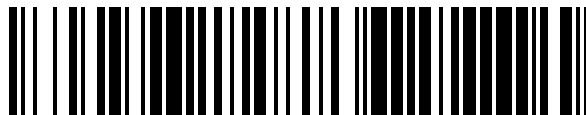


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 304 725**

21 Número de solicitud: 202231488

51 Int. Cl.:

E01C 5/06

(2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

13.09.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.12.2023

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE BURGOS (100.0%)
C/ Hospital del Rey s/n
09001 Burgos (Burgos) ES**

72 Inventor/es:

**ALONSO DÍEZ, Álvaro;
ARROYO SANZ, Raquel;
CALDERÓN CARPINTERO, Verónica;
RODRIGO BRAVO, Alba;
GUTIÉRREZ GONZÁLEZ, Sara y
GONZÁLEZ MORENO, Sara**

54 Título: **Prefabricado de cemento aligerado con residuos industriales de origen polimérico y fibra de vidrio en forma de adoquín**

ES 1 304 725 U

DESCRIPCIÓN

Prefabricado de cemento aligerado con residuos industriales de origen polimérico y fibra de vidrio en forma de adoquín

5

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención, se centra en el campo de la fabricación de adoquines de cemento prefabricados para su uso en el sector de la edificación e ingeniería civil.

10

Estos adoquines para pavimentación comprenden al menos una base de material en base cemento, un agregado tipo árido, residuo polimérico de tipo poliuretano o derivados, fibra de vidrio incluida en el residuo, agua y, opcionalmente, un aditivo reductor de agua.

15

La invención genera un adoquín de cemento aligerado con residuos poliméricos procedentes de residuos industriales concretamente de techos de vehículos reciclados, valorizando estos y elaborando prefabricados con forma prismática para su empleo en solados o estructuras similares dentro del sector de la construcción e ingeniería civil.

20

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En un intento de implantar la economía circular en todos los procesos de fabricación, mediante la reducción del uso de materias primas, minimizando la utilización de recursos naturales y valorizando diversos residuos industriales, se trabaja mediante diversos programas europeos, nacionales y regionales de concienciación, reciclaje y reutilización, para el desarrollo de novedosas técnicas que permitan el aprovechamiento de residuos en el ámbito de la construcción, convirtiéndose estos en materias primas para la generación de nuevos materiales, consiguiendo englobar todos los procesos hacia un desarrollo sostenible.

30

Como ejemplo, el sector del automóvil genera en Europa alrededor de 14 millones de empleos, bien sea de forma directa o indirecta y mueve uno de los volúmenes de negocio más importantes de Europa estimado en un 7% del PIB. Dentro de este sector

35

participan otros tales como el sector del poliuretano, aportando diferentes productos que se engloban en la cadena productiva de la automoción. Hay numerosas iniciativas que buscan reintroducir en los procesos de fabricación residuos o excedentes mediante sistemas de valorización de estos con el fin de alargar su vida útil y favorecer la economía circular, evitando que acaben en vertederos. Actualmente, se pueden encontrar diversas formas de tratado de residuos de poliuretano y sus derivados, tales como la recuperación de energía, el reciclado mecánico y el reciclaje químico. Pero no hay un tratamiento claro ni reutilización específica para los desperdicios de este material cuando se encuentran mezclados con otros como se produce en el caso de los techos de vehículos, dificultando el reaprovechamiento de los mismos.

Por su parte, el sector de la edificación es uno de los más importantes siendo uno de los principales motores de la economía europea. Genera casi el 10% del PIB y crea 20 millones de empleos en Europa, centrándose sobre todo en pequeñas y medianas empresas. El uso de materiales que emplea este sector en su labor diaria, así como su tratamiento y transporte, representa el 42% de nuestro consumo final de energía, siendo aproximadamente el 35% de nuestras emisiones de gases de efecto invernadero y más del 50% de todos los materiales extraídos.

Con esta situación como punto de partida, la invención que se propone se centra en la utilización de residuos poliméricos, por ejemplo los residuos con poliuretano valorizados procedentes de techos completos de vehículos generados en la industria de la automoción, pasando a ser una materia prima en la fabricación de productos prefabricados para su empleo en el sector de la edificación e ingeniería civil, con la consiguiente disminución del uso de recursos naturales (áridos, cemento, energía, agua, emisiones de CO₂, etc.) y el beneficio medioambiental que ello conlleva.

La cantidad de residuo empleado en sustitución de las materias primas tradicionales dependerá de las propiedades finales que se quieran obtener en cada caso siguiendo los requerimientos de aplicación, tanto en estado fresco como en estado endurecido, alcanzando los valores mínimos exigidos por la normativa vigente.

Se pretende establecer un sistema para la aplicación real de la economía circular en estos sectores, con la valorización de residuos que se generan en grandes cantidades, desarrollando soluciones de innovación eco-sostenible con la elaboración de

adoquines prefabricados para su empleo en la edificación e ingeniería civil.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- 5 La presente invención queda establecida y caracterizada en las reivindicaciones independientes, mientras que las reivindicaciones dependientes describen otras características de la misma.

10 Concretamente, la invención proporciona un prefabricado de cemento, con resistencia mejorada, y aligerado con residuos industriales de origen polimérico, elaborado en forma de adoquín para su idoneidad en la elaboración de solados de edificación o ingeniería civil.

15 La naturaleza y propiedades de los materiales de construcción, más concretamente en aquellos que tienen como conglomerante principal el cemento, hace viable la valorización de residuos poliméricos procedentes de paneles aislantes mezclados con otros materiales tales como adhesivos, óxidos metálicos, restos de pintura y/o enlucidos.

20 Al reutilizarse el residuo completo, sin separar los diferentes materiales que lo componen, principalmente poliuretano y fibra de vidrio, facilita su valorización a la vez que se disminuyen los costes de clasificación o división y reduce el envío a los vertederos.

25 El adoquín prefabricado está compuesto por una mezcla de materias primas, incluido el residuo como tal, que se especifican a continuación:

- cemento comercial;
 - árido para morteros;
 - residuo triturado con matriz de poliuretano y fibra de vidrio;
- 30 • 0,8% de porcentaje de aditivos reductores de agua y agua respecto al peso del conglomerante o cemento, que modifican las propiedades químicas de los componentes de la mezcla y reducen entre un 3,5% y un 10% la cantidad de agua necesaria para el amasado;

La dosificación cemento/agregado de estos adoquines prefabricados es variable y se realiza en peso, teniendo en cuenta que cómo agregado se considera la suma del árido más el residuo polimérico.

5

En una forma de fabricación de estos prefabricados, pudiéndose realizar más combinaciones, el cemento empleado puede ser cualquiera de los incluidos en la norma EN 197-1.

- 10 Los áridos utilizados en la elaboración de la dosificación de los morteros cumplen las especificaciones indicadas en la norma de aplicación EN 13139 “Áridos para morteros”, con el uso de partículas menor a 4 mm, con una arena cuyas formas son redondeadas y poco angulosas, propias de los áridos naturales granulares.

- 15 La alteración provocada en los componentes del adoquín de cemento prefabricado objeto de la invención por la adición de aditivo ayuda a mantener y mejorar las propiedades y resistencias mecánicas dentro de los valores exigidos por la normativa de aplicación obteniéndose materiales reciclados con capacidades físicas y mecánicas propicias para el empleo estimado, a la vez que se consigue una reducción de la
20 densidad con respecto a los morteros ligeros tradicionales.

- La cantidad de agua empleada en las dosificaciones garantiza una consistencia y trabajabilidad apropiadas para este tipo de elementos, presentando una consistencia seca al tratarse de materiales que se compactan por apisonado, de acuerdo con la
25 norma EN 1338 “Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo”.

- Los adoquines prefabricados de hormigón se consideran de Clase A1 con respecto a su reacción frente al fuego, al igual que si son utilizados como cubiertas, satisfaciendo estos los requerimientos de comportamiento frente al fuego externo sin necesidad de
30 realizar ensayos específicos, como se recoge en la norma de aplicación EN 1338 “Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo”.

- Los adoquines de cemento prefabricado aligerados con la incorporación del residuo con matriz polimérica analizado en esta invención, con las diferentes proporciones de
35 cada componente desarrolladas, mejoran las propiedades físicas y mecánicas de los

prefabricados, reduciendo hasta en un 13% de su peso con respecto a los adoquines tradicionales, y respecto de materiales comerciales al uso.

Asimismo, el proceso según la invención contempla las siguientes etapas para la
5 consecución del adoquín prefabricado:

- i) Molienda de los residuos de matriz polimérica, para transformarlo en una materia prima que pueda ser empleada en la mezcla con un tamaño inferior a 4mm.
- 10 ii) Mezcla en seco del cemento en polvo, el árido y el residuo de matriz polimérica.
- iii) Adición del agua junto al aditivo empleado en cantidades acordes para conseguir la consistencia y trabajabilidad que exige el producto.
- iv) Homogeneización de la dosificación, vertido en los moldes de dimensiones
15 comerciales, vibrado y compactado de la mezcla y secado de la misma.

Para obtener una correcta distribución de todas las materias primas y fabricar una mezcla homogénea, se mezclan por un lado el cemento, el árido y el residuo y, por otro lado, se disuelve el aditivo sobre el agua y se vierten ambos sobre los
20 componentes anteriores para mejorar el efecto del superplastificante. A continuación, se prosigue la elaboración del mortero de forma convencional.

Siguiendo las diferentes posibilidades de combinaciones descritas anteriormente, se elaboran adoquines de cemento de dimensiones y formas comerciales propicias para
25 su colocación en obra de manera simple como producto prefabricado, con las dimensiones 200 mm de largo, 100 de ancho y 60 mm de alto.

Las siguientes dosificaciones no limitativas tienen como fin la ilustración de esta invención.

30 Para todas ellas se emplea un cemento tipo CEM I, tipo Portland, con una composición en masa de un 95-100% de clínker y un 0-5% de componentes minoritarios. Todos estos valores hacen referencia al núcleo de cemento con exclusión del sulfato de calcio y de cualquier aditivo. Las exigencias mecánicas cumplen con una resistencia a
35 compresión a 2 días ≥ 30 MPa y a 28 días $\geq 52,5$ MPa. El inicio de fraguado es ≥ 45

minutos y la expansión ≤ 10 mm, lo que cumple con las exigencias físicas acordes en la normativa de aplicación. Presenta una densidad aparente de 1110 Kg/m^3 . Con respecto a los requerimientos en su composición química también son apropiados, con una pérdida por calcinación $\leq 5\%$, el residuo insoluble $\leq 5\%$, el contenido en sulfatos $\leq 4\%$ y el porcentaje de cloruros $\leq 0,10\%$.

El árido que se emplea es un 0/4 con un contenido en finos máximo que pasa a través del tamiz de $0,063 \text{ mm}$ del 5% , siendo su densidad aparente de $1674,5 \text{ Kg/m}^3$.

10 Aplicando una de las formas de valorización, se reutiliza un residuo de poliuretano procedente del triturado de techos de vehículos completos, teniendo el residuo final una densidad aparente de $92,9 \text{ Kg/m}^3$ y una densidad real de 1683 Kg/m^3 . El residuo se emplea como árido, sustituyendo dicho árido por residuo en porcentajes de hasta el 60% en volumen.

15

Para configurar una de las posibilidades de reutilización, se ha utilizado un tipo de aditivo (superplastificante y reductor de agua de alta actividad) en la elaboración de los diferentes morteros, modificando de esta forma las propiedades químicas de sus componentes para conseguir una mejora sustancial en la hidratación del cemento ya que reduce de forma notable la cantidad de agua requerida con la inclusión del residuo en cada una de las dosificaciones, a la vez que mejora sus propiedades mecánicas. En cada una de las mezclas se empleará un porcentaje de este aditivo del $0,8\%$ respecto al peso de cemento como indica el fabricante.

25 Los valores de desgaste obtenidos se encuentran muy por debajo del desgaste permitido por norma, de hasta 20 mm . Esto supone que el material cuenta con una matriz muy robusta, con la ventaja técnica de durabilidad en el tiempo, evitando la pérdida de material por desgaste por fricción.

30 Las mejoras técnicas con respecto a otros productos, permiten el empleo de estos materiales especialmente en zonas de tránsitos elevados y desgaste por abrasión exigentes, y en zonas húmedas o suelos en los que sea necesaria una elevada resistencia al deslizamiento, ya que todos los resultados que se obtienen caracterizando al material frente a esta propiedad se encuentran muy por encima del requerimiento mínimo normativo europeo de 45 URSV (norma EN 127338).

35

Todos los ensayos se han desarrollado siguientes las indicaciones marcadas en la norma EN 1338 “Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo”, cumpliéndose en todos los casos los requisitos exigidos por esta.

5

Ejemplo 1

Se mezcla el cemento tipo CEM I 52.5 R con el árido al que se aplica una reducción del 20% en volumen, sustituyéndose esa cantidad por el residuo triturado con matriz polimérica en base poliuretano y fibra de vidrio (con tamaño de partícula inferior a 4 mm). La dosificación cemento/agregado en peso es de 1/3, considerándose a este último como la suma del árido más el residuo polimérico, añadiéndose un 0,8% de aditivo respecto al peso de cemento utilizado para elaborar la muestra. Se trata de un aditivo superplastificante, reductor de agua de alta actividad 5-cloro-2-metil-2H-isotiazol-3-ona y 2metil-2H-isotiazol-3-ona en relación 3:1 dentro de su estructura. La dosificación en peso se indica en la Tabla 1, y las propiedades en estado endurecido se indican en la Tabla 2 y en la Tabla 3.

Ejemplo 2

Se mezcla el cemento tipo CEM I 52.5 R con el árido al que se aplica una reducción del 40% en volumen, sustituyéndose esa cantidad por el residuo triturado con matriz polimérica en base poliuretano y fibra de vidrio (con tamaño de partícula inferior a 4 mm). La dosificación cemento/agregado en peso es de 1/3, considerándose a este último como la suma del árido más el residuo polimérico, añadiéndose un 0,8% de aditivo respecto al peso de cemento utilizado para elaborar la muestra. Se trata de un aditivo superplastificante, reductor de agua de alta actividad 5-cloro-2-metil-2H-isotiazol-3-ona y 2metil-2H-isotiazol-3-ona en relación 3:1 dentro de su estructura. La dosificación en peso se indica en la Tabla 1, y las propiedades en estado endurecido se indican en la Tabla 2 y en la Tabla 3.

Ejemplo 3

Se mezcla el cemento tipo CEM I 52.5 R con el árido al que se aplica una reducción del 60% en volumen, sustituyéndose esa cantidad por el residuo triturado con matriz polimérica en base poliuretano y fibra de vidrio (con tamaño de partícula inferior a 4 mm). La dosificación cemento/agregado en peso es de 1/3, considerándose a este último como la suma del árido más el residuo polimérico, añadiéndose un 0,8% de

aditivo respecto al peso de cemento utilizado para elaborar la muestra. Se trata de un aditivo superplastificante, reductor de agua de alta actividad 5-cloro-2-metil-2H-isotiazol-3-ona y 2metil-2H-isotiazol-3-ona en relación 3:1 dentro de su estructura. La dosificación en peso se indica en la Tabla 1, y las propiedades en estado endurecido se indican en la Tabla 2 y en la Tabla 3.

Tabla 1

Ej.	Cemento (kg)	Árido (kg)	Residuo de matriz polimérica (kg)	Porcentaje de árido sustituido por residuo	Agua (kg)	aditivo (kg)
1	0,60	1,44	0,020	20%	0,18	0,005
2	0,60	1,08	0,040	40%	0,18	0,005
3	0,60	0,72	0,060	60%	0,18	0,005

Tabla 2

Ej.	Densidad en seco (kg/m ³)	Dureza Shore C	Compresión (MPa)	Carga de Rotura (N/mm)
1	2180	90	5,1	565
2	2155	86	4,3	482
3	2150	84	3,80	420
Requerimiento mínimo	-	-	3,60	250

10

Tabla 3

Ej.	Absorción de Agua (%)	Resistencia Desgaste por Abrasión (mm)	Comportamiento al Fuego	Resistencia al Deslizamiento /Resbalamiento (USRV)
1	5,2	14	A1	56
2	5,9	16	A1	59
3	7,6	17	A1	60
Requerimiento mínimo	≤6,0	≤20	A1	≥45

Se observa que la resistencia a compresión mejora hasta en un 6%. También se incrementa la resistencia a carga de rotura hasta un 9%, siendo mayor que otros materiales similares ya existentes, con valores de entre 420 N/mm y 565 N/mm. Y

también se aprecia una disminución de un 10% de porosidad en la matriz del producto.

La resistencia al desgaste por abrasión comprendida entre 14 y 17 mm supone hasta un 30% de disminución respecto de los estándares mínimos normativos exigidos a
5 nivel europeo.

La resistencia al deslizamiento que se sitúa entre 56 y 60 URSV, lo que supone un aumento en esta propiedad en un valor de hasta el 21% con respecto a productos similares ya existentes.

10

Mencionar que el prefabricado de cemento aligerado con residuos industriales de origen polimérico y fibra de vidrio, en forma de adoquín se observa como especialmente adecuado para su fabricación y utilización como solados, pavimentos, losas y otras estructuras similares que permitan el tránsito sobre ellos de manera segura y cómoda,
15 con dosificaciones variables en función del tipo de tránsito y del tipo de suelo tanto en edificación como en obra civil.

Todos los productos prefabricados cumplen con las exigencias en sus dimensiones nominales con una tolerancia máxima posible indicada por la norma UNE 1338
20 “Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo”, así como un aspecto sin grietas, exfoliaciones o eflorescencias en su cara vista.

Se comprobarán todos estos aspectos para certificar la conformidad de los prefabricados y se realizará la toma de muestras y recepción de cada partida
25 siguiendo las exigencias indicadas en la norma UNE 127338 “Propiedades y condiciones de suministro y recepción de los adoquines de hormigón.”

Breve descripción de los dibujos

30 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un dibujo en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista de un adoquín de cemento de dimensiones y formas comerciales propicias para su colocación en obra de manera simple como producto
35 prefabricado;

REIVINDICACIONES

1.- Prefabricado de cemento aligerado con residuos industriales de origen polimérico y fibra de vidrio, fabricado en forma de adoquín para la elaboración de solados y otras unidades de obra similares en la edificación e ingeniería civil, con la siguiente composición:

- cemento comercial;
- árido;
- residuo triturado procedente de techos de vehículos completos reciclados, compuesto por una matriz polimérica y fibra de vidrio;
- aditivos en una proporción del 0,8% respecto al peso del cemento, y
- agua.

2.- Prefabricado de cemento aligerado con residuos industriales de origen polimérico y fibra de vidrio en forma de adoquín según la reivindicación 1, caracterizado por una densidad aparente comprendida entre 2150 kg/m³ y 2180 kg/m³.

3.- Prefabricado de cemento aligerado con residuos industriales de origen polimérico y fibra de vidrio, en forma de adoquín según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por una resistencia a compresión comprendida entre 3,8 MPa y 5,1 MPa.

4.- Prefabricado de cemento aligerado con residuos industriales de origen polimérico y fibra de vidrio, en forma de adoquín según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por una resistencia a carga de rotura con valores de entre 420 N/mm y 565 N/mm.

5.- Prefabricado de cemento aligerado con residuos industriales de origen polimérico y fibra de vidrio, en forma de adoquín según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por una resistencia al desgaste por abrasión comprendida entre 14 y 17 mm.

6.- Prefabricado de cemento aligerado con residuos industriales de origen polimérico y fibra de vidrio, en forma de adoquín según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por una absorción de agua total que se encuentra entre 5,2% y 5,9%.

7.- Prefabricado de cemento aligerado con residuos industriales de origen polimérico y fibra de vidrio, en forma de adoquín según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por una resistencia al deslizamiento que se sitúa entre 56 y 60 URSV.

5 8.- Prefabricado de cemento aligerado con residuos industriales de origen polimérico y fibra de vidrio, en forma de adoquín según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por una dureza superficial Shore C comprendida entre 84 y 90.

9. Prefabricado de cemento aligerado con residuos industriales de origen polimérico y
10 fibra de vidrio, en forma de adoquín según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, según reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por tener unas dimensiones de (200x100x60) mm³.

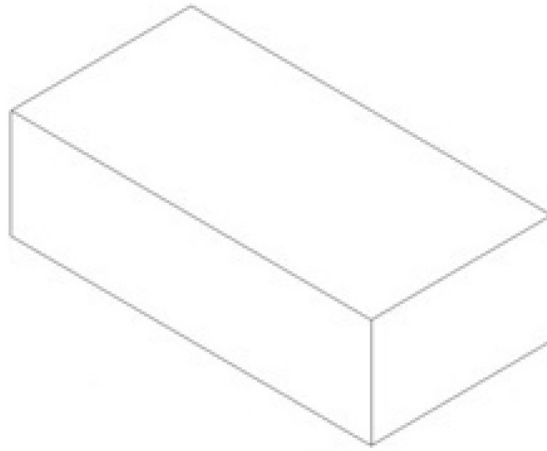


Figura 1