1157. Por ejemplo, cuando la composición cementante tiene un contenido de clinker entre 40 y 55% es de  
15 uso general, un contenido de clinker entre 55 y 65% es de uso estructural y un contenido de Clinker entre 65 y 75% es de uso concretero. La composición cementante se utiliza en un concreto.

20 El clinker de la composición cementante se define como un aglomerante o conglomerante hidráulico que se obtiene mediante materias primas como calizas y arcillas provenientes de formaciones geológicas que se extraen, trituran, muelen, mezclan y se llevan a un horno, hasta su obtención.

25 La composición cementante de la presente invención disminuye hasta entre el 20% y el 55% la cantidad de clinker empleado en relación al cemento Portland.

30 Preferiblemente la composición mineralógica del clinker utilizado comprende C3S - Alita, C2S - Belita, óxido de calcio - cal, brownmillerita, C3A, óxido de magnesio - periclase, sulfato de potasio, beta - Arcanita. El clinker está formado por una mezcla de silicatos C3S y C2S, aluminatos C3A y ferrito aluminato de calcio C4Af. El clinker tiene un contenido de C3S mayor al 50%, entre 40 y 80%, o entre 45 y 70%. El clinker tiene un contenido de C3A mayor al 2%, entre 1 y 10%, o entre 2 y 6,5%.

35 En la presente invención el clinker se selecciona entre clinker OPC (Cemento Portland Ordinario). Sin embargo, otro clinker útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia también puede ser empleado en la composición cementante. El clinker se encuentra en la composición cementante en una cantidad entre

35 y 80%, entre 35 y 65%, entre 40 y 50%, entre 35 y 60%, entre 55 y 35%, entre 65 y 75%.

5 La composición cementante también comprende un regulador de fraguado que se utiliza para controlar el fraguado del material, es decir, que asegura su trabajabilidad durante un periodo de tiempo óptimo.

10 El regulador de fraguado se selecciona entre sulfato de calcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - yeso), sulfato de calcio hemihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$  - basanita), sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$  - anhidrita), yesos con anión  $\text{SO}_4^{2-}$ , y/o una combinación de los anteriores. El regulador de fraguado puede ser el mismo o diferente del regulador de fraguado de la mezcla puzolánica. Sin embargo otro regulador de fraguado útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia también puede ser empleado. El regulador de fraguado se encuentra en la composición cementante en una cantidad entre  
15 1 y 10%, entre 1 y 5%, entre 3 y 6%, o entre 5 y 10%, entre 4 y 8%.

20 La composición cementante comprende una mezcla puzolánica que es útil como MCS, la cual comprende una arcilla activada, una caliza y un regulador de fraguado, como se describe a continuación. La mezcla puzolánica se encuentra en la composición cementante en al menos un 20%, entre 20 y 65%, entre 20 y 60%, entre 20 y 30%, entre 30 y 40%, o entre 40 y 60%.

25 Para efectos de la presente invención se entiende por arcilla activada a una arcilla que ha sido sometida a un proceso de activación térmica o química, por ejemplo por calcinación a una temperatura entre 550 y 850 °C. También se entenderá por arcilla activada a la expresión “arcilla calcinada”. La arcilla (sin ser sometida a un proceso de activación) comprende uno o más de los siguientes minerales arcillosos: ilita, gibsitita, gohetita, montmorillonita, illita, caolinita, cloritas, micas, moscovitas, halloysita, metahalloysitas o mezclas de los mismos.  
30

En una modalidad, la arcilla activada es una mezcla de varias arcillas activadas con características diferentes, o una arcilla activada y una o más arcillas sin activar.

35 La arcilla activada de la presente solicitud se caracteriza de forma mineralógica porque comprende uno o más de cuarzo, caolinita -1A, mica (Moscovita 2-M1), mica (Illita-1M), vermiculita-2M, anatasa, talco, microclina, albita, clinocloro-IIb-2, hematita, hematita alfa, piritita y/o amorfos, y mezclas de los mismos. En particular, la arcilla activada se caracteriza porque comprende cuarzo y amorfos, en donde el cuarzo se encuentra entre

10 y 90% o entre 20 y 76%, y en donde los amorfos se encuentran entre 10 y 80%, entre 20 y 80%, o entre 20 y 70%. La arcilla activada usada en la presente invención puede ser una mezcla de varias arcillas calcinadas con características mineralógicas y químicas diferentes.

5

Respecto a la composición química de la arcilla activada, ésta tiene un contenido de  $Al_2O_3$  mayor al 10%, entre 10 y 50%, o entre 15 y 30%. Adicionalmente, la arcilla activada tiene un contenido de  $Fe_2O_3$  mayor al 5%, entre 1 y 60%, entre 3 y 20%, o entre 5 y 20%. La arcilla activada comprende otros componentes, tales como  $SiO_2$ ,  $Na_2O$  y  $K_2O$ .

10

En donde, como una persona medianamente versada en la materia entendería el término LOI corresponde a pérdida por calcinación (pérdida por ignición) que se determina por el calentamiento de una muestra con masa conocida a una temperatura de 900°C a 1000°C, hasta que se obtenga la constancia de masa. Se determina entonces la pérdida de masa de la muestra. Normalmente, una gran pérdida por ignición es una indicación de prehidratación (contenido de agua), de compuestos orgánicos ( $NO_x$ ,  $SO_x$ ) y carbonatación ( $CO_2$ ), las cuales pueden ser resultantes del mismo material, del almacenamiento prolongado o de manera incorrecta, o de la adulteración durante el transporte. El ensayo de pérdida por calcinación de los ejemplos se realizó de acuerdo con las normas de ASTM C 114 (AASHTO T 105), COVENIN 0109, IRAM 1504, NCh147, NGO 41003 h18, NMX-C-151-ONNCCE, NTC 184, NTE 0160, NTP334.086 y UNIT-NM 18.

15

25

Sin embargo, otra arcilla calcinada útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia también puede ser empleada en la mezcla puzolánica desarrollada. La arcilla activada se encuentra en la mezcla puzolánica en una cantidad entre 10 y 90%, entre 20 y 80%, entre 50 y 80%, entre 40 y 70%, entre 20 y 85%, entre 30 y 70%. La arcilla activada se encuentra en la composición cementante en una cantidad entre 1 y 50%, entre 10 y 30%, entre 10 y 25%, entre 15 y 35%, entre 15 y 45%, entre 15 y 25%.

30

35

La arcilla activada con las características resaltadas en este documento permite reducir el factor Clínter/cemento de cualquier cemento sin afectar el desempeño del cemento resultante. Debido a su elevada, rápida y temprana actividad puzolánica, es decir, su rápida reacción con el hidróxido de calcio presente en el sistema fruto de la hidratación del clínter Portland, lo que ofrece resultados diferenciados al compararla con otros MCS, obteniendo por ejemplo desempeños a edades más tempranas que para los casos de otros MCS. En donde una temprana actividad puzolánica significa que es capaz de producir

compuestos cementantes en sinergia con la hidratación del cemento desde los primeros días de hidratación (1-3-7 días). Asimismo, permite formular cementos con elevada durabilidad frente al ataque del ión  $\text{Cl}^-$  y frente a la ASR (reactividad álcali agregado).

5 De otro lado, la caliza corresponde a una roca metamórfica compuesta principalmente de calcita, formando el mármol; adicionalmente pueden aparecer aragonito y minerales secundarios, tales como wollastonita, grafito, clorita, talco, mica, cuarzo, pirita y algunas piedras preciosas como el corindón, granate o zirconita. Más particularmente la caliza de la presente invención se caracteriza por ser una caliza metamórfica. La función de la caliza en hidratación del cemento puede ser dual. Sin que sea una teoría definitiva, la caliza participa químicamente, al favorecer la producción de carboaluminatos (Mono y Hemi), y físicamente, al promover la hidratación del cemento por su efecto llenante en la mezcla puzolánica.

10 La caliza presenta una cantidad de más del 60% de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), al menos 50% de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), entre 70 y 80% o entre 80 y 99% de carbonato de calcio. Preferiblemente, la caliza usada en la mezcla puzolánica tiene principalmente  $\text{CaO}$  y LOI. En donde el  $\text{CaO}$  se encuentra al menos en un 30%, entre 10 y 70%, entre 30 y 60%, entre 40 y 60%, o entre 30 y 56%. En donde el LOI se encuentra al menos en un 20%, entre 20 y 70%, entre 25 y 55%, entre 30 y 50%, o entre 20 y 45%.

Sin embargo, la mezcla puzolánica desarrollada puede comprender otra caliza útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia. La caliza se encuentra en la mezcla puzolánica en una cantidad entre 5 y 80%, entre 20 y 75%, entre 20 y 60%, entre 45 y 60%, entre 10 y 75%, entre 15 y 60%. La caliza se encuentra en la composición cementante en una cantidad entre 1 y 40%, entre 1 y 30%, entre 5 y 30%, entre 8 y 30%, o entre 4 y 29%.

En una modalidad, la arcilla activada y la caliza están en una relación entre 1:1 y 3:1, entre 3:1 y 1:1.

Adicionalmente, el regulador de fraguado de la mezcla puzolánica se utiliza para retrasar o regular el fraguado del material, asegurando su trabajabilidad durante un periodo de tiempo óptimo. Así, el regulador cobra importancia en grandes sustituciones de cemento para garantizar la correcta hidratación del mismo.

Para efectos de la presente invención, el regulador de fraguado es de origen natural o sintético y se selecciona entre, pero no se limita a, sulfato de calcio dihidratado

(CaSO<sub>4</sub>•2H<sub>2</sub>O - yeso), sulfato de calcio hemihidratado (CaSO<sub>4</sub>•0.5H<sub>2</sub>O - basanita), sulfato de calcio (CaSO<sub>4</sub> - anhidrita), yesos con anión SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> y/o una combinación de los anteriores. Sin embargo, otro regulador de fraguado útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia también puede ser empleado en la

5 mezcla puzolánica. El regulador de fraguado se encuentra en la mezcla puzolánica en una cantidad entre 1 y 20%, entre 3 y 10%, entre 3 y 8%, o entre 3 y 15%. El regulador de fraguado de la mezcla puzolánica se encuentra en la composición cementante en una cantidad entre 1 y 5%, entre 2 y 3%, entre 1 y 4%.

10 La mezcla puzolánica se encuentra en tamaños adecuados para su implementación en cementos o composiciones cementantes. Para esto, se puede realizar un proceso de disminución de tamaño de partícula como molienda o trituración de la mezcla de arcilla activada, caliza y regulador de fraguado. También se puede obtener la mezcla puzolánica con arcilla activada, caliza y regulador de fraguado previamente molidos de manera

15 individual. La mezcla puzolánica de la presente solicitud tiene un tamaño de partícula menor a 75micras, entre 44 y 75micras, o menor a 44micras.

Adicionalmente, la mezcla puzolánica tiene un área superficial específica-blaine entre 6500 y 10000 cm<sup>2</sup>/g, entre 6500 y 7500 cm<sup>2</sup>/g, entre 5000 y 10000cm<sup>2</sup>/g.

20 Opcionalmente, la composición cementante comprende un activador alcalino, que se define como un estimulante o acelerante encargado de generar un medio básico que permita la disolución de todas las fases del cemento para que la reacción ocurra posteriormente. El objetivo es que el activador alcalino eleve la cantidad de cationes

25 alcalinos Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> en la mezcla. Adicionalmente, entre los efectos de usar activadores alcalinos se encuentran los resumidos en las FIG. 2 y 3.

En primer lugar, en la FIG. 2 se representan las resistencias mecánicas obtenidas a las edades de 1, 3 y 28 días de dos morteros constituidos, entre otros, por dos arcillas calcinadas de distinta reactividad, a los que les fueron adicionados distintas proporciones de NaCl como activador alcalino, 0, 500, 1200 y 2250 ppm, respectivamente. Puede observarse la influencia que tiene el activador en el incremento de resistencias mecánicas de todos los morteros a edades iniciales. Asimismo, la FIG. 3 muestra un estudio comparativo del incremento porcentual de las resistencias mecánicas a compresión de

30 estos mismos morteros a las edades citadas anteriormente con las distintas proporciones

35 adicionadas del agente activador.

Entre los activadores alcalinos útiles en la composición cementante se encuentran pero no se limitan a sal marina, hidróxido de sodio (NaOH), cloruro de sodio (NaCl), sulfato de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), hidróxido de potasio (KOH), cloruro de potasio (KCl), sulfato de potasio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y/o combinación de los anteriores. Sin embargo otro activador alcalino útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia también puede ser empleado en la formulación de la mezcla puzolánica. El activador alcalino se encuentra en la composición cementante en una cantidad entre 1 y 10%, entre 0 y 0,7%, entre 0 y 0,1%, entre 0,1 y 0,3%, entre 0,3 y 0,7%.

10

La composición cementante también comprende opcionalmente otros componentes, aditivos o minerales que corresponden generalmente a subproductos de otros procesos o materiales de origen vegetal, que pueden estar o no procesados previamente. Entre posibles componentes que se adicionan opcionalmente a la composición cementante se encuentran: puzolanas, escorias, adiciones minerales, cenizas volantes, escorias molidas de alto horno, humo de sílice y puzolanas naturales. También se encuentran dentro de los materiales, el polvillo del electrofiltro, retal de ladrillo, calizas, entre otras. Entre los aditivos se encuentran los de molienda (que faciliten la fluidez del material), mejoradores de calidad, mejoradores de molienda como aminas terciarias, TEA, TIPA, entre otros.

20

La composición cementante se caracteriza porque alcanza resistencias mecánicas a la compresión a las edades de 1 día: entre 9,0 y 18,0 MPa, a 3 días: entre 18,0 y 30,0 MPa, a 7 días: entre 26,0 y 38,0 MPa, y a 28 días: entre 37,0 y 50,0 MPa.

## 25 Concreto

El concreto, hormigón u concreto hidráulico de la invención comprende una composición cementante, un agregado fino, un agregado grueso y agua.

El agregado fino corresponde a arena para concreto que se selecciona entre arena natural, arena manufacturada y/o combinación de las anteriores, conforme a la norma ASTM C33. Sin embargo, cualquier otro agregado fino útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia también puede ser empleado en el concreto. El agregado fino comprende una mezcla de arenas de varias arenas naturales y/o varias arenas manufacturadas con diferentes características físicas. El agregado fino usado en el concreto de la presente invención tiene un tamaño de partícula inferior a 4,75mm, o que pase por malla número 4. El agregado fino se encuentra en el concreto en una cantidad entre 1 y 60 %, entre 25 y 45%, entre 30 y 40%, o entre 34 y 36%.

El agregado grueso se selecciona entre, pero no se limita a, grava, grava triturada, piedra triturada, escorias granulares, concreto triturado y/o combinación de los anteriores, conforme a la norma ASTM C33. Sin embargo, otro agregado grueso útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia también puede ser empleado en el concreto. El agregado grueso se encuentra en el concreto en una cantidad entre 1 y 70 %, entre 20 y 60%, entre 25 y 55%, entre 35 y 50%, o entre 38 y 45%.

El agua usada en la formulación del concreto permite hidratar el cemento hidráulico para que desarrolle resistencia y lubricar las partículas para permitir su mezclado, transporte y aplicación. En una modalidad, el agua utilizada en el concreto es conforme a lo descrito en la norma ASTM C1602. El agua se encuentra en una cantidad de entre 1 y 20%, entre 5 y 10%, entre 4 y 9%, o entre 5 y 8%. La cantidad de agua usada para formular el concreto de la presente solicitud es una relación con la composición cementante seleccionada entre 0,3, 0,4, 0,5, 0,6 y 0,7, es decir, en un rango entre 0,3 y 0,7.

La composición cementante del concreto comprende un clinker, un regulador de fraguado y una mezcla puzolánica.

El clinker de la composición cementante se define como un aglomerante o conglomerante hidráulico que se obtiene mediante materias primas como calizas y arcillas provenientes de formaciones geológicas que se extraen, trituran, muelen, mezclan y se llevan a un horno, hasta su obtención.

La composición cementante de la presente invención disminuye hasta entre el 20% y el 55% la cantidad de clinker empleado en relación al cemento Portland.

Preferiblemente la composición mineralógica del clinker utilizado comprende C3S - Alita, C2S - beta - Belita, óxido de calcio - cal, brownmillerita, C3A, C3A, óxido de magnesio - periclusa, sulfato de potasio, beta - Arcanita. El clinker está formado por una mezcla de silicatos C3S y C2S, aluminatos C3A y ferrito aluminato de calcio C4AF. El clinker tiene un contenido de C3S mayor al 50%, entre 40 y 80%, o entre 45 y 70%. El clinker tiene un contenido de C3A mayor al 2%, entre 1 y 10%, o entre 2 y 6,5%.

En la presente invención el clinker se selecciona entre clinker OPC (Cemento Portland Ordinario). Sin embargo, otro clinker útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia también puede ser empleado en la composición cementante. El clinker se encuentra en la composición cementante en una cantidad entre

35 y 80%, entre 35 y 65%, entre 40 y 50%, entre 35 y 60%, entre 55 y 35%, entre 65 y 75%.

5 La composición cementante también comprende un regulador de fraguado que se utiliza para controlar el fraguado del material, es decir, que asegura su trabajabilidad durante un periodo de tiempo óptimo.

10 El regulador de fraguado se selecciona entre sulfato de calcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - yeso), sulfato de calcio hemihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$  - basanita), sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$  - anhidrita), yesos con anión  $\text{SO}_4^{2-}$ , y/o una combinación de los anteriores. El regulador de fraguado puede ser el mismo o diferente del regulador de fraguado de la mezcla puzolánica. Sin embargo otro regulador de fraguado útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia también puede ser empleado. El regulador de fraguado se encuentra en la composición cementante en una cantidad entre 15 1 y 10%, entre 1 y 5%, entre 3 y 6%, entre 5 y 10%, o entre 4 y 8%.

20 La composición cementante comprende una mezcla puzolánica que es útil como MCS, la cual comprende una arcilla activada, una caliza y un regulador de fraguado, como se describe a continuación. La mezcla puzolánica se encuentra en la composición cementante en al menos un 20%, entre 20 y 65%, entre 20 y 60%, entre 20 y 30%, entre 30 y 40%, o entre 40 y 60%.

25 Para efectos de la presente invención se entiende por arcilla activada a una arcilla que ha sido sometida a un proceso de activación térmica o química, por ejemplo por calcinación a una temperatura entre 550 y 850 °C. También se entenderá por arcilla activada a la expresión “arcilla calcinada”. La arcilla (sin ser sometida a un proceso de activación) comprende uno o más de los siguientes minerales arcillosos: ilita, gibsita, gohetita, montmorillonita, illita, caolinita, cloritas, micas, moscovitas, halloysita, metahalloysitas o mezclas de los mismos.

30 En una modalidad, la arcilla activada es una mezcla de varias arcillas activadas con características diferentes, o una arcilla activada y una o más arcillas sin activar.

35 La arcilla activada de la presente solicitud se caracteriza de forma mineralógica porque comprende uno o más de cuarzo, caolinita -1A, mica (Moscovita 2-M1), mica (Illita-1M), vermiculita-2M, anatasa, talco, microclina, albita, clinocloro-IIb-2, hematita, hematita alfa, pirita y/o amorfos, y mezclas de los mismos. En particular, la arcilla activada se caracteriza porque comprende cuarzo y amorfos, en donde el cuarzo se encuentra entre

10 y 90% o entre 20 y 76%, y en donde los amorfos se encuentran entre 10 y 80%, entre 20 y 80%, o entre 20 y 70%. La arcilla activada usada en la presente invención puede ser una mezcla de varias arcillas calcinadas con características mineralógicas y químicas diferentes.

5

Respecto a la composición química de la arcilla activada, ésta tiene un contenido de  $Al_2O_3$  mayor al 10%, entre 10 y 50%, o entre 15 y 30%. Adicionalmente, la arcilla activada tiene un contenido de  $Fe_2O_3$  mayor al 5%, entre 1 y 60%, entre 3 y 20%, o entre 5 y 20%. La arcilla activada comprende otros componentes, tales como  $SiO_2$ ,  $Na_2O$  y  $K_2O$ .

10

En donde, como una persona medianamente versada en la materia entendería el término LOI corresponde a pérdida por calcinación (pérdida por ignición) que se determina por el calentamiento de una muestra con masa conocida a una temperatura de 900°C a 1000°C, hasta que se obtenga la constancia de masa. Se determina entonces la pérdida de masa de la muestra. Normalmente, una gran pérdida por ignición es una indicación de prehidratación (contenido de agua), de compuestos orgánicos ( $NO_x$ ,  $SO_x$ ) y carbonatación ( $CO_2$ ), las cuales pueden ser resultantes del mismo material, del almacenamiento prolongado o de manera incorrecta, o de la adulteración durante el transporte. El ensayo de pérdida por calcinación de los ejemplos se realizó de acuerdo con las normas de ASTM C 114 (AASHTO T 105), COVENIN 0109, IRAM 1504, NCh147, NGO 41003 h18, NMX-C-151-ONNCCE, NTC 184, NTE 0160, NTP334.086 y UNIT-NM 18.

15

Sin embargo, otra arcilla calcinada útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia también puede ser empleada en la mezcla puzolánica desarrollada. La arcilla activada se encuentra en la mezcla puzolánica en una cantidad entre 10 y 90%, entre 20 y 80%, entre 50 y 80%, entre 40 y 70%, entre 20 y 85%, entre 30 y 70%. La arcilla activada se encuentra en la composición cementante en una cantidad entre 1 y 50%, entre 10 y 30%, entre 10 y 25%, entre 15 y 35%, entre 15 y 45%, entre 15 y 25%.

25

30

La arcilla activada con las características resaltadas en este documento permite reducir el factor Clínter/cemento de cualquier cemento sin afectar el desempeño del cemento resultante. Debido a su elevada, rápida y temprana actividad puzolánica, es decir, su rápida reacción con el hidróxido de calcio presente en el sistema fruto de la hidratación del clínter Portland, lo que ofrece resultados diferenciados al compararla con otros MCS, obteniendo por ejemplo desempeños a edades más tempranas que para los casos de otros MCS. En donde una temprana actividad puzolánica significa que es capaz de producir

35

compuestos cementantes en sinergia con la hidratación del cemento desde los primeros días de hidratación (1-3-7 días). Asimismo, permite formular cementos con elevada durabilidad frente al ataque del ión  $\text{Cl}^-$  y frente a la ASR (reactividad álcali agregado).

5 De otro lado, la caliza corresponde a una roca metamórfica compuesta principalmente de calcita, formando el mármol; adicionalmente pueden aparecer aragonito y minerales secundarios, tales como wollastonita, grafito, clorita, talco, mica, cuarzo, pirita y algunas piedras preciosas como el corindón, granate o zirconita. Más particularmente la caliza de la presente invención se caracteriza por ser una caliza metamórfica. La función de la caliza en hidratación del cemento puede ser dual. Sin que sea una teoría definitiva, la caliza participa químicamente, al favorecer la producción de carboaluminatos (Mono y Hemi), y físicamente, al promover la hidratación del cemento por su efecto llenante en la mezcla puzolánica.

10 La caliza presenta una cantidad de más del 60% de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), al menos 50% de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), entre 70 y 80% o entre 80 y 99% de carbonato de calcio. Preferiblemente, la caliza usada en la mezcla puzolánica tiene principalmente  $\text{CaO}$  y LOI. En donde el  $\text{CaO}$  se encuentra al menos en un 30%, entre 10 y 70%, entre 30 y 60%, entre 40 y 60%, o entre 30 y 56%. En donde el LOI se encuentra al menos en un 20%, entre 20 y 70%, entre 25 y 55%, entre 30 y 50%, o entre 20 y 45%.

Sin embargo, la mezcla puzolánica desarrollada puede comprender otra caliza útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia. La caliza se encuentra en la mezcla puzolánica en una cantidad entre 5 y 80%, entre 20 y 75%, entre 20 y 60%, entre 45 y 60%, entre 10 y 75%, entre 15 y 60%. La caliza se encuentra en la composición cementante en una cantidad entre 1 y 40%, entre 1 y 30%, entre 5 y 30%, entre 8 y 30%, o entre 4 y 29%.

En una modalidad, la arcilla activada y la caliza están en una relación entre 1:1 y 3:1, entre 3:1 y 1:1.

Adicionalmente, el regulador de fraguado de la mezcla puzolánica se utiliza para retrasar o regular el fraguado del material, asegurando su trabajabilidad durante un periodo de tiempo óptimo. Así, el regulador cobra importancia en grandes sustituciones de cemento para garantizar la correcta hidratación del mismo.

Para efectos de la presente invención, el regulador de fraguado es de origen natural o sintético y se selecciona entre, pero no se limita a, sulfato de calcio dihidratado

(CaSO<sub>4</sub>•2H<sub>2</sub>O - yeso), sulfato de calcio hemihidratado (CaSO<sub>4</sub>•0.5H<sub>2</sub>O - basanita), sulfato de calcio (CaSO<sub>4</sub> - anhidrita), yesos con anión SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> y/o una combinación de los anteriores. Sin embargo, otro regulador de fraguado útil de acuerdo a lo entendido por una persona medianamente versada en la materia también puede ser empleado en la

5 mezcla puzolánica. El regulador de fraguado se encuentra en la mezcla puzolánica en una cantidad entre 1 y 20%, entre 3 y 10%, entre 3 y 8%, o entre 3 y 15%. El regulador de fraguado de la mezcla puzolánica se encuentra en la composición cementante en una cantidad entre 1 y 5%, entre 2 y 3%, entre 1 y 4%.

10 La mezcla puzolánica se encuentra en tamaños adecuados para su implementación en cementos o composiciones cementantes. Para esto, se puede realizar un proceso de disminución de tamaño de partícula como molienda o trituración de la mezcla de arcilla activada, caliza y regulador de fraguado. También se puede obtener la mezcla puzolánica con arcilla activada, caliza y regulador de fraguado previamente molidos de manera

15 individual. La mezcla puzolánica de la presente solicitud tiene un tamaño de partícula menor a 75micras, entre 44 y 75micras, o menor a 44micras.

Adicionalmente, la mezcla puzolánica tiene un área superficial específica-blaine entre 6500 y 10000 cm<sup>2</sup>/g, entre 6500 y 7500 cm<sup>2</sup>/g, entre 5000 y 10000cm<sup>2</sup>/g.

20 Opcionalmente, la composición cementante comprende un activador alcalino, que se define como un estimulante o acelerante encargado de generar un medio básico que permita la disolución de todas las fases del cemento para que la reacción ocurra posteriormente. El objetivo es que el activador alcalino eleve la cantidad de cationes

25 alcalinos Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> en la mezcla. Entre los activadores alcalinos útiles en la composición cementante se encuentran pero no se limitan a sal marina, hidróxido de sodio (NaOH), cloruro de sodio (NaCl), sulfato de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), hidróxido de potasio (KOH), cloruro de potasio (KCl), sulfato de potasio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y/o combinación de los anteriores. Sin embargo otro activador alcalino útil de acuerdo a lo

30 entendido por una persona medianamente versada en la materia también puede ser empleado en la formulación de la mezcla puzolánica. El activador alcalino se encuentra en la composición cementante en una cantidad entre 1 y 10%, entre 0 y 0,7%, entre 0 y 0,1%, entre 0,1 y 0,3%, entre 0,3 y 0,7%.

35 Adicionalmente, entre los efectos de usar activadores alcalinos se encuentran los resumidos en las FIG. 2 y 3. En primer lugar, en la FIG. 2 se representan las resistencias mecánicas obtenidas a las edades de 1, 3 y 28 días de dos morteros constituidos, entre otros, por dos arcillas calcinadas de distinta reactividad, a los que les fueron adicionados

distintas proporciones de NaCl como activador alcalino, 0, 500, 1200 y 2250 ppm, respectivamente. Puede observarse la influencia que tiene el activador en el incremento de resistencias mecánicas de todos los morteros a edades iniciales. Asimismo, la FIG. 3 muestra un estudio comparativo del incremento porcentual de las resistencias mecánicas a compresión de estos mismos morteros a las edades citadas anteriormente con las distintas proporciones adicionadas del agente activador.

Opcionalmente, el concreto comprende aditivos, los cuales incluyen pero no se limitan a reductores de agua, retardantes, acelerantes, reductores de agua y acelerantes, reductores de agua de alto rango, reductores de agua de alto rango y retardantes, por ejemplo, conforme a la norma ASTM C494.

El concreto de la presente invención se caracteriza porque tiene una resistencia a la compresión a los 3 días de: entre 25 y 45 MPa (aproximadamente 35MPa), a los 7 días de: entre 45 y 65 MPa (aproximadamente 55MPa), a los 28 días de: entre 55 y 75MPa (aproximadamente 65MPa), a los 56 días de: entre 60 y 80MPa (aproximadamente 70MPa), a los 90 días de: entre 65 y 85 MPa (aproximadamente 75MPa).

Adicionalmente, el concreto tiene una baja permeabilidad al agua (profundidad de penetración < 30 mm) y una baja penetración del ión cloruro (penetración del ión cloruro entre 1000 y 2000 Coulombs medida a 56 días) evaluados conforme a la norma NTC4483 y ASTM C1202, respectivamente.

**EJEMPLOS**

Los siguientes Ejemplos ilustran la invención, sin estar el concepto inventivo restringido a los mismos:

*Ejemplo 1. Caracterización de algunas materias primas para la mezcla puzolánica (arcilla activada y caliza)*

Tabla 1. Rangos de composición mineralógica de las arcillas activadas a temperaturas de 550 y 750°C.

Mineral	550°C		750°C	
	Mín. (%)	Máx. (%)	Mín. (%)	Máx. (%)
Cuarzo	20,1	70,5	25,1	75,5
Caolinita -1 <sup>a</sup>	0,0	5,0	0,0	0,0
Mica (Moscovita 2-M1)	0,9	30,0	0,0	<1
Mica (Illita-1M)	0,0	1,9	0,0	<1

Vermiculita-2M	0,0	6,8	0,0	1,23
Anatasa	0,0	3,0	0,0	2,0
Talco	0,0	4,8	0,0	4,8
Microclina	0,0	5,0	0,0	<1,01
Albita	0,0	1,1	0,0	<1
Clinocloro-IIb-2	0,0	3,0	0,0	<1
Hematita	0,0	1,9	0,0	<1
Hematita alfa	0,0	1,2	0,0	<1
Pirita	0,0	1,5	0,0	<1
Amorfos	20,0	60,0	30,0	70,0

Tabla 2. Composición química de muestras aleatorias de arcilla activada

Muestra No.	%SiO <sub>2</sub>	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%LOI	%Na <sub>2</sub> O	%K <sub>2</sub> O
AA1	64,35	21,15	9,51	2,28	0,15	1,16
AA2	60,28	23,2	8,5	2,41	0,23	1,84
AA3	56,19	23,32	15,18	0,57	0,21	1,41
AA4	53,23	25,47	13,68	3,74	0,14	1,17
AA5	61,52	21,6	11,38	2,61	0,26	0,8
AA6	59,34	23,25	10,99	2,97	0,25	0,93
AA7	72,14	18,15	6,72	0,35	0,19	1,07
AA8	68,62	19,61	7,63	0,12	0,15	1,98
AA9	72,93	18,04	6,47	0,34	0,3	2,18
AA10	69,35	19,39	7,22	0,82	0,18	3,14
AA11	73,13	17,17	6,77	0,45	0,22	2,51
AA12	72,53	17,76	6,49	0,75	0,19	2,51

5 La arcilla calcinada después de molida presentó en promedio un Blaine (m<sup>2</sup>/g) de 1767 y un d<sub>50</sub> de 5(μm).

Tabla 3. Rango de composición química de las calizas usadas en las mezclas puzolánicas de la solicitud

Compuestos	Mínimo (%)	Máximo (%)
SiO <sub>2</sub>	0	20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	8
CaO	40	56
MgO	0	22

SO <sub>3</sub>	0	5
NaO <sub>2</sub>	0	2
K <sub>2</sub> O	0	2
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	1
MnO	0	1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	1
TiO <sub>2</sub>	0	1
LOI	30	45
CaCO <sub>3</sub>	60	100

**Ejemplo 2. Mezclas arcilla activada – caliza y formulación de mezcla puzolánica**

Se realizaron diferentes formulaciones con diferentes proporciones de arcilla activada/caliza y se evaluó su desempeño mecánico. La arcilla activada evaluada  
 5 corresponde a una arcilla de bajo grado calcinada en un horno rotatorio industrial a temperatura de calcinación entre 750 y 850°C, con un contenido de caolín cercano al 48% y minerales acompañantes tipo moscovita y cuarzo. La caliza probada fue una caliza silicosa con más del 75% de carbonato de calcio. Posteriormente, se muelen la arcilla y la caliza hasta pasar por un tamiz obteniendo entre 3 y 4% de retenido en malla 325.

10

Se caracterizaron las distintas relaciones de arcilla activada / caliza en mortero normalizado, preparadas con un 80% (p/p) del cemento de referencia (Cemento Ref.) y un 20% (p/p) de una proporción arcilla caliza (3-1, 2-1, 1-1, 1-2, 1-3) por masa total del material cementante. Se determinaron las resistencias mecánicas a compresión a las  
 15 edades de 3, 7 y 28 días, como se muestra a continuación:

Tabla 4. Formulaciones de muestras arcilla activada / caliza

Muestra No.	AC	a/c	Flujo (%)	Resistencia a la compresión (MPa)		
				3 días	7 días	28 días
Cemento Ref.	100% cemento	0,5	106,4	32,5	39,8	48,9
M1	1:3	0,5	114,4	22,3	28,0	36,3
M2	1:2	0,5	112,8	23,7	29,5	37,0
M3	1:1	0,5	105,6	24,9	31,6	39,8
M4	2:1	0,5	114,4	23,3	30,6	40,6
M5	3:1	0,5	114,4	23,8	31,7	39,6

La determinación de la resistencia mecánica a compresión a las edades de 3, 7 y 28 días se realizó según la norma ASTM C109 (NTC220), elaborando para ello tres probetas de dimensiones 5x5x5 cm por cada muestra y edad, de mortero. Se observa en la FIG. 1 y la Tabla 1 que, para la edad de 3 días, la muestra M3 (de AC 1:1), y, para la edad de 7 días, la muestra M5, dieron mejores resultados.

Con el fin de evaluar el desempeño de la mezcla puzolánica versus la mezcla de arcilla activada y caliza, se comparó la MP6 con el cemento de referencia y las mezclas M1 a M5 (los valores correspondientes a Flujo y resistencia a la compresión de la Tabla 6 para M1 a M5, son los mismos valores reportados en la Tabla 4):

Tabla 5. Composición de la mezclas puzolánica MP6

Muestra No.	AA (%)	Caliza (%)	Yeso (%)
MP6	47,5	47,5	5,0

Tabla 6. Desempeño mecánico para 5 muestras en donde se varía la relación Arcilla activada /caliza (AC).

Muestra No.	Flujo (%)	Resistencia a la compresión (MPa)			Blaine cm <sup>2</sup> /g
		3 días	7 días	28 días	
100% Cemento	106,4	32,5	29,8	48,9	-
M1	114,4	21,4	28,1	36,7	585,46
M2	110,5	22,7	28,3	37,3	872,96
M3	109,0	23,9	30,1	39,1	940,37
M4	113,1	23,4	28,8	40,9	1033,06
M5	111,9	23,2	30,0	40,6	1089,55
MP6	108,4	24,3	31,9	38,6	955,00

La Tabla 6 permite comparar proporciones similares de arcilla caliza (M3) con MP6 con ajuste de sulfato. Los resultados obtenidos con MP6 muestran mayores resistencias a la compresión a 3 y 7 días comparadas con las mezclas arcilla caliza.

**Ejemplo 3. Caracterización del clinker utilizado en la composición cementante**

Tabla 7. Composición mineralógica de 5 muestras aleatorias de clinker

Parámetro	CL1	CL2	CL3	CL4	CL5
C3S - Alita, Nishi et al %	62,82	64,29	50,64	69,7	60,1

C2S - beta - Belita (Mumme) %	14,68	14,43	23,47	7,3	13,2
Oxido de calcio - cal %	0,59	0	3,68	0	2,86
Brownmillerita (2/1.52/0.48/5) %	8,77	10,66	10,62	13,93	14,58
C3A - Aluminato cúbico %	3,07	2,49	2,54	0,9	2,3
C3A - Na-ortho aluminato, NIST %	2,95	1,56	2,49	1,4	1,1
C3A total	6,02	4,05	5,03	2,3	3,4
Óxido de magnesio - Periclasa %	0,71	0,7	0,56	0,57	0,61
Sulfato de potasio, beta - Arcanita %	1,92	1,38	1,5	0,6	0

**Ejemplo 4. Composiciones cementantes con activador alcalino**

Se elaboraron las composiciones cementantes C14 a C21 utilizando las mezclas puzolánicas MP7 y MP8 y un clinker con las características mineralógicas descritas en el Ejemplo 3, con el fin de evaluar el desempeño mecánico de la composición cementante en relación con la cantidad de activador alcalino, como se ilustra en la Tabla 10 y en las FIG. 2 y 3.

Tabla 8. Composiciones mezclas puzolánicas MP7 y MP8

Muestra No.	AA (%)	Caliza (%)	Yeso (%)
MP7	45,2	45,2	9,6
MP8	45,2	45,2	9,6

10

Tabla 9. Composiciones cementantes con activador alcalino

Muestra No.	CL (%)	Yeso (%)	Mezcla puzolánica		Activador alcalino (%)
			Muestra No.	(%)	
C14	65,00	3,42	MP7	31,58	0,000
C15	64,99	3,42	MP7	31,54	0,050
C16	64,95	3,41	MP7	31,52	0,120
C17	64,90	3,40	MP8	31,45	0,250
C18	65,00	3,42	MP7	31,58	0,000
C19	64,99	3,42	MP7	31,54	0,050
C20	64,95	3,41	MP7	31,52	0,120
C21	64,90	3,40	MP8	31,45	0,250

Tabla 10. Propiedades y resultados de las composiciones cementantes con mezclas puzolánicas MP7 y MP8

Muestra No.	a/c	Flujo (%)	Resistencia a la compresión [MPa]
-------------	-----	-----------	-----------------------------------

			1 día	3 días	28 días
C14	0,5	106,2	11,8	18,9	41,7
C15	0,5	106,2	13,4	21,4	43,4
C16	0,5	106,2	13,1	21,6	42
C17	0,5	106,2	14	22,2	39,6
C18	0,485	107,3	9,9	18,9	31,1
C19	0,485	107,3	11,8	19,2	34,3
C20	0,485	107,3	11,1	21,2	33,8
C21	0,485	107,3	11,6	22,7	32,5

**Ejemplo 5. Composiciones cementantes efecto del regulador de fraguado**

Se elaboraron las composiciones cementantes C11 a C13 y C22 a C27 utilizando las mezclas puzolánicas MP9 a MP17 y un clinker con las características mineralógicas descritas en el Ejemplo 3, con el fin de evaluar diferentes cantidades de regulador de fraguado tanto en la mezcla puzolánica como en la composición cementante y su efecto en el desempeño mecánico de la composición cementante resultante, como se ilustra en la Tabla 13.

10 Tabla 11. Composiciones mezclas puzolánicas MP9 a MP17 en donde se varía la cantidad de regulador de fraguado

Muestra No.	AA (%)	Caliza (%)	Yeso (%)
MP9	46,7	46,7	6,6
MP10	47,5	47,5	5,0
MP11	48,3	48,3	3,4
MP12	45,2	45,2	9,6
MP13	44,8	44,8	10,4
MP14	44,2	44,2	11,6
MP15	45,2	45,2	9,6
MP16	44,8	44,8	10,4
MP17	44,3	44,3	11,4

Tabla 12. Composiciones cementantes utilizando las mezclas puzolánicas MP9 a MP17, en donde se varía la cantidad de regulador de fraguado

Muestra No.	CL (%)	Yeso (%)	Mezcla puzolánica (%)	
			Muestra No.	(%)
C11	45,00	2,37	MP9	52,63
C12	45,00	2,37	MP10	52,63

C13	45,00	2,37	MP11	52,63
C22	65,00	3,42	MP12	31,58
C23	65,00	3,42	MP13	31,58
C24	65,00	3,42	MP14	31,58
C25	65,00	3,42	MP15	31,58
C26	65,00	3,42	MP16	31,58
C27	65,00	3,42	MP17	31,58

Las composiciones cementantes C11 a C13 presentan una menor cantidad de clinker y una mayor cantidad de mezcla puzolánica versus las composiciones cementantes C22 a C27.

5

Tabla 13. Propiedades y resultados de las composiciones cementantes con mezclas puzolánicas MP9 a MP17

Muestra No.	a/c	Flujo (%)	Resistencia a la compresión (MPa)			
			1 día	3 días	7 días	28 días
C11	0,510	108,5	6,3	14,1	19,9	24,1
C12	0,500	107,5	7,6	14,5	22,4	25,4
C13	0,510	111,3	7,8	14,5	22,7	26,3
C22	0,495	112,9	10,9	22,1	33,6	46,3
C23	0,490	108,0	9,5	22,5	33,3	46,9
C24	0,490	107,3	10,9	22,8	34,1	47,6
C25	0,495	112,9	11,7	22,3	28,4	34,9
C26	0,490	108,0	10,7	24,5	29,5	38,4
C27	0,490	107,3	11,3	25,2	28,7	39,2

10 Tabla 14. Propiedades adicionales de las composiciones cementantes con mezclas puzolánicas MP9 a MP11

Muestra No.	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Retenido (%) malla 325	SEB (cm <sup>2</sup> /g)	DTP		
				<3 micras	3-30 micras	<45 micras
C11	2,9	8,3	499,0	29%	65%	99%
C12	2,9	9,6	560,3	29%	64%	99%
C13	2,9	8,9	562,4	29%	64%	99%

Tabla 15. Consistencia normal y fraguado para las muestras C11 a C13

--	--	--	--

Muestra No.	Consistencia normal (%)	Inicio de Fraguado (min)	Final de Fraguado (min)
C11	29,0	143,0	255,0
C12	28,5	128,0	240,0
C13	29,0	135,0	240,0

Todas las dosificaciones propuestas y mostradas en la Tabla 13, cumplen con todas las especificaciones físicas y mecánico-resistentes que les son exigidas para cada tipo de cemento (Tablas 13-15), es decir: cemento concretero, cemento estructural o cemento de  
 5 Uso General.

**Ejemplo 6. Composiciones cementantes para la producción de concreto**

Se elaboraron las composiciones cementantes C1, C3, C5, C8 y C9 utilizando las mezclas puzolánicas MP18 a MP22 y un clinker con las características mineralógicas descritas en  
 10 el Ejemplo 3, con el fin de producir cementos con las características necesarias para la producción de concreto. Este tipo de cemento está especialmente diseñado para la producción industrializada de concreto que ofrece una mayor eficiencia y un alto desarrollo de resistencias a edades iniciales y finales cumpliendo las especificaciones de la norma técnica colombiana NTC 121 (tipo ART).

15

Tabla 16. Composiciones mezclas puzolánicas MP18 a MP22

Muestra No.	AA (%)	Caliza (%)	Yeso (%)
MP18	45,8	45,8	8,4
MP19	44,0	44,0	12,0
MP20	59,0	31,0	10,0
MP21	31,9	64,9	3,2
MP22	64,9	31,9	3,2

Tabla 17. Composiciones cementantes para producción de concreto

Muestra No.	CL (%)	Yeso (%)	Mezcla puzolánica		Activador alcalino (%)
			Muestra No.	(%)	
CC1	84,90	-	-		-
C1	64,95	3,42	MP18	31,545	0,085
C3	74,95	3,93	MP19	21,12	0,0
C5	75,00	3,95	MP20	21,05	0,0
C8	70,00	3,68	MP21	26,32	0,0
C9	70,00	3,68	MP22	26,32	0,0

Tabla 18. Propiedades y resultados de las composiciones cementantes con mezclas puzolánicas MP18 a MP22

Muestra No.	a/c	Flujo (%)	Resistencia a la compresión (MPa)			
			1 día	3 días	7 días	28 días
CC1	0,480		15,7	31,1	38,8	46,1
C1	0,500	108,7	13,0	24,7	34,4	46,0
C3	0,500	109,1	14,4	26,4	33,3	45,6
C5	-	-	16,4	29,2	37,3	48,1
C8	0,460	105,6	14,7	23,4	31,4	43,4
C9	0,485	109,2	13,3	25,0	35,3	49,4

- 5 Los resultados de la Tabla 18 muestran que es posible obtener cementos incluyendo la mezcla puzolánica con desempeños similares a los cementos industriales de alta resistencias tempranas disminuyendo el contenido de clinker hasta en un 15%.

10 Tabla 19. Propiedades adicionales de las composiciones cementantes con mezclas puzolánicas MP18 a MP20

Muestra No.	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Retenido (%) malla 325	SEB (cm <sup>2</sup> /g)	AST BET (m <sup>2</sup> /g)	DTP		
					<3 micras	3-30 micras	<45 micras
CC1	3,13	0,3	4432	-	-	-	-
C1	3,01	4,00	4793	2,39	0,234	0,751	1,00
C3	2,98	3,05	4851	-	0,273	0,716	1,00
C5	3,07	-	5076	2,82	0,2197	0,7646	1,00

Comparado con el cemento referencia, los mayores cambios se observan en la finura Blaine y el retenido.

15 Tabla 20. Consistencia normal y fraguado para las muestras CC1, C1, C3 y C5

Muestra No.	Consistencia normal (%)	Inicio de Fraguado (min)	Final de Fraguado (min)
CC1	27	117	220
C1	29	112	220
C3	28	104	280
C5	28	107	210

Los cementos que incluyen la mezcla puzolánica tienen menores tiempos de fraguado que están dentro de las variaciones normales de los cementos.

5 **Ejemplo 7. Composiciones cementantes para la producción de cemento de uso general (UG)**

Se elaboraron las composiciones cementantes C2, C6 y C7 utilizando las mezclas puzolánicas MP23 a MP25 y un clinker con las características mineralógicas descritas en el Ejemplo 3, con el fin de producir cementos con las características del cemento de uso general. El cemento de uso general corresponde a un cemento que cumple con las características de la norma técnica americana ASTM C 1157 tipo GU. De igual forma, se produce una composición cementante C10 utilizando la mezcla puzolánica MP26 y un clinker con las características mineralógicas descritas en el Ejemplo 3, con el fin de producir un cemento mampostero de acuerdo con la norma técnica americana ASTM C 15 91.

Tabla 21. Composiciones mezclas puzolánicas MP23 a MP26

Muestra No.	AA (%)	Caliza (%)	Yeso (%)
MP23	46,6	46,6	6,8
MP24	31,1	61	7,9
MP25	69,1	23	7,9
MP26	24	71	5

20 Tabla 22. Composiciones cementantes con mezclas puzolánicas MP23 a MP26 y composición cementante de control 2 (CC2)

Muestra No.	CL (%)	Yeso (%)	Mezcla puzolánica		Activador alcalino (%)
			Muestra No.	(%)	
CC2	55,50	-	-	-	-
C2	44,95	2,365	MP23	52,60	0,085
C6	50,00	2,63	MP24	47,37	0,0
C7	50,00	2,63	MP25	47,37	0,0
C10	43,00	2,26	MP26	54,74	0,0

Tabla 23. Propiedades y resultados de resistencia a la compresión de las composiciones cementantes con mezclas puzolánicas MP23 a MP26, y la composición cementante de control 2 (CC2)

	a/c	Flujo [%]	Resistencia a la compresión [MPa]
--	-----	-----------	-----------------------------------

Muestra No.			1 día	3 días	7 días	28 días
CC2	0,480	-	8,6	17,0	23,0	31,0
C2	0,515	106,4	9,0	18,3	27,0	37,4
C6	0,480	108,5	8,3	14,6	21,2	34,6
C7	0,510	106,3	9,4	16,5	27,9	41,4
C10	0,490	-	-	-	13,0	15,8

La Tabla 23 muestra como el uso de la mezcla puzolánica en conjunto con un activador alcalino permite reducir la cantidad de clinker en el cemento de uso general desde 55,5% hasta 45% para los cementos con mezcla puzolánica obteniendo desempeños mecánicos similares. Por su parte, el cemento C10 representa la oportunidad de utilizar la mezcla puzolánica en aplicaciones como mampostería.

Tabla 24. Propiedades adicionales de las composiciones cementantes con mezclas puzolánicas CC2 y C2.

Muestra No.	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Retenido (%) malla 325	SEB (cm <sup>2</sup> /g)	AST BET (m <sup>2</sup> /g)	DTP		
					<3 micras	3-30 micras	<45 micras
CC2	-	3,49	4576	-	-	-	-
C2	2,93	6,10	5574	3,55	0,292	0,684	1,000

La Tabla 24 permite comparar propiedades físicas de los cementos. Se observa que los cementos con mezcla puzolánica tienen mayores Blaine y pueden ser cementos con mayores retenidos lo que se traduce como una oportunidad en la optimización de la molienda.

Tabla 25. Consistencia normal y fraguado para las muestras CC2 y C2

Muestra No.	Consistencia normal (%)	Inicio de Fraguado (min)	Final de Fraguado (min)
CC2	26	146	250
C2	30	147	253

El fraguado para el cemento referencia de uso general vs el cemento con 45% de clinker, mezcla puzolánica y activador indican que estos cementos puzolánicos no tienen mayores impactos en el tiempo de fraguado.

**Ejemplo 8. Composiciones cementantes para la producción de cemento estructural**

Se elaboró la composición cementante C4 utilizando la mezcla puzolánica MP27 y un clinker con las características mineralógicas descritas en el Ejemplo 3, con el fin de producir cementos con las características del cemento estructural. El cemento estructural corresponde a un cemento especial para la producción de concretos estructurales, tales como los destinados para columnas, vigas, losas, muros y cimentaciones en todo tipo de edificaciones y obras de infraestructura, los cuales cumplen con las especificaciones de la norma técnica colombiana NTC 121 y norma americana ASTM C-1157 tipo GU.

10 Tabla 26. Composición mezcla puzolánica MP27

Muestra No.	AA (%)	Caliza (%)	Yeso (%)
MP27	46	46	8,0

Tabla 27. Composición cementante con la mezcla puzolánica MP27 y composición cementante de control 3 (CC3)

Muestra No.	CL (%)	Yeso (%)	Mezcla puzolánica (%)	Activador alcalino (%)
CC3	77,00	-	-	-
C4	60,00	3,16	36,74	0,100

15 Tabla 28. Propiedades y resultados composición cementante con mezcla puzolánica MP27 y composición cementante de control 3 (CC3)

Muestra No.	a/c	Flujo [%]	Resistencia a la compresión [MPa]			
			1 día	3 días	7 días	28 días
CC3	-	-	13,0	23,7	31,6	42,4
C4	0,5	109	12,4	19,6	30,7	38,2

Tabla 29. Propiedades adicionales para la muestra C4

Muestra No.	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Retenido (%) malla 325	SEB (cm <sup>2</sup> /g)	AST BET (m <sup>2</sup> /g)	DTP		
					<3 micras	3-30 micras	<45 micras
C4	3,01	-	4645	2,52	0,2259	0,7353	1

20 Tabla 30. Consistencia normal y fraguado para la muestra C4

Muestra No.	Consistencia normal (%)	Inicio de Fraguado (min)	Final de Fraguado (min)

C4	29	130	240
----	----	-----	-----

**Ejemplo 9. Aplicación de la composición cementante con mezcla puzolánica en concreto**

- Se elaboró la composición cementante C4 utilizando la mezcla puzolánica MP27 y un clinker con las características mineralógicas descritas en el Ejemplo 3, con el fin de producir concreto.

Tabla 31. Composiciones de las mezclas puzolánicas MP28 a MP30

Muestra No.	AA (%)	Caliza (%)	Yeso (%)
MP28	47,62	47,62	4,76
MP29	59,26	37,04	3,70
MP30	64,55	32,28	3,17

- Los siguientes concretos se caracterizan porque tienen agregados finos entre 34 y 36% (p/p), agregados gruesos entre 38 y 45% (p/p), agua entre 5 y 8%, y la siguiente composición cementante:

Tabla 32. Composiciones cementantes con mezclas puzolánicas MP28 a MP30, utilizadas en los concretos CN1 a CN3 y concreto control (CNC1)

Muestra No.	CL (%)	Yeso (%)	MCS	
			Muestra No.	(%)
CN1	75,05	3,95	MP28	21,00
CN2	69,35	3,65	MP29	27,00
CN3	65,55	3,45	MP30	31,00
CNC1	69,35	3,65	MCS1	27,00

El concreto CNC1 tiene la siguiente composición de MCS1: caliza 10%, ceniza volante 16% y yeso 1%.

Tabla 33. Resultados pruebas de desempeño para los concretos CN1, CN2 y CN3

Muestra No.	Resistencia a la compresión (MPa)				
	3 días	7 días	28 días	56 días	90 días
CN1	41,4	58,5	67,7	73,0	78,7
CN2	40,1	54,4	68,8	72,0	74,5

CN3	29,1	50,4	61,9	64,5	65,9
CNC1	36,4	50,9	64,4	70,3	73,8

Tabla 34. Resultados de durabilidad de los concretos CN1 a CN3

Muestra No.	Durabilidad	
	Permeabilidad al agua	Penetración del Ión Cloruro
CN1	Baja	Baja
CN2	Baja	Baja
CN3	Baja	Baja

5 Con los resultados se evidencia entonces, que a iguales niveles de inclusión del mix puzolánico y sustitución del MCS (CN2 y CNC1) con la inclusión de Arcillas Calcinadas comparado con una adición como la Ceniza Volante, se logran mayores resistencias a edades tempranas (3 y 7 días), curvas de evolución de resistencias y valores a edades tardías muy similares. Adicionalmente, los resultados en ensayos de durabilidad muestran baja permeabilidad al agua y penetración al ion cloruro, lo que significa  
10 concretos que pueden ser sometidos a exigentes ambientes de exposición.

Tabla 35. Resumen de las diferentes composiciones cementantes probadas en los Ejemplos 1 a 8

Muestra No.	CL (%)	Yeso (%)	Componentes mezcla puzolánica			Mezcla puzolánica (%)	Activador alcalino (%)	Yeso total (%)
			AA (%)	Caliza (%)	Yeso (%)			
CC1	84,90	-	-	-	-	-	-	6,10
C1	64,95	3,42	14,45	14,45	2,65	32%	0,085	6,07
CC2	55,50	-	-	-	-	-	-	5,50
C2	44,95	2,37	24,51	24,51	2,15	53%	0,085	5,94
C3	74,95	3,93	9,29	9,29	3,79	21%	-	6,46
CC3	77,00	-	-	-	-	-	-	5,00
C4	60,00	3,16	16,90	16,90	2,52	37%	0,100	6,10
C5	75,00	3,95	12,42	6,53	3,15	21%	-	6,05
C6	50,00	2,63	14,73	28,90	2,49	47%	-	6,37
C7	50,00	2,63	32,73	10,90	2,49	47%	-	6,37
C8	70,00	3,68	8,40	17,08	1,01	26%	-	4,53
C9	70,00	3,68	17,08	8,40	1,01	26%	-	4,53
C10	43,00	2,26	13,14	38,87	1,58	55%	-	5,00
C11	45,00	2,37	24,58	24,58	2,08	53%	-	5,84
C12	45,00	2,37	25,00	25,00	1,58	53%	-	5,00

C13	45,00	2,37	25,42	25,42	1,07	53%	-	4,16
C14	65,00	3,42	23,79	23,79	3,03	53%	0,000	8,47
C15	64,99	3,42	14,26	14,26	3,03	32%	0,050	6,45
C16	64,95	3,41	14,25	14,25	3,03	32%	0,120	6,44
C17	64,90	3,40	14,22	14,22	3,03	31%	0,250	6,42
C18	65,00	3,42	14,27	14,27	3,03	32%	0,000	6,45
C19	64,99	3,42	14,26	14,26	3,03	32%	0,050	6,45
C20	64,95	3,41	14,25	14,25	3,03	32%	0,120	6,44
C21	64,90	3,40	14,22	14,22	3,03	31%	0,250	6,42
C22	65,00	3,42	14,27	14,27	3,03	32%	-	6,45
C23	65,00	3,42	14,15	14,15	3,28	32%	-	6,71
C24	65,00	3,42	13,96	13,96	3,66	32%	-	7,08
C25	65,00	3,42	14,27	14,27	3,03	32%	-	6,45
C26	65,00	3,42	14,15	14,15	3,28	32%	-	6,71
C27	65,00	3,42	13,99	13,99	3,60	32%	-	7,02

### DEFINICIONES Y ACRÓNIMOS:

	AA	Arcilla Activada.
5	M	Mezcla de arcilla activada y caliza.
	AC	Relación arcilla activada:caliza
	a/c	Relación Agua/Cemento
	MP	Mezcla Puzolánica.
	C	Composición Cementante.
10	CC	Composición Cementante Control.
	CL	Clinker.
	DTP	Distribución del Tamaño de Partícula.
	SEB	Superficie Especifica Blaine.
	AST	Área Superficial Total.
15	UG	Cemento de uso general.
	CNC	Concreto Control.
	CN	Concreto.
	MCS	Materiales Cementantes Suplementarios
	LOI	Pérdida por ignición/Pérdida al fuego
20	R.M.C	Resistencia mecánica a compresión

La presente invención no está limitada a las modalidades descritas e ilustradas anteriormente, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Una mezcla puzolánica que comprende:  
una arcilla activada entre 20 y 85% (p/p);  
5 una caliza entre 10 y 75% (p/p), y  
un regulador de fraguado entre 3 y 15% (p/p).
2. La mezcla puzolánica de la Reivindicación 1, en donde la arcilla activada tiene una composición mineralógica que comprende cuarzo entre 20 y 76%, y amorfos entre 20 y 70%.
- 10 3. La mezcla puzolánica de la Reivindicación 1, en donde la arcilla activada tiene una composición química con un contenido de  $Al_2O_3$  mayor al 10% y  $Fe_2O_3$  mayor al 5%.
4. La mezcla puzolánica de la Reivindicación 1, en donde la caliza es una caliza metamórfica.
- 15 5. La mezcla puzolánica de la Reivindicación 1, en donde la caliza tiene un contenido de al menos 60% de carbonato de calcio.
6. La mezcla puzolánica de la Reivindicación 1, en donde la caliza tiene CaO entre 30% y 56%, y LOI entre 20% y 45%.
- 20 7. La mezcla puzolánica de la Reivindicación 1, en donde el regulador de fraguado se selecciona del grupo que comprende sulfato de calcio dihidratado (yeso), sulfato de calcio hemihidratado (basanita), sulfato de calcio (anhidrita), y/o una combinación de los anteriores.
8. La mezcla puzolánica de la Reivindicación 1, que comprende:  
una arcilla activada entre 30 y 70% (p/p);  
25 una caliza entre 20 y 60% (p/p); y  
un regulador de fraguado entre 3 y 8% (p/p).
9. La mezcla puzolánica de la Reivindicación 1, caracterizada porque tiene un tamaño de partícula inferior a 75micras.
10. La mezcla puzolánica de la Reivindicación 1, caracterizada porque tiene una superficie específica-blaine entre 5000 y 10000cm<sup>2</sup>/g.
- 30 11. La mezcla puzolánica de la Reivindicación 1, útil como material cementante suplementario.
12. Uso de la mezcla puzolánica de la Reivindicación 1 para la elaboración de una composición cementante.
- 35 13. El uso de la mezcla puzolánica de la Reivindicación 1 para la elaboración de concreto.
14. Una composición cementante que comprende:

- un clinker OPC entre 35 y 75% (p/p);  
un regulador de fraguado entre 1 y 10% (p/p); y  
al menos 20% (p/p) de una mezcla puzolánica que comprende:  
una arcilla activada entre 20 y 85% (p/p);  
5 una caliza entre 15 y 60% (p/p); y  
un regulador de fraguado entre 3 y 10% (p/p).
15. La composición cementante de la Reivindicación 14, en donde el clinker OPC tiene un contenido de C3S mayor al 50% y de C3A mayor al 2%.
16. La composición cementante de la Reivindicación 14, en donde el regulador de  
10 fraguado se selecciona entre sulfato de calcio dihidratado (yeso), sulfato de calcio hemihidratado (basanita), sulfato de calcio (anhidrita) y combinación de los anteriores.
17. La composición cementante de la Reivindicación 14, que además comprende un activador alcalino entre 0 y 0,7% (p/p).
- 15 18. La composición cementante de la Reivindicación 14, que además comprende un activador alcalino que se selecciona entre sal marina, hidróxido de sodio (NaOH), cloruro de sodio (NaCl), sulfato de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), hidróxido de potasio (KOH), cloruro de potasio (KCl), sulfato de potasio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) o combinación de los anteriores.
- 20 19. La composición cementante de la Reivindicación 14, en donde la arcilla activada tiene una composición mineralógica que comprende cuarzo entre 20 y 76%, y amorfos entre 20 y 70%.
- 20 20. La composición cementante de la Reivindicación 14, en donde la arcilla activada tiene una composición química con un contenido de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mayor al 10% y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mayor  
25 al 5%.
21. La mezcla puzolánica de la Reivindicación 1, en donde la caliza es una caliza metamórfica.
22. La composición cementante de la Reivindicación 14, en donde la caliza tiene un contenido de al menos 60% de carbonato de calcio.
- 30 23. La composición cementante de la Reivindicación 14, en donde la caliza tiene un contenido de CaO entre 30% y 56%, y LOI entre 20% y 45%.
24. La composición cementante de la Reivindicación 14, caracterizado porque tiene un tamaño de partícula inferior a 45micras.
25. La composición cementante de la Reivindicación 14, caracterizado porque es un  
35 cemento de uso general, de uso estructural o de uso para la fabricación de concreto.
26. Uso de la composición cementante de la Reivindicación 14 para la elaboración de concreto.
27. Un concreto que comprende:

- una composición cementante entre 10 y 25% (p/p);
- un agregado fino entre 25 y 45% (p/p);
- un agregado grueso entre 25 y 55% (p/p); y
- agua entre 5 y 10%;
- 5 en donde la composición cementante comprende:
  - clinker OPC entre 35 y 75% (p/p);
  - un regulador de fraguado entre 1 y 10% (p/p); y
  - al menos 20% (p/p) de una mezcla puzolánica;
  - en donde la mezcla puzolánica comprende:
- 10 una arcilla activada entre 20 y 85% (p/p);
- una caliza entre 15 y 60% (p/p); y
- un regulador de fraguado entre 3 y 10% (p/p).
- 28. El concreto de la Reivindicación 27, que además comprende aditivos entre 0,04 y 0,5% (p/p).
- 15 29. El concreto de la Reivindicación 27, en donde el agregado fino es arena para concreto que se selecciona entre arena natural, arena manufacturada y combinación de las anteriores.
- 30. El concreto de la Reivindicación 27, en donde el agregado grueso se selecciona entre grava, grava triturada, piedra triturada, escorias granulares, concreto triturado y
- 20 combinación de los anteriores, conforme a la norma ASTM C33.
- 31. El concreto de acuerdo a la Reivindicación 27 que comprende:
  - una composición cementante entre 15 y 18% (p/p);
  - un agregado fino entre 34 y 36% (p/p);
  - un agregado grueso entre 38 y 45% (p/p); y
  - 25 agua entre 5 y 8%.

\*\*\*\*\*

FIGURAS

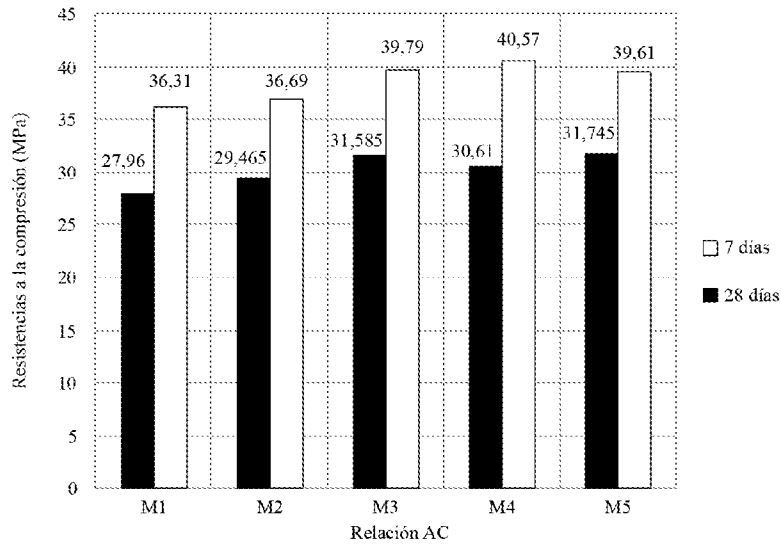


FIG. 1

RESISTENCIAS CON ALCALIS

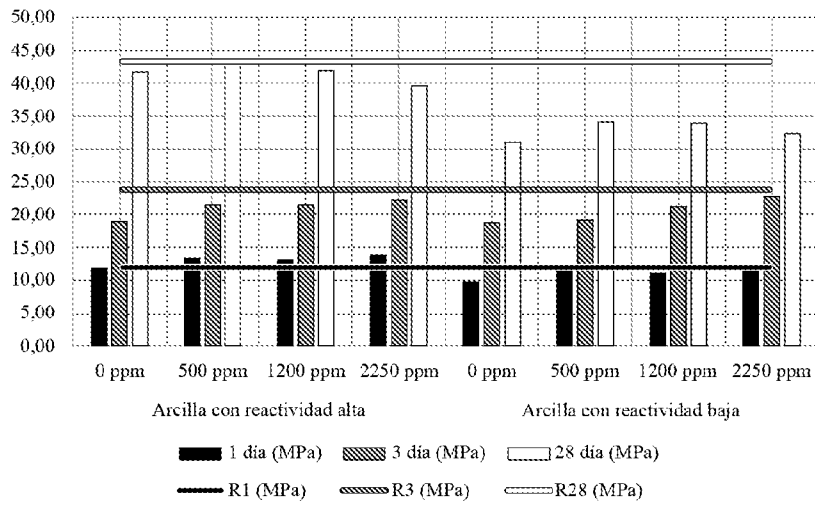


FIG. 2

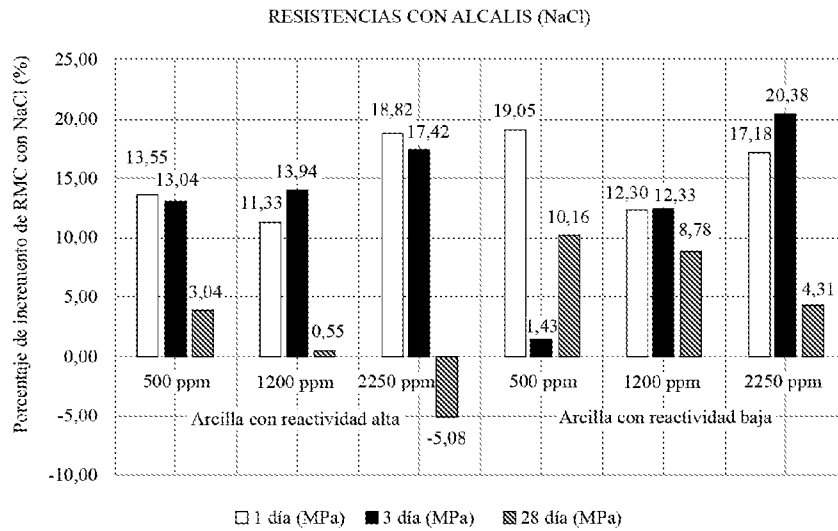


FIG. 3

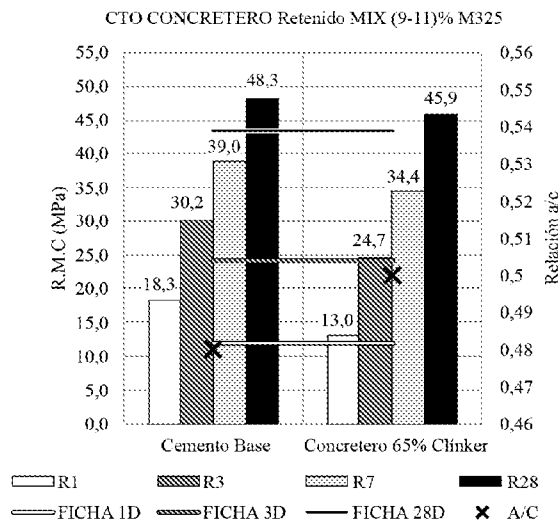


FIG. 4

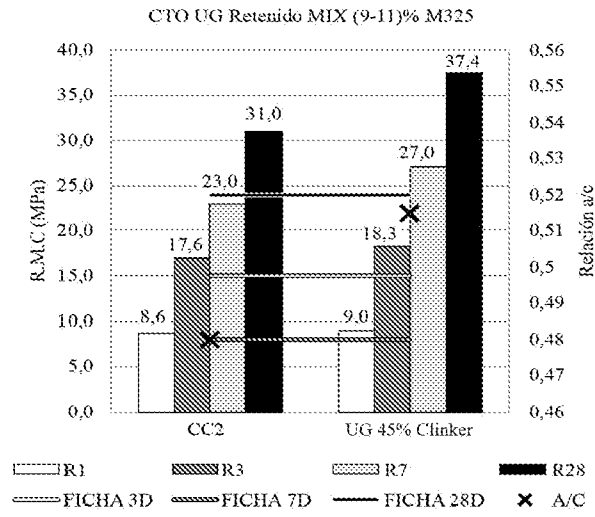


FIG. 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2020/053365

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
(CIP) C04B14/00, 14/36, 7/36, 28/00, 28/04 (2020.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

(CIP) C04B14/00, 14/36, 7/36, 28/00, 28/04 (CPC) C04B14/00, 14/36, 7/367, 20/00, 28/00, 28/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

Derwent, STN, Esp@cenet, Patenscope, Google, INAPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO2016198176A1 (FLEMISH GOVERNMENT, DEPT OF PUBLIC WORKS, MARITIME ACCESS) 15-12-2016 The whole document	1-4, 6-13, 21 23, 27-31
X Y	WO2017202849 (A1) (HEIDELBERGCEMENT AG) 30-11-2017 The whole document	1, 5, 7-20, 22, 24-26 23
Y	Norma ASTM C33 Standard Specification for Concretes Aggregates ASTM Designation C33-99a-1. Annual Book of ASTM Standards, Vol 14 [On line] (2002) [Recuperado el 26/05/2020] Recuperado de <a href="https://www.academia.edu/12181159/ASTM_C33_Traslate5">https://www.academia.edu/12181159/ASTM_C33_Traslate5</a> Annual Book of ASTM Standards, Vol 14.02 The whole document	27-31

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26/05/2020

Date of mailing of the international search report

31/07/2020

Name and mailing address of the ISA/  
INAPI, Av. Libertador Bernardo O'Higgins 194,  
Piso 17, Santiago, Chile

Facsimile No.

Authorized officer SCHMIDT ACHARAN, Paula

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2020/053365

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>PEDRAJAS, C. Contribución al análisis y estudio del comportamiento reológico de pastas frescas de cemento Portland con adiciones minerales activas, tipo puzolana, y no activas, tipo filler [On line] (2015) [Recuperado el 26/05/2020] Recuperado de <a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=110976">https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=110976</a></p> <p>The whole document</p>	
A	<p>US9,212,092 B2 (AALBORG PORTLAND A/S) 15-12-2015 The whole document "cited in the application"</p>	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2020/053365

Patent document cited in the search copy	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO2016198176 (A1)	15-12-2016	AU2016276858 (A1)	21-12-2017
		AU2016276858 (B2)	21-12-2017
		CA2988352 (A1)	15-12-2016
		EP3307693 (A1)	18-04-2018
		US10138164 (B2)	14-06-2018
		US2018162773 (A1)	14-06-2018
WO2017202849 (A1)	30-11-2017	WO2017202849 (A1)	30-11-2017
		CA3025054 (A1)	30-11-2017
		EP3248952 (A1)	29-11-2017
		EP3464211 (A1)	10-04-2019
		US2019144339 (A1)	16-05-2019
US9212092 (B2)	15-12-2015	US2012055376 (A1)	08-03-2012
		AU2010247683 (A1)	08-12-2011
		AU2010247683 (B2)	08-12-2011
		BRPI1012149 (A2)	29-03-2016
		CA2761840 (A1)	18-11-2010
		CA2761840 (C)	18-11-2010
		CN102459113 (A)	16-05-2012
		CN102459113 (B)	16-05-2012
		DK2429966 (T3)	03-12-2018
		EP2253600 (A1)	03-12-2018
		EP2429966 (A1)	24-11-2010
		EP2429966 (B1)	21-03-2012
		EP2429967 (A1)	21-03-2012
		ES2700992 (T3)	20-02-2019
		HRP20181852 (T1)	25-01-2019
		HUE040483 (T2)	28-03-2019
		LT2429966 (T)	25-02-2019
		MX2011011989 (A)	01-02-2012
		PL2429966 (T3)	29-03-2019
		PT2429966 (T)	15-11-2018
RU2011150391 (A)	20-06-2013		
SI2429966 (T1)	28-02-2019		

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°  
PCT/IB2020/053365

<b>A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD</b> (CIP) C04B14/00, 14/36, 7/36, 28/00, 28/04 (2020.01) De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.		
<b>B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA</b> Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación) (CIP) C04B14/00, 14/36, 7/36, 28/00, 28/04 (CPC) C04B14/00, 14/36, 7/367, 20/00, 28/00, 28/04 Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados) Derwent, STN, Esp@cenet, Patenscope, Google, INAPI		
<b>C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES</b>		
Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
X Y	WO2016198176A1 (FLEMISH GOVERNMENT, DEPT OF PUBLIC WORKS, MARITIME ACCESS) 15-12-2016 Ver todo el documento	1-4, 6-13, 21 23, 27-31
X Y	WO2017202849 (A1) (HEIDELBERGCEMENT AG) 30-11-2017 Ver todo el documento	1, 5, 7-20, 22, 24-26 23
Y	Norma ASTM C33 Standard Specification for Concretes Aggregates ASTM Designation C33-99a-1. Annual Book of ASTM Standards, Vol 14 [On line] (2002) [Recuperado el 26/05/2020] Recuperado de <a href="https://www.academia.edu/12181159/ASTM_C33_Traslate5">https://www.academia.edu/12181159/ASTM_C33_Traslate5</a> Annual Book of ASTM Standards, Vol 14.02 Ver todo el documento	27-31
<input checked="" type="checkbox"/> En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos <input checked="" type="checkbox"/> Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo		
*	Categorías especiales de documentos citados:	“T” documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
“A”	documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	“X” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
“E”	solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	“Y” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
“L”	documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	“&” documento que forma parte de la misma familia de patentes.
“O”	documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.	
“P”	documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.	
Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.		Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional
26/05/2020      26/mayo/2020		31/07/2020      31/julio/2020
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional INAPI, Av. Libertador Bernardo O'Higgins 194, Piso 17, Santiago, Chile N° de fax		Funcionario autorizado SCHMIDT ACHARAN, Paula N° de teléfono 56-2-28870551

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°

PCT/IB2020/053365

C (continuación).		DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES
Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
A	<p>PEDRAJAS, C. Contribución al análisis y estudio del comportamiento reológico de pastas frescas de cemento Portland con adiciones minerales activas, tipo puzolana, y no activas, tipo filler [On line] (2015) [Recuperado el 26/05/2020] Recuperado de <a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=110976">https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=110976</a> Ver todo el documento</p>	
A	<p>US9,212,092 B2 (AALBORG PORTLAND A/S) 15-12-2015 Ver todo el documento "citado en la solicitud"</p>	

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°

PCT/IB2020/053365

Documento de patente citado en el Informe de Búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de Familia	Fecha de Publicación
WO2016198176 (A1)	15-12-2016	AU2016276858 (A1)	21-12-2017
		AU2016276858 (B2)	21-12-2017
		CA2988352 (A1)	15-12-2016
		EP3307693 (A1)	18-04-2018
		US10138164 (B2)	14-06-2018
		US2018162773 (A1)	14-06-2018
		WO2017202849 (A1)	30-11-2017
US9212092 (B2)	15-12-2015	CA3025054 (A1)	30-11-2017
		EP3248952 (A1)	29-11-201
		EP3464211 (A1)	10-04-2019
		US2019144339 (A1)	16-05-2019
		US2012055376 (A1)	08-03-2012
		AU2010247683 (A1)	08-12-2011
US9212092 (B2)	15-12-2015	AU2010247683 (B2)	08-12-2011
		BRPI1012149 (A2)	29-03-2016
		CA2761840 (A1)	18-11-2010
		CA2761840 (C)	18-11-2010
		CN102459113 (A)	16-05-2012
		CN102459113 (B)	16-05-2012
		DK2429966 (T3)	03-12-2018
		EP2253600 (A1)	03-12-2018
		EP2429966 (A1)	24-11-2010
		EP2429966 (B1)	21-03-2012
		EP2429967 (A1)	21-03-2012
		ES2700992 (T3)	20-02-2019
		HRP20181852 (T1)	25-01-2019
		HUE040483 (T2)	28-03-2019
		LT2429966 (T)	25-02-2019
		MX2011011989 (A)	01-02-2012
		PL2429966 (T3)	29-03-2019
		PT2429966 (T)	15-11-2018
		RU2011150391 (A)	20-06-2013
		SI2429966 (T1)	28-02-2019