

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 764 834**

51 Int. Cl.:

**C04B 40/00** (2006.01)

**C01F 7/74** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2014 PCT/EP2014/078841**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15092004**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2014 E 14815757 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 3083525**

54 Título: **Procedimiento para la producción de un acelerador de hormigón proyectado con nuevas materias primas**

30 Prioridad:

**20.12.2013 EP 13199157**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**04.06.2020**

73 Titular/es:

**SIKA TECHNOLOGY AG (100.0%)  
Zugerstrasse 50  
6340 Baar , CH**

72 Inventor/es:

**WEIBEL, MARTIN;  
LINDLAR, BENEDIKT y  
STENGER, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 764 834 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la producción de un acelerador de hormigón proyectado con nuevas materias primas

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a un procedimiento para la producción de un acelerador de hormigón proyectado con nuevas materias primas, al acelerador de hormigón proyectado que puede obtenerse a partir de las mismas y a su uso.

10 **Estado de la técnica**

Es bien conocido por el experto en la materia que el fraguado y endurecimiento de un aglutinante hidráulico o de una mezcla, que contiene un aglutinante hidráulico, puede acelerarse mediante la adición de un acelerador. Ejemplos típicos de aglutinante hidráulico son cemento, tal como cemento portland, cementos portland mixtos, cal, cales apagadas y mezclas de los mismos, y ejemplos típicos de mezclas, que contienen un aglutinante hidráulico de este tipo y componentes adicionales, son mortero y hormigón.

El hormigón o mortero proyectado es hormigón o mortero, que se transporta en una conducción de manguera o de tubo cerrada al sitio de instalación y allí se aplica mediante proyección y a este respecto se compacta. Un hormigón proyectado o mortero proyectado tiene que fraguar y endurecer rápidamente para que en la mezcla proyectada se forme rápidamente una resistencia suficiente para garantizar que la capa proyectada se adhiere correctamente a la superficie sobre la que se aplicó el hormigón o mortero proyectado. Por lo tanto tienen una importancia particular los aceleradores para hormigón proyectado y mortero proyectado.

Aluminato de sodio es un producto convencional industrial y se usa como acelerador para aglutinantes hidráulicos. Habitualmente son necesarias mayores cantidades de aluminato de sodio, lo que puede elevar claramente el contenido de álcali del hormigón. En muchas partes del mundo esto es indeseado, o las cantidades máximas permitidas están limitadas legalmente. En parte, el uso de aceleradores a base de aluminato alcalino ya no está permitido debido a su alto valor de pH ( $> 12$ ) y por lo tanto debido a su potencial riesgo para los ojos, la piel y los pulmones.

Mezclas a base de sulfato de aluminio se emplean con frecuencia como aceleradores, dado que presentan la mejor relación precio-rendimiento. En cambio, en los primeros minutos del fraguado son con frecuencia demasiado lentas. Esta desventaja puede superarse, aumentándose en la mezcla el contenido de aluminio o ajustándose la relación molar de aluminio con respecto a sulfato a superior a  $2/3$  ( $\approx 0,66$ ). En sulfato de aluminio con la fórmula  $Al_2(SO_4)_3$ , la relación molar estequiométrica de Al con respecto a sulfato es de 2 a 3. Sulfato de aluminio puede prepararse mediante reacción de hidróxido de aluminio y ácido sulfúrico.

Desde el punto de vista químico, las mezclas usadas como acelerador con una relación molar de Al / sulfato superior a  $2/3$  contienen hidroxisulfato de aluminio, que también se denomina sulfato de aluminio básico. Las mezclas acuosas comerciales con una relación molar de Al con respecto a sulfato en el intervalo de aproximadamente 0,66 a aproximadamente 1 se encuentran habitualmente como suspensión, aquellas con una relación superior a 1 se encuentran habitualmente como solución.

Composiciones de acelerador a base de sulfato de aluminio se conocen por los documentos EP 1878713 A1 y JP 2000 313647 A.

Para aumentar el contenido de aluminio en mezclas que contienen sulfato de aluminio, han demostrado ser prácticos como fuente de aluminio libre de sulfato o pobre en sulfato, hidróxidos de aluminio amorfos, hidroxisulfatos de aluminio, hidroxicarbonatos de aluminio o nitrato de aluminio y pueden añadirse como polvo o suspensión. Hidroxisulfato de aluminio amorfo comercial presenta habitualmente una relación de  $Al:SO_4$  superior a 1 o muy superior a 1 y es caro. Otras fuentes de aluminio conocidas son aún más caras, demasiado poco reactivas o contienen componentes perturbadores.

55 **Descripción de la invención**

El objetivo de la presente invención consistía por lo tanto en vencer los problemas mencionados anteriormente según el estado de la técnica. En particular, el objetivo consistía en proporcionar un procedimiento para la producción de aceleradores que contienen sulfato de aluminio preferentemente básico, adecuados para hormigón proyectado o mortero proyectado, lo que, en comparación con el estado de la técnica permite una producción más económica.

Esto pudo conseguirse sorprendentemente mediante el uso de materias primas relativamente más económicas para la producción del acelerador. Para ello se redujo el contenido de sulfato accesible para una reacción rápida en mezclas que contienen sulfato de aluminio y/o un hidroxisulfato de aluminio mediante adición de un compuesto de calcio.

El contenido de sulfato accesible para una reacción rápida es importante, dado que el fraguado de cemento u otro aglutinante hidráulico en la proyección dura solo algunos minutos. Mediante la precipitación de yeso que tiene lugar durante la adición del compuesto de calcio se extrae sulfato libre del acelerador. Este sulfato unido como sulfato de calcio se extrae de la reacción de fraguado inmediata, lo que es deseable, y solo se libera de nuevo de manera retardada tras horas, es decir, durante el endurecimiento, mediante redisolución del yeso de manera controlada. Esto es también deseable por regla general. Sin desear adherirse a una teoría, se supone que el calcio que se libera a este respecto acelera el endurecimiento.

10 La invención se refiere por lo tanto a un procedimiento para la producción de un acelerador de hormigón proyectado a partir de una mezcla a) que comprende mezclar

15 a) al menos un compuesto de aluminio seleccionado de un sulfato de aluminio y/o un hidroxisulfato de aluminio, al menos un compuesto de calcio y dado el caso agua, en el que en la mezcla a) la relación molar Ca:Al se encuentra en el intervalo de 0,002 a 0,5, en el que el acelerador de hormigón proyectado o, cuando se trata de un acelerador de hormigón proyectado sólido, una mezcla del acelerador de hormigón proyectado sólido en agua presenta un valor de pH de preferentemente por debajo de 4.

20 Mediante el uso de las materias primas económicas pueden producirse mezclas a base de sulfatos de aluminio y/o hidroxisulfatos de aluminio con una molar relación elevada de aluminio con respecto a sulfato a costes más bajos que como se producían hasta el momento, teniéndose en cuenta para esta relación molar aluminio y sulfato solo fácilmente accesible, es decir, no se tiene en cuenta el sulfato unido como un  $\text{CaSO}_4$ . Hay distintos hidratos de  $\text{CaSO}_4$ .

25 Por regla general precipita en forma del dihidrato. Estas mezclas son adecuadas como acelerador de hormigón proyectado.

30 Mediante el uso de las mezclas de acuerdo con la invención como acelerador de hormigón proyectado puede conseguirse un desarrollo de resistencia mejorado del hormigón proyectado. Además, el acelerador de hormigón proyectado presenta una viscosidad reducida. Se estableció sorprendentemente que la adición del compuesto de calcio en la mezcla a) también lleva a una estabilidad en almacenamiento mejorada del acelerador de hormigón proyectado.

35 Formas de realización preferidas del procedimiento se describen en las reivindicaciones dependientes. La invención se refiere también al acelerador de hormigón proyectado que puede obtenerse a partir del procedimiento así como a su uso como acelerador de hormigón proyectado. A continuación se explica en detalle la invención.

#### Modo de realización de la invención

40 Los aceleradores son sustancias o mezclas que aceleran el fraguado y/o endurecimiento de un aglutinante hidráulico o de una mezcla, que contiene un aglutinante hidráulico. Ejemplos típicos de aglutinante hidráulico son cemento, cal, cales apagadas y mezclas de los mismos, y ejemplos típicos de mezclas, que contienen un aglutinante de este tipo y componentes adicionales, son suspensiones de cemento, por ejemplo para inyecciones, mortero y hormigón. Preferentemente se trata de una suspensión de cemento, un hormigón o mortero, que contiene cemento, en particular cemento portland y/o cementos portland mixtos. Los aglutinantes hidráulicos, en particular cementos, contienen principalmente sulfato de calcio en forma de yeso, hemihidrato y/o anhidrita como reguladores de fraguado o portadores de sulfato.

50 Hormigón proyectado se usa generalmente como término genérico para hormigón proyectado y mortero proyectado. Los aceleradores para hormigón proyectado o mortero proyectado se denominan en general acelerador de hormigón proyectado. Siempre que no se indique expresamente lo contrario, por consiguiente, en la presente solicitud inclusive las reivindicaciones, la expresión hormigón proyectado incluye siempre también mortero proyectado. De manera correspondiente, la expresión acelerador de hormigón proyectado en la presente solicitud y en las reivindicaciones adjuntas comprende acelerador para hormigón proyectado y acelerador para mortero proyectado así como acelerador para inyecciones cementosas.

60 El hormigón proyectado es un hormigón o mortero, que se transporta en una conducción de manguera o de tubo cerrada al sitio de instalación y allí se aplica mediante proyección y a este respecto se compacta. En principio se diferencian dos procedimientos de proyección, el procedimiento de proyección en seco y el procedimiento de proyección en húmedo. En el procedimiento de proyección en seco se alimenta un hormigón o mortero ligeramente húmedo o seco a la conducción de transporte y, por regla general, se transporta con aire comprimido a la tobera pulverizadora. Allí se añaden agua de adición y dado el caso aditivos para hormigón tales como por ejemplo acelerador de hormigón proyectado o reductor de rebote. En el procedimiento de proyección en húmedo se transporta una masa de base húmeda de un hormigón o mortero a través de la conducción de transporte a la tobera y se proyecta por regla general por medio de aire comprimido o aire impulsado. En la zona de la tobera pueden añadirse dado el caso aditivos de hormigón tales como por ejemplo aceleradores de hormigón proyectado. Los

procedimientos de proyección en húmedo pueden llevarse a cabo según el método de corriente débil o el método de corriente densa.

5 Los procedimientos de proyección se usan, por ejemplo, cuando no es posible un encofrado o para proporcionar revestimientos y capas de refuerzo durante la producción de construcciones de ingeniería civil o cuando tienen que dotarse cavidades de una capa de refuerzo, por ejemplo en túneles, galerías y tubos, por ejemplo en minería. Además, el procedimiento de proyección puede servir para la consolidación o estabilización o compactación de suelos naturales, tales como rocas, pendientes o excavaciones, terreno para edificar y subsuelo.

10 De acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la invención se produce un acelerador de hormigón proyectado a partir de una mezcla a). El procedimiento para la producción de la mezcla respectiva a), que representa el acelerador de hormigón proyectado, se explica detalladamente a continuación.

15 El acelerador de hormigón proyectado de la mezcla a) puede encontrarse como acelerador de hormigón proyectado sólido, es decir como mezcla de sólidos, preferentemente como polvo. En cambio, se prefiere que el acelerador de hormigón proyectado producido según el procedimiento de acuerdo con la invención de la mezcla a) sea una mezcla acuosa, en particular una solución acuosa o una suspensión acuosa. Una suspensión acuosa es una dispersión de partículas de sólido en una fase líquida.

20 Un acelerador de hormigón proyectado sólido puede convertirse sin más, mediante adición de agua en una mezcla acuosa, en particular una solución o suspensión acuosa del acelerador de hormigón proyectado. Por ejemplo, puede ser conveniente transportar el acelerador de hormigón proyectado en forma sólida al lugar de uso, para ahorrar volumen, y convertirlo solo in situ en una solución o suspensión acuosa, que puede usarse entonces como acelerador de hormigón proyectado.

25 El acelerador de hormigón proyectado producido según el procedimiento de acuerdo con la invención producido a partir de la mezcla a) puede usarse para el procedimiento de proyección en seco o para el procedimiento de proyección en húmedo. Se prefiere el uso del acelerador de hormigón proyectado en forma de una mezcla acuosa, en particular de una solución o suspensión acuosa.

30 El acelerador de hormigón proyectado de acuerdo con la mezcla a), que se encuentra como mezcla acuosa, en particular como solución o suspensión acuosa, presenta un valor de pH inferior a 4, por ejemplo un pH en el intervalo de 2 a por debajo de 4. Cuando se trata de un acelerador de hormigón proyectado sólido, una mezcla del acelerador de hormigón proyectado sólido en agua presenta asimismo un valor de pH por debajo de 4, por ejemplo un pH en el intervalo de 2 a por debajo de 4. La mezcla del acelerador de hormigón proyectado sólido en agua puede obtenerse por ejemplo, disolviendo o suspendiendo 100 g del acelerador de hormigón proyectado sólido en 100 g de agua. Puede tardar algunos minutos u horas, hasta que se hayan ajustado un equilibrio y un valor de pH estable. Todos los valores de pH indicados se refieren, como es habitual, al valor de pH de la mezcla acuosa en estado de equilibrio.

40 En el caso de la adición de agua a la mezcla seca tienen lugar procesos de disolución y otras reacciones, que pueden llevar por ejemplo a la precipitación de sustancias sólidas. En función de las materias primas empleadas, puede tardar algunos minutos u horas hasta que la mezcla ha reaccionado y se ha ajustado el equilibrio. En el transcurso de la reacción puede variar el valor de pH, de modo que se ajuste un valor de pH constante en el tiempo solo después de la reacción. El ajuste de equilibrio puede establecerse por lo tanto también fácilmente por que el valor de pH ya no varía esencialmente. El valor de pH se determina a temperatura ambiente (20 °C).

50 La mezcla acuosa de la mezcla a), en particular como solución acuosa o suspensión acuosa, puede presentar por ejemplo un contenido de agua en el intervalo del 20 al 90 % en peso, en particular del 40 al 80 % en peso, preferentemente del 50 al 70 % en peso y de manera especialmente preferente del 60 al 65 % en peso. El contenido de agua anterior se refiere al contenido de agua total, es decir inclusive agua de cristalización dado el caso presente. Algunos materiales de partida, en particular sulfato de aluminio, pueden contener agua, en particular en forma de agua de cristalización. El agua de cristalización puede constituir en algunos productos técnicos incluso hasta aproximadamente el 50 % en peso del peso total, lo que ha de tenerse en cuenta. El contenido de sólidos sin agua de cristalización del acelerador de hormigón proyectado de la mezcla a) asciende de manera especialmente preferente a del 30 al 45 % en peso y en particular del 35 al 40 % en peso.

60 Se prefiere que un acelerador de hormigón proyectado de la mezcla a) esté libre de cloruro o esencialmente libre de cloruro, por ejemplo con un contenido de cloruro de no más del 0,1 % en peso, con respecto a la mezcla a). Se prefiere asimismo que el acelerador de hormigón proyectado de la mezcla a) esté libre de álcali o esencialmente libre de álcali, por ejemplo con un contenido de álcali de no más del 1 % en masa de equivalente de Na<sub>2</sub>O, con respecto a la mezcla a). En cambio, son posibles también mayores contenidos de cloruro y/o álcali. El equivalente de Na<sub>2</sub>O se explica adicionalmente a continuación.

65 Un acelerador de hormigón proyectado de la mezcla a) es preferentemente una suspensión acuosa, conteniendo la suspensión acuosa de manera especialmente preferente jurbanita. Jurbanita es Al(SO<sub>4</sub>)(OH)<sub>5</sub> H<sub>2</sub>O y se encuentra en la suspensión como sólido.

En las mezclas a) la relación molar de aluminio con respecto a (sulfato-calcio), es decir,  $\text{mol}_{\text{Al}}/(\text{mol}_{\text{SO}_4} - \text{mol}_{\text{Ca}})$ , se encuentra por ejemplo en el intervalo de 0,66 a 2,2 o 2/3 a 2,2, en particular superior a 2/3, preferentemente de 0,67 a 1,9, más preferentemente en el intervalo de 0,68 a 1,6, más preferentemente en el intervalo de 0,69 a 1,3, más preferentemente en el intervalo de 0,7 a 1, más preferentemente en el intervalo de 0,71 a 0,9 y de manera especialmente preferente en el intervalo de 0,72 a 0,8. En una mezcla a) ha de tenerse en cuenta que el sulfato se une en parte como sulfato de calcio, cuando hay agua presente. En solución acuosa precipita  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ("yeso"). Los aceleradores de hormigón proyectado acuosos de las mezclas a) contienen preferentemente hidroxisulfato de aluminio en solución o precipitado como suspensión, siendo la relación molar de aluminio con respecto a (sulfato - calcio) de acuerdo con la definición anterior preferentemente superior a 2/3 y de manera especialmente preferente superior a 2/3 y no más de 1.

Para la relación molar se tienen en cuenta el aluminio, sulfato y calcio totales en la mezcla, independientemente de en qué forma se encuentren, por ejemplo en solución y/o en forma unida como sólido. Calcio se tiene en cuenta, dado que el sulfato que está unido como sulfato de calcio escasamente soluble, habitualmente yeso, no se encuentra disponible para la reacción mediante la que fragua el hormigón proyectado. Este fraguado dura, por regla general, solo algunos minutos. En el endurecimiento posterior del hormigón proyectado, que puede durar horas o eventualmente días, el yeso no se altera e incluso puede ser útil. Por regla general, este se disuelve a este respecto y se incorpora en las fases de hidrato del cemento. En el caso de una mezcla acuosa a), por regla general puede partirse de que, aparte de una concentración baja de iones calcio en la mezcla por debajo del límite de solubilidad de sulfato de calcio, el contenido restante de calcio del compuesto de calcio se convierte en sulfato de calcio. La cantidad de iones Ca, que debido al límite de solubilidad de  $\text{CaSO}_4$  está en disolución, es muy bajo debido a la escasa solubilidad relativa de sulfato de calcio (producto de solubilidad a 25 °C de acuerdo con R.C. Weast (Hrsg.), Handbook of Chemistry and Physics, 56ª edición, CRC Press, Cleveland EE. UU. 1975:  $2,45 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^2 \cdot \text{l}^{-2}$ ).

Las cantidades de calcio, aluminio y sulfato y la relación molar correspondiente  $\text{mol}_{\text{Al}}/(\text{mol}_{\text{SO}_4} - \text{mol}_{\text{Ca}})$ , en las mezclas a), pueden determinarse o calcularse fácilmente a partir de las cantidades empleadas de los compuestos de partida por medio de su composición. Siempre que sea necesario, el contenido de los elementos o iones relevantes en los componentes de partida y/o en la mezcla también puede determinarse cuantitativamente dado el caso por medio de métodos de análisis probados, teniendo que mencionarse en este caso en particular ICP-OES (espectroscopía de emisión óptica por medio de plasma acoplado de manera inductiva). Por regla general, azufre está contenido solo en forma de sulfato, de modo que a partir de la cantidad de azufre determinada mediante el análisis puede determinarse también directamente la cantidad de sulfato. Siempre que azufre esté presente también en otra forma como sulfato, lo que, no obstante, no es el caso habitualmente, esto ha de tenerse en cuenta por separado en la determinación del contenido de sulfato. Otros ejemplos de métodos de análisis habituales, que pueden emplearse dado el caso, son por ejemplo cromatografía de iones o electroforesis para iones disueltos o por ejemplo XRD (difracción de rayos X) para fases cristalinas.

El procedimiento para la producción de la mezcla a) como acelerador de hormigón proyectado comprende mezclar al menos un compuesto de aluminio seleccionado de un sulfato de aluminio y/o un hidroxisulfato de aluminio, de al menos un compuesto de calcio y dado el caso agua. En el caso del compuesto de aluminio se trata de un sulfato de aluminio y/o un hidroxisulfato de aluminio, prefiriéndose un sulfato de aluminio. Puede emplearse solo sulfato de aluminio, solo hidroxisulfato de aluminio o sulfato de aluminio e hidroxisulfato de aluminio.

Como sulfato de aluminio pueden emplearse todos los productos habituales, inclusive sulfato de aluminio técnico. Estos pueden obtenerse en el mercado. Pueden emplearse sulfato de aluminio anhidro, hidratos de sulfato de aluminio o mezclas de los mismos. En la práctica se comercializan sulfatos de aluminio con diferente contenido de hidrato o contenido de agua, que son adecuados para la presente invención. Por regla general se prefieren hidratos de sulfato de aluminio, dado que presentan una mejor solubilidad. El sulfato de aluminio técnico puede presentar dado el caso un contenido elevado en sulfato, de modo que la relación de  $\text{Al}/\text{SO}_4$  es inferior a 2/3. Esto puede resultar por ejemplo por que el sulfato de aluminio técnico contiene con frecuencia un pequeño exceso (por ejemplo < 1 %, generalmente no más del 0,3 %) de ácido sulfúrico. Es posible también una adición adicional de compuestos de sulfato tales como sulfato de sodio o ácido sulfúrico adicional, por ejemplo en cantidades de hasta el 5 % en peso o más, pero, por regla general, esto no se prefiere.

Hidroxisulfatos de aluminio adecuados son hidroxisulfatos de aluminio estequiométricos y no estequiométricos, que en cada caso pueden encontrarse de forma anhidra o como hidrato. En los hidroxisulfatos de aluminio, una parte de los iones sulfato en sulfato de aluminio está sustituida por grupos hidroxilo.

Los hidroxisulfatos de aluminio se denominan con frecuencia también como sulfato de aluminio básico. Hidroxisulfato de aluminio estequiométrico,  $\text{Al}(\text{OH})(\text{SO}_4)$ , que dado el caso presenta agua de hidrato, se denomina también como sulfato de hidróxido de aluminio. En el hidroxisulfato de aluminio estequiométrico, la relación molar de  $\text{Al}/\text{SO}_4$  es igual a 1. Un ejemplo de ello es jurbanita. Los hidroxisulfatos de aluminio no estequiométricos presentan un menor porcentaje de hidróxido que el hidroxisulfato de aluminio estequiométrico. Para la compensación de carga, el contenido de sulfato es correspondientemente elevado. Por consiguiente, la relación molar de  $\text{Al}/\text{SO}_4$  en hidroxisulfatos de aluminio no estequiométricos es inferior a 1 y superior a 2/3. Como hidroxisulfato de aluminio no

estequiométrico puede usarse por ejemplo el sulfato de aluminio básico obtenido a partir del procedimiento de acuerdo con la invención a partir de la mezcla c).

5 Como hidroxisulfatos de aluminio estequiométricos o no estequiométricos pueden emplearse hidroxisulfatos de aluminio anhidro, hidratos de hidroxisulfato de aluminio o mezclas de los mismos.

10 Como compuesto de calcio pueden usarse uno o varios compuestos de calcio habituales. Puede tratarse de compuestos de calcio inorgánicos u orgánicos, prefiriéndose compuestos de calcio inorgánicos. Sin desear adherirse a una teoría, el compuesto de calcio sirve habitualmente como fuente de iones calcio para captar sulfato en la mezcla con la unión de sulfato de calcio escasamente soluble.

En el caso del compuesto de calcio empleado puede tratarse de un compuesto artificial o natural (por ejemplo mineral) total o parcialmente soluble en agua en el intervalo de pH ácido.

15 En una variante preferida, el compuesto de calcio se emplea en una cantidad tal que la concentración de calcio en el acelerador se encuentra solo apenas por encima o incluso por debajo del límite de solubilidad de yeso. Sin desear adherirse a una teoría, se supone que las mezclas de hormigón y tales aceleradores con respecto a Ca están saturadas desde el principio y por lo tanto fraguan más rápidamente.

20 Sorprendentemente se estableció que también son efectivas cantidades pequeñas que se encuentran aún en disolución de iones Ca o gérmenes cristalinos que contienen Ca y también mejoran la estabilidad en almacenamiento. Por lo tanto, el compuesto de calcio puede añadirse también en pequeñas cantidades por debajo del límite de solubilidad de yeso en la mezcla. En este caso no precipita yeso y la relación molar de Al con respecto a sulfato permanece invariable en la solución.

25 En el caso del al menos un compuesto de calcio se trata preferentemente de un compuesto de calcio, que a un pH < 7, es decir en el intervalo ácido, es soluble en agua, lo también puede incluir una reacción. Por lo tanto, no se prefiere sulfato de calcio, por ejemplo.

30 Ejemplos de compuestos de calcio preferidos son óxido de calcio, hidróxido de calcio, carbonato de calcio, cemento, en particular cemento portland, y mezclas de los mismos. Además, los haluros de calcio tales como cloruro de calcio y nitrato de calcio son asimismo adecuados, pero no se prefieren, dado que los haluros tales como cloruro o nitrato pueden influir en concentraciones demasiado grandes en determinadas propiedades del hormigón o mortero y su contenido en la mayoría de los países está limitado para muchas aplicaciones. En particular puede ser bastante conveniente el uso de nitrato de calcio en determinadas circunstancias. Otros ejemplos de compuestos de calcio adecuados son formiato de calcio y acetato de calcio. En una forma de realización, como compuesto de calcio puede emplearse una mezcla de un compuesto de calcio básico y carbonato de calcio. Ejemplos de compuestos de calcio básicos son óxido de calcio, hidróxido de calcio o cemento.

40 Ejemplos preferidos del cemento son, por ejemplo, un cemento de acuerdo con la norma EN 197 CEM I, CEM II, CEM III, CEM IV o CEM V, o de acuerdo con la norma ASTM C150 tipo I, tipo II, tipo III, tipo IV o tipo V.

45 En general se prefiere que el compuesto de calcio añadido reaccione esencialmente por completo con la formación de sulfato de calcio. En algunos casos puede ser también ventajoso que el compuesto de calcio no reaccione por completo y queden restos o porcentajes inertes.

50 Mediante la adición del compuesto de calcio a un sulfato de aluminio y/o un hidroxisulfato de aluminio en mezcla acuosa puede unirse mediante la precipitación de sulfato de calcio (yeso) una parte del sulfato presente y así aumentarse la relación de aluminio con respecto a sulfato fácilmente accesible en el acelerador. Durante la reacción de un sulfato de aluminio y/o un hidroxisulfato de aluminio con carbonato de calcio se libera asimismo dióxido de carbono. Mediante la adición de cemento, en particular cemento portland, no se separa solo yeso, sino que a la mezcla se añade también aluminio contenido en el cemento. También pueden ser útiles otras sustancias contenidas en el cemento tales como hierro o silicato.

55 A la mezcla puede añadirse agua dado el caso. La adición de agua se prefiere especialmente. Puede usarse agua sola o agua que contiene uno o varios aditivos. Ejemplos de aditivos adecuados son los mencionados a continuación. En el agua puede estar contenido por ejemplo al menos un estabilizador, en particular un estabilizador para la estabilidad en almacenamiento. Puede tratarse de un estabilizador soluble, tal como ácido fosfórico, o preferentemente de un estabilizador no soluble, tal como por ejemplo sepiolita o bentonita.

60 A la mezcla pueden añadirse asimismo, según sea necesario, uno o varios aditivos. Puede tratarse de aditivos habituales, que se emplean en aceleradores de hormigón proyectado. Ejemplos de tales aditivos son uno o varios compuestos de aluminio, en particular compuestos de aluminio libres de sulfato o pobres en sulfato, para aumentar adicionalmente el contenido de aluminio, uno o varios agentes de dispersión, uno o varios aditivos, que mejoran el comportamiento de fraguado, y/o uno o varios estabilizadores. Ejemplos de estabilizadores están indicados anteriormente. Ejemplos de aditivos empleados preferentemente, que en la cantidad adecuada mejoran el

comportamiento de fraguado, son compuestos de  $Mg^{2+}$  o sales de magnesio, tales como óxido, hidróxido o carbonato de magnesio, dietanolamina (DEA) y compuestos de flúor tales como ácido fluorhídrico, fluoruros alcalinos y complejos de flúor. Estos pueden mejorar en el acelerador el fraguado y en parte también la estabilidad en almacenamiento.

5 Asimismo, a la mezcla a) puede añadirse también al menos un aluminato alcalino como aditivo. Como ejemplos de aluminatos alcalinos adecuados se remite a los ejemplos mencionados a continuación. En el caso del aluminato alcalino se trata preferentemente de un aluminato de sodio, un aluminato de potasio o una mezcla de los mismos. Cuando se añade al menos un aluminato alcalino, el contenido de álcali de la mezcla a) asciende por ejemplo a no más del 10 % en masa, preferentemente no más del 5 % en masa, preferentemente no más del 2 % en masa, más preferentemente no más del 1 % en masa de equivalente de  $Na_2O$ . Estos intervalos preferidos para el contenido de álcali se cumplen por lo demás también cuando a la mezcla a) no se le añade ningún aluminato alcalino.

15 Ejemplos de compuestos de aluminio libres de sulfato o pobres en sulfato son hidróxidos de aluminio amorfos, nitrato de aluminio o hidroxicarbonatos de aluminio. Ejemplos de agentes de dispersión son poli(ácido acrílico), poliacrilatos, derivados de ácidos fosfónicos y mezclas, que contienen dos o más de los componentes mencionados.

20 La relación de sulfato de aluminio y/o hidrosulfato de aluminio y el al menos un compuesto de calcio es en la mezcla a) la relación molar Ca : Al y se encuentra en el intervalo de 0,002 a 0,5.

25 Para la producción de la mezcla a) pueden añadirse por ejemplo, con respecto al peso total de los componentes de partida inclusive agua de cristalización dado el caso contenida en los mismos pero sin agua líquida dado el caso añadida, del 50 al 99,95 % en peso y preferentemente del 80 al 99,5 % en peso de sulfato de aluminio y/o hidrosulfato de aluminio y del 0,05 al 50 % en peso, preferentemente del 0,2 al 20 % en peso, más preferentemente del 0,5 al 10 % en peso, y de manera especialmente preferente del 1 al 5 % en peso de al menos un compuesto de calcio, pudiendo añadirse dado el caso también uno o varios aditivos, por ejemplo en un porcentaje del 0 al 50 % en peso, preferentemente del 0,01 al 20 % en peso, más preferentemente del 0,5 al 10 % en peso.

30 La mezcla a) puede encontrarse como sólido, en particular como polvo, o preferentemente como mezcla acuosa, en particular como solución acuosa o suspensión acuosa. El contenido de agua de la mezcla acuosa a) puede encontrarse por ejemplo en el intervalo del 20 al 90 % en peso, en particular 40 al 80 % en peso, preferentemente del 50 al 70 % en peso y de manera especialmente preferente del 60 al 65 % en peso. El contenido de agua anterior se refiere al contenido de agua total, es decir inclusive agua de cristalización dado el caso presente.

35 El orden de la adición de los componentes individuales a la mezcla es aleatorio. Para la producción de una mezcla seca pueden mezclarse los componentes de partida de manera sencilla de forma seca y añadirse dado el caso aditivos adicionales. En una forma de realización preferida, el sulfato de aluminio y/o hidrosulfato de aluminio se disuelve y/o se suspende en agua y el al menos un compuesto de calcio se añade a continuación en forma sólida y se agita. No obstante, esta forma de realización puede llevar, en el caso de compuestos de calcio básicos dado el caso a una formación de grumos. Para evitar esto, en el caso del uso de compuestos de calcio básicos tales como por ejemplo  $Ca(OH)_2$  o cemento, tal como cemento de alúmina, puede mezclarse este polvo básico con cal ( $CaCO_3$ ). Al disolverse esta mezcla se genera gas ( $CO_2$ ), que contrarresta la formación de grumos.

45 En una forma de realización adicional, el compuesto de calcio se disuelve y/o suspende en primer lugar en agua y a continuación se añade sulfato de aluminio y/o hidrosulfato de aluminio como polvo o como solución o suspensión acuosa o el compuesto de calcio disuelto y/o suspendido en agua se añade al sulfato de aluminio y/o hidrosulfato de aluminio como polvo, suspensión o solución.

50 En una forma de realización especialmente preferida se mezclan sulfato de aluminio sólido y/o hidrosulfato de aluminio y el al menos un compuesto de calcio en forma sólida y la mezcla de sólidos obtenida se añade a agua, que se agita vigorosamente de manera conveniente. En las formas de realización preferidas pueden añadirse aditivos opcionales de cualquier manera, por ejemplo como componente separado o como constituyente del agua presente.

55 La mezcla de los componentes puede tener lugar con dispositivos de mezclado y/o agitación habitual o también manualmente con medios de mezclado y/o agitación adecuados para mezclas secas o mezclas acuosas. De esta manera puede obtenerse una mezcla homogénea de los componentes.

60 En el caso de la mezcla de sulfato de aluminio y/o hidrosulfato de aluminio y el al menos un compuesto de calcio en agua tiene lugar, por regla general, una reacción exotérmica. La mezcla puede calentarse dado el caso, que en cambio es necesario por regla general solo cuando, por lo demás, la disolución o la reacción de las materias primas es demasiado lenta. Por regla general, los componentes solo tienen que mezclarse brevemente. En particular cuando, como preferentemente, se añade también agua a la mezcla, el mezclado y dado el caso la agitación posterior, puede tener lugar por ejemplo durante un periodo de tiempo de 10 min a 48 h, preferentemente de 10 min a 24 h, o de 6 h a 48 h, para obtener el acelerador de hormigón proyectado acabado.

65 El sulfato de calcio formado en la mezcla puede separarse al menos en parte, por ejemplo mediante filtración. En

cambio, puede ser conveniente dejarlo en la mezcla, dado que dado el caso puede provocar una aceleración adicional del fraguado y endurecimiento del hormigón o mortero. Dado el caso, también una parte o la cantidad total de agua añadida puede retirarse de nuevo, por ejemplo mediante vaporación, pero esto, por regla general, no se prefiere.

5 El contenido de álcali se expresa en la industria del cemento en general habitualmente como equivalente de  $\text{Na}_2\text{O}$ , que se calcula según la siguiente fórmula (datos en % en masa):

$$\text{equivalente de Na}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ K}_2\text{O}$$

10 Tal como puede verse en la fórmula, el contenido de álcali se refiere solo a Na y K.

15 Como aluminato alcalino pueden emplearse por ejemplo aluminatos de litio, aluminatos de sodio, aluminatos de potasio o una mezcla de dos o más de los mismos, prefiriéndose aluminato de sodio y aluminato de potasio y mezclas de los mismos y prefiriéndose especialmente aluminato de sodio, pudiendo encontrarse los aluminatos mencionados también en forma de sus hidratos. Los aluminatos alcalinos pueden obtenerse en el mercado. El aluminato de sodio es un producto industrial. La mayoría de los aluminatos alcalinos comerciales con o sin agua de hidrato son no estequiométricos, por ejemplo se comercializan aluminatos de potasio con una estequiometría de  $1,4 \text{ K}_2\text{O} + 1 \text{ Al}_2\text{O}_3$ . En el caso de los aluminatos alcalinos puede tratarse por lo tanto, además de los aluminatos

20 alcalinos estequiométricos también de aluminatos alcalinos no estequiométricos, tal como son habituales en el mercado. En caso de ser adecuados para el control de procedimiento deseado, pueden emplearse ventajosamente también directamente las soluciones o suspensiones acuosas de estos aluminatos alcalinos, tal como por ejemplo soluciones de aluminato de sodio habituales en el comercio. Mediante la adición de un aluminato alcalino se aumenta el contenido de aluminio de la mezcla.

25 Cuando como compuesto de calcio se emplea cemento de alúmina, la producción de la mezcla a) es difícil, dado que debido a la alta reactividad de cemento de alúmina, la mezcla se agrupa antes de la reacción. Estos problemas pueden evitarse en cambio cuando uno de dos o ambos de los controles de procedimiento especiales ya expuestos anteriormente, en los que los componentes de partida se mezclan en primer lugar en seco y a continuación se mezclan la mezcla seca y agua.

30

A este respecto, los componentes de partida pueden mezclarse en primer lugar en seco y a continuación se añade la mezcla seca a agua. La mezcla seca se añade a este respecto preferentemente poco a poco en el agua.

35 Como alternativa, el cemento de alúmina puede mezclarse como componente básico (polvo) solo o una mezcla de polvo, que contiene cemento de alúmina, antes de la adición al agua o a la solución acuosa con carbonato de calcio. El gas  $\text{CO}_2$  liberado en medio ácido (pH 2 a por debajo de 4), contrarresta la formación de grumos y puede impedir la formación de grumos.

40 Por consiguiente, la invención se refiere también a un procedimiento para la producción de un acelerador de hormigón proyectado, que comprende mezclar al menos un compuesto de aluminio seleccionado de un sulfato de aluminio y un hidroxisulfato de aluminio y cemento de alúmina y dado el caso carbonato de calcio en forma sólida, para obtener una mezcla de sólidos, y añadir la mezcla de sólidos a agua, que dado el caso contiene carbonato de calcio disuelto y/o dispersado, para obtener una mezcla acuosa, en particular una solución o suspensión acuosa, en el que el acelerador de hormigón proyectado presenta un valor de pH inferior a 4.

45

50 Como sulfato de aluminio y/o hidroxisulfato de aluminio se tienen en cuenta todos los productos habituales, que pueden emplearse también para la mezcla a). Se remite por lo tanto a los datos anteriores. Como cemento de alúmina son adecuados todos los cementos de alúmina que pueden obtenerse en el mercado. Todos los datos realizados anteriormente y a continuación con respecto a la mezcla a) se cumplen igualmente para este procedimiento, excepto que el al menos un compuesto de calcio empleado en la mezcla a) ha de sustituirse por cemento de alúmina y se emplea el procedimiento anterior. Se remite por lo tanto a estos datos.

55 La invención se refiere también a los aceleradores de hormigón proyectado que pueden obtenerse según el procedimiento descrito anteriormente a partir de una mezcla a).

60 La invención se refiere también al uso de una mezcla a) como acelerador para hormigón proyectado o mortero proyectado o como acelerador de hormigón proyectado. Mediante el acelerador de hormigón proyectado puede acelerarse el fraguado y/o endurecimiento del hormigón proyectado o mortero proyectado. El acelerador de hormigón proyectado es adecuado a este respecto para los procedimientos de proyección en seco descritos anteriormente y procedimientos de proyección en húmedo, empleándose de manera especialmente preferente en el procedimiento de proyección en húmedo.

65 El acelerador de hormigón proyectado a partir de la mezcla a) puede añadirse como polvo o mezcla acuosa, en particular como solución o suspensión acuosa, al hormigón proyectado o mortero proyectado, empleándose el acelerador de hormigón proyectado preferentemente como solución o suspensión acuosa, en particular en el

procedimiento de proyección en húmedo. Tal como se menciona anteriormente, la mezcla acuosa puede prepararse también solo en el lugar de uso del acelerador de hormigón proyectado sólido mediante adición de agua y dado el caso aditivos adicionales, tales como, por ejemplo, dietanolamina. DEA comercial contiene generalmente el 10 - 20 % de agua y puede usarse de este modo.

5 En el procedimiento de proyección en seco, el acelerador de hormigón proyectado de acuerdo con la invención se añade al hormigón proyectado o mortero proyectado seco o húmedo antes o simultáneamente con la adición del agua de adición. En el procedimiento de proyección en húmedo, el acelerador de hormigón proyectado de acuerdo con la invención se añade a la mezcla de base húmeda de hormigón o mortero y agua de adición.

10 El acelerador de hormigón proyectado de acuerdo con la invención puede añadirse a la mezcla que va a proyectarse, es decir al hormigón o mortero proyectado seco o húmedo o a la mezcla de base húmeda, en cualquier paso del proceso de proyección, por ejemplo en la bomba, que transporta la mezcla, en la línea, en la que se transporta la mezcla, en la tobera de prehumedecimiento o en la tobera pulverizadora o junto con el aire usado para la proyección o junto con el agua que se añade durante la realización de un procedimiento de proyección en seco en la tobera pulverizadora. El acelerador de hormigón proyectado de acuerdo con la invención se añade preferentemente en la tobera pulverizadora, en particular en el procedimiento de proyección en húmedo.

20 La adición del acelerador de hormigón proyectado de acuerdo con la invención tiene lugar preferentemente con el uso de una unidad de dosificación, que es adecuada para la incorporación de una cantidad predeterminada. El acelerador de hormigón proyectado de acuerdo con la invención puede añadirse por ejemplo en una cantidad del 0,1 al 15 % en peso, preferentemente del 2 al 8 % en peso, con respecto a la cantidad de aglutinante hidráulico en la suspensión de cemento, en el hormigón proyectado o mortero proyectado.

## 25 Ejemplos

Se produjeron aceleradores de acuerdo con la siguiente formulación:

Sulfato de aluminio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ con el 17 % de $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	58 % en peso
Agua	39 % en peso
Sepiolita (estabilizador)	1 % en peso
Compuesto de calcio	2 % en peso

30 Los compuestos de calcio que va a emplearse son adecuados por ejemplo:

Óxido de calcio	por ejemplo $\text{CaO}$ , cal calcinada etc.
Hidróxido de calcio	por ejemplo $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , cal apagada etc.
Carbonato de calcio	por ejemplo $\text{CaCO}_3$ , piedra caliza, mármol, dolomita etc. (en forma molida)
Nitrato de calcio	por ejemplo $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ etc.
Cloruro de calcio	por ejemplo $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , $\text{CaCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ , $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ etc.
Formiato de calcio	por ejemplo $\text{Ca}(\text{CHO}_2)_2$ ,
Acetato de calcio	por ejemplo $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ , hidrato de acetato de calcio, etc.

35 Al acelerador puede añadirse dado el caso asimismo al menos un aditivo, por ejemplo uno que se menciona anteriormente en la descripción, reduciéndose de manera correspondiente entonces, por regla general, el contenido de agua o el contenido de sulfato de aluminio. Puede añadirse por ejemplo a la mezcla mencionada anteriormente un 1 % en peso de uno o varios aditivos, reduciéndose el contenido de agua por consiguiente al 38 % en peso.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de un acelerador de hormigón proyectado a partir de una mezcla a), que comprende mezclar
- 5 a) al menos un compuesto de aluminio seleccionado de un sulfato de aluminio y/o un hidroxisulfato de aluminio, al menos un compuesto de calcio y dado el caso agua,
- 10 en el que en la mezcla a) la relación molar Ca : Al se encuentra en el intervalo de 0,002 a 0,5 y el acelerador de hormigón proyectado o, cuando se trata de un acelerador de hormigón proyectado sólido, una mezcla del acelerador de hormigón proyectado sólido en agua, presenta un valor de pH inferior a 4.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el al menos un compuesto de calcio de la mezcla a) es al menos un compuesto de calcio seleccionado de óxido de calcio, hidróxido de calcio, carbonato de calcio, nitrato de calcio y cemento, en particular cemento portland y/o cemento portland mixto, y/o no es cemento de alúmina.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o reivindicación 2, en el que en la mezcla a) la relación molar Ca : Al se encuentra en el intervalo de 0,01 a 0,5 y preferentemente de 0,05 a 0,5.
- 20 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que en la mezcla a) el al menos un compuesto de aluminio seleccionado de sulfato de aluminio e hidroxisulfato de aluminio se disuelve y/o suspende en agua y el al menos un compuesto de calcio se añade en forma sólida o el al menos un compuesto de aluminio seleccionado de sulfato de aluminio e hidroxisulfato de aluminio y el al menos un compuesto de calcio, preferentemente un compuesto de calcio básico, se mezclan en forma sólida y la mezcla de sólidos obtenida se
- 25 añade a agua o el al menos un compuesto de aluminio seleccionado de sulfato de aluminio e hidroxisulfato de aluminio y al menos un compuesto de calcio básico y dado el caso carbonato de calcio se mezclan en forma sólida, y la mezcla de sólidos obtenida se añade a agua, que dado el caso contiene carbonato de calcio disuelto y/o suspendido, en el que
- 30 el compuesto de calcio en primer lugar se disuelve y/o suspende en agua y a continuación se añade sulfato de aluminio y/o hidroxisulfato de aluminio como polvo o como solución o suspensión acuosa.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que se separa al menos una parte del sulfato de calcio formado en la mezcla a) y/o en la mezcla a) se retira de nuevo al menos una parte del agua añadida.
- 35 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el acelerador de hormigón proyectado o, cuando se trata de un acelerador de hormigón proyectado sólido, una mezcla del acelerador de hormigón proyectado sólido en agua presenta un valor de pH en el intervalo de 2 a por debajo de 4.
- 40 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el acelerador de hormigón proyectado se encuentra como polvo, solución acuosa o suspensión acuosa, prefiriéndose una solución o suspensión acuosa preferentemente.
- 45 8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que el acelerador de hormigón proyectado es una suspensión acuosa, que contiene jurbanita.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la relación molar de aluminio con respecto a (sulfato - calcio),  $\text{mol}_{\text{Al}}/(\text{mol}_{\text{SO}_4} - \text{mol}_{\text{Ca}})$ , en la mezcla a) se encuentra en el intervalo de 0,66 a 2,2 o 2/3 a 2,2, en particular superior a 2/3, preferentemente en el intervalo de 0,67 a 1,9, más preferentemente de 0,68 a 1,6, aún más preferentemente de 0,69 a 1,3, aún más preferentemente de 0,7 a 1, aún más preferentemente de 0,71 a 0,9 y de manera especialmente preferente en el intervalo de 0,72 a 0,8.
- 50 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que a la mezcla a) se añaden asimismo uno o varios aditivos, pudiendo ser un aditivo por ejemplo al menos un aluminato alcalino.
- 55 11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que, con respecto al peso total de los componentes de partida inclusive agua de cristalización dado el caso contenida en los mismos pero sin agua dado el caso añadida,
- 60 durante la producción de la mezcla a) se añade del 50 al 99,95 % en peso, preferentemente del 80 al 99,5 % en peso de sulfato de aluminio y/o hidroxisulfato de aluminio y del 0,05 al 50 % en peso, preferentemente del 0,2 al 20 % en peso, de al menos un compuesto de calcio, en el que a la mezcla a) pueden añadirse asimismo uno o varios aditivos.
- 65 12. Acelerador de hormigón proyectado que puede obtenerse según un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 a partir de una mezcla a) que contiene al menos un compuesto de aluminio seleccionado de un sulfato de aluminio y/o un hidroxisulfato de aluminio, al menos un compuesto de calcio y dado el caso agua, en

el que la relación molar Ca : Al se encuentra en el intervalo de 0,002 a 0,5 y el acelerador de hormigón proyectado o, cuando se trata de un acelerador de hormigón proyectado sólido, una mezcla del acelerador de hormigón proyectado sólido en agua, presenta un valor de pH inferior a 4.

- 5 13. Uso de un acelerador de hormigón proyectado según la reivindicación 12 como acelerador para suspensiones de cemento, hormigón proyectado o mortero proyectado, en particular como acelerador en el procedimiento de proyección en húmedo.
- 10 14. Procedimiento para la producción de un acelerador de hormigón proyectado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende mezclar al menos un compuesto de aluminio seleccionado de un sulfato de aluminio y/o un hidroxisulfato de aluminio y cemento de alúmina y dado el caso carbonato de calcio en forma sólida, para obtener una mezcla de sólidos, y añadir la mezcla de sólidos a agua, que dado el caso contiene carbonato de calcio disuelto y/o dispersado, para obtener una mezcla acuosa, en particular una solución o suspensión acuosa.