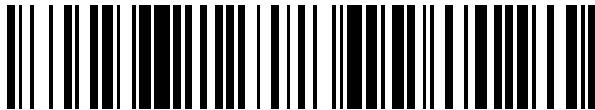


(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **3 008 610**

(21) Número de solicitud: 202330786

(51) Int. Cl.:

**C04B 18/04** (2006.01)  
**B29B 17/00** (2006.01)

(12)

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

(22) Fecha de presentación:

**21.09.2023**

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

**24.03.2025**

(71) Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE SALAMANCA (100.00%)**  
Patio de Escuelas, 1  
37008 Salamanca (Salamanca) ES

(72) Inventor/es:

**MARTÍNEZ DE ITURRATE VICENTE, Javier y**  
**ANTÓN IGLESIAS, María Natividad**

(74) Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

(54) Título: **COMPOSICIÓN CEMENTOSA A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS PROCEDENTES DE AEROGENERADORES**

(57) Resumen:

Composición cementosa a partir del aprovechamiento de residuos procedentes de aerogeneradores. La presente invención se refiere a una composición de material cementoso caracterizada porque sustituye parte de cemento por residuos procedentes de aerogeneradores (RAG). La invención también se refiere a un mortero y a un hormigón ligero que comprende dicha composición cementosa, susceptible de ser utilizado como elemento estructural, portante y estabilizador de suelos.

## DESCRIPCIÓN

### Composición cementosa a partir del aprovechamiento de residuos procedentes de aerogeneradores

5

La presente invención se refiere a una composición de material cementoso caracterizada porque sustituye parte de cemento por residuos procedentes de aerogeneradores (RAG). La invención también se refiere a un mortero y a un hormigón ligero que comprende dicha composición cementosa, susceptible de ser utilizado como  
10 elemento estructural, portante y estabilizador de suelos.

## ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

En los últimos años, el sector eólico ha mantenido una trayectoria ascendente en cuanto  
15 a la instalación de nueva potencia y a la participación en el mix de generación. De cara a los próximos años, la energía eólica se podría convertir en la primera tecnología del mix energético, tanto en potencia instalada como en cobertura de la demanda.

Al mismo tiempo, la primera generación de aerogeneradores está llegando al fin de su  
20 vida operativa. En los próximos años, muchos parques eólicos deberán optar entre extender la vida útil de sus activos, o llevar a cabo una repotenciación para sustituir los aerogeneradores antiguos por otros más modernos. Además, el fin de la vida útil de un parque eólico no es la única razón para llevar a cabo su desmantelamiento, existiendo otras motivaciones como son los cambios regulatorios y normativos, y los cambios  
25 tarifarios que pueden conducir a esta solución, lo que puede incrementar el número de aerogeneradores con potencial de ser desmantelados.

Actualmente es viable reciclar o reutilizar hasta el 83% de los materiales de un aerogenerador (acero, fibra de vidrio, hormigón, cobre y aluminio). Una de las técnicas  
30 de gestión de estos residuos utilizada actualmente, es el triturado de las palas para que el material compuesto sea utilizado como materia prima en la fabricación del cemento.

En la actualidad la adición de material que puede ser añadido en los hormigones, está regulado según el artículo 32 del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se  
35 aprueba el Código Estructural (instrucción EHE-11). En él “se entiende por adiciones aquellos materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente

divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle características especiales. El presente Código recoge únicamente la utilización de las cenizas volantes y el humo de sílice como adiciones al hormigón en el momento de su fabricación".

5

En el estado de la técnica se encuentran documentos que describen el uso de residuos de palas de aerogenerador (como fuente de polímeros reforzados con fibra de vidrio) para su utilización como sustitutivos de cemento en mezclas cementosas.

10 Así, el documento WO2021145857A1 divulga un método de reciclaje de palas de molino y de aerogeneradores para su mezclado en hormigones de geopolímero. El documento incluye un método del pretratamiento de los residuos del aerogenerador para su posterior mezcla con los materiales para formar el hormigón de geopolímero.

15 El documento CN114292078A divulga un hormigón cuya composición incluye diferentes materiales entre los que se encuentran materiales reciclados de aerogenerador. Particularmente, este documento describe los siguientes componentes: cemento Portland, cal, yeso, polvo de aluminio, chatarra, cenizas volantes y material reciclado de las aspas de aerogenerador, con un porcentaje de sustitución de hasta el 30%. Los 20 residuos de aerogenerador precisan de un tratamiento previo.

El documento CN108373302A describe una composición cementosa formada por cemento Portland, arena de cuarzo, mezcla mineral, residuos de palas de aerogenerador y polvo redispersable con un porcentaje de sustitución del 7 al 37%.

25

Otros documentos plantean estudios de la viabilidad de hormigones y morteros que emplean triturados de residuos de aerogeneradores como fuente de polímero reforzado con fibra de vidrio (GFRP) (ver, por ejemplo, Baturkin, D. et al.; "Valorization of recycled FRP materials from wind turbine blades in concrete" *Resources, Conservation and Recycling* 2021, 174, 105807; y Silas Oliveira, P. et al.; "Use of waste collected from wind turbine blade production as an eco-friendly ingredient in mortars for civil construction" *Journal of Cleaner Production* 2020, 274, 122948).

35 Por tanto, sería deseable disponer de una composición cementosa mejorada a las descritas hasta la fecha que permita sustituir una fracción de cemento por residuos de

aerogenerador, y que permita utilizar los residuos de aerogenerador sin necesidad de un tratamiento previo.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

5

En la presente invención se describe el aprovechamiento de los residuos de diferentes industrias, particularmente con tamaños de partícula inferiores a 2 mm, particularmente la de fabricación de palas de aerogeneradores, incluyendo material de rechazo, para el desarrollo de una composición cementosa.

10

Así pues, gracias a la presente invención se aprovechan los residuos de aerogenerador en cementos cola Porcelánico. Además, gracias a la presente invención se ha encontrado una nueva dosificación denominada MIX, mezcla de ceniza de oxicombustión, residuo de aerogenerador y residuo de polímero, añadiendo en alguna 15 muestra residuo de hollejo y residuo de celulosa que no ha sido aplicado hasta el momento en cementos Portland (CP), cemento Blanco (CB) y cemento Cola Porcelánico (CC).

20

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a una composición que comprende una fracción de cemento y residuos procedentes de aerogeneradores (RAG) sin ningún tratamiento previo, donde los RAG incluyen fibra de vidrio, celulosa y resinas poliméricas, presentan un tamaño de partícula menor de 2 mm y se encuentran en una proporción de entre el 2,5 % y el 20 % en peso respecto al peso total de la composición.

25

La característica de no tratar previamente los residuos de aerogeneradores, RAG, de la invención, permite recuperar un residuo de difícil gestión, valorizarlo e introducirlo en los procesos de fabricación de cementos y hormigones reduciendo los costes y la huella de carbono.

30

En otra realización la invención se refiere a la composición definida anteriormente, donde el cemento es cemento Portland, blanco y/o cemento cola, y preferiblemente cemento cola porcelánico.

En otra realización la invención se refiere a la composición definida anteriormente, que además comprende cenizas de oxicombustión (OXI) y residuos de poliestireno (PS) en una proporción de entre 2,5 % y 15 % en peso respecto al peso total de la composición.

- 5 En otra realización la invención se refiere a la composición definida anteriormente, que además comprende celulosa (CELU) en una proporción de entre 2,5 % y 10 % en peso respecto al peso total de la composición, y/o hollejo de uva (HOLL) en una proporción de entre 2,5 % y 20 % en peso respecto al peso total de la composición.
- 10 En otra realización la invención se refiere a la composición definida anteriormente, donde:  
RAG está en una cantidad de entre 2,5 y 20 %;  
OXI está en una cantidad de entre 2,5 y 15 %; y  
PS está en una cantidad de entre 2,5 y 10 %.
- 15 donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la composición.

En otra realización la invención se refiere a la composición definida anteriormente que comprende:

- 20 cemento tipo cola, preferiblemente cemento cola porcelánico;  
RAG en una cantidad de entre 2,5 y 20 %;  
OXI en una cantidad de entre 2,5 y 15 %; y  
PS en una cantidad de entre 2,5 y 10 %.  
donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la
- 25 composición.

En otra realización la invención se refiere a la composición definida anteriormente que comprende:

cemento cola, y preferiblemente cemento cola porcelánico; y

- 30 un 10% de RAG o un 20% de RAG,  
donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la composición.

En otra realización la invención se refiere a la composición definida anteriormente que comprende:

- 35

- cemento blanco;  
un 5% de OXI;  
un 2,5% de RAG; y  
2,5% de PS,  
5 donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la composición.

En otra realización la invención se refiere a la composición definida anteriormente que comprende:

- 10 cemento cola, y preferiblemente cemento cola porcelánico;  
un 5% de OXI;  
un 2,5% de RAG; y  
2,5% de PS,  
donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la  
15 composición.

En otra realización la invención se refiere a la composición definida anteriormente que comprende:

- cemento blanco;  
20 un 5% de OXI;  
un 5% de RAG;  
un 5% de PS;  
2,5% de HOLL; y  
2,5% de CELU,  
25 donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la composición.

En otra realización la invención se refiere a la composición definida anteriormente que comprende:

- 30 cemento cola, y preferiblemente cemento cola porcelánico;  
un 5% de OXI;  
un 5% de RAG;  
un 5% de PS;  
2,5% de HOLL; y  
35 2,5% de CELU,

donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la composición.

En otra realización la invención se refiere a la composición definida anteriormente que

5 comprende:

cemento blanco;  
un 6,67% de OXI;  
un 6,67% de RAG; y  
6,67% de PS,

10 donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la composición.

En otra realización la invención se refiere a la composición definida anteriormente que

comprende:

15 cemento cola, y preferiblemente cemento cola porcelánico;  
un 6,67% de OXI;  
un 6,67% de RAG; y  
6,67% de PS,

donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la  
20 composición.

Otro aspecto de la invención se refiere a la composición definida anteriormente seleccionada que comprende:

25 cemento Portland, preferiblemente cemento Portland tipo II, CEM II o cemento modificado para usos generales;  
un 5% de OXI;  
un 2,5% de RAG; y  
2,5% de PS,  
donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la  
30 composición.

Otro aspecto de la invención se refiere a la composición definida anteriormente seleccionada que comprende:

35 cemento Portland, preferiblemente cemento Portland tipo II, CEM II o cemento modificado para usos generales;

- un 5% de OXI;  
un 5% de RAG;  
un 5% de PS;  
2,5% de HOLL; y  
5 2,5% de CELU,  
donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la composición.
- Otro aspecto de la invención se refiere a la composición definida anteriormente  
10 seleccionada de que comprende:  
cemento Portland, preferiblemente cemento Portland tipo II, CEM II o cemento modificado para usos generales;  
un 6,67% de OXI;  
un 6,67% de RAG; y  
15 6,67% de PS,  
donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la composición.
- Otro aspecto de la invención se refiere a un mortero, definiéndose mortero, como la  
20 mezcla de la fracción cemento con arena estándar según DIN EN 196-1 y agua, que comprende todas las composiciones definidas anteriormente, considerando los porcentajes de residuo con respecto al peso de la fracción de cemento de la composición.
- 25 Otro aspecto de la invención se refiere a hormigón ligero, definiéndose como material de construcción hecho a base de cemento, arena y gravas o piedras, que comprende todas las composiciones definidas anteriormente, considerando los porcentajes de residuo con respecto al peso de la fracción de cemento de la composición.
- 30 Es destacable, que las composiciones definidas anteriormente con cemento Portland, particularmente las composiciones denominadas a lo largo de la invención como MIX 10 y 20, consiguen absorber menor cantidad de agua que los de tipología cemento portland tipo II y cemento blanco, siendo una ventaja, al ahorrar volumen de agua por muestra fabricada, en concreto entre un 15 y 20 % de ahorro de volumen de agua. También es  
35 destacable, que dichas dosificaciones en las mezclas cementosas y los morteros con

base de cemento cola porcelánico, consiguen mayor ahorro de volumen de agua en la mezcla, consiguiendo hasta un máximo del 36% de ahorro de agua en la mezcla cemento cola porcelánico + MIX 10 ( 5% cenizas de oxicombustión + 2,5% residuo de aerogenerador + 2,5% residuo de polímero).

5

A lo largo de la descripción, el término “residuo de aerogenerador (RAG)” al que se refiere la invención comprende fibra de vidrio, celulosa y resina epoxi.

El término “cenizas de oxicombustión (OXI)” se refiere a las cenizas que provienen de  
10 los procesos de combustión térmica, por ejemplo, de calderas.

El término “MIX”, se refiere a la mezcla en MIX 10 de residuo de aerogenerador, residuo  
de polímero y ceniza de oxicombustión, y MIX 20 residuo de aerogenerador, residuo de  
polímero y ceniza de oxicombustión, con adición de residuo de hollejo de uva y residuo  
15 de celulosa.

Las ventajas de la composición de la invención son, entre otras, que presenta  
resistencias a flexión muy cercanas al cemento de origen, en el caso de la mezcla RAG-  
20 (20 % residuo de aerogenerador). Con ello, se conseguiría aprovechar como materia  
20 prima secundaria dicho residuo y emplearlo en trabajos de albañilería donde no fuesen  
necesaria la obtención de grandes resistencias.

Además, se puede utilizar ese residuo de pala de aerogenerador para su mezcla con  
otros residuos conformando la nueva clase MIX (suma de residuo de aerogenerador,  
25 polímeros y ceniza de oxicombustión). Esta nueva composición denominada MIX, se  
aplicaría a la dosificación en las tres tipologías de cementos (Portland, Blanco y Cola  
Porcelánico), ya que se han obtenido resistencias a flexión y compresión, según el  
ensayo de la resistencia mecánica de los cementos según la norma UNE-EN-196-1, por  
encima a las probetas de control. Siendo los porcentajes de cada residuo en la  
30 dosificación MIX10 de 5% cenizas de oxicombustión + 2,5% residuo de aerogenerador  
+ 2,5% residuo de polímero, y en la dosificación MIX 20 desde una composición inicial  
de 5% cenizas de oxicombustión + 5% residuo de aerogenerador + 5% residuo de  
polímero + 2,5% residuo de hollejo de uva + 2,5% residuo de celulosa, hasta una  
composición final ideal de 6,67 % cenizas de oxicombustión + 6,67% residuo de  
35 aerogenerador + 6,67% residuo de polímero. Con ésta nueva clase MIX, se aprovechan

3 clases de residuo existentes, de difícil gestión, y valorizarlos como materiales reciclados y reciclables, para volverlos a incluir como materias primas secundarias en las dosificaciones de las tres tipologías de cementos anteriormente mencionadas.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes

- 5 no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y figuras se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención.

10

## EJEMPLOS

A continuación, se ilustrará la invención mediante unos ensayos realizados por los inventores, que pone de manifiesto la efectividad del producto de la invención.

15

**Procedimiento de obtención de probetas cilíndricas de cemento Portland, cemento blanco y cemento cola porcelánico con composición de la muestra a partir de la sustitución de la fracción de cemento por el porcentaje de los residuos antes mencionados.**

20

En el caso de los residuos de hollejo de uva y de la cascara de patata, inicialmente se procede a eliminar la humedad natural del material, introduciéndolo en una secadora marca Memmert modelo 100 (temperatura máxima de 350°C) a una 72 °C.

25

En el caso del polímero, previamente se disuelve en una base de acetona y se seca el residuo resultante en una secadora marca Memmert modelo 100 (temperatura máxima de 350°C) a una 72 °C.

30

En el caso del residuo de aerogenerador RAG, se recepciona en bolsa tipo big-bag de la empresa gestora del residuo, con mezcla heterogénea de restos de fibra de vidrio y madera de balsa, por lo que previamente se eliminan los restos de tamaño superior a 2 cm, mediante métodos manuales por localización visual y separación manual.

A continuación, el material de rechazo limpio de aerogenerador RAG, hollejo de uva, cáscara de patata y polímero se muelen por separado. La molienda de cada material de rechazo, se realiza utilizando un molinillo de cuchillas de café.

- 5 Una vez molido el material, se procede con el tamizado seleccionando un polvo con tamaño de partículas igual a lo retenido en el tamiz 250 µm y se almacena en recipientes, por material de rechazo separado, para su posterior dosificación y mezcla. En el caso de las cenizas de biomasa y las de cenizas de oxicombustión, al ser muy volátiles, ya que pasan por el tamiza 63 µm, se almacena por separado en recipientes,
- 10 15 para su posterior dosificación. En el caso particular de las cenizas de oxicombustión, al tener heterogeneidad de muestras de diferentes partes de la caldera de Lecho Fluido Circulante, como son los filtros de mangas, los ciclones de extracción, el fondo de caldera, etc.; se decidió mezclarlas, haciendo un material de rechazo todo en uno homogéneo.
- 15 Posteriormente, se realizan Difracciones de Rayos X (DRX) de pequeñas muestras de cada uno de los materiales de rechazo por separado, obteniendo las sustancias químicas de cada residuo y el análisis comparativo con el resto de los materiales.
- 20 Se analiza la composición en términos de óxidos equivalentes del polvo con respecto del polvo total obtenido siendo la siguiente:

ADICION PARA LA MEJORA DEL HORMIGÓN SEGÚN ART. 32 EHE-11		
CENIZAS DE BIOMASA	CONTENIDO MÁXIMO EN SIO <sub>2</sub>	87,46 %
CENIZAS OXI FONDO CALDERAS	(%) ≥ 85 % UNE 196-2	88,44 %
CENIZAS OXICOMBUSTIÓN		86,68 %

- 25 A continuación, se describe el procedimiento de obtención para preparar una serie de piezas cilíndricas, en función del tamaño de partícula del material de rechazo, seleccionando la composición formada por los residuos y el aglutinante, la sustitución de la fracción de cemento por el porcentaje de residuo, con el aporte de agua, intentando mantener una relación agua/cemento de 0,45.

Los residuos en forma de polvo de tamaño de 250 µm obtenidos tras el tamizado y posterior clasificación/selección se mezclan con el cemento.

Dependiendo de las resistencias que se quieran obtener, las mezclas pueden tener una relación cemento/residuos de entre 90/10 y 80/20. La mezcla de los residuos junto con las tipologías de cementos se realiza en porcentajes de entre 10 % y 20 % de sustitución de la fracción de cemento, y son las reflejadas en siguiente Tabla 1:

Tabla. 1 - Porcentajes de residuo en dosificaciones con cemento

10

Dosificación % de residuo en peso de la fracción de cemento		
Muestra	Tipos de cemento CP/ CB/ CC	Composición
01	0 %	Composición original de cemento
RAG-10	10 %	Residuo de pala de aerogenerador (incluyen fibra de vidrio, celulosa y resinas poliméricas)
RAG-20	20 %	Residuo de pala de aerogenerador (incluyen fibra de vidrio, celulosa y resinas poliméricas)
OXI-10	10 %	Cenizas de Oxicombustión de caldera de Lecho Fluido Circulante experimental
OXI-15	15 %	Cenizas de Oxicombustión de caldera de Lecho Fluido Circulante experimental
PS-10	10 %	Polímero
BIO-10	10 %	Cenizas de Biomasa Torrefactada de Gasificador experimental
PAT-20	20 %	Residuo de monda de patata molida
HOLL-20	20 %	Hollejo de uva molido
CELU-10	10 %	Celulosa proveniente de residuo
MIX-10	10 %	Mezcla formada por 5% cenizas de oxicombustión + 2,5% residuo de aerogenerador + 2,5% residuo de polímero
MIX-20	20 %	Composición inicial de 5% cenizas de oxicombustión + 5% residuo de aerogenerador + 5% residuo de polímero + 2,5% residuo de hollejo de uva + 2,5% residuo de celulosa, hasta una Composición final ideal de 6,67 % cenizas de oxicombustión + 6,67% residuo de aerogenerador + 6,67% residuo de polímero

El conformado de las piezas se ha realizado mediante el moldeo con agua, siendo la relación entre la composición formada por residuos y cada tipología de cemento, y el agua de entre 60 % - 29 %, respectivamente.

15

Las dosificaciones de cada uno de los cementos: Portland, Blanco y Cola porcelánico, sustitución de la fracción de cemento por residuos: residuos de polímeros, hollejo de uva, cascara de patata, celulosa, cenizas de biomasa, residuos de pala de

aerogenerador, cenizas de oxicombustión y MIX (oxicombustión + polímero + RAG y hollejo de uva + celulosa).

Una vez realizado el moldeo de la mezcla, se rellenan tres probetas cilíndricas por 5 amasada, de 4 cm de altura y 2 cm de diámetro, en dos tiempos. Se rellena cada molde hasta la mitad y se compacta con una varilla de acero de 2 mm, con 50 golpes. Se termina de llenar el molde y se repite la misma operación. Composición de cada muestra son las que se reflejan en la Tabla 2.

10 Tabla 2 – Relación de composiciones de cada una de las probetas cilíndricas

Cemento	Adición de residuo	Peso cemento (gr)	Peso residuo (gr)	Peso Total de la muestra (gr)	Relación AGUA / CEMENTO	Peso de AGUA en la muestra (gr)
CEM II Portland 32,5 (Tudela Verin)	Control	58,94	0,00	58,94	0,45	26,52
	RAG10 – (retenido en el tamiz 250 mm)	49,00	5,44	54,44	0,45	24,50
	RAG 20 – (retenido en el tamiz 250 mm)	54,00	10,80	64,80	0,45	29,16
	OXI10 – ceniza oxicombustión	53,84	5,98	59,82	0,45	26,92
	OXI15 – ceniza oxicombustión	77,32	13,64	90,96	0,45	40,43
	PS10- Poliestireno	59,17	5,89	65,06	0,45	29,28
	BIO10 – cenizas biomasa	81,40	9,04	90,44	0,45	40,69
	HOLL20 – hollejo uva	58,37	12,12	70,49	0,45	31,72
	PAT20 – desecho de piel de patata	54,52	10,42	64,94	0,45	29,22
	MIX10 – (5%OXI +2,5%RAG+ 2,5%PS)	65,02	6,51	71,53	0,45	32,19
	MIX20 – (6,67%OXI +6,67%RAG+ 6,67%PS)	69,42	13,89	83,31	0,37	30,68
CEM BLANCO 42,5	Control	61,17	0,00	61,17	0,41	24,8
	RAG 10 – (retenido en el tamiz 250 mm)	58,32	5,81	64,13	0,46	29,77

	RAG 20 – (retenido en el tamiz 250 mm)	58,76	11,71	70,47	0,46	32,1
	OXI10 – ceniza oxicombustión	58,46	7,24	65,70	0,35	22,74
	OXI15 – ceniza oxicombustión	58,83	8,85	67,68	0,40	27,33
	PS10- Poliestireno (retenido en el tamiz 250 mm)	58,86	5,97	64,83	0,46	29,74
	BIO10 – cenizas biomasa	58,97	5,93	64,90	0,49	31,8
	RAG 10 – (retenido en el tamiz 250 mm)	58,54	6,07	64,61	0,42	27,23
	RAG 20 – (retenido en el tamiz 250 mm)	58,76	11,75	70,51	0,45	31,51
	HOLL20 – hollejo uva	58,02	11,60	69,62	0,45	31,33
	PAT20 – desecho de piel de patata	58,45	11,70	70,15	0,60	41,76
	CEL10 - Residuos celulósico + tinte	62,89	6,30	69,18	0,45	31,13
	MIX10 – (5%OXI +2,5%RAG+ 2,5%PS)	61,34	6,13	67,49	0,45	30,36
	MIX20 – (5%OXI +5%RAG+ 5%PS + 2,5% HOLL+ 2,5% CELU)	60,43	12,08	72,51	0,44	32,05
CEM COLA PORCELÁNICO	Control	71,51	0,00	71,51	0,46	32,72
	RAG 10 – (retenido en el tamiz 250 mm)	81,76	8,18	89,94	0,45	40,47
	RAG 20 – (retenido en el tamiz 250 mm)	70,32	14,06	84,38	0,39	33
	OXI10 – ceniza oxicombustión	71,54	7,15	78,69	0,33	25,78
	OXI15 – ceniza oxicombustión	72,56	10,88	83,44	0,38	32
	PS10- Poliestireno (retenido en el tamiz 250 mm)	72,26	7,23	79,49	0,39	30,78
	BIO10 – cenizas biomasa	71,24	7,12	78,36	0,45	35,26
	HOLL20 – hollejo uva	68,96	13,79	82,75	0,43	35,7

PAT20 – desecho de piel de patata	70,8	14,16	84,96	0,45	38,23
PS10- Poliestireno (retenido en el tamiz 250 mm)	70,74	7,06	77,8	0,29	22,64
MIX10 – (5%OXI +2,5%RAG+ 2,5%PS)	66,75	6,68	73,43	0,29	21,32
MIX20 – (5%OXI +5%RAG+ 5%PS + 2,5% HOLL+ 2,5 %CELU)	69,57	13,97	83,48	0,43	36,51

Se realiza un tratamiento de curado de las probetas, cubriendolas para evitar la rápida evaporación del agua durante el fraguado y dejándolas en la cámara húmeda durante 7 días hasta el momento de su rotura.

5

Las piezas obtenidas arrojan densidades entre 1,371 y 1,8 gr/cm<sup>3</sup>, para las probetas con residuos de polímeros, hollejo de uva, cascara de patata, celulosa y cenizas de biomasa, respectivamente; y entre 1,8651 y 2,030 gr/cm<sup>3</sup>, para residuos de aerogenerador, cenizas de oxicombustión y MIX (oxicombustión + polímero + RAG y hollejo de uva + celulosa). Siendo estas últimas las más resistentes.

Las piezas obtenidas con densidades comprendidas entre 1,8 y 2,1 gr/cm<sup>3</sup>:

- Son idóneas para usos en la fabricación de hormigones estructurales, y especiales, ya que poseen buenas propiedades mecánicas.

15

- Piezas sometidas a elevados esfuerzos de compresión.

Las piezas obtenidas con densidades comprendidas entre 1,3 y 1,8 gr/cm<sup>3</sup>:

- Estabilización de suelo-cemento en carreteras.
- Briquetas de combustión.
- Ornamentación en macetas.

20

En la Tabla.3 se muestran las dimensiones de las probetas cilíndricas y sus densidades correspondientes tras la fase de curado, por cada dosificación.

Tabla 3 – Densidades de las probetas cilíndricas

25

# ES 3 008 610 A1

PROBETAS	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Volumen (mm³)	Peso (gr)	Densidad (gr/m³)
CP-01	39,29	20,06	12.417,49	23,75	1,912
CP-02	44,50	20,26	14.345,93	28,13	1,961
CP-03	44,31	20,42	14.504,08	27,83	1,919
RAC-10-01	44,73	20,10	14.186,16	26,11	1,841
RAC-10-02	44,31	20,35	14.404,79	24,49	1,700
RAC-10-03	44,93	20,45	14.757,50	24,60	1,667
RAC-20-01	42,43	20,41	13.875,10	22,43	1,617
RAC-20-02	45,40	20,03	14.298,51	24,44	1,709
RAC-20-03	45,14	20,37	14.703,48	24,58	1,671
OXI-10-01	42,92	20,05	13.552,27	24,99	1,844
OXI-10-02	45,87	20,03	14.446,53	26,43	1,830
OXI-10-03	41,50	20,55	13.757,84	25,79	1,875
OXI-15-01	44,00	20,11	13.975,48	24,61	1,761
OXI-15-02	44,85	20,44	14.716,82	25,84	1,756
OXI-15-03	43,87	20,25	14.121,90	24,91	1,764
PS-10-01	45,44	20,54	15.049,34	25,95	1,724
PS-10-02	44,23	20,47	14.556,01	25,05	1,721
PS-10-03	44,76	20,34	14.536,78	25,20	1,733
BIO-10-01	43,39	20,44	14.237,75	23,23	1,631
BIO-10-02	43,74	20,26	14.100,92	23,34	1,655
BIO-10-03	43,97	20,45	14.442,18	23,58	1,633
PAT-20-01	46,62	20,22	14.970,09	20,71	1,384
PAT-20-02	44,90	20,03	14.148,10	22,13	1,564
PAT-20-03	42,99	20,36	13.989,41	20,72	1,481
HOLL-20-01	44,11	20,18	14.101,13	22,76	1,614
HOLL-20-02	42,98	20,32	13.938,10	22,21	1,594
HOLL-20-03	42,92	20,40	14.021,58	22,17	1,581
MIX 10-01	42,98	20,44	14.103,21	23,29	1,651
MIX 10-02	43,27	20,39	14.130,08	23,99	1,698
MIX 10-03	41,97	20,90	14.392,90	24,99	1,736
MIX 20-01	43,55	19,65	13.207,98	24,99	1,892
MIX 20-02	42,96	20,21	13.781,19	24,92	1,808
MIX 20-03	42,92	20,05	13.552,27	24,99	1,844
CB-01	44,91	20,29	14.521,01	26,28	1,810
CB-02	43,14	20,60	14.378,20	25,42	1,768
CB-03	45,25	20,53	14.979,12	26,65	1,779
RAC-10-01	44,84	20,35	14.577,09	24,18	1,659
RAC-10-02	45,01	20,42	14.740,43	24,30	1,649
RAC-10-03	44,39	20,59	14.780,45	23,31	1,577
RAC-20-01	45,31	20,53	14.998,98	23,41	1,561
RAC-20-02	46,23	20,58	15.370,69	23,49	1,528
RAC-20-03	44,65	20,59	14.859,80	23,15	1,558
OXI-10-01	45,16	20,31	14.623,45	26,68	1,824
OXI-10-02	45,22	20,51	14.940,04	26,78	1,792
OXI-10-03	45,75	20,51	15.107,77	26,92	1,782

OXI-15-01	44,31	20,43	14.525,41	25,60	1,762
OXI-15-02	44,29	20,39	14.454,96	25,50	1,764
OXI-15-03	44,95	20,20	14.405,30	25,53	1,772
PS-10-01	44,92	20,18	14.360,07	23,66	1,648
PS-10-02	45,64	20,60	15.211,42	23,94	1,574
PS-10-03	44,91	20,46	14.758,15	24,32	1,648
BIO-10-01	43,27	20,67	14.519,70	22,11	1,523
BIO-10-02	43,28	20,48	14.250,33	22,20	1,558
BIO-10-03	43,88	20,61	14.639,03	22,17	1,514
CEL-10-01	45,94	20,39	14.995,92	23,29	1,553
CEL-10-02	46,83	20,42	15.341,48	23,99	1,564
CEL-10-03	46,43	20,30	15.022,35	23,53	1,566
CEL-10-04	31,97	20,44	10.485,32	16,40	1,564
MIX-10-01	44,64	20,52	14.767,60	24,92	1,687
MIX-10-02	45,39	20,44	14.898,87	25,73	1,727
MIX-10-03	44,92	20,37	14.643,80	25,57	1,746
MIX-20-01	45,90	20,26	14.792,39	23,31	1,576
MIX-20-02	45,22	20,45	14.852,75	23,22	1,563
MIX-20-03	46,82	20,33	15.193,35	24,03	1,582
CC-01	43,72	20,39	14.275,93	21,31	1,493
CC-02	44,25	20,28	14.293,51	21,00	1,469
CC-03	44,51	20,37	14.505,39	19,88	1,371
RAC-10-01	44,87	20,28	14.493,78	22,42	1,547
RAC-10-02	44,89	20,47	14.768,41	21,90	1,483
RAC-10-03	44,72	20,55	14.827,72	21,99	1,483
RAC-20-01	44,46	20,24	14.304,75	21,65	1,513
RAC-20-02	44,34	20,26	14.289,65	20,47	1,433
RAC-20-03	44,45	20,57	14.776,48	20,44	1,383
OXI-10-01	44,54	20,20	14.273,90	24,08	1,687
OXI-10-02	44,78	20,31	14.507,54	23,00	1,585
OXI-10-03	44,71	20,47	14.713,98	22,92	1,558
OXI-15-01	43,67	20,28	14.106,16	22,36	1,585
OXI-15-02	45,07	20,33	14.630,26	21,03	1,437
OXI-15-03	45,22	20,45	14.847,91	21,76	1,466
BIO-10-01	44,68	20,43	14.646,70	22,36	1,527
BIO-10-02	44,75	20,49	14.755,94	16,83	1,141
BIO-10-03	44,54	20,62	14.873,64	17,28	1,162
PAT-20-01	45,48	20,29	14.700,48	22,52	1,532
PAT-20-02	44,50	19,97	13.933,52	22,26	1,598
PAT-20-03	44,34	20,05	14.004,21	22,61	1,615
PAT-20-04	45,93	20,12	14.598,17	22,73	1,557
PAT-20-05	45,99	20,14	14.656,01	23,23	1,585
HOLL-20-01	44,83	19,78	13.775,62	22,03	1,599
HOLL-20-02	45,44	19,70	13.855,03	22,59	1,630
HOLL-20-03	45,61	19,70	13.897,46	22,57	1,624
HOLL-20-04	44,26	19,60	13.354,06	23,36	1,749
HOLL-20-05	36,67	19,64	11.109,22	18,89	1,700
PS-10-01	44,78	20,61	14.934,46	23,13	1,549
PS-10-02	44,95	20,51	14.850,83	23,33	1,571

PS-10-03	44,57	20,52	14.739,65	23,10	1,567
PS-10-04	38,36	20,72	12.934,45	20,49	1,584
MIX-10-01	44,45	20,44	14.580,81	25,95	1,780
MIX-10-02	44,56	20,62	14.880,32	26,36	1,771
MIX-10-03	44,87	20,52	14.834,04	25,08	1,691
MIX 20-01	38,40	20,44	12.596,25	25,57	2,030
MIX 20-02	37,68	20,26	12.144,37	23,31	1,919
MIX 20-03	38,40	20,45	12.612,69	23,22	1,841

Al cabo de 7 días, se rompe una probeta, de las tres que tiene cada amasada, mediante ensayo de compresión axial, y se toman sus valores. Se repite la operación con las dos probetas restantes de cada amasada a 28 días.

En la Tabla 4 se muestran los resultados de las resistencias a compresión simple a 7 días y en la Tabla 5 los resultados de las resistencias a compresión simple a 28 días.

10 Tabla 4 – Tensión de rotura de probetas cilíndricas con dosificaciones estudiadas a 7 Días

Cargas de rotura a compresión a 7 días (MPa)											
CEM II PUZ	RAG 10	RAG 20	OXI 10	OXI 15	PS 10	BIO 10	PAT 20	HOLL 20	CEL 10	MIX 10	MIX 20
26,85	24,04	24,34	21,48	41,92	53,58	23,04	a	a	b	31,71	20,69
CEM II BLANCO	RAG 10	RAG 20	OXI 10	OXI 15	PS 10	BIO 10	PAT 20	HOLL 20	CEL 10	MIX 10	MIX 20
63,46	42,32	43,72	72,56	34,08	40,45	32,02	0,57	0,45	11,94	61,74	0,88
CEM COLA PORCELEN	RAG 10	RAG 20	OXI 10	OXI 15	PS 10	BIO 10	PAT 20	HOLL 20	CEL 10	MIX 10	MIX 20
1,03	7,59	6,92	16,12	7,15	12,60	0,69	0,89	0,77	a	9,95	2,10

<sup>a</sup> Se deja la rotura a 28 días debido a las pocas resistencias iniciales.

<sup>b</sup> Se desecharon por las bajas resistencias obtenidas en cemento blanco.

15 Tabla 5- Tensión de rotura de probetas cilíndricas con dosificaciones estudiadas a 28 Días

Cargas de rotura a compresión a 28 días (MPa)											
CEM II PUZ	RAG 10	RAG 20	OXI 10	OXI 15	PS 10	BIO 10	PAT 20	HOLL 20	CEL 10	MIX 10	MIX 20
63,14	39,89	25,90	45,90	86,40	58,81	47,14	0,76	0,49	b	42,81	26,55
67,66	37,82	40,09	b	61,02	43,79	34,22	0,97	0,32	b	18,38	48,37
CEM II BLANCO	RAG 10	RAG 20	OXI 10	OXI 15	PS 10	BIO 10	PAT 20	HOLL 20	CEL 10	MIX 10	MIX 20
40,31	35,63	46,90	74,54	37,07	25,34	57,33	0,80	0,10	9,39	73,15	1,00
61,39	41,79	67,32	38,89	60,11	58,64	42,57	0,75	0,73	16,04	48,68	1,61

CEM COLA PORC EL	RAG 10	RAG 20	OXI 10	OXI 15	PS 10	BIO 10	PAT 20	HOLL 20	CEL 10	MIX 10	MIX 20
5,16	18,50	8,49	25,30	7,76	9,53	0,98	1,18	1,84	b	32,56	4,67
2,86	15,33	8,00	30,41	12,03	11,40	9,74	1,29	3,64	b	18,79	3,80

<sup>a</sup> Se deja la rotura a 28 días debido a las pocas resistencias iniciales.

<sup>b</sup> Se desechó por las bajas resistencias obtenidas en cemento blanco.

El procedimiento de obtención de la composición de la invención se lleva a cabo

5 mediante las siguientes etapas:

1) eliminar restos indeseados del residuo, tamaños inferiores a 2cm,

2) moler y tamizar el material obtenido en la fase (1),

3) seleccionar un polvo con un tamaño de partículas menor de 250 µm del polvo obtenido en la fase (2),

10 4) sustituir la fracción de cemento de la matriz cementicia, por la mezcla obtenida en la fase (3), para la fabricación de probetas cilíndricas de 2 cm de diámetro y 4 cm de altura, mediante moldeo con agua con una relación agua/cemento de 45% y sustitución de la fracción de cemento por el residuo, entre un en proporciones entre un 0 y un 20 %, con respecto al peso del cemento,

15 5) Curado de las probetas de la fase (4) entre 7, 28 y 90 días.

6) Rotura a compresión simple, de las probetas obtenidas en la fase (4), para obtener los mejores resultados y escalarlos a morteros.

7) Fabricación y curado de probetas de mortero (40x40x160 mm agua, cemento y árido normalizado UNE-EN 196-1) de tamaño, con los mejores resultados obtenidos en la fase

20 (6).

8) Determinación de resistencias mecánicas (flexión y compresión) según norma UNE-EN 196-1, con las probetas de la fase (7), para obtener los mejores resultados

9) Escalado, fabricación y curado de probetas cúbicas de 160x160 mm, con los mejores resultados de la fase (8).

25 10) Rotura mediante ensayo uniaxial de las probetas obtenidas en la fase (9).

La fase (2) del procedimiento se refiere a la molienda y el tamizado del material obtenido en la etapa (1).

30 Una vez molido el material obtenido en la fase (1), mediante molino de cuchillas, se procede con el tamizado utilizando tamices de distinto tamaño. En la presente invención se han utilizado una serie de 3 tamices UNE-EN 933-2:1996 normalizada para un tamaño de partícula concreto, para un tamaño de partículas menor de 250 µm. Por ello,

la fase (3) se refiere a la selección de un polvo con un tamaño de partículas menor de 250 µm del polvo obtenido en la fase (2) del procedimiento. La serie de tamices normalizados UNE-EN 933-2:1996 utilizada resulta en el siguiente intervalo de fracciones de tamaño de partículas de:

- 5     • entre 500 µm y 250 µm,  
      • entre 250 µm y 125 µm, y  
      • menos de 125 µm.

La ventaja fundamental del procedimiento de la invención es usar de forma integral la  
10 fracción inferior a 2 cm de material de rechazo o residuos que normalmente acaba en un vertedero o una gestora de residuos, por un lado utilizando el material de mayor tamaño más limpio que se puede emplear como estabilización de suelos y macetas , y, por otro emplear la fracción más fina (< 250 µm) para fabricar nuevos materiales de construcción con resistencias mejores o iguales a las probetas de control fabricadas  
15 previamente.

Se fabrican tres probetas cilíndricas de 4 cm de altura y 2 m de diámetro, mediante el método por moldeo con agua, con una relación agua/cemento del 45 % del peso de cemento. En primer lugar, se fabrican de las probetas de control con el 100% de  
20 cemento Portland, cemento Blanco y cemento cola Porcelánico, respectivamente. Estas probetas servirán de referencia para comparar las resistencias obtenidas, con las probetas con sustitución de la fracción de cemento de la matriz cementicia por residuo. Posteriormente se fabrican tres probetas cilíndricas sustituyendo la fracción cementicia  
25 por residuo (residuos de polímeros, hollejo de uva, cascara de patata, celulosa, cenizas de biomasa, residuos de pala de aerogenerador, cenizas de oxicombustión y MIX (oxicombustión + polímero + RAG y hollejo de uva + celulosa), entre un en proporciones entre un 0 y un 20 %, con respecto al peso del cemento (4).

Estas probetas fabricadas en la fase (4), se tapan con un plástico, se deja que se  
30 produzca el proceso de fraguado durante las siguientes 72 horas a su fabricación, se desmoldan y se dejan en la cámara de humedad de curado de probetas a 20 °C y con una humedad relativa del 90%, dejando que se produzca el curado de las mismas a 7, 28 y 90 días (5).

Una vez realizado el proceso de curado a 7, 28 y 90 días (5), se sacan las probetas cilíndricas de la cámara de humedad, se toman medias de su altura y diámetro con el calibrador, para ver la retracción que sufre cada probeta por la evaporación de agua durante el fraguado y el posterior curado. Posteriormente se pesan y se calcula su  
5 densidad en gr/cm<sup>3</sup>

Tras hallar las densidades de cada probeta, se rompen cada una de las probetas cilíndricas de la fase (5), mediante rotura a compresión simple (6) con una máquina de tracción-compresión electromecánica, marca CODEIN, modelo MCO-30

10

Los resultados obtenidos durante la fase (6), en la caracterización de las piezas, da como resultado las siguientes composiciones que se utilizarán para el ensayo de resistencias mecánicas UNE EN 196-1, los cuales son: OXI 10, OXI 15, RAG 10, RAG 20, BIO 10, PS 10, MIX 10, MIX 20, y sus probetas de control según el tipo de cementos.

15

**Procedimiento de obtención de probetas normalizadas para el ensayo de determinación de resistencia mecánicas de los cementos UNE 196-01 de cemento Portland, cemento blanco y cemento cola porcelánico con composición de la muestra.**

20

Antes de la fabricación de las probetas de hormigón, se realiza el método de ensayo de cementos, para la determinación de resistencias mecánicas (flexión y compresión) UNE EN 196-1 (8), con las dosificaciones de las probetas cilíndricas que nos dieron resistencias por encima de su probeta de control. Las probetas de dimensiones 40 mm x 40 mm x 160 mm (7), se fabrican con un mortero plástico, compuesto de una parte en masa de cemento, tres partes en masa de arena normalizada CEN 196-1, y media parte  
25 de agua (relación agua/cemento de 0,50).

25

Para la preparación del mortero, la composición en masa debe ser 1 parte de cemento, 30 3 partes de arena normalizada CEN y 1/2 parte de agua (relación agua/cemento 0,50). Cada amasada para tres probetas debe estar compuesta de (450 ± 2) g de cemento, (1.350 ± 5) g de arena normalizada y (225 ± 1) g. de agua.

Se compacta en mesa compactadora, en 2 tongadas, realizando 60 golpes por tongada.

35

Se saca el molde de la mesa compactadora y con una regla metálica, se enrasa las

probetas en el molde. Posteriormente se desmoldan a las 24 horas y cada probeta se deposita en la cámara o armario húmedo.

- Edad de las probetas para los ensayos de resistencias mecánicas Se calcula la edad de
- 5 las probetas desde el “tiempo cero”. Se realizarán ensayos de resistencia a diferentes edades dentro de los siguientes límites:

24 h ± 15 min.

48 h ± 30 min.

10 72 h ± 45 min.

7 d ± 2 h;

28 d ± 8 h.

Decidimos por practicidad, ensayar todas las probetas a 28 días ± 8 h.

15

La Tabla 6 muestra la composición de probetas prismáticas de dimensiones 40x40x160 mm, fabricadas mediante moldeo mecánico por mesa compactadora, para el ensayo de determinación de resistencia mecánicas de los cementos UNE 196-01.

20 Tabla 6 – Composición de probetas prismáticas para ensayo UNE 196-01.

Composición	Masa de cemento				Arena normalizada CEN 196-1 (gr)	Agua (gr)
	Tipo de cemento	Cemento (gr)	Tipo de residuo	Residuo (gr)		
CP	Portland	449,9	-	-	1.350,0	225,3
CP-OXI-10	Portland	405,2	Ceniza Oxi	45,0	1.350,0	225,0
CP-OXI-15	Portland	382,5	Ceniza Oxi	67,8	1.350,0	225,1
CP-MIX-10	Portland	405,0	(5% OXI +2,5% RAG+ 2,5% PS)	22,5+11,25 +11,25	1.350,0	225,2
CP-MIX-20	Portland	360,0	(6,67% OXI +6,67% RAG+ 6,67% PS)	30,12+30,02 +30,01	1.350,0	225,0

CB	Blanco	450,1	-	-	1.350,0	225,5
CB -OXI-10	Blanco	404,9	Ceniza Oxi	45,2	1.350,0	225,2
CB -OXI-15	Blanco	382,6	Ceniza Oxi	68,1	1.350,0	
CB -MIX-10	Blanco	405,6	(5% OXI +2,5% RAG+ 2,5% PS)	45,7	1.350,0	225,1
CB -RAG-20	Blanco	361,2	Aerogenerador	90,5	1.350,0	225,1
CC	Cola	451,2	-	-	1.350,0	225,2
CC -OXI-10	Cola	405,2	Ceniza Oxi	45,3	1.350,0	225,5
CC -OXI-15	Cola	382,3	Ceniza Oxi	68,1	1.350,0	225,5
CC -MIX-20	Cola	361,4	(5% OXI +5% RAG+ 5% PS + 2,5% HOLL+ 2,5% CELU)	22,5+22,5 +22,5 +11,25 +11,25	1.350,0	225,3
CC -RAG-10	Cola	405,7	Aerogenerador	45,0	1.350,0	225,4
CC -RAG-20	Cola	360,0	Aerogenerador	90,0	1.350,0	225,2

**Ensayo de determinación de resistencia a flexión de los cementos, norma UNE 196-01 de cementos con composición de la muestra**

- 5 La resistencia a flexión se midió mediante el ensayo de flexión de tres puntos. El cual se basa en la aplicación de una fuerza puntual en el centro de una probeta apoyada en sus extremos, la resistencia se determina aplicando la fuerza lentamente hasta la rotura de la probeta.
- 10 El ensayo de flexión se realizó con una máquina de tracción-compresión electromecánica marca CODEIN modelo MCO-30. Se aplica la carga verticalmente mediante los rodillos de carga sobre la cara lateral opuesta del prisma y se incrementa uniformemente, a una velocidad de  $(50 \pm 10)$  N/s hasta rotura. Se mantienen las mitades del prisma cubiertas con un paño húmedo hasta el ensayo de compresión. La resistencia a flexión,  $R_f$ , se calcula en megapascales, mediante la siguiente fórmula:
- 15

$$R_f = \frac{1,5 \times F_f \times l}{b^3}$$

Dónde:

R<sub>f</sub> es la resistencia a flexión (en megapascles);  
 b es el lado de la sección cuadrada del prisma (en milímetros);  
 F<sub>f</sub> es la carga aplicada en la mitad del prisma en la rotura (en newtons);  
 l es la distancia entre soportes (en milímetros).

5

La resistencia a flexión se calcula como la media aritmética de los tres resultados individuales, expresados, cada uno de ellos, redondeados al 0,1 MPa más cercano, y obtenidos de la determinación realizada sobre un conjunto de tres probetas. Se expresa la media aritmética redondeada al 0,1 MPa más cercano. Si uno de los resultados de los cinco resultados restantes varía en más de  $\pm 10\%$  respecto a su media, se descarta la totalidad de los resultados y se repite la determinación. Se expresa la media aritmética redondeada al 0,1 MPa más cercano.

10 La Tabla 7 resume los resultados obtenidos en el ensayo a flexión, según la norma UNE  
 15 196-1, de las probetas conformadas con las composiciones de la Tabla 6.

Tabla 7 – Resistencias a flexión ensayo UNE 196-01

Composición	Resistencia a flexión probeta 1 (MPa)	Resistencia a flexión probeta 2 (MPa)	Resistencia a flexión probeta 3 (MPa)	Media Aritmética de resistencias (MPa)
CP	5,5	0,0	4,6	3,4
CP-OXI-10	5,9	5,9	5,0	5,6
CP-OXI-15	4,3	5,5	4,5	4,8
CP-MIX-10	5,3	1,1	4,6	3,7
CP-MIX-20	3,8	4,1	4,2	4,0
CB	4,4	4,9	3,6	4,3
CB -OXI-10	0,0	4,0	2,7	2,2
CB -OXI-15	4,9	1,6	0,0	2,2
CB -MIX-10	5,2	0,0	4,6	3,3
CB -RAG-20	2,5	2,8	2,1	2,4
CC	0,8	0,7	0,7	0,8
CC -OXI-10	0,9	1,2	0,7	0,9
CC -OXI-15	0,8	0,4	1,0	0,7
CC -MIX-20	1,1	1,2	0,0	0,8

CC -RAG-10	0,4	1,0	0,0	0,4
CC -RAG-20	0,9	0,9	0,3	0,7

**Ensayo de determinación de resistencia a compresión de los cementos, norma UNE 196-01 de cementos con composición de la muestra.**

5

La resistencia a la compresión se midió mediante el ensayo de compresión simple. El cual se basa en la aplicación de una fuerza en la base superior de la probeta, y la probeta debe estar totalmente apoyada en su base inferior, la resistencia se determina aplicando la fuerza lentamente hasta la rotura de la probeta. El ensayo de compresión se realizó con la máquina de tracción-compresión utilizada en el apartado anterior. Para el ensayo a compresión se ensayaron los semiprismas rotos con anterioridad a flexión cargando sus caras laterales. Cada semiprisma se centra lateralmente con relación a los platos de la máquina y longitudinalmente de forma que la base del prisma no sobresalga de los platos o placas auxiliares. Se aumenta la carga uniformemente a una velocidad de  $(2400 \pm 200)$  N/s durante todo el tiempo de aplicación de la carga hasta la rotura. Cuando el incremento de carga se regula a mano, se debería tener cuidado al ajustar la disminución de la velocidad de carga cerca de la carga de rotura, ya que puede afectar significativamente al resultado. Se calcula la resistencia a compresión  $R_c$  (en megapascles) mediante la fórmula siguiente:

$$R_c = \frac{F_c}{1\,600}$$

20

dónde:

$R_c$  es la resistencia a compresión (en megapascles);

$F_c$  es la carga máxima de rotura (en newtons);

$1600 = 40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ , es la superficie de los platos o placas auxiliares (en  $\text{mm}^2$ ).

25

Se calcula el resultado del ensayo de resistencia a compresión como la media aritmética de los seis resultados individuales, expresados, cada uno, redondeados al 0,1 MPa más cercano, obtenidos de las seis determinaciones realizadas sobre un conjunto de tres probetas. Si uno de los resultados de las seis determinaciones varía en más de  $\pm 10\%$  respecto a la media, se descarta este resultado y se calcula la media aritmética de los cinco resultados restantes. Si uno de los resultados de los cinco resultados restantes

varía en más de  $\pm 10\%$  respecto a su media, se descarta la totalidad de los resultados y se repite la determinación. Se expresa la media aritmética redondeada al 0,1 MPa más cercano.

- 5 La Tabla 8 resume los resultados obtenidos en el ensayo a compresión, según la norma UNE 196-1, de las probetas conformadas con las composiciones de la Tabla 6.

Tabla 8 - Resistencias a compresión ensayo UNE 196-01

Composición	Resistencia a compresión (MPa)	Media Aritmética (MPa)	10 % valor mayor media	10 % valor menor media	Resistencia a compresión (MPa)
CP	25,5 - 30,9	28,1	30,9	25,5	28,6
CP-OXI-10	25,1 – 28,0	25,1	27,7	22,9	26,2
CP-OXI-15	23,4 – 30,7	23,4	25,8	21,3	INCOMPLETO
CP-MIX-10	29,5– 32,7	31,2	34,4	28,4	31,2
CP-MIX-20	20,8– 22,4	20,7	22,8	18,8	21,4
CB	25,8 – 32,4	27,5	30,3	25,0	28,6
CB -OXI-10	28,5 – 32,8	30,8	33,8	28,0	30,8
CB -OXI-15	27,4 – 30,7	29,0	31,9	26,3	29,0
CB -MIX-10	26,5 – 31,5	26,5	29,2	24,1	INCOMPLETO
CB -RAG-20	15,1 – 18,6	16,0	17,6	14,6	15,5
CC	1,8 – 2,5	2,1	2,3	1,9	2,1
CC -OXI-10	2,9 – 3,3	2,6	2,8	2,3	INCOMPLETO
CC -OXI-15	2,7 – 3,0	2,6	2,8	2,4	2,8
CC -MIX-20	2,3 – 2,6	2,4	2,7	2,2	2,4
CC -RAG-10	0,8 – 12,0	2,2	2,5	2,0	INCOMPLETO
CC -RAG-20	0,1 – 1,5	0,4	0,5	0,4	INCOMPLETO

10

Los resultados obtenidos durante la fase (8), da como resultado las siguientes composiciones que se utilizarán para el ensayo de resistencias a compresión simples de los hormigones, los cuales son: CP-OXI-10, CP-OXI-15, CP-MIX-10, CP-MIX-20, CB-

15 OXI-10, CB -OXI-15, CC -OXI-15 y CC -MIX-20.

## REIVINDICACIONES

1. Una composición que comprende cemento y residuos procedentes de aerogeneradores (RAG) sin ningún tratamiento previo, donde los residuos procedentes de aerogeneradores incluyen fibra de vidrio, celulosa y resinas poliméricas, presentan un tamaño de partícula menor de 2 mm y se encuentran en una proporción de entre el 2,5 % y el 20% en peso respecto al peso total de la composición.  
5
- 10 2. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, donde el cemento es cemento Portland, blanco o cemento cola.
- 15 3. La composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, que además comprende cenizas de oxicombustión (OXI) y residuos de poliestireno (PS) en una proporción de entre 2,5 y 15 % en peso respecto al peso total de la composición.
- 20 4. La composición de acuerdo con la reivindicación 3, donde:  
RAG está en una cantidad de entre 2,5 y 20 %;  
OXI está en una cantidad de entre 2,5 y 15 %; y  
PS está en una cantidad de entre 2,5 y 10 %.
- 25 5. La composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4, que comprende:  
cemento tipo cola;  
RAG en una cantidad de entre 2,5 y 20 %;  
OXI en una cantidad de entre 2,5 y 15 %; y  
PS en una cantidad de entre 2,5 y 10 %.
- 30 6. La composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que además comprende celulosa (CELU) en una proporción de entre 2,5 y 10 % en peso respecto al peso total de la composición, y/o hollejo de uva (HOLL) en una proporción de entre 2,5 y 20 % en peso respecto al peso total de la composición.
- 35 7. La composición según la reivindicación 1 que comprende:  
cemento cola; y

10% de RAG o 20% de RAG,  
donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la  
composición.

- 5     8. La composición según la reivindicación 3, que comprende:  
          cemento blanco o cemento cola;  
          un 5% de OXI;  
          un 2,5% de RAG; y  
          2,5% de PS,  
10    donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la  
          composición.
9. La composición según la reivindicación 3, que comprende:  
          cemento Portland;  
15    un 5% de OXI;  
          un 2,5% de RAG; y  
          2,5% de PS,  
          donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la  
          composición.
- 20    10. La composición según la reivindicación 6, que comprende:  
          cemento blanco o cemento cola;  
          un 5% de OXI;  
          un 5% de RAG;  
25    un 5% de PS;  
          2,5% de HOLL; y  
          2,5% de CELU,  
          donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la  
          composición.
- 30    11. La composición según la reivindicación 6, que comprende:  
          cemento Portland;  
          un 5% de OXI;  
          un 5% de RAG;  
35    un 5% de PS;

2,5% de HOLL; y  
2,5% de CELU,  
donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la composición.

5

12. La composición según la reivindicación 3, que comprende:

cemento blanco o cemento cola;

un 6,67 % de OXI;

un 6,67 % de RAG; y

10

6,67 % de PS,

donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la composición.

13. La composición según la reivindicación 3, que comprende:

15

cemento Portland;

un 6,67 % de OXI;

un 6,67 % de RAG; y

6,67 % de PS,

donde los porcentajes están expresados en peso respecto al peso total de la 20 composición.

14. La composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que además comprende residuo de patata (PAT) y residuos de hollejo de uva (HOLL) en una proporción de entre 2,5 y 20 % en peso respecto al peso total de la composición.

25

15. Mortero que comprende la composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, respecto al peso de la fracción de cemento.

16. Hormigón ligero que comprende el mortero según la reivindicación 14, respecto al

30

peso de la fracción de cemento.



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 202330786

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 21.09.2023

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) Int. Cl. : **C04B18/04** (2006.01)  
**B29B17/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	CN 115286320 A (UNIV HUNAN SCIENCE & TECHNOLOGY) 04/11/2022, Descripción pag. 5 párrafo 0031 a pág. 6 párrafo 0047.		1-3, 6, 7, 15, 16
X	WO 2023111367 A1 (TECNORENOVA RECICLAJE S L) 22/06/2023, Reivindicaciones, descripción pág. 3 lín. 20-35, Figura.		1-3, 15, 16
X	CN 108373302 A (JILIN CHONGTONG CHENGFEI NEW MAT COMPANY) 07/08/2018, Reivindicaciones		1-3, 6, 15, 16
X	CN 115849817 A (BEIJING SPACE ZHIZHU TECH CO LTD) 28/03/2023, Descripción, Reivindicaciones		1-3, 7

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe 19.06.2024	Examinador P. Brea Prieto	Página 1/2
--	------------------------------	---------------

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C04B, B29B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, XPESP