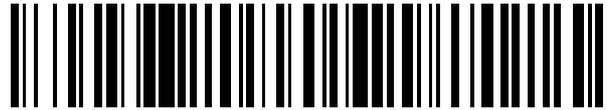


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 256**

21 Número de solicitud: 201300758

51 Int. Cl.:

**C04B 18/14** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**03.08.2013**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**03.06.2015**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE CÁDIZ (100.0%)  
C/ Ancha, 16  
11001 Cádiz ES**

72 Inventor/es:

**RUBIO CINTAS, María Dolores;  
PARRON VERA, Miguel Ángel y  
CONTRERAS DE VILLAR, Francisco**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de hormigón de escoria**

57 Resumen:

Procedimiento para la fabricación de hormigón de escoria, para la valorización de un residuo industrial, en este caso la escoria originada en la industria del acero de horno de arco eléctrico, mediante su encapsulación en una matriz cerámica de un material compuesto como es el hormigón, empleándola como conglomerante hidráulico. El procedimiento consiste en sustituir una parte del cemento, que se aplica como conglomerante, por escoria de acero inoxidable, dadas sus características aglutinantes, en una cantidad de hasta un 25% total del cemento. Dichas escorias son altamente abrasivas, lo que confiere al hormigón resultante una resistencia elevada al desgaste. Esta característica hace que el hormigón obtenido mediante este procedimiento resulte óptimo para la fabricación de estructuras tales como acrópodas, tetrápodos y/o cajones para relleno marino dispuestos como escolleras en abrigo del mar.

ES 2 537 256 A1

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la fabricación de hormigón de escoria.

### 5 Sector de la técnica

Aplicación de un residuo industrial, en este caso la escoria originada en la industria del acero de horno de arco eléctrico, encapsulándola en una matriz cerámica de un material compuesto como es el hormigón, empleándola como conglomerante hidráulico.

10

En cuanto al sector industrial es destacable su aplicación en la construcción de sistemas estructurales de contención y control, especialmente en el ecosistema litoral debido a su rápido e intenso intercambio de materia y energía.

15

Su aplicación principal radica en la fabricación de acrópodas, tetrápodos y/o cajones para relleno marino dispuestos como escolleras en abrigo del mar.

20

Otras aplicaciones posibles se encuentran en la contención de las tierras en puentes y pasarelas, estando sometidos a cargas provenientes de la estructura y a presiones derivadas del terraplén. Así mismo es posible su uso en estribos o contrafuertes como nexo de unión del tablero a la vía, así como elementos de cimentación esbeltos de obra que permite controlar y trasladar las cargas a un estadio resistente del suelo. Por último es reseñable su aplicación como pilotes hincados o construyéndole su cavidad antes de hormigonar, o bien como micropilotes.

25

### Estado de la técnica

30

El uso de productos de desecho procedentes de la industria del acero, como componentes de la formulación de hormigón está ampliamente documentado en el estado de la técnica. Especialmente en cuanto a la aplicación de las escorias como sustitutos de áridos.

35

No obstante no se han encontrado referencias en cuanto a la aplicación de dichas escorias como sustitutos del cemento. Dicho de otro modo, su uso como componente aglomerante del hormigón.

40

Se ha encontrado en la literatura de patentes distintas referencias orientadas al uso de escorias y otros residuos como aportes a la mezcla en función del volumen aparente, sin condicionar en ningún momento sus coeficientes de aporte para la obtención del volumen real de la mezcla. Entre las referencias más destacables podemos reseñar las siguientes:

45

En la patente ES2204046 se presentan técnicas para el procesado de escoria de acería de alto horno, distintas en su composición a la de horno de arco eléctrico, en su solidificación y posterior destino como árido.

50

En ES2269295 se referencia el Procedimiento para procesar escoria, esta vez de acero inoxidable, e idénticas cualidades y uso que la invención anterior.

50

En cuanto a la utilización de un conglomerante de cemento en la inertización o inmovilización de residuos, en la patente ES2180085 se encapsulan los residuos finales, es decir materiales a los que no es posible aplicar ningún proceso de valoración, en las

que incluye residuos sólidos urbanos, escorias no ferrosas de altos hornos, y otros residuos.

5 Por otro lado, existen distintos procedimientos donde se procesan las escorias de acero inoxidable. Así en la patente ES2262484, se describe un proceso en el que se realiza una etapa de trituración de la escoria, con objeto de hacer más homogéneas las propiedades de las partículas. De esta manera se consigue un material de mayor calidad para aplicarse, por ejemplo en hormigón o materiales similares. Opcionalmente, dicha etapa puede realizarse una vez que se han extraído los fragmentos de escoria de mayor  
10 tamaño mediante tamizado. Las escorias así trituradas, se embeben en una matriz endurecible a fin de producir asfalto que contiene las partículas de las escorias en un estado aglutinado.

15 La patente ES2353071, describe otro procedimiento similar a los anteriores introduciendo el asfalto como matriz además del hormigón y mortero hidráulico.

### **Descripción de la invención**

20 Una de las preocupaciones que tienen las empresas siderúrgicas es la eliminación de sus escorias, residuos que se generan en la fabricación del acero, en especial del acero inoxidable.

25 Ello provoca un problema medioambiental como consecuencia de la acumulación del residuo generado, así como por el coste económico que representa su eliminación mediante el depósito en vertederos.

30 En determinados países, este tipo de residuo, una vez inertizado y dada su baja nocividad, se vierte directamente al mar. No obstante si se realiza el encapsulado de dicho residuo mediante hormigón, cualquier posible componente que fuera nocivo, por mínima que sea su presencia, permanecerá neutralizado y se impedirá su salida al exterior.

35 La invención propuesta consiste en un procedimiento para la fabricación de hormigón mediante la adición de escorias de acero inoxidable de horno de arco eléctrico, o bien sustitución de parte del cemento por estas escorias, para la obtención de una formulación de hormigón especialmente indicada para la construcción estructuras de contención y control, óptimamente sostenibles y energéticamente más baratas.

40 Mediante el empleo de la escoria al hormigón se consigue la valorización de este residuo que, siendo básico y abrasivo originará menores problemas cuando se emplee en la fabricación de las escolleras marinas, como consecuencia del batir de las olas. Así mismo, se elimina la aparición de enfermedades que se puedan generar en el hormigón, dado que dicho material adquiere una basicidad muy elevada.

45 La adición de escorias, en relación al cemento empleado se estima en una proporción de un 15% como máximo, según la dosificación necesaria para la fabricación de un determinado bloque estructural. En el caso de sustitución, la proporción óptima es de hasta un 25% de cemento que es sustituido por escoria.

50 El producto obtenido mediante la presente invención, consiste en un hormigón con características óptimas para la construcción de acrópodos, tetrápodos y/o cajones para

relleno marino utilizados como escolleras, su uso en estribos o contrafuertes, o como pilotes o micropilotes.

### **Modo de realización de la invención**

5

El procedimiento para la fabricación de hormigón de escorias de acero inoxidable de horno de arco eléctrico objeto de la presente invención puede presentar dos modalidades. En el primer caso la escoria se emplea como aditivo, pudiendo controlarse el tamaño del diámetro de las escorias. En la segunda modalidad las escorias se emplean como sustituto de una fracción del cemento en la fabricación de hormigón, sin que sea necesario ningún tipo de afino en cuanto al diámetro de estas escorias.

10

#### **1. Procedimiento para la elaboración de hormigón con adición de escoria.**

15

La invención en su primera modalidad emplea el cemento como aglomerante y se adicionan hasta un 15% como máximo de la cantidad de cemento que se emplee en la fabricación de hormigón, según la dosificación necesaria para la construcción de una determinada estructura. Estas escorias deberán ser previamente trituradas, hasta obtener un rango de tamaño de partícula inferior a 5mm para formar una capa de estabilización para su inertización y obtención de una misma base granular. De la misma manera es posible emplear una fracción más gruesa de las escorias trituradas en combinación con diferentes tipos de áridos, machados, triturados, redondeados etc.

20

25

Los resultados obtenidos para un hormigón convencional con una rotura a 28 días consistieron en valores medios de 55 MPa de resistencia mecánica a la compresión según norma UNE-EN 12390-3.

El procedimiento de elaboración del hormigón con adición de escoria

30

a) Calcular la cantidad de material necesario para un amasado, en función del tamaño de la amasadora.

35

b) Elaboración de una tabla con las adiciones necesarias de cemento, arena, grava, árido intermedio y agua. La mezcla utilizada tendrá una proporción 1:5 entre cemento y árido, proporción que se mantendrá fija en el estudio del primer ensayo con proporciones de curva de cemento sin aditivos convencional para tenerlo como referencia.

40

c) Adición de escoria como aditivo del producto final, en una proporción máxima del 25% de la cantidad de cemento que se emplee en la fabricación de hormigón.

45

d) Amasado con las proporciones requeridas.

e) Verificación de la docilidad del hormigón, su cohesión, consistencia, compacidad y homogeneidad.

#### **2. Procedimiento para la elaboración de hormigón por sustitución de cemento por escoria.**

50

En la segunda modalidad, directamente se sustituye una parte del cemento, que se aplica como conglomerante, por escoria de acero inoxidable dadas sus características

aglutinantes. Además las escorias son muy abrasivas, lo que hace que el hormigón resultante sea muy resistente al desgaste lo que lo hace óptimo para la fabricación de estructuras anteriormente citadas. Es decir se utilizarán estas escorias como sustitutivo en una cantidad de hasta un 25% total del cemento.

5

De esta manera las escorias quedan encapsuladas en la matriz que constituye el cemento, lo que hace a este material especialmente atractivo desde el punto de vista medioambiental. Esto hace que en los ensayos de lixiviados realizados con este tipo de material no se aprecie cromo, presente en las escorias, como consecuencia de este encapsulamiento, que impide la salida al medio ambiente de metales pesados.

10

Los valores medios obtenidos para este caso fueron de 44.23 MPa. Si bien la resistencia disminuye, se consigue la valorización de un producto residual, como la escoria, al incluirlo en un producto procesado como es el hormigón.

15

En este ejemplo no es necesario ningún tipo de afino en lo referente al tamaño del diámetro de la escoria, sino que directamente se sustituye una parte del cemento que se aplica como conglomerante por escoria de acero inoxidable. Es decir, se utilizan estas escorias como sustitutivo en una cantidad de hasta un 25% total del cemento.

20

El procedimiento de obtención de este tipo de hormigones comienza con la determinación del contenido de mortero que proporcione a la mezcla la adecuada docilidad (la falta de mortero en la mezcla acarrea porosidad y fallos en el hormigón). Para determinar el contenido ideal de mortero se mantiene fija la cantidad de árido grueso y se va aumentando la cantidad de mortero hasta que el hormigón presente una adecuada consistencia y cohesión, que se verifica con observaciones prácticas mediante un proceso de prueba y ensayo. Los pasos a seguir son:

25

a) Calcular la cantidad de material necesario para un amasado, en función de la cantidad de material que se vaya a producir.

30

b) Elaboración de una tabla con las adiciones necesarias de cemento, arena, grava, árido intermedio y agua. La mezcla utilizada tendrá una proporción 1:5 entre cemento y árido, proporción que se mantendrá fija en el estudio del primer ensayo, en el que tendremos un hormigón convencional

35

c) Sustitución de hasta un 25% del cemento empleado, por escoria de horno de arco eléctrico, manteniendo constante la proporción existente respecto de los áridos empleados.

40

d) Amasado con las proporciones requeridas.

e) Verificación de la docilidad del hormigón, su cohesión, consistencia, compacidad y homogeneidad. Del nuevo hormigón en comparación con el primer ensayo.

45

A continuación se describen los distintos ensayos que se han llevado a cabo para caracterizar el material resultante:

50

### Determinación de la relación Agua/Cemento A/C para la consistencia escogida

Utilizando la misma mezcla para la que se ha definido el contenido ideal de mortero, se comprueba la consistencia con el cono de Abrams. En el caso de que no sea la  
5 estipulada, se hace el ajuste necesario y se obtiene la relación A/C adecuada.

### Descripción de las probetas

Para la realización de los ensayos mecánicos se utilizaron dos tipos de probetas  
10 diferentes.

- Para las sustituciones de cemento por escoria, es de hasta el 25% del cemento, mientras que para la comparativa con el hormigón convencional según normativa y relación a/c, la geometría de las probetas utilizada, según normativa UNE-EN 12390-1,  
15 fueron cilíndricas, de diámetro  $d$  y altura  $2d$  que en nuestro caso, corresponden a 45 mm de diámetro y 90 mm de altura

- Las probetas cilíndricas se tallaron sin alteración del mortero y árido grueso. Como la superficie era plana se prescindió del refrentado o alisado de la superficie mediante  
20 azufre.

- Estos hormigones se fabricaron en una amasadora de eje vertical con cuba giratoria y paletas fijas, con una capacidad de 80 litros.

- La secuencia que se ha utilizado en lo referente a la introducción de los materiales ha sido: cemento, escoria, arena, árido grueso, grava. Una vez mezclados durante 3 minutos posteriormente el agua y el aditivo mineral añadido este lentamente para una buena  
25 mezcla de los materiales, observando dicha mezcla fuera homogénea. El tiempo total de amasada giraba en torno a los 10 minutos.

- Una vez amasados los hormigones propuestos, se vaciaron en moldes, vibrándose en una mesa para su compactación, a una frecuencia de 42 Hz (2400 ciclos por minuto) según normativa UNE 12390-2.  
30

- Las probetas fueron cubiertas con un plástico durante 24 horas y a continuación, fueron desmoldadas y llevadas a una cámara húmeda para su curado, siendo éste un recinto que permite mantener en su interior una humedad relativa igual o superior al 95% y una temperatura de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Por último, se produce la extracción de probetas testigo con las  
35 cuales se realizaron los ensayos.

- Estas probetas han sido mantenidas en la cámara, hasta su utilización, 24 horas antes de realizar el ensayo.  
40

- Para la realización de los ensayos a compresión se han utilizado, por cada uno de ellos, tres probetas, a 7 y 28 días, respectivamente.  
45

### Densidad del material

Para determinar la densidad del hormigón se ha utilizado la norma UNE 12390-7:2000.  
50 Los aparatos que se han utilizado para determinar la densidad del material según esta normativa han sido:

- Calibre para determinar las dimensiones de la probeta.
- Balanza, equipada con un estribo, para poder pesar la probeta tanto en el aire como en el agua, con una precisión del 0,1% de su masa.
- Tanque de agua, equipado con un mecanismo para mantener constante el nivel de agua y de tamaño suficiente para permitir que la probeta sobre el estribo esté completamente sumergida a profundidad constante.
- Estufa de tiro forzado, capaz de mantener la temperatura a  $(105 \pm 5^\circ\text{C})$ .
- Para la realización de este estudio, el volumen mínimo de la probeta ha de ser de 0.785 litros. Las probetas estudiadas no excederán el tamaño máximo de árido grueso (25 mm), en nuestro caso dicho tamaño máximo fue de 16 mm.

La norma indica el siguiente proceso bajo las cuales se puede determinar la masa de una probeta:

- En condiciones de recepción. Los resultados de las medidas en la recepción se pesaron con una precisión de 0.1% de la masa de la probeta.
- Saturada en agua. En este caso la probeta se debe sumergir en agua a  $(20 \pm 2^\circ\text{C})$  hasta que la variación de peso, trascurridas 24 horas de inmersión, resulte inferior al 0.2%, habiendo secado superficialmente la probeta con un paño húmedo antes de cada pesada.
- Secada en estufa. En este caso la probeta se seca en estufa de tiro forzado a  $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$  hasta que la variación de peso, trascurridas 24 horas, resulte inferior al 0.2%. Antes de cada medida se debe dejar enfriar la probeta hasta la temperatura ambiente en un recipiente hermético seco o en un desecador. Se debe anotar el valor de la masa de la probeta desecada en estufa.

Una vez realizados todos los cálculos obtuvimos un valor de densidad del material de 2650 kg/m<sup>3</sup>, siendo la del hormigón convencional de 2600 kg/m<sup>3</sup>.

Basándonos en los resultados obtenidos, se deduce que la adición de escoria aumenta la densidad del material. Este resultado se explica por la granulometría de las partículas dando lugar a una mayor cantidad de masa con mayor peso específico en las probetas con adición de escorias que en las probetas convencionales sin adición.

#### Pruebas de lixiviación

Para la realización de los exámenes de lixiviado se siguió la norma UNE-EN 12920:2007+A1 Metodología para la determinación del comportamiento en la lixiviación en condiciones especificadas. Los resultados fueron las siguientes:

Se envejecieron las probetas aceleradamente. Este proceso transcurre tras 28 días de curado en cámara húmeda, se sometió a un secado en estufa a 60°C durante 48 horas para después sumergirlas en un baño de agua a 70°C durante otros 32 días. Luego se depositaron en un entorno agresivo expuestas a la intemperie. Una vez envejecida se procedió a desarrollar la misma técnica que se describe a continuación.

Para el ensayo de lixiviación La probeta ha sido sumergida en 800ml de agua destilada durante 24 horas. Transcurrido el periodo de ensayo, se ha procedido a la extracción de la muestra y la disolución del lixiviado ha sido transferida a un matraz aforado de 1000 ml enrasando con agua destilada. El ensayo ha sido repetido sumergiendo la probeta 24 horas más en otros 800 ml de agua repitiendo la metodología descrita.

El comportamiento de las escorias de acero inoxidable encapsuladas en el hormigón fueron las siguientes: En la Tabla I aparecen los resultados en ppm (mg/l) de los dos lixiviados.

Tabla I

Componentes probeta			Cemento+ Grava + Escoria				Hormigón convencional	
Lixiviación			1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
Peso probeta (gr)			360,15		352,1		353,26	
Límites de Detección (LD)(ppm)	0,034	As	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,1	Ca	1,88	1,48	1,72	1,25	1,56	1,76
	0,002	Cd	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,004	Cr <sub>Total</sub>	0,006	0,013	0,008	0,046	0,007	0,023
	0,001	Cr <sup>6+</sup>	0,002	<LD	0,001	<LD	<LD	<LD
	0,003	Cu	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,042	Fe	<LD	<LD	0,054	<LD	<LD	<LD
	0,053	Mg	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,001	Mn	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,01	Ni	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,021	Pb	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,09	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	9,00	5,98	11,13	5,29	17,90	14,15
	0,021	Sn	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,003	Ti	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
0,002	Zn	0,010	0,003	0,010	0,013	0,014	<LD	
1,9	Na	13,52	6,29	15,49	7,90	16,81	7,15	
0,014	Al	0,110	0,048	0,082	0,079	0,071	0,042	
0,056	K	23,60	14,59	31,75	18,46	28,15	17,87	
0,025	Si	2,88	2,09	3,59	2,40	2,75	1,90	
TDS (ppm)			72,05	44,57	82,99	52,21	82,59	54,09
Conductividad (µS/cm)			129,1	80,9	148,3	94,3	147,6	97,6
pH			8,960	8,220	9,180	8,530	8,990	8,160

En la Tabla II se refieren dichos resultados al peso de muestra ensayada (mg/kg).

Tabla II

Componentes probeta			Cemento+ Grava + Escoria				Hormigón convencional	
Lixiviación			1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
Peso probeta (gr)			360,15		352,1		353,26	
Límites de Detección (mg/Kg)	0,093	As	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,280	Ca	5,226	4,112	4,876	3,553	4,408	4,977
	0,006	Cd	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,011	Cr <sub>Total</sub>	0,017	0,036	0,022	0,130	0,020	0,065
	0,003	Cr <sup>6+</sup>	0,004	<LD	0,004	<LD	<LD	<LD
	0,009	Cu	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,117	Fe	<LD	<LD	0,153	<LD	<LD	<LD
	0,146	Mg	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,003	Mn	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,029	Ni	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,058	Pb	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,250	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	24,990	16,613	31,610	15,016	50,671	40,055
	0,058	Sn	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,009	Ti	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	0,006	Zn	0,026	0,007	0,030	0,036	0,039	<LD
	5,280	Na	37,540	17,462	43,993	22,423	47,585	20,243
	0,039	Al	0,305	0,132	0,233	0,224	0,202	0,118
	1,560	K	65,528	40,511	90,173	52,428	79,686	50,586
	0,070	Si	7,983	5,800	10,185	6,808	7,796	5,364
	TDS		200	124	236	148	234	153

A partir de estas tablas, como era previsible, en la segunda lixiviación se observa una disminución en la concentración de las especies lixivias. El hecho que algunos elementos tales como el Cr<sub>Total</sub> presente valores ligeramente superiores al volver a lixiviar,

se debe a la disminución del pH y la consiguiente disolución parcial de sus hidróxidos, siendo L/D límite de detección y TDS referido a 1 ppm en un miligramo de disolvente sólido por cada quilogramo de agua.

- 5 En la Directiva sobre "Criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos", se exponen los Valores Límites de Lixiviación, según los criterios establecidos para los residuos peligrosos admisibles en vertederos para residuos no peligrosos. El límite máximo para el cromo total es de 4 mg/Kg de materia seca calculados en términos de liberación total, para unas proporciones entre líquido y sólido  
10 (LIS) de 2 l/kg. Siendo este valor el menos permisivo del conjunto de tablas que se dictan en esta Directiva Europea.

Si hacemos el balance en mg/kg de materia seca del cromo total de la tabla I anterior y con una fácil proporción se determina que en nuestras muestras la lixiviación es menor.

- 15 Comparándolo con un litro de agua, si lo llevamos a la proporción formulada en la tabla de 1 l/kg este valor llega a 0,369 mg/kg muy por debajo del límite máximo de 4 mg/kg que impone la norma.

- 20 La variabilidad del resto de óxidos metálicos es grande cualitativamente pero despreciable cuantitativamente por la desproporción existente, siendo la más estrecha la marcada anteriormente en el  $Cr_{total}$  que representa una décima parte del límite asignado. La media de estos parámetros es inferior al 5%.

- 25 Además de los valores límite de lixiviación mencionada en la tabla 2.3.1 Diario Oficial de las Comunidades Europeas DO L 11 de 16.1.2003, p. 27/48; Directiva con la Decisión del Consejo de 19/12/2002 2003/33/CE, por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y el anexo II de la Directiva 1999/31/CEE, los residuos granulares deberán cumplir los  
30 criterios adicionales siguientes:

Parámetro pH \_\_\_\_\_ Valor límite  $\geq 6$

El menor valor registrado en la analítica es 8,22, superior al señalado en la norma.

- 35 Los residuos estables no reactivos son aquellos cuyo comportamiento de lixiviación no cambiará adversamente a largo plazo en las condiciones de diseño del vertedero, o en caso de accidentes previsibles:

- 40 • en el residuo considerado de forma aislada (por ejemplo, por biodegradación),  
• bajo los efectos de condiciones ambientales a largo plazo (por ejemplo, agua, aire, temperatura y restricciones mecánicas),  
45 • por el efecto de otros residuos (incluidos productos de residuos tales como lixiviados y gas).

La encapsulación de las escorias de acero inoxidable en el hormigón como sustitutivo, supera estos condicionantes ya que la vida útil de los elementos estructurales ejecutados  
50 son de larga duración.

**Aplicación industrial**

5 Una de las características más importantes de este tipo de material es su ductilidad y manejabilidad a la hora de su puesta en obra. Asimismo, cabe destacar la resistencia a la abrasión y por tanto al desgaste del material.

10 Dichas características hacen que el material obtenido según lo descrito en esta patente, sea adecuado para su empleo en la construcción de acrópodos, tetrápodos y cajones de relleno para la realización de escolleras para abrigo de puertos, o para impedir el destierre de las playas, mediante la utilización de dichas estructuras durante temporales, al crear tómbolos artificiales.

15 Por otro lado la mezcla generada con este material se podría utilizar a su vez para el asentamiento de terrenos mediante pilotes o micropilotes que estabilicen el suelo evitando el deslizamiento interno así como la erosión del terreno que pudiera producirse por efecto de mal filtrado o deslizamiento del terreno.

20 Puesta en valor de un residuo industrial de enorme volumen que en la actualidad se depositan en vertederos, para su reutilización como material de uso en este tipo de aplicación.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Hormigón de escoria, **caracterizado** porque emplea escoria de acero inoxidable de horno de arco eléctrico, como agente sustitutivo de hasta el 25% del cemento total empleado en su formulación.
2. Procedimiento para la fabricación de hormigón de escoria, según reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende las siguientes etapas:
- 10 a) Calcular la cantidad de material necesario para un amasado, en función de la cantidad de material que se vaya a producir.
- 15 b) Elaboración de una tabla con las adiciones necesarias de cemento, arena, grava, árido intermedio y agua. La mezcla utilizada tendrá una proporción 1:5 entre cemento y árido, proporción que se mantendrá fija en el estudio del primer ensayo. , en el que tendremos un hormigón convencional
- 20 c) Sustitución de hasta un 25% del cemento empleado, por escoria de horno de arco eléctrico, manteniendo constante la proporción existente respecto de los áridos empleados.
- 25 d) Amasado con las proporciones requeridas.
- e) Verificación de la docilidad del hormigón, su cohesión, consistencia, compacidad y homogeneidad.
- 30 3. Uso del hormigón de escoria según reivindicación 1, para la fabricación de sistemas estructurales de contención, tales como tetrápodos, acrópodos, y cajones de relleno, para abrigos de puertos.
4. Uso del hormigón de escoria según 1 para la fabricación de pilotes y micropilotes, empleados en rellenos y estabilización del terreno.



②<sup>1</sup> N.º solicitud: 201300758

②<sup>2</sup> Fecha de presentación de la solicitud: 03.08.2013

③<sup>2</sup> Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.: **C04B18/14** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ <sup>6</sup> Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	BASE DE DATOS WPI EN EPOQUE, AN 2006-476859, KR 20050064968 A (RES INST IND SCI & TECHNOLOGY) 29.06.2005, resumen.	1-4
A	BASE DE DATOS WPI EN EPOQUE, AN 2002-109603, JP 2001278652 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 10.10.2001, resumen.	1-4
A	BASE DE DATOS WPI EN EPOQUE, AN 2010-E69036, KR 100954155 B1 (HANGUKCHEOLDOGISUL YEONGUWON) 20.04.2010, resumen.	1-4
A	BASE DE DATOS WPI EN EPOQUE, AN 2009-F36013, KR 20080112606 A (PARK J G) 26.12.2008, resumen.	1-4
A	BASE DE DATOS WPI EN EPOQUE, AN 2013-F78501, KR 20130035086 A (POSCO) 08.04.2013, resumen.	1-4

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  
22.10.2013

Examinador  
J. García Cernuda Gallardo

Página  
1/4

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

C04B

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 22.10.2013

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-4	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-4	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	KR 20050064968 A (RES INST IND SCIENCE & TECH et al.)	29.06.2005
D02	JP 2001278652 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP)	10.10.2001
D03	KR 100954155B B1 (KRR)	20.04.2010
D04	KR 20080112606 A (PARK JAE GYU)	26.12.2008
D05	KR 20130035086 A (POSCO et al.)	08.04.2013

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

La solicitud se refiere a un hormigón que emplea escoria de acero inoxidable de horno de arco eléctrico, como agente sustitutivo de hasta el 25% del cemento total empleado en su formulación (reiv. 1). Comprende etapas de calcular la cantidad de material necesaria para un amasado, elaboración de una tabla de adiciones necesarias de cemento, arena, grava, árido intermedio y agua, amasado y verificación de la docilidad, cohesión, consistencia, compacidad y homogeneidad del hormigón (reiv. 2). Se usa para fabricar sistemas estructurales de contención (reiv. 3) o pilotes y micropilotes (reiv. 4).

El documento D01 se refiere a un método de fabricación de hormigón marino, usando árido de escoria de fabricación de acero y árido fino que se mezclan con cemento Portland y agua. No se especifica que el material de escoria de acero sustituya hasta el 25% del cemento empleado.

El documento D02 se refiere a un hormigón de baja contracción que consiste en una mezcla de cemento Portland, árido de hormigón de fraguado rápido, arena de sílice y material de expansión. La escoria puede ser escogida de escoria de acero, sin que se indique que sustituye hasta un 25% del cemento empleado.

El documento D03 se refiere a una composición de hormigón que contiene cantidades especificadas de escoria de alto horno, cemento Portland, escoria de acero, árido fino y agua. No se especifica que el material de escoria de acero sustituya hasta el 25% del cemento empleado.

El documento D04 se refiere a una composición de hormigón que comprende cemento, árido, arena y escoria, que puede ser de alto horno, de acero o de acero inoxidable, aunque no de horno de arco eléctrico, sin que se mencione que el material de escoria de acero sustituya hasta el 25% del cemento empleado.

El documento D05 se refiere a una composición de hormigón que comprende escoria de acero apagada, escoria de alto horno y microescoria de acero desulfurado. El hormigón comprende yeso y no se menciona el material de escoria de acero sustituya hasta el 25% del cemento empleado.

Se considera que la solicitud cumple con los requisitos de novedad y actividad inventiva en sus reivindicaciones 1-4, de acuerdo con los art. art. 6.1 y 8.1 de la L.P.