

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 360 003**

21 Número de solicitud: 200902042

51 Int. Cl.:
C04B 14/48 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **20.10.2009**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **31.05.2011**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
31.05.2011

71 Solicitante/s: **Universitat Politècnica de Catalunya
c/ Jordi Girona, 31
08034 Barcelona, ES**

72 Inventor/es: **Valls, Roser;
Molins Borrell, Climent;
Aguado de Cea, Antonio y
Klein, Nayara**

74 Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

54 Título: **Hormigón de ultra alta resistencia armado con fibras de acero.**

57 Resumen:

Hormigón de ultra alta resistencia armado con fibras de acero.

Comprende:

- al menos un cemento Portland de categoría CEM I en una proporción de 600-800 kg/m³, con una resistencia a la compresión a los 28 días, mínima de 52,5 Mpa;
- áridos en una proporción de 900-1300 kg/m³,
- fibras de refuerzo añadidas, comprendiendo al menos una fibra de acero, en una proporción de 150-210 kg/m³;
- cargas en una proporción de 25-45 kg/m³, incluyendo carbonato cálcico natural y nanosílice; y
- aditivo superplastificante a base de policarboxilatos en una proporción de 45-55 kg/m³; y
 - agua potable para la mezcla en una proporción de 125-160 kg/m³.

ES 2 360 003 A1

ES 2 360 003 A1

DESCRIPCIÓN

Hormigón de ultra alta resistencia armado con fibras de acero.

5 La presente invención se inscribe en el campo de los hormigones de ultra alta resistencia reforzados por incorporación de fibras metálicas en la mezcla. El hormigón de la presente invención encuentra una aplicación particular, aunque no está limitado a la misma, en la producción de plafones prefabricados de fachadas para edificaciones realizadas con procedimientos altamente industrializados.

10 Antecedentes de la invención

Se conocen, al menos desde 1990, hormigones de ultra alta resistencia armados con la incorporación entre otras de fibras de acero, denominados UHPFRC por sus siglas en inglés (ultra high performance fibre reinforced concret).

15 En las patentes US 6478867, US6080234, FR2633922, DE3734327, EP934915 y EP1984310 se describen diversos ejemplos de composiciones de hormigones de alta resistencia y de ultra alta resistencia con participación de fibras de acero, en general en combinación con otras fibras, en particular fibras orgánicas, para su aplicación en edificios y estructuras viarias proporcionando unas buenas propiedades mecánicas y una elevada resistencia al impacto.

20 La presente invención aporta una nueva formulación de hormigón, alternativa a las conocidas en el estado de la técnica y especialmente adaptada para su aplicación en edificios con plafones o paneles de fachada prefabricados.

Breve exposición de la invención

25 El hormigón UHPFRC de esta invención se plantea como objetivo proporcionar las siguientes propiedades mecánicas:

Resistencia a flexo-tracción $f_{ct, fl, k}$ = 30 N/mm²

30 Resistencia a la tracción $f_{ct, k}$ = 10 N/mm²

Resistencia a la compresión f_{ck} = 100 N/mm²

35 Se ha previsto la utilización de fibras metálicas de 13 mm de longitud y 0,2 mm de diámetro con una participación en el total del volumen del hormigón de un 2%.

Los materiales utilizados comprenden en una realización preferida dos tipos de cemento: cemento gris Portland de procedencia de la firma UNILAND y cemento gris Portland de la firma CEMENTOS MOLINS, conforme a las siguientes especificaciones:

- 40 • cemento Portland de UNILAND: cemento Portland gris.
- cemento Portland de CEMENTOS MOLINS: es un cemento Portland gris de categoría CEM I y de resistencia a la compresión muy alta 52,5 R, es decir resistencia a la compresión a los 28 días, mínima 52,5 Mpa, siendo habituales valores de 58 MPa,

45 aunque es factible utilizar únicamente el segundo de dichos cementos.

50 El resto de los materiales utilizados en la mezcla para la formación de este hormigón son:

- áridos: dos tipos de arena:

55 - arena caliza beige 0-1 mm de tamaño de grano; y

- arena de sílice de 0-7 mm de tamaño grano;

- fibras de refuerzo añadidas:

60 - una fibra de acero OL 13/0,20, y

- tres tipos de fibras de PVA (acetato de polivinilo) las cuales son REC (S) 100x12, REC 15x8 y REC 15x12;

- cargas: carbonato cálcico natural y nanosílice;

65 - aditivo superplastificante a base de policarboxilatos

- agua potable para la mezcla

ES 2 360 003 A1

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 muestra los resultados del ensayo de escurrimiento del hormigón para la caracterización en estado fresco del hormigón UHPFRC de esta invención.

La Fig. 2 muestra los resultados de resistencia a compresión de los hormigones fabricados conforme a esta invención.

La Fig. 3 muestra los resultados de resistencia a tracción de dichos hormigones.

Descripción detallada de un ejemplo de realización preferido

Los materiales componentes del hormigón referidos anteriormente se obtienen de diversos proveedores:

- los cementos de las firmas CEMENTOS MOLINS y UNILAND;
- el carbonato cálcico natural está fabricado a partir de calcita seleccionada, con alto grado de pureza, bajo contenido de óxido de hierro y ausencia de metales pesados; se utiliza el OMYACARB -12 Cl que se caracteriza por su amplia gama de tamaño de partículas y por su pureza; la composición química de la materia prima aporta un 97% de CaCO_3 y el residuo al tamiz de 100 micras es menor o igual al 0,5% y el residuo al tamiz de 45 micras menor o igual al 10%; Planta de producción empresa L'Arbog (Tarragona - España);
- la nanosílice es Rheomac VMA 350 (aditivo basado en una dispersión de nanopartículas esféricas no aglomeradas de dióxido de sílice puro, libre de cloruros y de elevadísima finura) suministrada por BASF;
- el aditivo superplastificante reductor del agua de alta actividad basado en policarboxilatos (apto para hormigones prefabricados);
- es el Glenium ACE 425, suministrado por BASF;
- las fibras de acero OL 13/0,20 han sido suministradas por la firma N.V. BEKAERT;
- las fibras de PVA han sido suministradas a modo de muestras por la firma nipona KURARAY;
- el agua ha sido tomada de la red de agua potable de Martorell (Barcelona - España).

Se incluye a continuación la Tabla 1 que muestra los ajustes en las dosificaciones inicialmente previstas y unas pruebas con fibras de PVA para preparación del hormigón propuesto, conforme a las especificaciones indicadas.

TABLA 1

Materiales	Consumo de materiales (kg/m^3)				
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
Cemento gris CEM I 52,5R	700	-	700	700,3	762,7
Cemento blanco BL I 52,5R	-	700	-	-	-
Arena caliza 0-1	1228	1228	-	-	-
Arena sílice 0-7	-	-	1228	1050,5	953,4
Omyacarb 12-CL	-	-	-	178,1	194
Agua	140	140	140	140,1	152,5
Superplastificante	47,5	47,5	47,5	47,5	51,8
Nanosílice	40	40	40	40	43,6
Fibras de acero OL 13/0,20	180	180	180	180	180

ES 2 360 003 A1

Se incluye también la Tabla 2, que indica ajustes en las dosificaciones y fibras de PVA.

TABLA 2

Materiales	Consumo de materiales (kg/m ³)					
	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₆
Cemento gris CEM I 52,5R	762,7	762,7	762,7	762,7	762,7	762,7
Arena sílice 0-7	953,4	953,4	1000	953,4	953,4	953,4
Omyacarb 12-CL	194	213	213	194	194	194
Agua	132,2	127,9	127,9	132,2	132,2	132,2
Superplastificante	51,8	51,8	51,8	51,8	51,8	51,8
Nanosílice	43,6	25	25	43,6	43,6	43,6
Fibras de acero 13/0,20	180	180	180	-	-	-
Fibras de PVA 12/0,10	-	-	-	12,5	-	-
Fibras de PVA 8/0,04	-	-	-	-	5	-
Fibras de PVA 12/0,04	-	-	-	-	-	5

En lo que concierne a la producción antes de iniciar la producción de hormigones se ha mojado la amasadora y ha sido puesta en movimiento por algunos segundos. Ello se ha hecho para intentar tener unas mismas condiciones entre la primera prueba y las restantes. El orden de vertido de los materiales en la amasadora se muestra en la Tabla 3.

TABLA 3

	Materiales	Tiempo de amasado
1	Arena	2 minutos, en seco
2	Cemento	
3	carga / cuarzo	
4	¹ / ₄ Agua y 14 Superplastificante	3 minutos
5	¹ / ₄ Agua, 1 Superplastificante con la Nanosílice	2 minutos
6	Fibras	1 minuto

Como se observa en dicha Tabla 2, en primer lugar se añaden los materiales secos, empezando por los más gruesos a los más finos, que son la arena, el cemento y la carga (filler). Estos materiales se mezclan en seco durante 2 minutos. A continuación se añade la mitad del agua y del aditivo superplastificante, seguido de 3 minutos amasado. Ese procedimiento se justifica por la necesidad de dispersar las partículas de cemento, lo que evita que el agua quede atrapada entre los flocos de cemento que se forman inicialmente.

Pasado ese tiempo, se puede añadir el resto del agua y del aditivo superplastificante juntamente con la nanosílice, la cual es líquida. Todo el conjunto se mezcla durante 2 minutos. La adición del agua y superplastificante en dos etapas aporta más trabajabilidad a la mezcla, puesto que esos están libres para actuar en la lubricación de la pasta ya que en ese momento no aparecen los flocos de cemento. Por último, se añaden las fibras a la amasadora, las cuales son mezcladas junto al conjunto por otro minuto.

ES 2 360 003 A1

En la producción de los hormigones con fibras de acero, los materiales granulares se han sido vertidos a la amasadora de modo automatizado, puesto que la instalación ofrece esa opción. No obstante, dado que no son grandes cantidades y para una mayor precisión, el agua, el aditivo superplastificante y la nanosílice se han adicionado manualmente, para que fuera posible controlar las cantidades adicionadas en base en la visualización de la trabajabilidad de la mezcla. Las fibras se han vertido directamente a la cinta transportadora. Ello evita el contacto directo del trabajador con las fibras y evita accidentes. Eso es fundamental a la seguridad porque esas fibras actúan como agujas, y pinchan la piel cuando entra en contacto con esta, aunque se esté utilizando guantes.

En cuanto a la caracterización en estado fresco se ha realizado el ensayo de escurrimiento, según las especificaciones de la normativa UNE 83361: 2007 (AENOR 2007). Ese ensayo responde a la necesidad de verificar si el hormigón producido realmente es autocompactante. Además, permite comprobar la homogeneidad del material a través de la existencia de exudación y/o segregación de la mezcla.

Los resultados se muestran en la Fig. 1.

En cuanto a la caracterización en estado endurecido se han realizado probetas para el ensayo de resistencia a compresión de probetas cilíndricas a la edad de 24 horas, 7 y 28 días, según la normativa UNE 12390-3: 2003 (AENOR 2003). También se han preparado probetas para el ensayo Barcelona de resistencia a tracción a los 7 días, según la normativa PrUNE 83515: 2007 (AENOR 2007). En la Tabla 4 se muestra el número de probetas moldeadas, para cada hormigón, mientras que en la figura 4 se muestra el molde de las probetas. Los ensayos realizados en estado endurecido pretenden caracterizar las propiedades mecánicas del hormigón en aras a verificar si son compatibles con las especificaciones estructurales exigidas del material.

En la Tabla 3 se detallan el número de probetas producidas por prueba de hormigón.

TABLA 3

Ensayo	Edad	Dimensión de las probetas (mm)	Nº probetas
Resistencia a compresión	24 horas y 7 días	(150 x 300)	4
	28 días	(100 x 200)	2
Resistencia a tracción	7 días	(150 x 150)	2

En cuanto a las pruebas de hormigonado con elementos constructivos se han realizado con encofrados de acero y sellado de juntas con silicona neutra.

Se han utilizado dos tipos de desencofrantes (que actúan como retardantes de fraguado) de forma indistinta y por separado, sin ninguna repercusión especial durante en desencofrado:

- Pierii Aquarol TT
- 31 -Pieri LM 5

El desencofrante se ha aplicado a mano con una esponja o paño húmedo. Esto ha dado lugar a la formación de manchas en forma de “aguas” en la cara vista del hormigón.

El desencofrante se ha aplicado con pistola de aspersión para conseguir una mayor homogeneización en la aplicación.

ES 2 360 003 A1

REIVINDICACIONES

1. Hormigón de ultra alta resistencia armado con fibras de acero, comprendiendo por m³ de mezcla final:

- al menos un cemento Portland de categoría CEM I en una proporción de 600-800 kg/m³, con una resistencia a la compresión a los 28 días, mínima de 52,5 Mpa;
- áridos en una proporción de 900-1300 kg/m³,
- fibras de refuerzo añadidas, comprendiendo al menos una fibra de acero, en una proporción de 150-210 kg/m³
- cargas en una proporción de 25-45 kg/m³, incluyendo carbonato cálcico natural y nanosílice; y
- aditivo superplastificante a base de policarboxilatos en una proporción de 45-55 kg/m³; y
 - agua potable para la mezcla en una proporción de 125-160 kg/m³.

2. Hormigón según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dichos áridos comprenden dos tipos de arena, arena caliza y arena de sílice.

3. Hormigón según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se utiliza un cemento gris o un cemento blanco, o una mezcla de los mismos que aporta la proporción de cemento indicada.

4. Hormigón según la reivindicación 1, en donde dicha arena caliza es arena beige de 0-1 mm de tamaño promedio de grano.

5. Hormigón según la reivindicación 1, en donde dicha arena de sílice es de 0-7 mm de tamaño promedio de grano.

6. Hormigón según la reivindicación 1, en donde dichas fibras de refuerzo añadidas son al menos una fibra metálica de acero OL 13/0,20.

7. Hormigón según la reivindicación 6, **caracterizado** porque dichas fibras metálicas son de 13 mm de longitud y 0,2 mm de diámetro con una participación en el total del volumen del hormigón de un 2%.

8. Hormigón según la reivindicación 6, **caracterizado** porque dichas fibras de refuerzo comprenden además de dicha fibra de acero, tres tipos de fibras de PVA (acetato de polivinilo) las cuales son REC (S) 100x12, REC 15x8 y REC 15x12.

9. Hormigón según la reivindicación 8, **caracterizado** porque dichas fibras d PVA participan en el hormigón en las siguientes proporciones:

- Fibras de PVA 12/0,10 5-14 kg/m³
- Fibras de PVA 8/0,04 4-8 kg/m³
- Fibras de PVA 12/0,04 4-8 kg/m³.

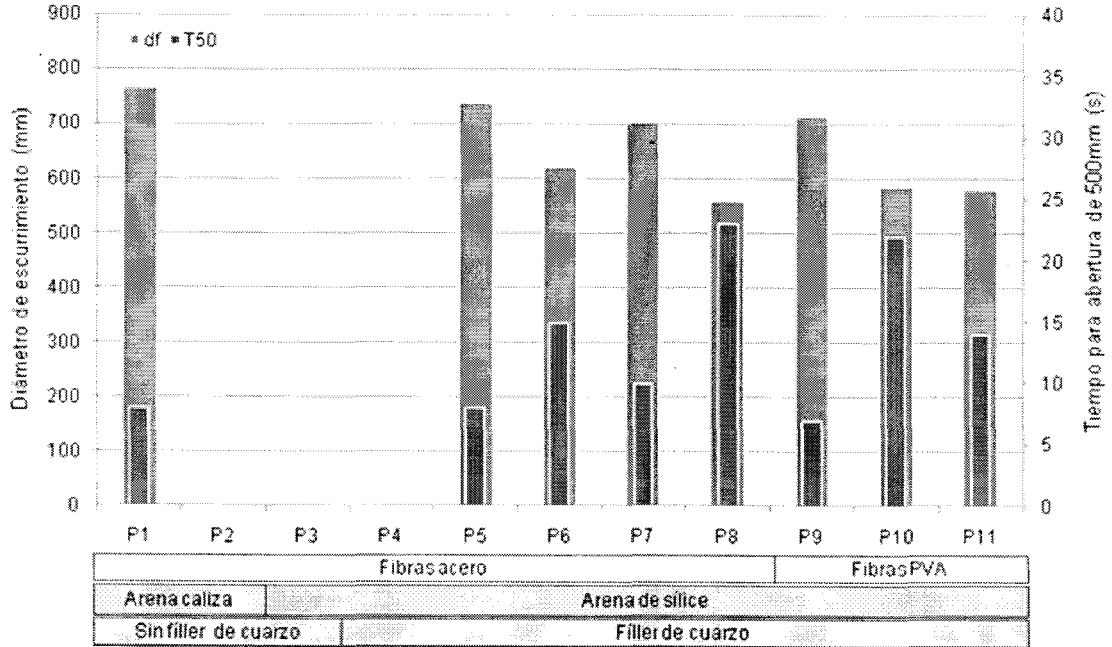


Fig. 1

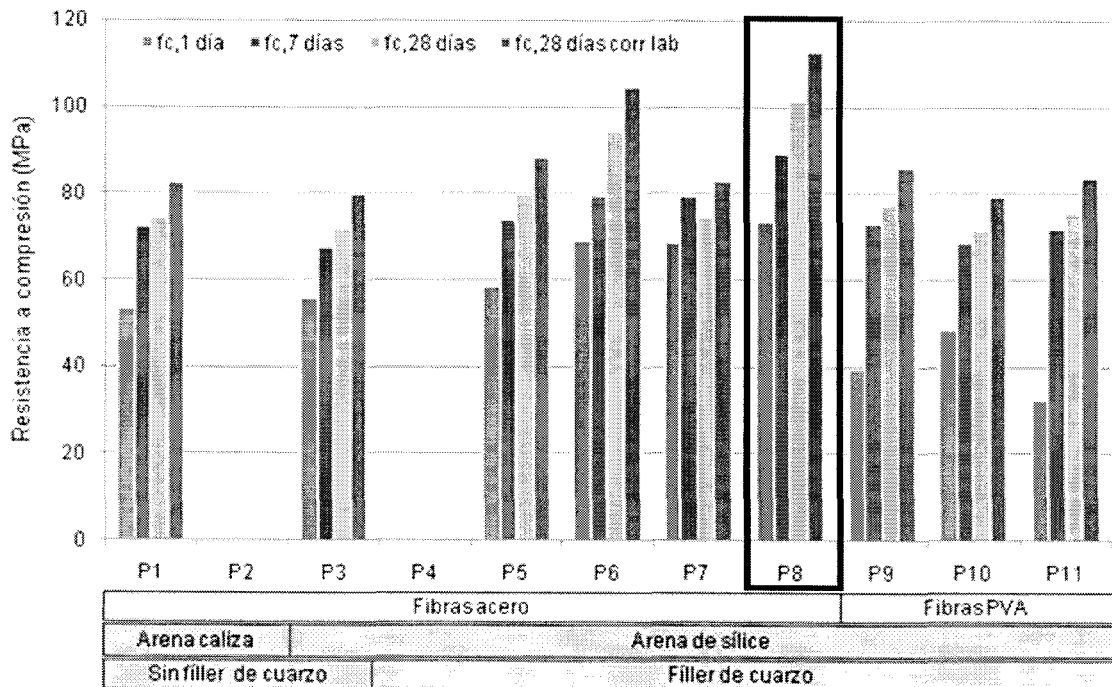


Fig. 2

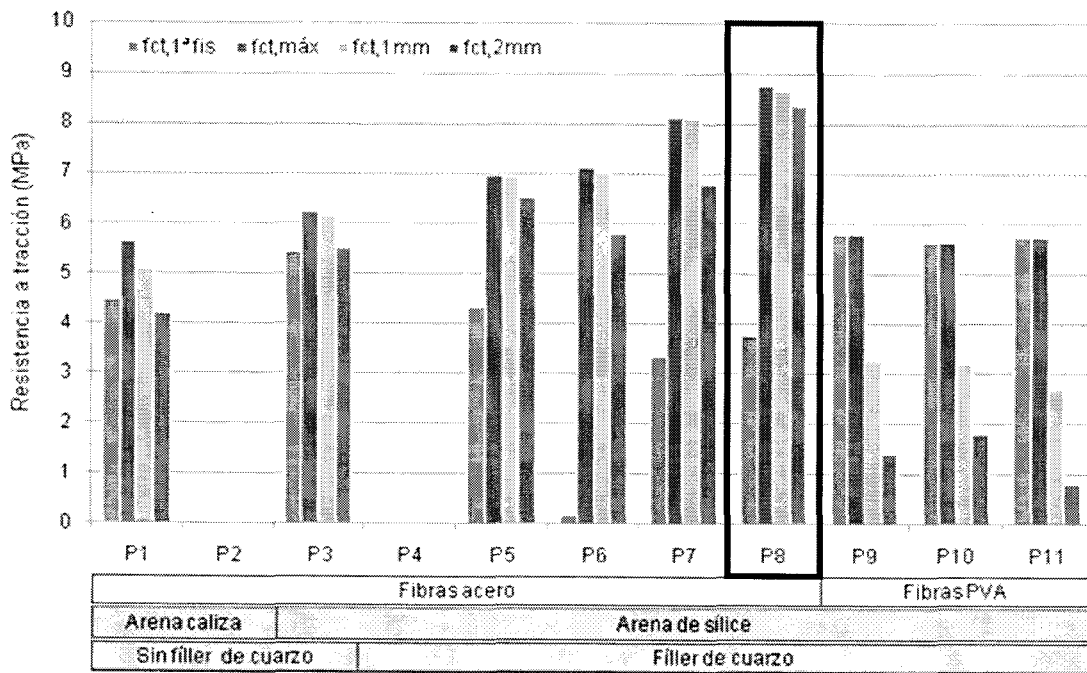


Fig. 3



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① N.º solicitud: 200902042

② Fecha de presentación de la solicitud: **20.10.2009**

③ Fecha de prioridad: **00-00-0000**
00-00-0000
00-00-0000

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **C04B 14/48** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A		EP 934915 A1 (ENTREPRISE QUILLERY) 11.08.1999, reivindicaciones 1,5,8.	1-9
A		WO 2007088271 A1 (EIFFAGE TP) 09.08.2007, página 17, líneas 4-15,23-25.	1-9
A		ES 2076129 B1 (N.V. BEKAERT S.A.) 16.10.1995, reivindicación 1.	1-9

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
31.08.2010

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: 31.08.2010

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-9	SÍ
	Reivindicaciones _____	
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-9	SÍ
	Reivindicaciones _____	

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 ha sido publicada.

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	EP 934915 A1	11.08.1999
D02	WO 2007088271 A1	09.08.2007
D03	ES 2076129 B1	16.10.1995

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 armado de gran resistencia con fibras de acero, compuesto por cemento Portland, áridos, fibras de refuerzo con al menos unas de acero, cargas, aditivo superplastificante y agua, en las proporciones indicadas en la reivindicación 1.

Los documentos D01, D02 y D03 se refieren a hormigones que incluyen fibras de acero, con composiciones similares a la de la solicitud pero no en las mismas proporciones ni incluyendo la totalidad de los componentes especificados en la solicitud, por lo que reflejan el estado de la técnica sin anticipar la solicitud.

Se considera que la solicitud cumple con los requisitos de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial.