

AUXILIAR PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA MECÁNICA A CORTO PLAZO DE COMPOSICIÓN HIDRÁULICA CON CONTENIDO REDUCIDO DE CEMENTO HIDRÁULICO

La presente invención se refiere al uso de una mezcla para mejorar la resistencia mecánica, de manera particular, la resistencia a corto plazo, por ejemplo, de hasta 2 días, de una composición hidráulica en función de una composición de cemento que comprende una proporción alta de arcilla activada y un contenido reducido de cemento hidráulico o clínker y se refiere a una composición mezclada de cemento y a los usos de la misma.

Las composiciones usuales de cemento comprenden una proporción alta de cemento hidráulico o clínker. Por ejemplo, una composición de cemento de acuerdo con el estándar NF EN 197-1 (abril de 2012) «Composición y criterios de conformidad para cementos comunes» comprende al menos 65 % por peso de cemento hidráulico.

Se busca disminuir el contenido de cemento hidráulico o clínker de las composiciones de cemento para reducir la zona de recepción de carbono de las mismas, mientras se mantienen sus propiedades mecánicas y reológicas. Las nuevas composiciones de cemento en las cuales es reemplazada una parte del cemento hidráulico por arcillas activadas y piedra caliza están emergiendo, como se describe en particular en el estándar provisional prEN 197-5 (septiembre 2020) «Cemento - Parte 5: cemento portland compuesto CEM II/C-M y cemento compuesto CEM VI».

En la solicitud de patente WO 2010/130511 se describe una composición de cemento que comprende arcilla activada.

Sin embargo, no es facilitada la adquisición de la resistencia mecánica, en particular, la resistencia a corto plazo y de preferencia, la resistencia mecánica en 2 días.

La mayoría de las mezclas conocidas para mejorar la resistencia mecánica de una composición hidráulica en función de una composición de cemento con un contenido usual de cemento hidráulico no funcionan lo suficientemente bien para mejorar la resistencia mecánica de una composición hidráulica en función de una composición de cemento que tiene un contenido reducido de cemento hidráulico o clínker.

En la patente WO 2019/094060 se describe una composición de cemento que comprende:

- de 30-95 % por peso de cemento hidratable, piedra caliza, o mezclas de los mismos,
- de 5-70 % por peso de arcilla calcinada que comprende de 1-15 % por peso de Fe_2O_3 ,
- de 0.002-0.200 % por peso de alcanolamina terciaria,

las proporciones son con relación al peso seco de la composición de cemento. La alcanolamina terciaria permite la reactividad puzolánica mejorada de la arcilla activada.

Existe la necesidad de desarrollar métodos alternativos para mejorar la resistencia mecánica, de preferencia, a través del corto plazo (por ejemplo 2 días) de las composiciones hidráulicas en función de las composiciones de cemento que tienen un contenido reducido de cemento hidráulico.

Un objetivo adicional es proporcionar una composición de cemento con un bajo contenido de cemento hidráulico y que comprende arcillas activadas que permiten la obtención de una composición hidráulica que tiene buenas propiedades mecánicas, la resistencia mecánica, en particular y en particular, con respecto

al plazo corto, por ejemplo, en 2 días.

Un primer objetivo de la invención, es mejorar la resistencia mecánica de una composición hidráulica en función de una composición de cemento, que comprende:

- de 20-64 % por peso de cemento hidráulico,
- de 5-60 % por peso de arcilla activada,
- de 0-35 % por peso de piedra caliza,
- de 0-10 % por peso de sulfato de calcio,

las proporciones son con relación al peso seco de la composición de cemento, con relación al uso de 0.2-5.0 % por peso con relación al peso seco de la composición de cemento, de preferencia, de 0.2-1.0 % por peso con relación al peso seco de la composición de cemento, de al menos una mezcla que comprende al menos una sal de metal alcalino elegida a partir de formato de metal alcalino, sales de carbonato, cloruro, hidróxido, oxalato, tiocianato, silicato, sulfato o nitrato, o una mezcla de las mismas.

De preferencia, la composición hidráulica de la invención no comprende cloruro de calcio.

De preferencia, la composición hidráulica de la invención es una composición de concreto, mortero o cemento. Además de la composición de cemento, esta comprende agua, un agregado y de manera opcional, una o más adiciones de mineral.

El término «Agregados», significa un ensamble de granos minerales que tienen un diámetro promedio de entre 0 y 125 mm. Dependiendo de su diámetro, los agregados son clasificados en una de las siguientes seis familias: rellenos, arena fina, arena burda, arena de grava, grava y balasto (en el estándar NF P 18-545 (septiembre 2011) «Agregados – definición de elementos, conformidad y codificación»). Los agregados que en su mayoría son utilizados son los siguientes:

- rellenos, que tienen un diámetro menor de 2 mm y para los cuales al menos 85 % del agregado tiene un diámetro menor de 1.25 mm y al menos 70 % del agregado tiene un diámetro menor de 0.063 mm,
- arenas que tienen un diámetro de entre 0 a 4 mm (en el estándar NF EN 13242+A1 (marzo de 2008) «Agregados para materiales sin unión y de unión hidráulica para usarse en el trabajo de ingeniería civil y construcción de carreteras», el diámetro que posiblemente alcanza 6 mm),
- arena de grava que tiene un diámetro más grande que 6.3 mm,
- grava que tiene un diámetro de entre 2 mm y 63 mm.

Por lo tanto, las arenas son incluidas en la definición del agregado de acuerdo con la invención.

Los rellenos pueden ser de origen de cal o dolomítico, en particular.

La expresión «Adiciones de mineral» designa los materiales puzolánicos (tal como es definido en el estándar NF EN 197-1 (abril de 2012) «Composición, especificaciones y criterios de conformidad para cementos comunes» párrafo 5.2.3), ceniza voladora (tal como es definido en el estándar NF EN 197-1 (abril de 2012) «Composición, especificaciones y criterios de conformidad para cementos comunes» párrafo 5.2.4), esquisto quemado (tal como es definido en el estándar NF EN 197-1 (abril de 2012) «Composición, especificaciones y criterios de conformidad para cementos comunes» párrafo 5.2.5), piedras calizas (tal como es definido en el estándar NF EN 197-1 (abril de 2012) «Composición,

especificaciones y criterios comunes para cementos comunes» párrafo 5.2.6) o humo de sílice (tal como es definido en el estándar NF EN 197-1 (abril de 2012) «Composición, especificaciones y criterios de conformidad para cementos comunes» párrafo 5.2.7), o mezclas de los mismos. La expresión «Adiciones de mineral» también designa escorias (tal como es definido en el estándar de cemento NF EN 197-1(2012) párrafo 5.2.2), escoria de horno de oxígeno básico (BOF). otras adiciones que no son actualmente reconocidas por el estándar NF EN 197-1 (abril de 2012) «Composición, especificaciones y criterios comunes para cementos comunes», también pueden utilizarse. Estas se refieren, de manera particular, a metacaolines, tales como metacaolines de tipo A de conformidad con el estándar NF P 18-513 (agosto de 2012), el «Metacaolín de destello» o arcillas calcinadas, adiciones de sílice, tales como adiciones de sílice de la mineralogía Qz de conformidad con el estándar NF P 18-509 (septiembre 2012) «Adiciones para concreto», aluminosilicatos, en particular de tipo de geopolímero inorgánico, aluminosilicatos que contienen óxidos de hierro tales como residuos de bauxita, norita o aplita del trabajo de excavación. Las proporciones de adiciones de mineral y su tipo también pueden conformarse con el estándar provisional prEN 197-5 (septiembre 2020) «Cemento - Parte 5: Cemento portland compuesto CEM II/C-M y cemento compuesto CEM VI», el cual define los cementos CEM II/C-M que comprenden entre 50 y 64 % por peso de cemento hidráulico y de 36-50 % por peso de escoria de alto horno y el cemento CEM VI que comprende de 35-49 % por peso de cemento hidráulico, de 31-59 % por peso de escoria de alto horno y de 6-20 % por peso de adiciones de mineral, tal como es definido con anterioridad.

De manera ventajosa, la mezcla, en las proporciones utilizadas, permite la obtención de una composición hidráulica que tenga una buena resistencia mecánica, en particular, una buena resistencia a corto plazo. El término resistencia mecánica a corto plazo significa la designación de la resistencia mecánica en 16 horas, 1 día y 2 días, de preferencia, en 2 días. Esta resistencia mecánica es medida de acuerdo con el estándar NF EN 196-1 (septiembre 2016) «Métodos de prueba de cemento – Parte 1: Determinación de resistencia». De preferencia, la mezcla permite la obtención de una ganancia en la resistencia mecánica de al menos 9 % si se compara con la composición de cemento sin mezcla, de preferencia, de al menos 15 %, de preferencia, de 20-45 %, de preferencia, de 25-35 %, en 2 días.

Por lo tanto y de preferencia, la presente solicitud, mejora la resistencia mecánica en 2 días por al menos 9 %, de preferencia, por al menos 15 %, de preferencia, por 20-45 %, de preferencia, por 25-35 % si se compara con una composición de cemento sin mezcla, de una composición hidráulica en función de una composición de cemento que comprende:

- de 20-64 % por peso de cemento hidráulico,
- de 5-60 % por peso de arcilla activada,
- de 0-35 % por peso de piedra caliza,
- de 0-10 % por peso de sulfato de calcio,

las proporciones son con relación al peso seco de la composición de cemento, con relación al uso de 0.2-5.0 % por peso con relación al peso seco de la composición de cemento, de preferencia, de 0.2-1.0 % por peso con relación al peso seco de la composición de cemento, de al menos

una mezcla que comprende al menos una sal de metal alcalino elegida a partir de formato de metal alcalino, sales de carbonato, cloruro, hidróxido, oxalato, tiocianato, silicato, sulfato o nitrato, o una mezcla de las mismas.

De preferencia, la composición hidráulica de la invención no comprende cloruro de calcio.

5 La mezcla es generalmente utilizada en una proporción de 0.2-5.0 % por peso, en particular, de 0.5-1.0 % por peso, de preferencia, de 0.6-1.0 % por peso, las proporciones son por peso con relación al peso seco de la composición de cemento.

10 La mezcla de la invención puede utilizarse cuando se realice la molienda de la composición de cemento o también cuando se prepare la composición hidráulica, de preferencia, cuando se mezcle con agua.

De preferencia, la sal de metal alcalino es una sal de potasio o una sal de sodio o una sal de litio, de preferencia, una sal de potasio o una sal de sodio.

De preferencia, la sal de metal alcalino es elegida de entre formato de metal alcalino, sales de carbonato, cloruro, hidróxido, oxalato, sulfato o nitrato, o una mezcla de las mismas.

15 De preferencia, la sal de metal alcalino es elegida de entre sales de potasio o sodio o litio, de preferencia, formato de potasio o sodio, sales de carbonato, cloruro, hidróxido, oxalato, sulfato o nitrato, o una mezcla de las mismas.

La composición de cemento de la invención comprende:

- de 20-64 % por peso, de preferencia, de 35-60 % por peso de cemento hidráulico,
- 20 - de 5-60 % por peso de arcilla activada,
- de 0-35 % por peso de piedra caliza,
- de 0-10 % por peso de sulfato de calcio,

las proporciones son por peso con relación al peso seco de la composición de cemento.

De preferencia, la composición hidráulica de la invención no comprende cloruro de calcio.

25 La composición de cemento no es usual porque ésta tiene una proporción baja de cemento hidráulico y una proporción alta de arcilla activada. La composición de cemento es, en particular, del tipo LC³ («Cemento de arcilla calcinada de piedra caliza» tal como se describe en el artículo de Karen Scrivener et al., cementos de piedra caliza de arcilla calcinada (LC³), investigación de cemento y concreto, volumen 114, diciembre de 2018, páginas 49-56), y/o este puede ser del estándar CEM II/C-M-Q -L o CEM II/C-M-Q-LL de acuerdo con el estándar provisional prEN 197-5 (septiembre 2020) «Cemento - Parte 5: Cemento portland compuesto CEM II/C-M y cemento compuesto CEM VI».

30

El cemento hidráulico es, de manera particular, cemento hidráulico Portland, de preferencia, cemento hidráulico Portland, tal como es definido en el trabajo «Química de cemento». Harry F. W. Taylor. Edición, 2., prensa académica, 1990).

35 La composición de cemento comprende de 0-35 % por peso, de preferencia, de 10-30 % por peso de piedra caliza, las proporciones son por peso con relación al peso seco de la composición de cemento.

De preferencia, la piedra caliza es tal como es definida en el estándar NF EN 197-1 (abril de 2012)

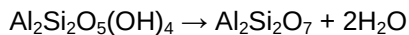
«Composición, especificaciones y criterios de conformidad para cementos comunes» párrafo 5.2.6.

La composición de cemento comprende de 0-10 % por peso, de preferencia, de 1.0-5.0 % por peso de sulfato de calcio, las proporciones son por peso con relación al peso seco de la composición de cemento.

El sulfato de calcio puede estar en forma de dehidrato o hidrato, o mezclas de los mismos. El hidrato de sulfato de calcio puede ser un monohidrato, dihidrato o mezcla de los mismos. El dihidrato de sulfato de calcio de fórmula $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ es yeso. Por lo tanto, el yeso es un ejemplo de sulfato de calcio.

El término «Arcilla activada», significa una arcilla que ha sido sometida a la deshidroxilación. Tal como se utiliza en la presente, el término «Deshidroxilación» se refiere a la pérdida de una arcilla de uno o más grupos hidroxilo y (OH) en forma de agua (H_2O).

De preferencia, la arcilla activada es una arcilla de caolín (también es llamada caolinítica) que ha sido activada. El término «Arcilla de caolín», significa una arcilla que comprende caolinita. Una «Arcilla de caolín que ha sido activada» es una arcilla de caolín en la cual al menos parte de la caolinita ha sido deshidroxilada en meta caolín, de preferencia, que ya no incluye más ninguna caolinita. Por ejemplo, cuando se calienta la caolinita arcillosa mineral a 300-600 °C, alguna cantidad de agua es perdida de acuerdo con la siguiente reacción:



Por lo tanto, una arcilla de caolín que ha sido activada comprende e incluso está compuesta de metacaolín. El metacaolín es altamente reactivo en la presencia de agua y portlandita para formar fases de hidrato, en particular, hidrato de silicato de alúmina de calcio (C-A-S-H) y estreltlingita.

En el significado de la solicitud, la arcilla de caolín que ha sido activada puede comprender una caolinita residual (que no fue deshidroxilada durante la activación) en una cantidad que es medida por el análisis termogravimétrico (ATG), de manera típica, mediante la elevación de temperatura entre 30 y 900° C, en una velocidad de calentamiento, por ejemplo, de 10°C/min, lo cual permite la cuantificación de la pérdida de la masa que corresponde con el agua liberada por la arcilla. Este contenido de caolinita residual es generalmente menor que o igual a 50 % por peso, de manera típica, menor que o igual a 40 % por peso, en particular, menor que o igual a 30 % por peso, de preferencia, menor que o igual a 20 % por peso y de la manera más preferible, menor que o igual a 10 % por peso con relación al peso de la arcilla activada, las proporciones son por peso con relación al peso seco de la composición de cemento. La arcilla de caolín que ha sido activada puede estar libre de caolinita (en este caso, la deshidroxilación fue completada).

La deshidroxilación puede realizarse mediante el tratamiento térmico, mecánico y/o químico.

El tratamiento mecánico puede ser, por ejemplo, el tratamiento descrito en el artículo de Aleksandra Mitrović et al., preparación de la adición puzolánica mediante el tratamiento mecánico de arcilla de caolín, International Journal of Mineral Processing, Volumen 132, 2014, 59–66.

El tratamiento térmico es mediante calcinación, de manera general, a una temperatura de entre 400 y 700 °C (la temperatura de deshidroxilación). En este caso, esta es conocida como la arcilla de caolín que ha sido calcinada.

La calcinación es mayormente realizada en un horno giratorio en el cual es cargada la arcilla. El caolín

es convertido, al menos en forma parcial, en una fase amorfa y reactiva que tiene fuertes propiedades puzolánica, llamado metacaolín. La arcilla calcinada después es molida. La calcinación puede realizarse utilizando el método de «Destello» por medio de lo cual, la arcilla es molida y las partículas finas son calcinadas en unos cuantos segundos en un horno.

- 5 Sin considerar el método de activación utilizado (en particular, mecánico o térmico), la arcilla activada puede someterse a una activación adicional por medio de una ruta química a través de compuestos capaces de complejar cationes, de preferencia, compuestos capaces de complejar el calcio.

La arcilla de caolín que ha sido activada puede ser, por ejemplo, IMERYS METASTAR 501.

- 10 De preferencia, la composición de cemento comprende más de 30 % por peso de arcilla calcinada y hasta 60 % por peso de arcilla calcinada, de preferencia, de 35-60 % por peso de arcilla calcinada, las proporciones son por peso con relación al peso seco de la composición de cemento.

De preferencia, en la composición de cemento, la proporción de peso del peso de arcilla activada con relación al peso de piedra caliza es de 1:2 a 5:1, de preferencia, de 1:1 a 3:1, de la manera más preferible, de 3:2 a 5:2.

- 15 De preferencia, en la composición de cemento, la proporción de peso del peso de cemento hidráulico con relación al peso de arcilla activada es de 1:4 a 4:1, en particular, es de 1:1 a 3:1, de preferencia, de 3:2 a 5:2.

De preferencia, en la composición de cemento la proporción de peso del peso de cemento hidráulico con relación al peso de piedra caliza es de 1:1 a 10:1, en particular, es de 3:1 a 5:1.

- 20 De preferencia, la composición de cemento contiene:

- de 5.0-25 % por peso, de preferencia, de 6.0-20 % por peso de Al_2O_3 ,
- de 25-55 % por peso, de preferencia, de 40-50 % por peso de CaO ,
- de 20-40 % por peso, de preferencia, de 22-35 % por peso de SiO_2 ,
- de 2.0-10 % por peso, de preferencia, de 2.0-5.0 % por peso de SO_3 , y/o
- 25 - de 0.1-10 % por peso, de preferencia, de 0.5-8.0 % por peso de Fe_2O_3 ,

con relación a la suma de los pesos secos de cemento hidráulico, arcilla activada, piedra caliza y sulfato de calcio.

- 30 Otras mezclas pueden utilizarse en la presente invención además de las mezclas que se mencionan con anterioridad. Estas mezclas pueden ser elegidas por las personas expertas de entre las mezclas típicas de las composiciones de cemento y las composiciones hidráulicas. Puede hacerse una mención particular de las alcanolaminas, glicoles, glicerol, mezclas de reducción de agua y mezclas de reducción de agua de rango alto, surfactantes, ácidos carboxílicos y sales de los mismos tales como ácidos acético, adípico, glucónico, fórmico, oxálico, cítrico, maleico, láctico, tartárico y malónico y mezclas de los mismos, aditivos antiespumantes, aditivos incorporadores de aire y/o agentes de molienda, agentes retardantes de fraguado.

- 35 En la presente invención, entre los agentes retardantes de fraguado, puede hacerse mención particular de retardantes de fraguado de base de azúcar, molasas- o vinasa.

De preferencia, las mezclas de reducción de agua y mezclas de reducción de agua de rango alto son

elegidas de entre:

- Sales sulfonadas de naftaleno y policondensados de formaldehído, que son comúnmente llamados sulfonatos de polinaftaleno o súper plastificantes de naftaleno;

- Sales sulfonadas de melamina y policondensados de formaldehído, que son comúnmente llamados súper plastificantes de melamina;

- Derivados de lignina, tales como lignosulfonates;

- Gluconato de sodio y glucoheptonato de sodio;

- Poliacrilatos;

- Poliariléteres (PAE);

- Productos en función de polyácidos carboxílicos, en particular, copolímeros de tipo peine de policarboxilato, los cuales son polímeros ramificados en los cuales la cadena principal lleva los grupos carboxílicos y las cadenas laterales están compuestas de secuencias de tipo de poliéter, en particular, polióxido de etileno, tal como poli[(meta)ácido acrílico - injerto - polióxido de etileno]. puede hacerse uso particular de los súper plastificantes en los rangos CHRYSO®Fluid Optima, CHRYSO®Fluid Premia y CHRYSO®Plast Omega comercializados por CHRYSO;

- Productos de base de polifosfonatos polialcoxilados, en particular, aquellos que se describen en la patente EP 0 663 892 (por ejemplo, CHRYSO®Fluid Optima 100).

De preferencia, la composición de cemento no comprende una alcanolamina.

La composición hidráulica también puede comprender otros aditivos conocidos por las personas expertas, por ejemplo, una adición y/o aditivos de mineral tales como aditivos de incorporación de aire, un agente desespumante, un acelerador o retardante de fraguado, un agente de modificación de reología, otro fluidizador (plastificante o súper plastificante), en particular, un súper plastificante, tal como un súper plastificante CHRYSO®Fluid Premia 180 o CHRYSO®Fluid Premia 196.

Un objetivo adicional de la invención se refiere a una composición mezclada de cemento que comprende:

- de 20-64 % por peso de cemento hidráulico,

- de 5-60 % por peso de arcilla activada,

- de 0-35 % por peso de piedra caliza,

- de 0-10 % por peso de sulfato de calcio,

las proporciones son con relación al peso seco de la composición de cemento,

y de 0.2-5.0 % por peso con relación al peso seco de la composición de cemento, de preferencia, de 0.2-1.0 % por peso con relación al peso seco de la composición de cemento, de al menos una mezcla que comprende al menos una sal de metal alcalino elegida a partir de formato de metal alcalino, sales de carbonato, cloruro, hidróxido, oxalato, tiocianato, silicato, sulfato o nitrato, o una mezcla de las mismas.

De preferencia, las sales de metal alcalino y la cantidad de estas sales son como se describe con anterioridad.

En el significado de la solicitud, el término «Composición mezclada de cemento» significa una

composición que comprende la composición de cemento tal como se define con anterioridad junto con la mezcla y el término «Composición de cemento» significa la composición de cemento libre de mezcla.

Las modalidades definidas con anterioridad para la composición de cemento se aplican a la composición mezclada de cemento.

5 La composición mezclada de cemento además puede comprender o no un agente de molienda.

Un tercer objetivo de la invención se refiere a un método para mejorar la resistencia mecánica a corto plazo de una composición hidráulica en función de una composición de cemento que comprende de 20-64 % por peso de cemento hidráulico, de 5-60 % por peso de arcilla activada, de 0-35 % por peso de piedra caliza, de 0-10 % por peso de sulfato de calcio, las proporciones son con relación al peso seco de la
10 composición de cemento, el método que comprende la adición de 0.2-5.0 % por peso con relación al peso seco de la composición de cemento, de preferencia, de 0.2-1.0 % por peso con relación al peso seco de la composición de cemento, de al menos una mezcla que comprende al menos una sal de metal alcalino elegida a partir de formato de metal alcalino, sales de carbonato, cloruro, hidróxido, oxalato, tiocianato, silicato, sulfato o nitrato, o una mezcla de las mismas, con la composición hidráulica.

15 De preferencia, las sales de metal alcalino y la cantidad de estas sales son como se describe con anterioridad.

De preferencia, la mezcla permite un incremento en la resistencia mecánica de al menos 9 %, de preferencia, de 15-45 % en 2 días. De preferencia, la mezcla permite que la resistencia mecánica sea incrementada por al menos el 20 %, de preferencia, por 25-35 % si se compara con la resistencia mecánica
20 obtenida para la misma composición hidráulica libre de mezcla.

La mezcla puede agregarse a la composición de cemento en la etapa de molienda o también cuando se prepare la composición hidráulica.

La mezcla puede agregarse:

- Cuando se realice la molienda en conjunto de al menos dos constituyentes de la composición de
25 cemento, de preferencia, cemento hidráulico y sulfato de calcio, o arcilla activada y piedra caliza;

- Y/o cuando se realice la molienda de uno de los constituyentes de la composición de cemento si fueran molidos por separado, de preferencia, cuando se realice la molienda de la arcilla activada, de manera más preferible, cuando se realice la molienda del cemento hidráulico;

- Y/o cuando se mezclen los componentes de la composición de cemento;

30 - Y/o cuando se prepare la composición hidráulica, en particular cuando se agregue agua a la mezcla de la composición de cemento.

Las modalidades definidas con anterioridad para la composición de cemento son aplicables para el método de la invención.

Un cuarto objetivo de la invención se refiere a una composición hidráulica que comprende (incluso
35 compuesta de) la composición de cemento definida con anterioridad, agua, un agregado y de manera opcional, una o más adiciones de mineral y de 0.2-5.0 % por peso con relación al peso seco de la composición de cemento, de preferencia, de 0.2-1.0 % por peso con relación al peso seco de la

composición de cemento, de al menos una mezcla que comprende al menos una sal de metal alcalino elegida a partir de formato de metal alcalino, sales de carbonato, cloruro, hidróxido, oxalato, tiocianato, silicato, sulfato o nitrato, o una mezcla de las mismas.

Las composiciones hidráulicas son preparadas, de manera convencional, al mezclar los constituyentes que se mencionan con anterioridad. La mezcla es agregada en el momento del mezclado con agua, o cuando se realice la molienda de la composición de cemento.

Las modalidades definidas con anterioridad para la composición de cemento se aplican a la composición hidráulica.

La invención es ilustrada en los siguientes ejemplos.

Ejemplo 1: Descripción de las composiciones de cemento

Los contenidos de óxido y la alcalinidad equivalente total (Na_2Oeq) de las composiciones de cemento 1 y 2 de tipo LC^3 fueron determinadas por la fluorescencia de rayos X y los contenidos de las fases de caolinita y amorfa de las composiciones de cemento 1 y 2 de tipo LC^3 fueron determinados por la difracción de rayos X/refinamiento de Rietveld como es detallado en la tabla 1.

Tabla 1

	Composición química de la composición de cemento 1 (% por peso)	Composición química de la composición de cemento 2 (% por peso)
SiO_2 (fluorescencia de rayos X)	26.6	26.5
Al_2O_3 (fluorescencia de rayos X)	13.4	17.2
Fe_2O_3 (fluorescencia de rayos X)	2.74	2.06
CaO (fluorescencia de rayos X)	43.1	41.7
Na_2O (fluorescencia de rayos X)	0.03	0.04
K_2O (fluorescencia de rayos X)	0.71	0.48
SO_3 (fluorescencia de rayos X)	3.11	3.09
$\text{Na}_2\text{Oeq.}$ ($= \text{Na}_2\text{O} + 0.658 \text{ K}_2\text{O}$) (fluorescencia de rayos X)	0.50	0.36
Caolinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (difracción de rayos X/refinamiento de Rietveld)	2.1	0.0
Fases amorfas (difracción de rayos X/refinamiento de Rietveld)	15.0	27.8

La resistencia mecánica de compresión en 2 días de las composiciones hidráulicas de tipo LC^3 fueron comparadas sin mezcla y en la presencia del 1.0 % por peso de las mezclas reivindicadas, con relación al peso seco de la composición de cemento.

Ejemplo 2: Efecto de la cantidad de arcilla calcinada sobre la resistencia mecánica.

Fueron preparadas diferentes composiciones hidráulicas a partir de una mezcla de CEM I, arcilla activada y piedra caliza, con cantidades diferentes de cada uno de los constituyentes.

La resistencia mecánica de compresión en 2 días fue evaluada de acuerdo con el estándar NF EN 196-1 (septiembre 2016) «Métodos de prueba de cemento - Parte 1: Determinación de la resistencia -

Métodos de prueba de cemento». Los resultados son dados en la tabla 2 (La resistencia mecánica de compresión en 2 días fue evaluada de acuerdo con el estándar NF EN 196-1 (septiembre 2016) «Métodos de prueba de cemento».

Tabla 2

Composición hidráulica	Proporción por peso arcilla/piedra caliza	Resistencia mecánica en 2 días (en MPa)
60.6 % por peso de CEM I + 5 % por peso de arcilla activada + 34.4 % por peso de piedra caliza	0.15	13.0
30 % por peso de CEM I + 8.9 % por peso de arcilla activada + 61.1 % por peso de piedra caliza	0.15	6.3
55 % por peso de CEM I + 30 % por peso de arcilla activada + 15 % por peso de piedra caliza	2.0	13.8
85 % por peso de CEM I + 10 % por peso de arcilla activada + 5 % por peso de piedra caliza	2.0	20.3

En estas pruebas se muestra que una proporción equivalente de arcilla/piedra caliza, el incremento en la concentración de arcilla en la composición hidráulica conduce a una pérdida mayor en la resistencia mecánica en 2 días.

Ejemplo 3:

Una composición hidráulica 1 fue preparada a partir de la composición de cemento 1 siguiendo el protocolo del estándar NF EN 196-1 (septiembre 2016) «Métodos de prueba de cemento - Parte 1: Determinación de la resistencia – Métodos de prueba de cemento», con una proporción de la composición de cemento con agua de 0.5. La mezcla fue agregada cuando se mezcla con el agua. Las mezclas evaluadas de la invención fueron de formato de sodio, carbonato de potasio, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, cloruro de sodio, cloruro de potasio, oxalato de sodio, sulfato de sodio y sulfato de potasio. Las dosis son expresadas como % con relación al peso seco de la composición de cemento. Por comparación, el cloruro de sodio, cloruro de calcio y dietanoisopropanolamina fueron evaluados en un 0.02 % por peso (la dosis usual de mezclas de cemento). La resistencia mecánica de compresión en 2 días fue evaluada de acuerdo con el estándar NF EN 196-1 (septiembre 2016) «Métodos de prueba de cemento - Parte 1: Determinación de la resistencia - Métodos de prueba de cemento». Los resultados son dados en la tabla 3 (La resistencia mecánica de compresión en 2 días fue evaluada de acuerdo con el estándar NF EN 196-1 (septiembre 2016) «Métodos de prueba de cemento- Parte 1: Determinación de la resistencia – Métodos de prueba de cemento», la ganancia en la resistencia mecánica de compresión en 2 días si se compara con la referencia sin mezcla y la ganancia relativa en 2 días si se compara con la referencia sin mezcla para las diferentes composiciones hidráulicas mezcladas 1).

Tabla 3

5	Composición hidráulica 1	Resistencia mecánica de compresión en 2 días (MPa)	Ganancia en la resistencia mecánica de compresión en 2 días si se compara con la referencia sin mezcla (MPa)	Ganancia relativa en 2 días si se compara con la referencia sin mezcla (%)
	Composición hidráulica 1 + 1.0 % por peso de formato de sodio (invención)	20.5	+ 2.5	+ 14
10	Composición hidráulica 1 + 1.0 % por peso de carbonato de potasio (invención)	22.7	+ 4.8	+ 26
	Composición hidráulica 1 + 1.0 % por peso de hidróxido de sodio (invención)	25.9	+ 7.9	+ 44
	Composición hidráulica 1 + 1.0 % por peso de hidróxido de potasio (invención)	19.6	+ 3.8	+ 24
15	Composición hidráulica 1 + 0.2 % por peso de cloruro de sodio (invención)	19.7	+ 3.5	+ 22
	Composición hidráulica 1 + 1.0 % por peso de cloruro de sodio (invención)	23.7	+ 5.7	+ 32
	Composición hidráulica 1 + 1.0 % por peso de cloruro de potasio (invención)	21.9	+ 6.1	+ 39
	Composición hidráulica 1 + 1.0 % por peso de oxalato de sodio (invención)	21.9	+ 3.9	+ 22
20	Composición hidráulica 1 + 1.0 % por peso de sulfato de sodio (invención)	23.3	+ 5.7	+ 32
	Composición hidráulica 1 + 1.0 % por peso de sulfato de potasio (invención)	19.5	+ 3.7	+ 23
	Composición hidráulica 1 + 1.0 % por peso de sulfato de litio (invención)	22.2	+ 4.6	+ 26
	Composición hidráulica 1 + 1.0 % por peso de nitrato de sodio (invención)	19.1	+ 2.9	+ 18
25	Composición hidráulica 1 + 1.0 % por peso de hidróxido de calcio (comparativa para el efecto de tipo de sal)	18.9	+ 0.9	+ 5
	Composición hidráulica 1 + 0.02 % por peso de cloruro de sodio (comparativa para la dosis usual)	16.4	+ 0.2	+ 1
30	Composición hidráulica 1 + 0.02 % por peso de dietanoisopropanolamina (comparativa para la dosis usual)	18.6	+ 0.6	+ 3
	Composición hidráulica 1 + 0.03 % por peso de aditivo de cemento (base de amina)	18.8	+ 0.9	+ 4

Las composiciones hidráulicas de la invención permitieron la obtención de las resistencias mecánicas de compresión en 2 días fluctuando de 2.5-7.9 MPa si se compara con 0.2-0.9 MPa para los ejemplos comparativos. La ganancia en la resistencia mecánica de compresión en 2 días proporcionadas por las mezclas de la invención varió del 14-44 %. En estos resultados se muestra la eficacia más grande de las sales de metal alcalino si se compara con calcio y del rango de las dosis reivindicadas si se compara con los rangos usuales de dosis (0.02 %).

Ejemplo 4:

Una composición hidráulica 2 fue preparada partir de la composición de cemento 2 en un modo convencional siguiendo el protocolo de manufactura para morteros representativos de la aplicación de concreto C25 30 de acuerdo con el estándar NF EN 206/CN (diciembre de 2014) «Concreto, especificación, rendimiento, producción y conformidad» con la proporción de composición de cemento con agua de 0.6. La mezcla fue agregada en el momento del mezclado con agua. Las mezclas de la invención evaluadas en un 1.0 % con relación al peso seco de la composición de cemento fueron de formato de sodio, carbonato de potasio, hidróxido de sodio, cloruro de sodio, oxalato de sodio y sulfato de sodio. La resistencia mecánica de compresión en 2 días fue evaluada sobre los especímenes de prueba de tamaño 4 x 4 x 16 cm³. Los resultados son dados en la tabla 4: La resistencia mecánica de compresión en 2 días fue evaluada sobre los especímenes de prueba de tamaño 4 x 4 x 16 cm³, la ganancia en la resistencia mecánica de compresión en 2 días si se compara con la referencia sin mezcla y la ganancia relativa en 2 días si se compara con la referencia sin mezcla para las diferentes composiciones hidráulicas mezcladas 2).

Tabla 4

Composición hidráulica 2	Resistencia mecánica de compresión en 2 días (MPa)	Ganancia en la resistencia mecánica de compresión en 2 días si se compara con la referencia sin mezcla (MPa)	Ganancia relativa en 2 días si se compara con la referencia sin mezcla (%)
Composición hidráulica 2 + 1.0 % por peso de formato de sodio (invención)	11.0	+ 1.3	+ 13
Composición hidráulica 2 + 1.0 % por peso de carbonato de potasio (invención)	11.2	+ 1.5	+ 15
Composición hidráulica 2 + 1.0 % por peso de hidróxido de sodio (invención)	13.8	+ 4.1	+ 42
Composición hidráulica 2 + 1.0 % por peso de cloruro de sodio (invención)	10.5	+ 0.8	+ 9
Composición hidráulica 2 + 0.2 % por peso de oxalato de sodio (invención)	12.4	+ 2.7	+ 28
Composición hidráulica 2 + 1.0 % por peso de sulfato de sodio (invención)	12.4	+ 2.7	+ 28

Las mezclas de la invención permitieron un incremento en la resistencia de compresión de los materiales en 2 días de 0.8-4.1 MPa, es decir, una ganancia de 9.0-42 % si se compara con la referencia sin mezcla.