(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 512 065**

(21) Número de solicitud: 201330415

(51) Int. Cl.:

C04B 18/16 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación:

22.03.2013

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

23.10.2014

(56) Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2014/070212

(71) Solicitantes:

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC) (100.0%)
Serrano nº 117
28006 Madrid ES

(72) Inventor/es:

SÁNCHEZ DE ROJAS, María Isabel;
FRÍAS ROJAS, Moisés;
ASENSIO DE LUCAS, Eloy y
MEDINA MARTÍNEZ, César

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

(54) Título: **RESIDUO CERÁMICO ÚTIL PARA LA ELABORACIÓN DE CEMENTOS, PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN Y CEMENTOS QUE LO COMPRENDE.**

(57) Resumen:

Residuo cerámico útil para la elaboración de cementos, procedimiento de obtención y cementos que lo comprende.

La presente invención describe un residuo cerámico obtenido a partir de residuos de construcción y demolición como componente puzolánico de cementos. Se presenta además un método de obtención de estos residuos cerámicos y otro procedimiento de fabricación de cementos utilizando estos residuos. Este tipo de residuos, son recogidos en plantas de reciclado, donde se realiza su gestión, con esta invención se podría facilitar una posible salida comercial.

ES 2 512 065 A1

DESCRIPCIÓN

RESIDUO CERÁMICO UTIL PARA LA ELABORACIÓN DE CEMENTOS, PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN Y CEMENTOS QUE LO COMPRENDE

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se enmarca en el sector de la construcción, y más concretamente en la industria cementera, que forzada por una previsible disminución de los materiales utilizados actualmente demandará de productos alternativos, que presenten ventajas tecnológicas, medioambientales y económicas viables para el sector.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Los residuos de construcción y demolición (RCD) incluyen diferentes materiales, entre los que destacan por su cantidad, los ladrillos, azulejos y otros materiales cerámicos, pues representan más de la mitad del total de este tipo de residuos.

En el proceso de fabricación de los productos cerámicos se utilizan, como materia prima, materiales naturales, que contienen una proporción elevada de minerales arcillosos, los cuales mediante un proceso de deshidratación, seguido de otro de cocción controlada a temperaturas entre 700ºC y 1000ºC adquieren sus propiedades características de “arcilla cocida”.

La incorporación de materiales procedentes de estos residuos de construcción y demolición en la fabricación de cementos permitiría introducir el concepto de sostenibilidad en el sector de la construcción, sector que tradicionalmente es considerado como poco respetuoso con el medio ambiente, estando en consonancia de este modo con las políticas europeas y nacionales de desarrollo sostenible.

En la presente invención se describe un nuevo uso de estos residuos cerámicos para la elaboración de cementos.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCIÓN

Un objeto de la invención lo constituye un residuo cerámico útil para la elaboración de cementos caracterizado por que comprende al menos un 20% de material cerámico procedente de residuos de la construcción y demolición o de fabricación, que posee una actividad puzolánica y una granulometría adecuada (se busca la optimización del proceso aplicando los materiales de menor granulometría, para facilitar una posterior molienda).

Otro objeto de la invención es el procedimiento de obtención del residuo cerámico de la invención que comprende las siguientes etapas:

a) recogida de residuos de partida directamente en las plantas de reciclaje y gestión de residuos de construcción y demolición (Plantas de reciclado de RCD) o de plantas de fabricación,

b) selección de los residuos de a) para que exista al menos un 20% de contenido cerámico,

c) secado del residuo de b) en una estufa a 105ºC hasta peso constante,

d) trituración o molienda del residuo de c) el tiempo necesario para obtener un tamaño inferior a 63 µm, y

e) tamizado del residuo de d) con un tamiz de 63 µm para obtener el residuo cerámico.

Otro objeto de la invención lo constituye el cemento, en adelante cemento de la invención, que comprende el residuo cerámico de la invención como componente en dicho cemento en un porcentaje de entre un 0.1% y un 55%.

En una realización preferente de la invención el cemento comprende el residuo cerámico como componente principal en dicho cemento en un porcentaje de entre un 6% y un 55%.
En otra realización preferente de la invención el cemento comprende el residuo cerámico como componente minoritario adicional en dicho cemento en un porcentaje de entre un 0.1% y un 5%.

Otro objeto de la invención es el procedimiento de obtención del cemento de la invención, en adelante procedimiento de la invención, que comprende las siguientes etapas:

a) mezcla del residuo cerámico de la invención con un cemento en una proporción entre 0.1% y 55% hasta garantizar una correcta homogeneización, y

b) almacenamiento de la mezcla de a) en un lugar estanco para evitar la carbonatación y humectación de las mismas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente invención se basa en que se ha observado que a partir de residuos de construcción y demolición (RCD) (Figura 1) es posible obtener un residuo cerámico que actúa como un material puzolánico útil como aditivo para la elaboración de cementos cuando contiene al menos un 20% de este residuo cerámico y cuando se prepara como un producto homogéneo, con una tamaño de grano fino inferior a 63 µm (tamaño de partícula similar al cemento) (Figura 2). Estos residuos cerámicos se pueden obtener de plantas de reciclaje de residuos de construcción y demolición y de fábricas de los mismos y pueden ofrecer de este modo una salida comercial a este material de desecho.

Este residuo cerámico (Figura 2), se introduce en los cementos como componente principal (6-55% en masa) y se encuadra dentro de puzolanas naturales calcinadas (Q) y también como componente minoritario (porcentajes inferiores al 5% en masa), siempre que no esté incluido ya como componente mayoritario. Con este producto se pueden obtener, en función de las dosificaciones realizadas, distintos tipos de cementos.

Los residuos cerámicos descritos en la presente invención que proceden de residuos de construcción y demolición pueden ser considerados como puzolanas naturales calcinadas, donde según la norma UNE-EN 197-1:2011 (Norma Española UNE-EN 197-1:2011 *"Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes"*, Diciembre de 2011), se definen puzolanas naturales calcinadas (Q) como materiales de origen volcánico, arcillas, pizarras o rocas sedimentarias activadas por tratamientos térmicos y conformes con el apartado 5.2.3.1. *(Generalidades de materiales puzolánicos P, Q).*

De esta manera y de acuerdo a la norma UNE-EN 197-1:2011, podrían ser empleados como componente principal (porcentajes superiores al 5% en masa) en la fabricación de cementos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM IV/A, CEM IV/B, CEM V/A y CEM V/B, pudiéndose emplear además como componente minoritario (porcentajes inferiores al 5% en masa) dando lugar a cualquiera de los tipos principales de cemento (CEM I, CEM II, CEM III, CEM IV y CEM V) siempre que no esté incluido ya como componente mayoritario.

La incorporación de materiales procedentes de estos residuos de construcción y demolición en la fabricación de cementos permitiría introducir el concepto de sostenibilidad en el sector de la construcción, sector que tradicionalmente es considerado como poco respetuoso con el medio ambiente, estando en consonancia de este modo con las políticas europeas y nacionales de desarrollo sostenible.

Según el apartado 5.2.3.1 de la norma UNE-EN 197-1:2011, las puzolanas están compuestas esencialmente por dióxido de silicio (SiO_2) y óxido de aluminio (Al_2O_3). El resto contiene óxido de hierro (Fe_2O_3) y otros óxidos. El contenido en dióxido de silicio reactivo debe ser superior al 25 %. La composición de los residuos cerámicos de construcción y demolición, objeto de esta invención, cumpliría con estos requisitos.

Así, un objeto de la invención lo constituye un residuo cerámico útil para la elaboración de cementos caracterizado por que comprende al menos un 20% de material cerámico procedente de residuos de la construcción y demolición o de fabricación, que posee una actividad puzolánica y una granulometría adecuada (se busca la optimización del proceso aplicando los materiales de menor granulometría, para facilitar una posterior molienda).

Un objeto de la invención lo constituye el procedimiento de obtención del residuo cerámico de la invención, en adelante procedimiento de obtención del residuo cerámico de la invención, que comprende las siguientes etapas:

a) recogida de muestra directamente en las plantas de reciclaje y gestión de residuos de construcción y demolición (Plantas de reciclado de RCD) o de o de plantas de fabricación,

b) selección de los residuos de a) para que exista al menos un 20% de contenido cerámico,

c) secado del residuo de b) en una estufa a 105ºC hasta peso constante,

d) trituración o molienda del residuo de c) el tiempo necesario para obtener un tamaño inferior a 63 µm, por ejemplo, de aproximadamente de 3 minutos (en función de la cantidad de material introducido en el anillo), y

e) el tamizado del residuo de d) con un tamiz de 63 µm para obtener el residuo cerámico.

El cemento con el que se va a realizar la invención, es un cemento Portland de clases resistente 42.5 R según norma UNE- EN 197-1:2011, aunque no es limitante; la diferencia en el empleo de un cemento u otro, influirá en las prestaciones finales, pudiendo adecuarse el comportamiento final de la invención a las características del cemento empleado.

También, si el proceso de incorporación de los residuos cerámico procedente de plantas de reciclaje de RCD (residuos de construcción y demolición) se llevase a cabo directamente en la fábrica de cemento, éstos podrían ser añadidos y molidos conjuntamente con el clinker, en los porcentajes adecuados para la fabricación de los diferentes tipos de cementos comunes de la norma UNE-EN 197-1:2011.

Otro objeto de la invención lo constituye el cemento, en adelante cemento de la invención, que comprende el residuo cerámico de la invención como componente en dicho cemento en un porcentaje de entre un 0.1% y un 55%.

En una realización preferente de la invención el cemento comprende el residuo cerámico como componente principal en dicho cemento en un porcentaje de entre un 6% y un 55%.

En otra realización preferente de la invención el cemento comprende el residuo cerámico como componente minoritario adicional en dicho cemento en un porcentaje de entre un 0.1% y un 5%.

Otro objeto de la invención es el procedimiento de obtención del cemento de la invención, en adelante procedimiento de obtención del cemento de la invención, que comprende las siguientes etapas:

a) mezcla del residuo cerámico de la invención con un cemento en una proporción entre 0.1% y 55% hasta garantizar una correcta homogeneización, y

b) almacenamiento de la mezcla de a) en un lugar estanco para evitar la carbonatación y humectación de las mismas.

Otro objeto particular de la invención lo constituye el procedimiento de obtención del cemento donde la proporción entre el residuo cerámico y el cemento de a) se cumple la siguiente fórmula:

$m_{total} = m_{cemento} + m_{residuo}$

$m_{cemento} = m_{total}*(1-X)$

$m_{residuo} = X * m_{total}$

siendo:

- m_{total}: masa total de la mezcla a realizar
- $m_{cemento}$: masa de cemento utilizada
- $m_{residuo}$: masa del residuo cerámico
- X: porcentaje en tanto por uno del residuo cerámico.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1. Aspecto inicial de la muestra de RCD tomado mediante cámara fotográfica.

Figura 2. Aspecto de la muestra molida y tamizada por debajo de 63 µm tomado mediante cámara fotográfica.

EJEMPLOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCIÓN

En este ejemplo de la invención se lleva a cabo una mezcla de cemento con residuos cerámicos de construcción y demolición como componente. Los residuos cerámicos (Figura 1), podrían actuar en los cementos como componente principal (6-55% en masa) y se encuadrarían dentro de puzolanas naturales calcinadas (Q) y también como componente minoritario (porcentajes inferiores al 5% en masa), siempre que no esté incluido ya como componente mayoritario, según la norma UNE-EN 197-1: 2011. Con este residuo cerámico de la invención se pueden obtener, en función de las dosificaciones realizadas, cementos de tipo CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM IV/A, CEM IV/B, CEM V/A y CEM V/B, o cementos de cualquier tipo (CEM I, CEM II, CEM III, CEM IV y CEM V) si se emplean como componentes minoritarios.

Para estudiar la conformidad de este residuo cerámico con la norma y su posibilidad de ser empleados como material puzolánico, se recogió de la planta de reciclado el residuo de partida, se procedió a la selección y preparación de un residuo cerámico con la proporción de material cerámico indicado (no inferior al 20%) (Tabla 2).

Después se procedió a su acondicionamiento, basado primeramente en un secado de la muestra en una estufa a 105ºC. Posteriormente, se realizó una trituración del material, disminuyendo su tamaño y facilitando la posterior molienda en un molino de anillos. Una vez conseguido esta molienda se procede al tamizado de la muestra obteniendo un producto homogéneo, con una finura inferior a 63 µm, semejante a la del cemento, tal y como puede observarse en la Figura 2.

La composición química de los residuos cerámicos estudiados de la Tabla 1 cumple con los requerimientos de la norma a la que se hace referencia, y es semejante a la de otros materiales puzolánicos ampliamente conocidos y recogidos en la norma UNE-EN 197-1:2011, como son la ceniza volante y el humo de sílice (Tabla 1).

Cumpliendo además estos residuos las especificaciones de la sílice reactiva según norma UNE-EN 197-1:2011 donde el contenido debe ser superior al 25%.

Tabla 1. Comparación de la composición química de distintos materiales puzolánicos.

Materiales Puzolánicos	Pérdidas por calcinación (%)	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO_3 (%)	Na_2O (%)	K_2O (%)
Humo de Sílice	< 4	> 85							
Ceniza volante alta en cal	6	32	13	6	35	2	4	< 1	1
Ceniza volante baja en cal	2	51	31	7	3	1	1	< 1	3
Residuo Cerámico de la invención *	2-27	25-61	6-12	2-4	12-31	1-10	0-3	0-1	1-3

*, se describe los mínimos y máximos obtenidos con las distintas mezclas descritas en la Tabla 2.

Se llevaron a cabo las sustituciones en el cemento de residuos con diferentes porcentajes de material cerámico, mostrados a modo de ejemplo en la Tabla 2.

Tabla 2. Sustituciones en el cemento con residuo cerámico de la invención con diferente proporción de material cerámico.

% Material cerámico en residuo / % Residuo cerámico en cemento	20	55	100
10	M1	M4	M7
20	M2	M5	M8
30	M3	M6	M9

Estas mezclas de residuo cerámico de la invención y cemento, en diferentes proporciones, cumplen con los requerimientos de cloruros y sulfatos, cuyas concentraciones límite en los cementos están recogidas igualmente en la norma UNE-EN 197-1, según las metodologías de ensayo de la norma UNE-EN 196-2:2006 (valores inferiores al 3,5% o al 4,0% para sulfatos, expresados como SO_3 y valores inferiores al 0,1% para cloruros). En la Tabla 3 se recogen las concentraciones de SO_3 y cloruros para los residuos cerámicos procedentes de RCD y el cemento utilizado como referencia, así como el cemento fabricado con el residuo cerámico de la invención en los distintos porcentajes mostrados en la Tabla 2 y el mayor porcentaje de sulfatos y cloruros en los residuos cerámicos de RCD.

Tabla 3. Contenido en componentes minoritarios.

	Cl^- (%)	**SO_3 (%)**
Cemento*	0.000	3.7
M1	0.002	3.6
M2	0.004	3.5
M3	0.006	3.4
M4	0.005	3.6
M5	0.010	3.5
M6	0.015	3.4
M7	0.002	3.4
M8	0.004	3.0
M9	0.006	2.7

* Se tiene en cuenta el cemento empleado

A la vista de los resultados, y teniendo en cuenta la norma arriba mencionada, este tipo de materiales, estarían de acuerdo con los límites establecidos por la norma.

Para los requerimientos físicos y mecánicos, como son el tiempo de fraguado, la estabilidad de volumen y resistencias mecánicas, según la norma UNE-EN 196-3: 2005 y UNE-EN 196-1: 2005, se obtienen valores que cumplirían con los límites establecidos en la norma UNE-EN 197-1:2011, mostrándose por tanto en las tablas 4, 5 y 6 respectivamente.

Tabla 4. Tiempos de fraguado para los distintos ejemplos realizados

	Tiempo de Fraguado (min)
M1	> 60
M2	> 60
M3	> 60
M4	> 60
M5	> 60
M6	> 60
M7	> 60
M8	> 60
M9	> 60

Tabla 5. Estabilidad de volumen para los distintos ejemplos realizados

	Estabilidad de volumen (mm)
M1	< 10
M2	< 10
M3	< 10
M4	< 10
M5	< 10
M6	< 10

M7	< 10
M8	< 10
M9	< 10

Tabla 6. Resistencias mecánicas a compresión para los ejemplos realizados

	**Resistencias a Compresión (MPa)*, ** **
M1	54.19
M2	47.08
M3	39.79
M4	53.85
M5	47.28
M6	41.61
M7	60.97
M8	56.31
M9	50.48

* Resultados obtenidos a 28 días según especificaciones de la norma UNE-EN 197-1:2011, y según metodología de ensayo de la norma UNE-EN 196-2:2005

** Valores medios de resistencias a compresión

Respecto a sus propiedades mecánicas arriba mostradas, todos los cementos portland tipo CEM II/A, que contengan como componente principal este material cerámico en un porcentaje comprendido entre 6 % - 20 %, podrían ser utilizados para fabricar cementos portland con una clase de resistencia 32.5 (N y R) y 42.5 (N y R), según los requisitos mecánicos establecidos en la tabla 3 de la norma UNE EN 197-1: 2011. Cuando su contenido está entre el 21 % - 35% en masa, los cementos portland de tipo CEM II/B, tipo CEM IV/A y tipo CEM V/A podrían ser utilizados para fabricar cementos de una clase de resistencia 32.5 (N y R), cumpliendo con los requisitos establecidos en la tabla de la norma mencionada anteriormente. Cuando el contenido está entre 36 % - 55% en masa, los cementos CEM IV/B y tipo CEM V/B se conseguirían clases resistentes de 32,5 N, aunque no en todos los casos.

Por otro lado, para los cementos tipo CEM IV, se establece el cumplimiento del ensayo descrito en la norma UNE-EN 196-5:2000, ensayo de puzolanicidad, según este ensayo, los cementos con estas adiciones, cumplirían con este requisito a la edad de 8 días, aunque este resultado se verá afectado por el contenido de material cerámico en el RCD considerado, por lo que se establece que este tipo de residuos cerámicos de RCD son adiciones activas desde el punto de vista puzolánico, los resultados se muestran a continuación en la tabla 7.

Tabla 7. Ensayo de puzolanicidad para los ejemplos realizados

	Ensayo de Puzolanicidad*
M1	No Procede
M2	No Procede
M3	Cumple
M4	No Procede
M5	No Procede
M6	Cumple
M7	No Procede
M8	No Procede
M9	Cumple

* Esta especificación deben cumplirla los CEM IV A/B, cuyos porcentajes de sustitución van desde el 21-55%

REIVINDICACIONES

1. Residuo cerámico útil para la elaboración de cementos caracterizado por que comprende al menos un 20% de material cerámico procedente de residuos de la construcción y demolición o de fabricación, posee una actividad puzolánica y una granulometría inferior a 63 µm.

2. Procedimiento de obtención del residuo cerámico según la reivindicación 1 caracterizado por que comprende las siguientes etapas:

a) recogida de residuos de partida directamente en las plantas de reciclaje y gestión de residuos de construcción y demolición (Plantas de reciclado de RCD) o de plantas de fabricación,

b) selección de los residuos de a) para que exista al menos un 20% de contenido cerámico,

c) secado del residuo de b) en una estufa a 105ºC hasta peso constante,

d) trituración del residuo de c) el tiempo necesario para obtener un tamaño inferior a 63 µm, y

e) tamizado del residuo de d) con un tamiz de 63 µm para obtener el residuo cerámico.

3. Cemento caracterizado por que comprende el residuo cerámico según la reivindicación 1.

4. Cemento según la reivindicación 3 caracterizado por que el residuo cerámico está comprendido entre un 0.1% y un 55% como componente en dicho cemento.

5. Cemento según la reivindicación 4 caracterizado por que el residuo cerámico está comprendido entre un 0.1% y un 5% como componente en dicho cemento.

6. Cemento según la reivindicación 3 caracterizado por que el residuo cerámico está comprendido entre un 6% y un 55% como componente en dicho cemento.

7. Procedimiento de obtención del cemento según las reivindicaciones 3 a la 5 caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

a) mezcla del residuo cerámico según la reivindicación 1 con un cemento en una proporción entre 0.1 y 55% hasta garantizar una correcta homogeneización, y

b) almacenamiento de la mezcla de a) en un lugar estanco para evitar la carbonatación y humectación de las mismas.

8.- Procedimiento según la reivindicación 7 caracterizado por que en la etapa de mezcla las proporciones entre el residuo cerámico y el cemento cumplen la siguiente fórmula:

$$m_{total} = m_{cemento} + m_{residuo}$$

$$m_{cemento} = m_{total}*(1-X)$$

$$m_{residuo} = X * m_{total}$$

siendo:

- m_{total}: masa total de la mezcla a realizar
- $m_{cemento}$: masa de cemento utilizada
- $m_{residuo}$: masa del residuo cerámico
- X: porcentaje en tanto por uno del residuo cerámico

Fig. 1

Fig. 2