

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 678 700**

51 Int. Cl.:

C04B 22/06 (2006.01)

C01F 11/02 (2006.01)

C04B 2/04 (2006.01)

C09C 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.09.2013** **PCT/EP2013/068906**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014** **WO14041068**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2013** **E 13759780 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018** **EP 2895437**

54 Título: **Composición de lechada de cal de gran finura**

30 Prioridad:

12.09.2012 BE 201200602
29.10.2012 US 201261719622 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
16.08.2018

73 Titular/es:

S.A. LHOIST RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT
(100.0%)
Rue Charles Dubois 28
1342 Ottignies-Louvain-la-Neuve, BE

72 Inventor/es:

GÄRTNER, ROBERT SEBASTIAN y
DIAZ CHAVEZ, LUIS ALFREDO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 678 700 T3

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

DESCRIPCIÓN

Composición de lechada de cal de gran finura

La presente invención se refiere a una composición de lechada de cal que comprende partículas de cal apagada en suspensión en una fase acuosa y su procedimiento de fabricación.

- 5 Suspensiones de partículas de cal apagada a veces también denominada lechada de cal, crema de cal o suspensión de cal son ampliamente utilizadas a nivel industrial como reactivos, en una multitud de aplicaciones, principalmente la neutralización de aguas residuales o efluentes ácidos, el ajuste del pH y la mineralización de agua potable, la neutralización de reacciones químicas, como por ejemplo durante la producción de óxido de etileno o de propileno, como fuente de calcio o para la precipitación en la producción de la vitamina C, el ácido cítrico y carbonatos de calcio precipitados (PCC), o incluso como adsorbente en la desulfuración o la eliminación de los gases ácidos, tal como el HCl, en los gases de humos.

Dichas suspensiones de partículas de cal apagada o lechadas de cal se obtienen generalmente por extinción de cal viva con un gran exceso de agua o por puesta en suspensión de cal apagada pulverulenta. Las partículas obtenidas están compuestas predominantemente por hidróxido de calcio.

- 15 Evidentemente, esta cal apagada o hidróxido de calcio puede contener impurezas, es decir fases derivadas de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , P_2O_5 , K_2O y/o SO_3 , que representan de forma global algunas decenas de gramos por kilogramo. Sin embargo, la suma de estas impurezas, expresadas en forma de los óxidos citados anteriormente, no sobrepasa el 5% en masa, preferentemente 3%, preferentemente 2% o incluso 1% de la masa de la carga mineral según la invención. En particular, la cal apagada contiene ventajosamente menos de 1,0% en masa de Fe_2O_3 , preferentemente menos de 0,5% y preferentemente menos de 0,3%.

- 25 Esta cal apagada también puede contener óxido de calcio que no se habría hidratado durante la extinción, como puede contener carbonato de calcio CaCO_3 . Este carbonato de calcio puede proceder bien de la caliza inicial de la que deriva la cal apagada según la invención (corto de cocción) o bien de una reacción de carbonatación parcial de la cal apagada al contacto con el aire. El contenido de óxido de calcio en la cal apagada en el marco de la presente invención generalmente es inferior a 3% en masa, preferentemente inferior a 2% y de forma ventajosa inferior a 1%. La de carbonato de calcio es inferior al 10% en masa, preferentemente inferior al 6% y de forma ventajosa inferior al 4%, de forma todavía más ventajosa inferior a 3%.

- 30 Esta cal apagada también puede contener óxido de magnesio MgO , o fases derivadas del tipo $\text{Mg}(\text{OH})_2$ o MgCO_3 , que representan globalmente algunas decenas de gramos por kilogramo. Sin embargo, la suma de estas impurezas, expresadas en forma de MgO , no sobrepasa ventajosamente el 5% en masa, preferentemente 3%, preferentemente 2% o incluso 1% del peso de la carga mineral según la invención.

Los factores que limitan la utilización de lechadas de cal en relación a otros reactivos potenciales residen generalmente en su viscosidad y su velocidad de reacción o de neutralización en el medio de reacción de la aplicación.

- 35 Evidentemente, se busca una velocidad de reacción elevada dado que permite la aplicación de procedimientos más rápidos y por lo tanto tiempos de permanencia más cortos, y a nivel industrial permitiría la utilización de un equipo de reacción más pequeño y probablemente menos costoso y/o un equipo industrial con capacidad de producción superior. Además, en algunos procedimientos, a menudo se requiere una velocidad de reacción mínima predeterminada para proporcionar un producto que tenga características cualitativas deseadas.

- 40 Lamentablemente, la viscosidad generalmente es limitativa para permitir una utilización eficaz de las lechadas de cal finas. En efecto, la suspensión debe ser bombeada para ser alimentada desde un punto a otro y dosificada, lo que no es fácil para suspensiones muy viscosas. Además, suspensiones muy viscosas generalmente reducen las cualidades de la dispersión, lo que tiene una incidencia sobre las velocidades de reacción observadas para dichas aplicaciones ya que hace falta más tiempo y energía para dispersar las partículas de cal apagada en el medio de reacción.

- 45 La viscosidad y la velocidad de reacción de una lechada de cal son dos magnitudes ligadas al tamaño de las partículas. Partículas de tamaño de partícula reducido presentan generalmente velocidades de reacción superiores, pero también dan lugar a una viscosidad elevada de la suspensión en la que se encuentran, particularmente cuando el contenido de materia sólida se debe aumentar.

- 50 La velocidad de reacción de las partículas de cal apagada generalmente está ligada a la velocidad de disolución de las partículas de cal apagada o de hidróxido de calcio, la cual aumenta cuando la superficie externa de las partículas aumenta y que así el tamaño de las partículas disminuye. Con la misma lógica, la viscosidad aumenta con un contenido de materia sólida que aumenta y con un tamaño de partícula que disminuye. Esto se explica generalmente por el hecho de que el contenido de partículas por unidad de volumen aumenta. Por consiguiente, cada vez más partículas están próximas unas de otras, y de esta forma interactúan entre sí y con el agua. Dichas interacciones son consideradas por algunos autores como, principalmente, de naturaleza atractiva dada la baja carga de superficie de las partículas de cal apagada y su capacidad para formar uniones de hidrógeno con las moléculas de agua. Estas

interacciones provocan entonces un aumento de la cohesión en el seno de la suspensión y por lo tanto un aumento de la viscosidad.

En el marco de la presente invención, hay que distinguir la *reactividad de la lechada de cal* que representa la velocidad de disolución de las partículas de cal hidratada de la *reactividad de la cal viva*, es decir la velocidad de reacción de la cal viva con el agua para producir cal apagada y por lo tanto por ejemplo una lechada de cal.

En efecto, la reactividad de la cal viva generalmente se caracteriza y se mide mediante el procedimiento divulgado en la norma europea EN459-2 y a menudo se cuantifica por el t_{60} , tiempo necesario para alcanzar 60°C para un volumen de agua de 600 cm³ inicialmente a 20°C, a partir de la adición de 150 g de cal viva.

La reactividad de las lechadas de cal se caracteriza según la presente invención según trabajos de van Eekeren *et coll.* divulgados en el documento "*Improved milk-of-lime for softening of drinking water*, M. W. M. van Eekeren, J. A. M. van Paassen, C. W. A. M. Merks, KIWA NV Research and Consultancy, Nieuwegein, Septiembre 1993" producido y distribuido por el KIWA, Instituto Real Neerlandés de análisis del agua (KIWA NV Research and Consultancy, Groningenhaven 7, P. O. Box 1072, 3430BB Nieuwegein).

Según la presente invención, el procedimiento descrito se ha perfeccionado de forma que se mejore la precisión y la reproducibilidad de los resultados y se ha ensayado en una multitud de formulaciones de lechadas de cal diferentes.

Según la presente invención, la velocidad de disolución de la cal apagada en agua desionizada se mide en forma de un aumento de la conductividad eléctrica de la disolución, en condiciones en las que la disolución permanece bajo el límite de saturación en relación al hidróxido de calcio. Para asegurarse el permanecer bajo el límite de saturación, se añaden 0,1 g de cal hidratada a 700 g de agua a 25°C, lo que permite que permanezca sobradamente bajo el límite de solubilidad del hidróxido de calcio que es aproximadamente 1,5 g por litro de disolución a 25°C (véase por ejemplo el documento "*Solubilities of Inorganic & Metalorganic Compounds - Volume 2*", A. Sidell, W. F. Linke, 1953, van Nostrand (publ.), p. 631).

Para alcanzar esta medida precisa y reproducible, se preparan 500 g de suspensión que contiene 2% en peso de cal apagada que se va a caracterizar, es decir 10 g de cal apagada en 490 g de agua. Esta suspensión y 700 g de agua desionizada se termostatan a 25°C exactamente. Se utiliza una celda de conductividad con tiempo de respuesta de 0,05 segundos o menos para registrar automáticamente, por medio de un registrador de datos, la conductividad de la muestra de 700 g de agua desionizada que se agita vigorosamente durante toda la medida, por ejemplo a una velocidad de 450 rpm con un agitador de hélice de 30 mm de diámetro.

Al comienzo de la medida, se inyectan 5 cm³ de la suspensión de 500 g en la muestra de 700 g de agua desionizada y se registra el valor de conductividad a lo largo del tiempo hasta que ésta permanezca estable habiendo alcanzado de esta forma un valor máximo. El tiempo para alcanzar esta conductividad máxima desde el comienzo de la medida se denomina t_{100} . Se define de forma análoga t_{90} , como el tiempo para alcanzar el 90% de la conductividad máxima. Es este valor obtenido t_{90} el que se considera como el que representa la reactividad de la lechada de cal. Más detalles sobre el procedimiento de medida de esta reactividad de las lechadas de cal están disponibles en §6.11. "Determinación del Índice de solubilidad mediante conductividad" de la norma EN 12485: 2010.

Por lo tanto, se considera según la presente invención que la reactividad de las lechadas de cal será elevada si la magnitud t_{90} es inferior o igual a 10 segundos.

El documento "*Studies on the particle properties of suspended hydrated limes*, U. Wittneben, Zement-Kalk-Gips, Edición B, Vol. 33 (10), p. 526-534, 1980" de Wittneben *et coll.* de la asociación para la investigación de la industria de la cal alemana (Forschungsgemeinschaft des Verbands der Deutschen Kalkindustrie) describe además que las diferencias en la forma de las partículas, en el tamaño de las partículas y en la distribución del tamaño de partícula desempeñan un papel significativo en la viscosidad de la lechada de cal. Esto se confirma además con los trabajos recientes de Rodríguez-Navarro *et coll.* ("*Microstructure and rheology of lime putty*", E. Ruiz-Agudo and C. Rodríguez-Navarro, Langmuir: *The ACS Journal of Surfaces and Colloids*, Vol. 26 (6), p. 3868-3877, 2010). En este documento, se puede ver, en la figura 4a que debe leerse junto con la figura 4b, un perfil de tamaño de partícula obtenido por análisis digital de la imagen TEM, que no muestra más que las partículas de tamaños comprendidos entre 0,01 y 1 µm, estando el resto de partículas ilustrado en la figura 4b y muestra un perfil multimodal. Estos autores han estudiado las suspensiones producidas a partir de cal de diferentes orígenes y han concluido que existe una relación entre la reactividad de la cal viva y el tamaño, la estabilidad y también la interacción de las partículas de la cal apagada en suspensión.

Los autores también han podido correlacionar la influencia de la forma, de la estabilidad y de las interacciones de las partículas sobre la viscosidad de la suspensión, pero también sobre el comportamiento de aglomeración y de floculación de las partículas de cal apagada de la suspensión o de la lechada de cal.

Dado que la aglomeración y la formación de flocs de las partículas de cal apagada modifican el tamaño de partícula aparente y la distribución del tamaño de las partículas de cal apagada, es lógico que la aglomeración y la formación

de los flocs de las partículas de cal apagada modifique también la superficie externa de las partículas, ligada ella misma a la reactividad de la lechada de cal.

En conclusión, cales de diferentes reactividades y de diferentes orígenes producirían generalmente, incluso en condiciones de extinción idénticas, lechadas de cal que presentan propiedades reológicas y propiedades de reacción diferentes. Además, dado que la reactividad de la cal viva generalmente depende del tipo de horno utilizado para calcar la caliza en cal viva, el tipo de horno desempeñaría también un papel en las propiedades de la lechada de cal, además de la influencia del origen de la caliza.

Así, la sustitución de una cal viva de un lugar de producción particular que presenta características que resultan de una combinación del origen de la caliza, del tipo de horno utilizado y de la reactividad de la cal viva, por una cal viva de otro sitio de producción particular que presenta características que resultan de otra combinación de otro origen de la caliza, de otro tipo de horno utilizado y de otra reactividad de la cal viva, podría producir modificaciones significativas en las propiedades de la lechada de cal que resultarían de ello. Lo que forzosamente tendría consecuencias sobre la aplicación industrial posterior de esta lechada de cal.

En otros términos, la utilización de lechadas de cal para una aplicación particular no significa solamente elegir un compromiso realizable entre una viscosidad aceptable y la reactividad de la lechada de cal requerida, sino que significa también que las condiciones aplicadas para producir dicha suspensión de cal no podría aplicarse más que a un número restringido o eventualmente a una sola fuente de cal disponible comercialmente. En casos extremos, esto significaría por lo tanto que una sola fuente sería técnicamente posible y económicamente viable para producir una lechada de cal que presente propiedades de viscosidad particulares y una velocidad de reacción predeterminada.

Por lo tanto, existe una necesidad real de desarrollar lechadas de cal cuyas propiedades fuesen óptimas y constantes, fuesen cuales fuesen las fuentes de caliza y el modo de cocción utilizados.

Respecto a este tema, se han divulgado lechadas de cal en la bibliografía y presentan propiedades optimizadas para aplicaciones particulares.

Los documentos WO 96/23728, DE 2714858, DE 4447321 A1, JP 2007/031212 A, CN 201316654 Y, SU 1186248 A, EP 1039964 B1 y SE 870408 divulgan procedimientos de tratamiento de lechadas de cal en los que las propiedades de estas suspensiones se optimizan para diferentes aplicaciones por desaglomeración e incluso trituración de la lechada de cal, lo que permite obtener tamaños de partícula reducidos mediante diferentes tipos de equipos a veces muy costosos.

Incluso si estos documentos muestran formas de aumentar efectivamente la reactividad de las lechadas de cal, no es menos cierto que hay un impacto negativo sobre la viscosidad de las lechadas de cal así obtenidas. Por otra parte, en numerosos casos, los autores palían este aumento de la viscosidad mediante una dilución para disminuir el contenido de materia sólida, lo que no es deseable en ningún caso para numerosas aplicaciones en las que se introducen necesariamente cantidades crecientes de agua, lo que lleva a tasas de dilución demasiado elevadas para numerosas aplicaciones.

Además, estos documentos del estado de la técnica no toman en consideración la influencia del origen de la caliza, del tipo de horno utilizado y de la reactividad de la cal hidratada obtenida y por lo tanto no mencionan ninguna solución para compensar las variaciones relacionadas con estas influencias.

Por ejemplo, según el documento DE 27148858, durante la explotación industrial, se ha evidenciado que el procedimiento propuesto y su equipo funcionan de forma fiable y tenían como resultado una calidad de lechada de cal apropiada únicamente si se utilizaba cal viva pulverulenta, de muy alta calidad, de muy alta pureza y que presenta una reactividad homogénea, complicando considerablemente la explotación del procedimiento divulgado.

Otras cales de muy alta pureza y de muy buena calidad son descritas y utilizadas para producir lechadas de cal de alta reactividad con partículas finas. Según el documento CN 201316654 o el documento EP 1039965, la extinción de la cal viva de alta pureza se realiza en un triturador de bolas. Lamentablemente, estas tecnologías exigen la utilización de una fuente de cal viva muy pura, perjudicando así la obtención de un producto ampliamente aplicable industrialmente debido a costes elevados y una disponibilidad limitada.

Según los documentos SU 1186248, JP 2007/031212 o SE 870408, una cal viva de alta pureza se utiliza para producir una suspensión de partículas de cal apagada de gran finura. En el procedimiento descrito, se introduce una etapa de cribado por tamaño para eliminar la materia inerte de la suspensión de partículas de cal apagada obtenida. Lamentablemente, estas técnicas son muy dependientes de la reactividad de la cal viva y presentan el importante inconveniente de tener que cribar o tamizar una suspensión de partículas de cal viva de viscosidad muy elevada compuesta por partículas finas.

El documento JP 2007/031212 divulga otra técnica conocida para compensar el efecto negativo del aumento de la viscosidad, esto es la utilización de aditivos dispersantes, que actúan sobre la repulsión entre las partículas de cal

apagada y de esta forma reducen la viscosidad de la suspensión resultante, (véase también el documento US2004/0258612).

Lamentablemente, en numerosos casos, estos aditivos no son deseables para el usuario final ya que producen la adición de una "impureza" en la lechada de cal y por lo tanto en el procedimiento del usuario final o en el producto acabado, sin contar que a veces hace falta contar con una interferencia activa entre el dispersante y el procedimiento o la aplicación final, principalmente a causa del carácter de superficie activa de la mayoría de estos aditivos.

También se conoce la reducción de la superficie específica de las partículas para reducir la viscosidad (véase el documento WO2005/014483).

La invención tiene como objetivo paliar los inconvenientes del estado de la técnica procurando una lechada de cal de gran finura de reactividad elevada y de viscosidad reducida que pueda utilizar cualquier fuente de cal viva, sin recurrir a aditivos particulares como dispersantes.

Para resolver este problema, se prevé según la invención, una composición de lechada de cal de reactividad que presenta una magnitud t_{90} inferior a 10 segundos y que comprende partículas de cal apagada en suspensión en una fase acuosa, estando caracterizada esta composición por que dichas partículas de cal apagada están formadas por partículas de cal apagada que presentan un tamaño de partícula descrito por un perfil de distribución del tamaño estrecho y monomodal, en el que la diferencia entre d_{90} y d_{10} es inferior o igual a $15\text{ }\mu\text{m}$. Por los términos "perfil de distribución estrecho" o "perfil de distribución del tamaño de partícula estrecho", se entiende en el sentido de la presente invención que la diferencia entre d_{90} y d_{10} es inferior o igual a $15\text{ }\mu\text{m}$, preferentemente inferior o igual a $10\text{ }\mu\text{m}$. La notación d_x con $0 < x \leq 100$ representa un diámetro, expresado en μm , en relación al que $x\%$ de las partículas son más pequeñas.

Por lo tanto, el producto según la presente invención es a base de una lechada de cal muy fina, cuyo perfil de distribución del tamaño de partícula es estrecho y monomodal (donde el ancho del perfil de distribución a $d_{90}-d_{10} \leq 15\text{ }\mu\text{m}$), es decir que presenta un solo pico estrecho que corresponde a una sola familia de tamaños de partícula de cal apagada. Las partículas de cal apagada presentan por lo tanto una reactividad elevada (tasa de disolución) por su finura y presentan un comportamiento de reacción homogéneo por la homogeneidad de tamaño de las partículas obtenidas.

En efecto, las lechadas de cal convencionales presentan generalmente un perfil de distribución del tamaño de partícula que es multimodal (presentando varios picos) y por lo tanto comprenden varias poblaciones de partículas de cal apagada. Estas diferentes poblaciones de partículas estarán compuestas generalmente por fracciones finas que presentan una reactividad aumentada y fracciones más grandes de reactividad reducida. Además, pueden estar presentes otras fracciones intermedias, según los modos del perfil de distribución del tamaño de partícula observados. Estas fracciones intermedias reaccionan según diferentes velocidades de reacción. Este reparto del comportamiento reactivo debido a las diferentes velocidades de reacción produce un comportamiento de reacción (reactividad) de la lechada de cal no homogéneo, lo que es problemático para numerosas aplicaciones, tal como se ha mencionado anteriormente. Son aplicaciones dependientes de la velocidad de disolución de la lechada de cal, por ejemplo, sin embargo sin estar limitadas a ellas, los procedimientos de neutralización rápida, especialmente durante la producción de carbonato de calcio precipitado PCC, los procedimientos de síntesis de productos químicos como el óxido de etileno o de propileno o incluso los procedimientos de tratamiento de gases de humos.

La lechada de cal de reactividad elevada de perfil de distribución del tamaño de partícula estrecho y monomodal según la presente invención no presenta reparto de la velocidad de reacción. Por el contrario, la composición de lechada de cal según la presente invención reacciona de forma homogénea a causa de la distribución homogénea de las partículas de cal apagada en el medio de reacción, lo que es debido al perfil de distribución del tamaño de partícula estrecho y monomodal y por lo tanto a la homogeneidad del tamaño de las partículas.

Por ejemplo, se sabe que en la producción de PCC, partículas de Ca(OH)_2 que presentan un perfil de distribución del tamaño de partícula más ancho conducen a un perfil de distribución del tamaño de partícula del PCC igualmente más ancho, lo que no es deseable en ningún caso por cuanto que una de las ventajas de los PCC en relación al carbonato de calcio triturado reside justamente en una distribución del tamaño de partícula estrecho.

Una lechada de cal según la invención que presenta un perfil de distribución del tamaño de partícula estrecho y monomodal permite precisamente alcanzar este perfil de distribución del tamaño de partícula estrecho en la producción de PCC aumentando por lo tanto la calidad.

Otro ejemplo reside en la utilización de lechadas de cal en la producción de óxido de propileno que ilustra perfectamente la importancia de la lechada de cal de reactividad homogénea y elevada como reactivo en las reacciones químicas. El óxido de propileno se sintetiza de forma industrial principalmente para la producción de resinas epoxi. Durante las etapas de síntesis, la diclorhidrina ($\text{ClH}_2\text{C-CHOH-CH}_2\text{Cl}$) reacciona con un hidróxido (hidróxido de sodio o preferentemente hidróxido de calcio) en epiclorhidrina ($\text{H}_3\text{C}_2\text{O-CH}_2\text{Cl}$), para generar el grupo epoxi deseado (C_2O).

- Esta reacción debe ser rápida ya que la epíclorhidrina tiene tendencia a reaccionar con el agua del medio de reacción para formar monoclorhidrina ($\text{CH}_2\text{OH-CHOH-CH}_2\text{Cl}$) y a continuación glicerol ($\text{CH}_2\text{OH-CHOH-CH}_2\text{OH}$), que destruye los grupos epoxi. Por lo tanto, es esencial en este tipo de aplicación poder disponer de lechada de cal de alta reactividad para alcanzar rendimientos elevados de reacción, y poder sacar la epíclorhidrina formada del medio de reacción tan deprisa como sea posible. Esto sólo se puede realizar en una etapa posterior del procedimiento, lo que significa que la extracción de la epíclorhidrina no se puede realizar más que cuando la reacción de formación de la epíclorhidrina se haya terminado, para evitar la presencia de la diclorhidrina que no ha reaccionado. En efecto, la presencia de diclorhidrina que no ha reaccionado perjudicaría el rendimiento global de la reacción de formación de la epíclorhidrina y quedaría en forma de impurezas en el procedimiento.
- La lechada de cal según la presente invención es, por lo tanto, un candidato ideal para el procedimiento de producción de la epíclorhidrina, en cuanto que presenta una velocidad de reacción muy elevada por su gran finura y homogénea por su perfil de distribución del tamaño de partícula estrecho y monomodal.
- Ventajosamente, dichas partículas presentan un tamaño de partícula $d_{98} < 10 \mu\text{m}$ y/o un tamaño de partícula $d_{50} < 1,5 \mu\text{m}$ y/o un tamaño de partícula $d_{30} \leq 1 \mu\text{m}$, medido por sedimentación (por ejemplo con un equipo Micrometrics Sedigraph).
- Alternativamente, dichas partículas presentan un tamaño de partícula d_{98} inferior o igual a $10 \mu\text{m}$ y/o un tamaño de partícula d_{50} inferior o igual a $3 \mu\text{m}$, preferentemente inferior o igual a $2,5 \mu\text{m}$, en particular inferior o igual a $2 \mu\text{m}$ y/o un tamaño de partícula d_{10} inferior o igual a $1 \mu\text{m}$, preferentemente d_{25} inferior o igual a $1,5 \mu\text{m}$, en particular inferior o igual a $1 \mu\text{m}$, medidos por difracción láser.
- Tal como se puede ver de los valores de tamaño de partícula dados anteriormente, las partículas son muy finas, además de presentar un perfil de distribución del tamaño de partícula estrecho y monomodal, al contrario de lo que se enseña en el documento EP0943590.
- Ventajosamente, la magnitud d_{10} de las partículas es superior o igual a $0,1 \mu\text{m}$, medida por difracción láser, y que, al contrario de las lechadas de cal convencionales no presentan esta finura. En una forma de realización particular, la composición de cal apagada según la presente invención presenta una viscosidad inferior a $350 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, preferentemente inferior a $250 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, y de forma más preferente inferior a $200 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, de forma ventajosa inferior a $100 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ medida con un reómetro Brookfield estándar DV-III, equipado con una aguja 63 ó 3, a una velocidad de rotación de 100 vueltas por minuto.
- De forma preferente, la composición es una suspensión de cal apagada en forma de lechada de cal que presenta un contenido de materia sólida superior o igual a 2%, ventajosamente superior o igual a 5%, de forma preferente superior o igual a 10%, en particular superior o igual a 12%, de forma particularmente preferente superior o igual a 15%, en relación al peso total de la suspensión. En general, la composición según la invención es una suspensión de cal apagada que presenta un contenido de materia sólida inferior o igual a 30%, en particular inferior o igual a 25%.
- En una forma de realización particularmente ventajosa según la invención, las partículas de cal apagada presentan una velocidad de disolución en agua destilada, medida mediante el procedimiento KIWA, tal que 90% de las partículas de cal apagada se disuelven en menos de 10 segundos, en particular en menos de 8 segundos, preferentemente en menos de 5 segundos y de forma más preferente en menos de 3 segundos.
- Otras formas de realización de la composición de cal apagada según la invención están indicadas en las reivindicaciones anexas.
- La invención también tiene como objetivo un procedimiento de producción de lechada de cal de reactividad elevada, tal como se ha indicado anteriormente, que comprende las etapas consecutivas de:
- extinción de una cal viva aplicando una proporción másica de cal viva en relación al agua superior a 1 por 8, en particular 1 por 6, e inferior a 1 por 3 para formar una suspensión de cal,
 - corte granulométrico de dicha suspensión de cal, eventualmente diluida mediante tamizado por el tamaño sobre tamiz vibrante de mallas de $250 \mu\text{m}$, preferentemente de mallas inferiores o iguales a $100 \mu\text{m}$, con obtención de al menos una primera fracción para triturar que pasa a través de las mallas del tamiz de $250 \mu\text{m}$, y de una segunda fracción de rechazo compuesta esencialmente por partículas inertes o por impurezas a descartar,
 - una reducción granulométrica por trituración de bolas de dicha al menos una primera fracción para triturar, y
 - obtención de dicha lechada de cal de reactividad elevada, eventualmente después de dilución.

El procedimiento según la presente invención presenta la gran ventaja de poder utilizar cualquier tipo de cal industrial con una química y una reactividad totalmente estándar, sin tener que recurrir a cales de alta pureza en la base, para producir una suspensión de cal que se corta granulométricamente de forma fácil. La etapa de corte granulométrico o cribado elimina la materia inerte así como las partículas de tamaño demasiado grande de cualquier tipo, como el

carbonato de calcio en forma de corte de cocción o cualquier otra impureza como por ejemplo la sílice. La trituración con bolas por vía húmeda de dicha al menos una primera fracción para triturar, procedente de la etapa de corte granulométrico, conduce a un producto en forma de suspensión de cal apagada cuyas partículas constitutivas son muy finas y presentan el perfil de distribución del tamaño de partícula estrecho y monomodal de una forma muy fiable y que se puede controlar.

Además, la optimización del procedimiento según la invención permite reducir el incremento de viscosidad procedente del aumento de la finura de las partículas para mejorar la reactividad de la lechada de cal según la invención.

Por lo tanto, el procedimiento según la presente invención permite producir una lechada de cal superior a las lechadas de cal convencionales en términos de velocidad de reacción y de comportamiento reactivo para una amplia gama de aplicaciones, tal como se ha mencionado anteriormente dado que presenta un perfil de distribución del tamaño de partícula estrecho y monomodal.

El término "monomodal" en este contexto significa que la distribución diferencial medida del tamaño de las partículas obtenida mediante métodos de medida convencionales descritos anteriormente muestra únicamente un solo modo o pico, preferentemente repartido de forma uniforme alrededor del valor d_{50} .

La cal apagada convencional es una materia nanocristalina que comprende agregados y aglomerados de nanocristales de hidróxido de calcio de 20 a 120 nm y presenta por lo tanto generalmente un perfil de distribución del tamaño de partícula grande y multimodal. La reducción del tamaño de las partículas de esta cal apagada convencional requiere mucho más que una simple trituración o una simple reducción granulométrica convencional para obtener una distribución monomodal y estrecha.

En efecto, la liberación de nanocristales individuales o de agregados submicrónicos durante la extinción, el corte granulométrico y la reducción granulométrica se debe mantener lo más pequeña posible ya que estas partículas finas nanométricas tienen tendencia a aumentar significativamente la viscosidad.

Además, algunas de estas nanopartículas son cristalográficamente inestables y recrystalizan, lo que modifica la viscosidad aumentándola o reduciéndola, lo que evidentemente no es deseable ya que estos cambios en las propiedades reológicas de la suspensión no son ni controlables ni previsibles.

Tal como sabe el experto en la técnica, durante la trituración húmeda en un triturador de bolas, las partículas de la materia triturada se rompen debido a la energía transferida por las bolas a las partículas de cal apagada durante las colisiones, que depende además de la masa de las bolas, generalmente 1,5 a 2,5 kg de bolas por dm^3 de triturador, y de su velocidad ligada a la agitación (velocidad de rotación del triturador). Esta energía transmitida debe exceder la energía de ruptura mínima de las partículas, para inducir la ruptura de las partículas de cal apagada. La agitación y la energía dependen del volumen del triturador húmedo. Por ejemplo, para un triturador de 100 dm^3 , la agitación es del orden de 650 rpm y la potencia de 55 a 75 kW; para un triturador de 0,5 m^3 , la agitación es de aproximadamente 350 rpm y la potencia de 160 a 200 kW. Al mismo tiempo, hay que evitar inducir una energía excesiva que conduciría a una fragmentación excesiva y a la generación también inapropiada de fragmentos submicrónicos.

Esta energía de ruptura mínima comúnmente es una propiedad de la materia, pero en el caso de la cal apagada, depende también de la fuente de cal, de las condiciones de extinción y del fraccionamiento del tamaño de las partículas. Estos criterios se utilizan por lo tanto para optimizar la trituración, lo que permite la producción de una lechada de cal cuyo perfil de distribución del tamaño de partícula es estrecho y monomodal. Naturalmente, el conocimiento de la tasa de partículas submicrónicas también es un factor crítico.

Ventajosamente, dicha reducción granulométrica por trituración con bolas se efectúa en un triturador de bolas que contiene bolas de óxido o de silicato de zirconio o un vidrio de trituración cuyo tamaño es inferior a 1,4 mm.

En una variante, dicho corte granulométrico es un doble tamizado por el tamaño sobre un primer tamiz vibrante de mallas de 250 μm y sobre un segundo tamiz vibrante de mallas inferiores o iguales a 100 μm con obtención de una primera fracción para triturar, de una segunda fracción y de una tercera fracción, donde dicha primera fracción para triturar es la fracción que pasa a través de la malla del tamiz de 250 μm y es rechazada en el tamiz de mallas inferiores o iguales a 100 μm , dicha segunda fracción es una fracción de rechazo en el tamiz de 250 μm , compuesta esencialmente por partículas inertes o impurezas para descartar y dicha tercera fracción es una fracción que pasa a través de las mallas del tamiz inferior o igual a 100 μm . Esta tercera fracción generalmente es para triturar.

Se puede realizar un corte granulométrico por hidrociclado de dicha suspensión de cal, eventualmente diluida, con obtención de una fracción de partículas cuyo tamaño de partícula es inferior a 10 μm como segunda fracción y de una fracción de partículas cuyo tamaño de partícula es superior a 10 μm como primera fracción gruesa para triturar y donde dicha lechada de cal de elevada reactividad frente al agua se obtiene por mezcla de dicha segunda fracción fina y de dicha primera fracción gruesa triturada, eventualmente después de dilución.

También en otra variante según la presente invención, dicho corte granulométrico comprende una primera etapa de tamizado por tamaño sobre tamiz vibrante de mallas de 250 μm , preferentemente mallas inferiores o iguales a 100 μm

- con obtención de una fracción aceptada que pasa a través de las mallas del tamiz de 250 μm , preferentemente mallas inferiores o iguales a 100 μm , y de una fracción de rechazo compuesta esencialmente por partículas inertes o impurezas para descartar, y una segunda etapa de hidrociclizado de la fracción aceptada, eventualmente diluida, con obtención de una fracción de partículas cuyo tamaño de partícula es inferior a 10 μm como segunda fracción y de una fracción de partículas cuyo tamaño de partícula es superior a 10 μm como primera fracción gruesa para triturar y donde dicha lechada de cal de elevada reactividad frente al gua se obtiene por mezcla de dicha segunda fracción fina y de dicha primera fracción gruesa triturada, eventualmente después de dilución.
- En una variante según la invención, dicho corte granulométrico comprende una primera etapa de doble tamizado por el tamaño sobre tamiz vibrante de mallas de 250 μm y sobre tamiz vibrante de mallas inferiores o iguales a 100 μm con obtención de una fracción aceptada que pasa a través de las mallas del tamiz de 250 μm pero rechazada en el tamiz vibrante de mallas inferiores o iguales a 100 μm , de una fracción de rechazo en el tamiz vibrante de mallas de 250 μm compuesta esencialmente por partículas inertes o impurezas para descartar, y una fracción aceptada en el tamiz vibrante de mallas inferiores o iguales a 100 μm , así como una segunda etapa de hidrociclizado de al menos una de las fracciones aceptadas, eventualmente diluida, con obtención de al menos una fracción de partículas cuyo tamaño de partícula es inferior a 10 μm como segunda fracción fina y de al menos una fracción de partículas cuyo tamaño de partícula es superior a 10 μm como al menos una primera fracción gruesa para triturar y donde dicha lechada de cal de elevada reactividad frente al agua se obtiene por mezcla de dicha segunda fracción fina y al menos una primera fracción gruesa triturada, eventualmente después de dilución.
- Tal como se puede constatar, dicha etapa de corte granulométrico se puede efectuar de diferentes formas eligiendo una o varias etapas de corte granulométrico en forma de tamiz vibrante. El tamiz vibrante de mallas de 250 μm se puede acoplar con un hidrociclón o con uno o varios tamices de mallas inferiores como por ejemplo de malla de 10 μm o menos, eventualmente acoplados también con un hidrociclón.
- Más particularmente, en el procedimiento según la presente invención, dicha al menos primera fracción gruesa triturada y dicha segunda fracción fina se mezclan en una proporción comprendida entre 20 y 75% para la primera fracción gruesa y 25% y 80% para la segunda, eventualmente después de dilución.
- Ventajosamente, dicha cal viva es una cal viva que presenta una reactividad t_{60} medida conforme al ensayo de reactividad descrito en la norma EN459-2 comprendida entre 0,5 y 20 minutos, preferentemente entre 1 y 10 minutos, preferentemente inferior a 5 minutos.
- En una forma de realización ventajosa, la extinción se realiza con agua, por ejemplo agua de procedimiento a una temperatura de aproximadamente 40°C.
- En un modo de realización particularmente ventajoso del procedimiento según la presente invención, dicha extinción se realiza en un extintor de pasta de cal.
- Ventajosamente, dicha cal viva es una cal viva que presenta una reactividad t_{60} medida conforme al ensayo de reactividad descrito en la norma EN459-2 comprendida entre 0,5 y 20 minutos, preferentemente entre 1 y 10 minutos, preferentemente inferior a 5 minutos.
- En una forma de realización ventajosa, la extinción se realiza con agua, por ejemplo agua de procedimiento a una temperatura de aproximadamente 40°C.
- En un modo de realización particularmente ventajoso del procedimiento según la presente invención, dicha extinción se realiza en un extintor de pasta de cal.
- Otras formas de realización del procedimiento según la invención se indican en las reivindicaciones anexas.
- Otras características, detalles y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción dada a continuación, de modo no limitativo y haciendo referencia a los dibujos anexos.
- La figura 1 es un gráfico que representa la distribución del tamaño de partícula estrecho y monomodal identificada por un conjunto de diámetros característicos de la lechada de cal según la invención en función de la energía de trituración aplicada.
- La figura 2 es un gráfico que representa las viscosidades medidas de las suspensiones de lechada de cal según la invención de diferentes finuras, producidas en diferentes condiciones de trituración (energía de trituración aplicada).
- La figura 3 es un gráfico que representa un ejemplo de distribución monomodal de partículas de una lechada de cal, medida por difracción láser.
- En las figuras, los elementos idénticos o análogos llevan las mismas referencias.

La presente invención se refiere por lo tanto a un procedimiento de producción de una suspensión de cal en tres etapas que permite producir una lechada de cal de gran finura y de elevada reactividad donde el perfil de distribución del tamaño de partícula es estrecho y monomodal.

5 La primera etapa consiste en apagar la cal viva en un extintor de pasta para producir una suspensión acuosa de cal, la segunda etapa consiste en una operación de corte granulométrico también denominada cribado granulométrico que permite entre otros eliminar las partículas inertes y las impurezas como la sílice o la caliza de la suspensión de cal, eventualmente diluida. La tercera etapa es una etapa de trituración húmeda con bolas que permite obtener el perfil de distribución del tamaño de partícula estrecho y monomodal y cuyo contenido de partículas inertes es reducido.

10 Esta distribución particular del tamaño de partícula estrecho y monomodal permite obtener una lechada de cal de gran finura homogénea en los tamaños de partícula y cuya reactividad es elevada y también homogénea.

En una forma de realización según la presente invención, la fracción aceptada de lechada de cal resultante del tamiz vibrante de 250 μm se trata en una segunda etapa de corte granulométrico, como por ejemplo en un hidrociclón o en uno o varios tamices vibrantes de malla más pequeña, para obtener una fracción cuyo tamaño de partícula es ya el esperado y al menos una fracción más gruesa para triturar.

15 Cada fracción más gruesa o una o varias de entre ellas se trituran entonces según la presente invención en una etapa de trituración húmeda en un triturador de bolas para formar partículas de cal apagada que presenta el perfil de distribución del tamaño de partícula estrecho y monomodal bien definido en el marco de la presente invención. La fracción aceptada fina, cuyo tamaño de partículas es ya el esperado, y al menos una de las fracciones más gruesas triturada se mezclan a continuación o se utilizan de forma separada.

20 En una variante según la invención, la cal viva se apaga en un reactor agitado, en un triturador de bolas o en un extintor de tensiones de cizallamiento grandes, en lugar de un extintor de pasta de cal, siempre que la cal apagada no presente un tamaño de partícula demasiado reducido, lo que impediría cualquier corte granulométrico posterior para eliminar la fracción inerte, a causa de la colmatación eventual ocasionada del tamiz.

25 Tal como se puede constatar, la elección de las condiciones de extinción y de corte granulométrico depende ampliamente de las características de la lechada de cal resultante de la fuente de cal viva. El objetivo de la invención es producir, de forma independiente de las características o de las calidades de la fuente de cal, una composición a base de lechada de cal cuyo perfil de distribución del tamaño de partícula sea estrecho y monomodal. La flexibilidad adquirida mediante el procedimiento según la invención respecto a la fuente de cal no es la única ventaja. En efecto, el procedimiento también permite utilizar diferentes fuentes de agua de extinción, contrariamente a los documentos anteriores, donde el agua debía ser también de gran pureza. Además, la pérdida en el cribado se reduce, lo que ofrece ventajas económicas no desdeñables.

30 La lechada de cal según la presente invención, que presenta dicho perfil de distribución del tamaño de partícula estrecho y monomodal permite una utilización en aplicaciones de corto tiempo de permanencia, tales como los procedimientos de neutralización rápidos, la síntesis de productos químicos que consumen cal apagada, el ablandamiento de las aguas o la mineralización de éstas o incluso la precipitación de los carbonatos de calcio.

35 Por lo tanto, la composición de lechada de cal según la presente invención se caracteriza por que dichas partículas presentan ventajosamente un tamaño de partícula $d_{98} < 10 \mu\text{m}$, un tamaño de partícula $d_{50} < 1,5 \mu\text{m}$ y un tamaño de partícula $d_{30} < 1 \mu\text{m}$ medido por sedimentación (por ejemplo con un equipo Micrometrics Sedigraph) y/o un tamaño de partícula d_{98} inferior o igual a 10 μm , un tamaño de partícula d_{50} inferior o igual a 3 μm , preferentemente inferior o igual a 2,5 μm , en particular inferior o igual a 2 μm y un tamaño de partícula d_{10} inferior o igual a 1 μm , preferentemente d_{25} inferior o igual a 1,5 μm , preferentemente inferior o igual a 1 μm , medido por difracción láser por medio de un dispositivo de tipo Beckmann-Coulter LS 13 320 u Horiba LA950.

40 La viscosidad de la lechada de cal según la presente invención es inferior a 350 mPa·s, preferentemente inferior a 250 mPa·s, y de forma más preferente inferior a 200 mPa·s, de forma ventajosa inferior a 100 mPa·s, medida con reómetro Brookfield estándar DV-III a una velocidad de rotación de 100 vueltas por minuto.

45 El contenido de materia sólida de la lechada de cal según la presente invención es, además, superior o igual a 2%, ventajosamente superior o igual a 5%, de forma preferente superior o igual a 10%, en particular superior o igual a 12%, de forma particularmente preferida superior o igual a 15%, en relación al peso total de la suspensión. En general, la composición según la invención es una suspensión de cal apagada que presenta un contenido de materia sólida inferior o igual a 30%, en particular inferior o igual a 25%.

50 Finalmente, la velocidad de disolución en el agua destilada de la lechada de cal según la presente invención, tal como se ha medido mediante el procedimiento KIWA, es ventajosamente tal que 90% de las partículas de cal apagada se disuelven en menos de 8 segundos, preferentemente en menos de 5 segundos y de forma más preferente en menos de 3 segundos.

55 **EJEMPLOS.-**

Ejemplo 1.-

3 muestras de cal B, D, E, procedentes de tres fuentes geográficas diferentes (respectivamente de Francia, Portugal y centro de Francia) con un comportamiento de formación de lechada de cal similar durante la extinción son apagadas en un hidratador vertical de 15 dm³, equipado con un agitador de hélice, de 70 mm de diámetro, añadiendo agua caliente a una temperatura de 40°C a la cal viva, según una proporción cal/agua de 1/5 en peso. El tiempo de permanencia es de 30 minutos con una velocidad de rotación de 400 rpm. Las lechadas de cal obtenidas de esta forma se criban en un tamiz vibrante de malla de 90 µm. Cada fracción aceptada es diluida hasta que se obtiene una suspensión al 15% en peso de materia sólida y se tritura por vía húmeda en un triturador de bolas lleno al 85% de bolas de vidrio cuyo tamaño es de 0,8 a 1,2 mm, con una velocidad de rotación de 2.200 rpm durante un tiempo de aproximadamente 2,5 minutos hasta obtener un $d_{98} < 10 \mu\text{m}$ y un $d_{50} < 3 \mu\text{m}$ medido por difracción láser.

Las suspensiones obtenidas presentan el perfil de distribución del tamaño de partícula estrecho y monomodal y una viscosidad inferior a 350 mPa·s tal como se ha mencionado en la tabla.

Ejemplo comparativo 1

Dos muestras de cal A y C, procedentes de otras dos fuentes geográficamente diferentes (sur de Polonia y sur de Francia) con un comportamiento de formación de lechada de cal ligeramente diferente en relación a las tres cales del ejemplo 1, se hidratan, se criban y se trituran en las mismas condiciones que en el ejemplo 1. Antes de trituración, la suspensión A presenta una viscosidad significativamente superior a la de las suspensiones B, D y E. Para la suspensión C, la viscosidad es muy superior. Después de trituración, la suspensión A presenta una viscosidad moderadamente superior y la suspensión C es demasiado viscosa para una manipulación industrial (véase la tabla). En los dos casos, la elevada viscosidad de la suspensión se puede evitar ajustando las condiciones de extinción principalmente reduciendo la temperatura del agua de extinción del orden de 15°C y/o disminuyendo la agitación en aproximadamente 200 rpm, para obtener partículas cuya energía de ruptura es superior o utilizando condiciones de trituración que proporcionan menos energía por colisión (véase el ejemplo 2).

Ejemplo 2.-

Muestras de cal A y C se hidratan y se criban en las mismas condiciones que según el ejemplo 1, pero trituradas a 2.100 rpm con bolas más finas de tamaño comprendido entre 0,5 y 0,7 mm, es decir transmitiendo una energía por colisión aproximadamente 60% inferior. A pesar de que la fracción de cal apagada no triturada (A1 y C1) sea similar a la del ejemplo comparativo 1 y a pesar de que la cal apagada triturada (A1 y C1) sea más fina que la cal triturada del ejemplo comparativo 1 (A y C), la viscosidad de la suspensión C1 está significativamente reducida (véase la tabla) y la viscosidad de la suspensión A1 no está muy aumentada, a pesar de la extrema finura de la lechada de cal obtenida que presente un d_{98} de aproximadamente 5 µm, un d_{50} de aproximadamente 1,5 µm y un d_{25} de aproximadamente 1 µm.

Tabla- Resultados analíticos de las suspensiones de los ejemplos 1 y 2 y del ejemplo comparativo 1. La distribución del tamaño de las partículas se ha medido mediante el dispositivo Beckmann-Coulter Laser Diffraction Particle Sizer LS 13 320

Muestra	% sólido	Viscosidad (mPa·s)	KIWA		Distribución del tamaño de partícula de una lechada de cal cribada pero no triturada				
			T ₁₀₀ (s)	T ₉₀ (s)	d ₉₈ (μm)	d ₉₅ (μm)	d ₉₀ (μm)	d ₅₀ (μm)	d ₂₅ (μm)
A	15,1	140	65,4	9,4	61,0	42,2	28,3	5,7	2,5
B	15,1	10	92,5	20,9	78,2	58,0	39,0	7,3	3,1
C	15,2	350	55,3	9,6	61,9	46,6	30,9	5,4	2,4
D	15,2	45	100,5	17,4	80,1	57,9	33,4	5,6	2,7
E	15,1	21	64,7	15,5	73,6	55,6	35,4	6,4	3,1
A1	15,0	140	135,4	5,0	62,1	46,2	27,9	4,7	2,2
C1	14,8	410	49,5	4,6	59,2	42,0	28,4	4,8	2,0

Muestra	% sólido	Viscosidad (mPa·s)	KIWA		Distribución del tamaño de partícula de la lechada de cal triturada				
			T ₁₀₀ (s)	T ₉₀ (s)	d ₉₈ (μm)	d ₉₅ (μm)	d ₉₀ (μm)	d ₅₀ (μm)	d ₂₅ (μm)
A	15,3	390	1,8	1,6	8,9	7,7	6,5	2,3	1,4
B	14,9	190	4,2	3,0	9,1	7,9	6,6	2,4	1,4
C	15,2	1.760	4,8	2,8	8,9	7,7	6,4	2,2	1,3
D	14,9	265	13,7	0,8	9,2	8,0	6,7	2,4	1,4
E	14,8	125	5,4	4,0	8,7	7,6	6,5	2,5	1,5
A1	15,0	530	5,6	4,6	6,1	5,1	4,1	1,6	1,0
C1	14,7	660	5,0	4,6	4,9	4,0	3,0	1,4	0,9

5 Ejemplo 3.-

Para ilustrar la influencia de las condiciones de extinción sobre la trituración de la lechada de cal y las propiedades de la lechada de cal de gran finura así obtenida, se hidrata otra muestra (B1) de la misma fuente geográfica que la muestra B en dos condiciones diferentes.

10 En el primer caso, una parte de la muestra se hidrata ajustando el agua caliente a 40°C a la cal viva con una proporción de cal/agua de 1/5 en peso.

15 En el segundo caso, otra parte de la muestra se hidrata mediante adición de agua tibia a una temperatura de 20°C con la misma proporción de cal/agua de 1/5 en peso. Las lechadas de cal así obtenidas se tamizan a continuación en un tamiz vibrante de mallas de 250 μm y las fracciones aceptadas se diluyen a continuación hasta obtener un contenido de materia sólida de 13% en peso y se reparten en diferentes sub-muestras. Estas sub-muestras se Trituran a continuación en diferentes condiciones en un triturador de bolas, en particular haciendo variar la velocidad de rotación del triturador y el tiempo de permanencia, pero por lo demás, globalmente en las mismas condiciones que en el ejemplo 1 es decir, el mismo tamaño de bolas, la misma naturaleza de las bolas, la misma tasa de llenado, etc.

La distribución del tamaño de partícula obtenida se presenta en la figura 1. Las viscosidades medidas de las suspensiones obtenidas se ilustran en la figura 2.

20 De forma esperada, los diámetros característicos disminuyen cuando la energía de trituración aplicada aumenta. Sin embargo, la extinción con agua que presenta una temperatura de 20°C conduce a una fracción de lechada de cal

cuyas partículas son muy gruesas, es decir que presentan un tamaño de partícula d_{90} , d_{95} y d_{98} superiores. Las fracciones de lechada de cal de partículas más gruesas conducen a una lechada de cal después de trituración menos fina aplicando la misma energía de trituración en comparación con la lechada de cal hidratada con agua que presenta una temperatura de 40°C.

5 Mientras que la suspensión apagada por adición de agua que presenta una temperatura de 40°C puede ser triturada en las condiciones presentadas en la figura 1 para alcanzar el perfil de distribución del tamaño de partícula según la presente invención, no era el caso para la lechada de cal obtenida con agua que presenta inicialmente una temperatura de 20°C. La lechada de cal apagada con agua que presenta una temperatura de 20°C permanece ligeramente gruesa en términos de d_{98} .

10 De forma sorprendente la lechada de cal obtenida con agua inicialmente a una temperatura de 20°C presenta una viscosidad mayor a pesar de la presencia de una fracción de partículas de tamaño mayor en esta lechada de cal en relación al obtenido con agua de extinción que presenta inicialmente una temperatura de 40°C.

En los dos casos, la viscosidad aumenta con la energía de trituración aplicada, es decir, cuando el tamaño de las partículas disminuye para las lechadas de cal respectivas.

15 Por lo tanto, se puede concluir que las condiciones de extinción, de cribado o de corte granulométrico (fracción gruesa antes de trituración) y las condiciones de trituración se pueden optimizar unas en relación a las otras para producir una lechada de cal mejorada de reactividad más elevada y de viscosidad reducida.

Se entiende que la presente invención no está de ninguna manera limitada a las formas de realización descritas anteriormente y que se pueden aportar muchas modificaciones sin salir del marco de las reivindicaciones anexas.

20

REIVINDICACIONES

1. Composición de lechada de cal de elevada reactividad que presenta una magnitud t_{90} inferior o igual a 10 segundos y que comprende partículas de cal apagada en suspensión en una fase acuosa, caracterizada por que dichas partículas de cal apagada están formadas por partículas de cal apagada que presentan un tamaño de partícula descrito por un perfil de distribución del tamaño de partícula estrecho y monomodal, en el que la diferencia entre d_{90} y d_{10} es inferior o igual a 15 μm .
2. Composición según la reivindicación 1, en la que dichas partículas presentan un tamaño de partícula d_{98} inferior o igual a 10 μm , un tamaño de partícula d_{50} inferior o igual a 1,5 μm y un tamaño de partícula d_{30} inferior o igual a 1 μm , medido por sedimentación.
3. Composición según la reivindicación 1 ó 2, en la que dichas partículas presentan un tamaño de partícula d_{98} inferior o igual a 10 μm , un tamaño de partícula d_{50} inferior o igual a 3 μm , preferentemente inferior o igual a 2,5 μm , en particular inferior o igual a 2 μm y un tamaño de partícula d_{10} inferior o igual a 1 μm , preferentemente d_{25} inferior o igual a 1,5, en particular inferior o igual a 1 μm , medido por difracción láser.
4. Composición según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que presenta una viscosidad inferior a 350 mPa·s, preferentemente inferior a 250 mPa·s, y de forma más preferente inferior a 200 mPa·s, medida con reómetro Brookfield estándar DV-III con una velocidad de rotación de 100 revoluciones por minuto.
5. Composición según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la composición es una suspensión de cal apagada en forma de lechada de cal que presenta un contenido de materia sólida superior o igual a 2%, ventajosamente superior o igual a 5%, de forma preferente superior o igual a 10%, en particular superior o igual a 12%, de forma particularmente preferente superior o igual a 15%, en relación al peso total de la suspensión.
6. Composición según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la composición es una suspensión de cal apagada en forma de lechada de cal que presenta un contenido de materia sólida inferior o igual a 30%, en particular inferior o igual a 25%.
7. Composición según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que presenta una velocidad de disolución en agua destilada, medida mediante el procedimiento KIWA, tal que 90% de las partículas de cal apagada se disuelven en menos de 8 segundos, preferentemente en menos de 5 segundos y de forma más preferente en menos de 3 segundos.
8. Procedimiento de producción de una composición de lechada de cal de elevada reactividad según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende las etapas consecutivas de:
 - a) extinción de una cal viva aplicando una proporción de cal viva en relación al agua superior a 1 por 8, en particular 1 por 6, e inferior a 1 por 3 para formar una suspensión de cal,
 - b) corte granulométrico de dicha suspensión de cal, eventualmente diluida, mediante tamizado por el tamaño sobre tamiz vibrante de mallas de 250 μm , preferentemente de mallas inferiores o iguales a 100 μm , con obtención de al menos una primera fracción para triturar que pasa a través de las mallas del tamiz de 250 μm , preferentemente de mallas inferiores o iguales a 100 μm y de una segunda fracción de rechazo compuesta esencialmente por partículas inertes o impurezas a descartar,
 - c) una reducción granulométrica por trituración con bolas de dicha al menos una primera fracción para triturar, y
 - d) obtención de dicha lechada de cal de reactividad elevada, eventualmente después de dilución.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que dicha reducción granulométrica mediante trituración con bolas se efectúa en un triturador de bolas que contiene bolas de trituración cuyo tamaño es inferior a 1,4 mm.
10. Procedimiento según la reivindicación 8 ó 9, en el que dicho corte granulométrico es un doble tamizado por tamaño sobre un primer tamiz vibrante de mallas de 250 μm y sobre un segundo tamiz vibrante de mallas inferiores o iguales a 100 μm , con obtención de una primera fracción para triturar, de una segunda fracción y de una tercera fracción, donde dicha primera fracción para triturar es la fracción que pasa a través de las mallas del tamiz de 250 μm y rechazada en el tamiz de mallas inferiores o iguales a 100 μm , dicha segunda fracción es una fracción de rechazo en el tamiz de mallas de 250 μm , compuesta esencialmente por partículas inertes o impurezas a descartar y dicha tercera fracción es una fracción que pasa a través de las mallas del tamiz inferiores o iguales a 100 μm .
11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que dicha cal viva es una cal viva que presenta una reactividad t_{60} medida según el ensayo de reactividad descrito en la norma EN459-2 comprendida entre 0,5 y 20 minutos, preferentemente entre 1 y 10 minutos, preferentemente inferior a 5 minutos.

12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que la extinción se realiza con agua, por ejemplo agua de procedimiento a una temperatura de aproximadamente 40°C.

13. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que dicha extinción se realiza en un extintor de pasta de cal.

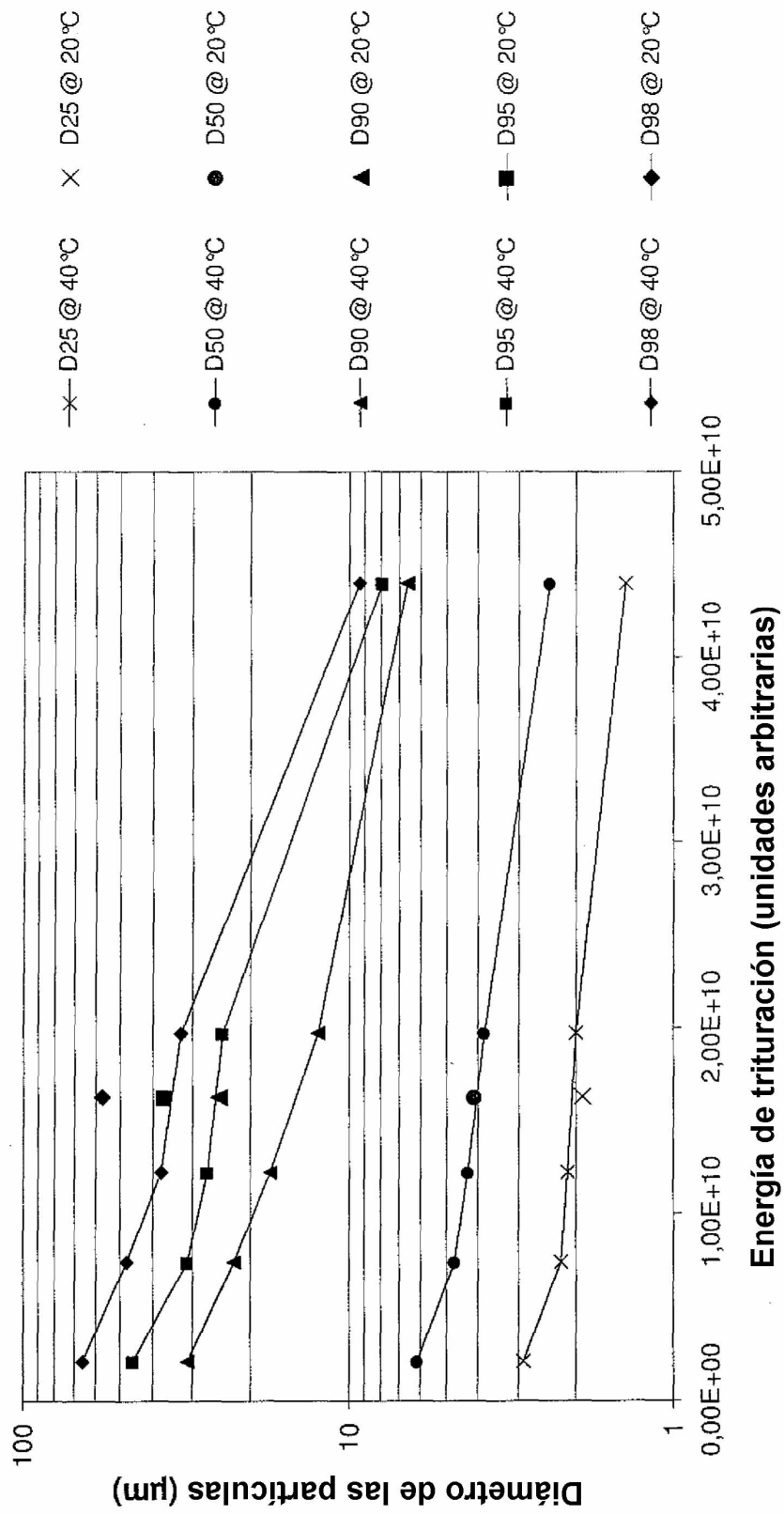


Fig. 1

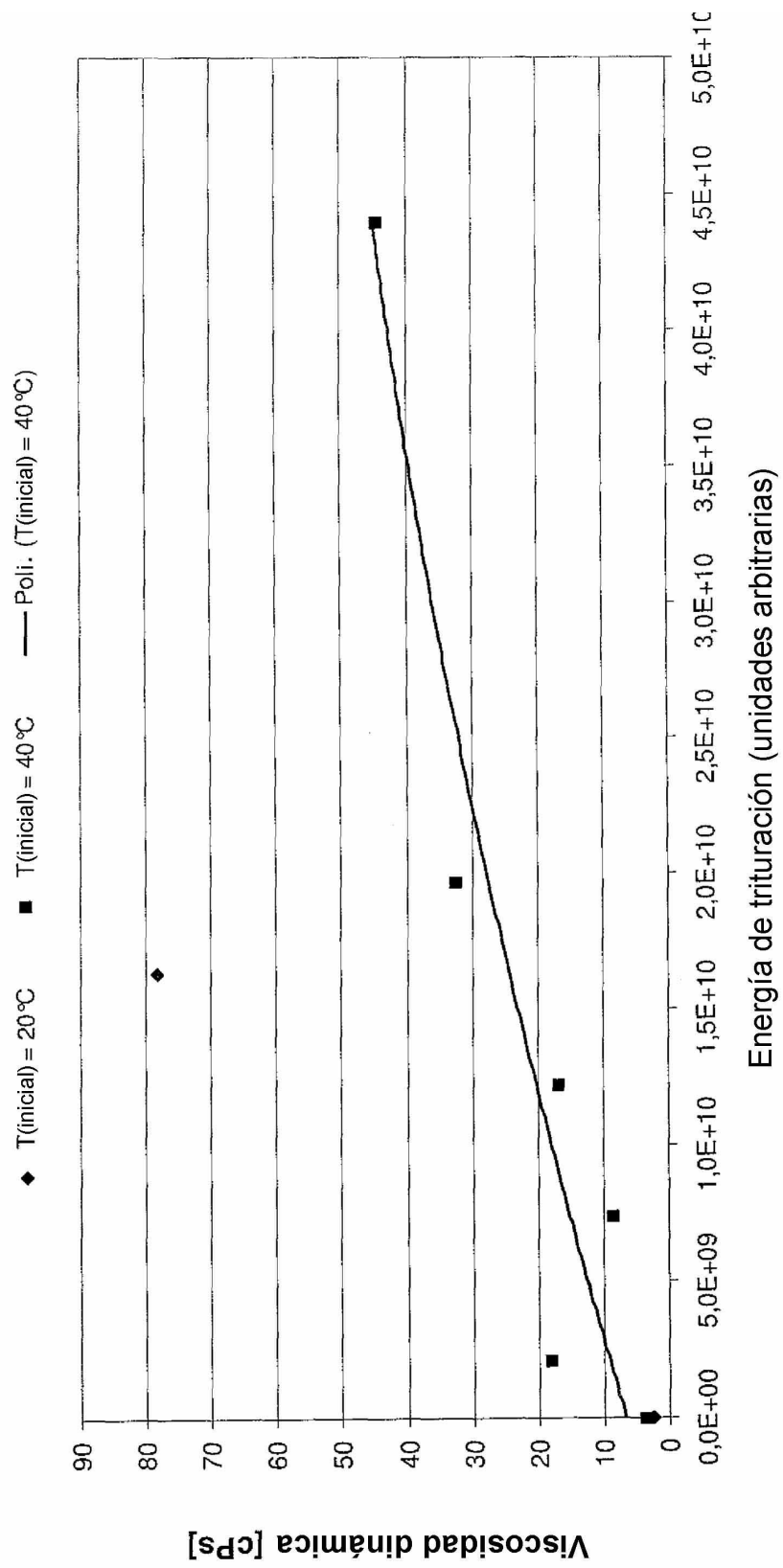


Fig. 2

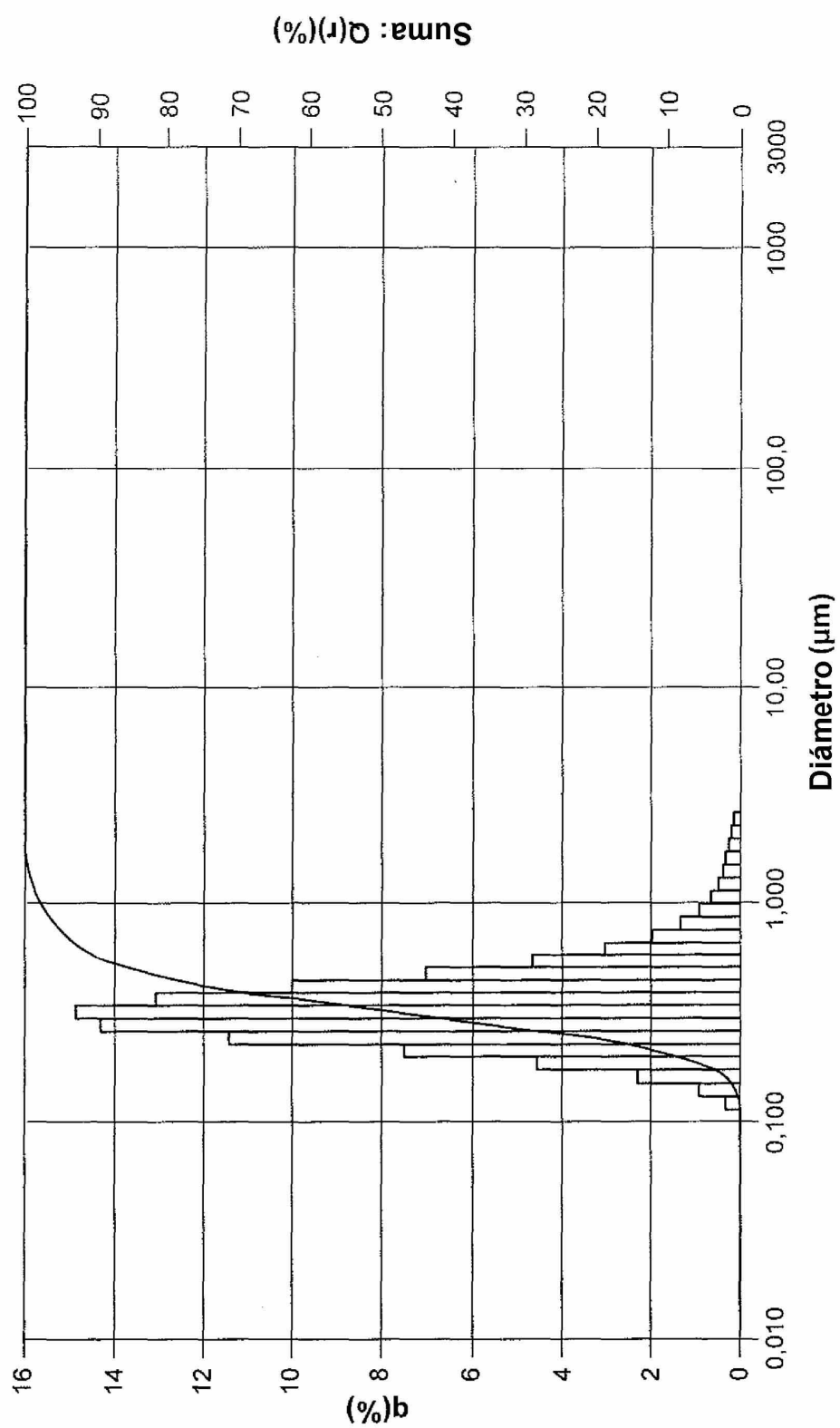


Fig. 3