

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 544**

51 Int. Cl.:  
**B22C 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10250423 .0**

96 Fecha de presentación: **08.03.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2364795**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.09.2011**

54 Título: **Composiciones de revestimiento para fundición**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**27.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**27.11.2012**

73 Titular/es:  
**FOSECO INTERNATIONAL LIMITED (100.0%)**  
**1 Midland Way Central Park Barlborough Links**  
**Derbyshire S43 4XA, GB**

72 Inventor/es:  
**HAANEPEN, MARTINUS JACOBUS y**  
**VON PIEKARTZ, FREDERIK WILLEM**

74 Agente/Representante:  
**BALLESTER CAÑIZARES, Rosalía**

**ES 2 391 544 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## Composición de revestimiento para fundición

### Descripción

5 [0001] La presente invención hace referencia a una composición para revestimiento de fundición, en concreto a una composición para un revestimiento para moldes y machos obtenible mediante el proceso.

10 [0002] Las formas metálicas son moldeadas vertiendo metal fundido en una cavidad definida por un molde y opcionalmente un macho. La forma de la fundición que define el exterior de la pieza fundida se conoce como molde de fundición y la forma de la fundición que define el interior de la pieza fundida se conoce como macho. Cuando el metal líquido se moldea en un molde de arena, contra un macho, existe un efecto físico y una reacción química en la interfaz arena/metal. Cualquiera puede dar como resultado defectos superficiales en la pieza fundida finalizada.

15 [0003] La penetración del metal y las grietas son defectos físicos de la pieza fundida que derivan del molde y macho de arena. Los defectos de la penetración se producen cuando el metal líquido entra en los poros del molde o macho de arena provocando que la pieza fundida tenga una superficie rugosa. Las grietas pueden producirse como resultado de una expansión térmica diferencial de la arena. La arena de sílice es especialmente proclive a agrietarse debido a la fuerte expansión que tiene lugar a 20 573°C como resultado de un cambio de fase. Cuando el metal caliente golpea la superficie fría del molde o del macho se produce una fuerte pendiente térmica disipando el calor en el macho por difusión. La capa exterior del molde o macho alcanza 573°C en primer lugar provocando una fuerza de compresión debido a la expansión repentina. Las capas más profundas (alejadas del metal caliente) alcanzan 25 los 573°C posteriormente y cuando estas capas se expanden la fuerza de compresión en la superficie se transforma en fuerza de tensión y se puede producir el agrietamiento. El metal líquido en la superficie del molde o macho puede entrar en la grieta lo que da lugar a una vena o veta elevada en la superficie de la pieza de fundición.

30 [0004] Los defectos químicos incluyen defectos carbonáceos y calcinados en la arena. El calcinamiento de la arena puede dar como resultado la presencia de impurezas en la arena (especialmente sales de metales alcalinos) que reducen la refractariedad del molde o macho. Los defectos carbonáceos se producen cuando los ligantes del molde y del macho se degradan a las altas temperaturas de vertido del metal formando gases 35 con carbón que pueden producir levantamiento del carbón o marcas superficiales debido al carbón lustroso.

**[0005]** Se ha añadido una amplia variedad de diferentes agentes a la arena de moldeado para intentar mejorar las propiedades de los moldes y machos para evitar los veteados y otros defectos. Estos aditivos (agente anti-veteado) incluyen productos con base de almidón, dextrina, óxido de hierro (incluyendo óxido de hierro rojo y negro) y tierra alcalina o fluoruros de metales alcalinos. Normalmente los aditivos se mezclan con resina y arena antes de fabricar el molde o macho. El aditivo se distribuye uniformemente por todo el molde o macho. Las desventaja es que tienen que usarse cantidades relativamente elevadas de aditivo (relativamente caro) y habitualmente es necesario aumentar el nivel de ligante para mantener el molde o macho lo suficientemente sólidos.

**[0006]** Los revestimientos refractarios (también conocidos como pinturas, cubiertas o lavados de moldes) también han sido utilizados durante muchos años para mejorar las propiedades de la pieza fundida resultante. Los objetivos de los revestimientos incluyen proporcionar un acabado de la pieza fundida suave protegiendo la arena del metal fundido para limitar la penetración del metal y el calcinamiento, aislar los moldes y los machos contra el agrietamiento y las vetas y conseguir una eliminación más sencilla de la arena de la superficie de la pieza fundida. Los revestimientos normalmente se basan en grafito, aluminosilicatos (talcos, mica, pirofilita) o refractarios de silicato de zirconio refractarios.

**[0007]** Se pueden aplicar múltiples capas de revestimientos refractarios a los machos y moldes para reducir los defectos y mejorar la calidad de la pieza fundida. WO89/09106 describe un macho de arena que, en primer lugar, se introduce o se pulveriza con una suspensión acuosa que comprende un primer revestimiento refractario que contiene silicio fundido finamente molido. El revestimiento se seca y, a continuación, se aplica un segundo revestimiento de liberación suave ( por ejemplo, una suspensión de grafito en polvo). JP2003191048A divulga un macho de arena que tiene una primera y una segunda capa de revestimiento. La primera capa de revestimiento (14) impregna el macho y está constituida por harina de zirconio o un ligante orgánico. La segunda capa (16) contiene mica como lubricante para ayudar a la eliminación de la pieza fundida. La segunda capa de revestimiento se aplica tras la primera capa de revestimiento.

**[0008]** De conformidad con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una composición de revestimiento de fundición que comprende un portador líquido;  
un ligante;  
y un relleno refractario en partículas;

el relleno refractario en partículas que comprende una primera fracción (relativamente gruesa) con un tamaño de partículas de  $d > 38\mu\text{m}$  y una segunda fracción (relativamente fina) con un tamaño de partículas  $d < 38\mu\text{m}$ ,

5 donde no más del 10% del total del relleno refractario en partículas tiene un tamaño de partículas de  $38\mu\text{m} < d < 53\mu\text{m}$  y de 0 a 50% de la segunda fracción (relativamente fina) está constituida por caolín calcinado.

**[0009]** La Figura 1 es un dibujo esquemático de parte de un molde o macho de fundiciones que ha sido revestido con la composición de la invención. El molde o macho de la fundición está hecho de granos de arena 10. Los granos de arena 10  
10 están unidos entre ellos mediante un ligante (no se muestra) para producir la forma deseada. El molde o macho de la fundición es poroso; existen espacios (poros) 12 entre los granos de arena 10. Cuando la composición del revestimiento se aplica al molde o macho de la fundición, la segunda fracción (relativamente fina) 14 impregna el molde o macho poroso de la fundición hasta una determinada profundidad (indicada mediante Y en la figura 1). La primera fracción 16 (relativamente gruesa) tiene un  
15 tamaño de partículas que es demasiado grande para impregnar el molde o macho de la fundición y, en su lugar, forma una capa superficial 16.

**[0010]** Sin querer vincularse por la teoría, los inventores proponen que la primera fracción (relativamente gruesa) permite retirar fácilmente la pieza fundida del macho o  
20 molde de arena mientras que la segunda fracción (relativamente fina) ayuda a evitar los defectos en forma de veteado.

**[0011]** Además, los inventores han demostrado que los beneficios de la composición del revestimiento se reducen cuando la composición del revestimiento comprende una alta proporción de caolín calcinado (arcilla calcinada).

25 **[0012]** La composición del revestimiento puede aplicarse en un único paso a un molde o macho de la fundición para proporcionar la capa absorbida (comprendiendo la segunda fracción (relativamente fina)) que impregna el molde o macho y la capa superficial (que comprende la primera fracción (relativamente gruesa)) que lamina el molde o macho. El único paso es ventajoso en comparación con los procesos del  
30 estado anterior de la técnica en el que se aplican dos revestimientos independientes, en concreto, cuando un primer revestimiento se seca antes de aplicarse un segundo revestimiento.

**[0013]** Los inventores han descubierto que se puede conseguir suficiente absorción de las partículas en el molde o macho en un único paso eliminando una proporción de las  
35 partículas que tengan un tamaño de partículas en el rango  $38\mu\text{m} < d < 53\mu\text{m}$ . Las partículas con un tamaño de partícula de  $38\mu\text{m} < d < 53\mu\text{m}$  se denominarán en adelante

como la fracción crítica. Se propone que la fracción crítica bloquee los poros del macho o molde de arena y de este modo obstaculice la penetración de la fracción fina. Se ha demostrado que el efecto de bloqueo es esencialmente independiente del tipo de arena que se utiliza (forma y tamaño de partícula).

- 5 **[0014]** Sorprendentemente, la composición del revestimiento de la presente invención puede ser tan eficaz como dos revestimientos independientes que comprenden una fracción fina y una fracción gruesa respectivamente. El trabajo ha demostrado que se pueden obtener resultados satisfactorios mediante un proceso de revestimiento dual en el que un revestimiento por absorción que contiene únicamente las partículas finas se aplica en primer lugar seguido por una aplicación de un revestimiento que contiene la fracción gruesa, ya sea con o sin etapa de secado intermedia entre aplicaciones. Sin embargo, se ha observado que para determinados machos complejos con cavidades (bolsillos), pueden surgir problemas si no ha habido secado intermedio del primer revestimiento por absorción ya que el segundo revestimiento algunas veces no se adhiere uniformemente en determinadas áreas. Un proceso alternativo en dos pasos comprende, en primer lugar, la aplicación de un revestimiento líquido de absorción que contiene únicamente las partículas finas seguido de la aplicación de una fracción gruesa en polvo seco manteniendo el primer molde o macho todavía húmedo en una base humidificada de las partículas gruesas de modo que se adhieran a la superficie.
- 10
- 15
- 20 **[0015]** El tamaño de las partículas de la primera fracción (relativamente gruesa) y la segunda fracción (relativamente fina) puede determinarse mediante un tamiz. El relleno refractario en partículas que pasará a través de un tamiz con un tamaño de apertura de 38  $\mu\text{m}$  se define a efectos de la presente invención como la segunda fracción (relativamente fina) mientras que el relleno refractario en partículas que queda retenido por un tamiz con un tamaño de apertura de 38  $\mu\text{m}$  es la primera fracción (relativamente gruesa). El tamiz puede ser un tamiz estándar ISO 3310-1. Las partículas con un tamaño de  $38\mu\text{m} < d < 53\mu\text{m}$  pasarán a través de un tamiz con un tamaño de apertura de 53  $\mu\text{m}$  pero no pasará a través de un tamiz con un tamaño de apertura de 38  $\mu\text{m}$ .
- 25
- 30 **[0016]** En una serie de realizaciones, como máximo un 10%, 7%, 4%, 3% o 1% del total de relleno refractario en partículas está constituido por partículas con un tamaño de partícula de  $38\mu\text{m} < d < 53\mu\text{m}$ . Dado que se ha demostrado que la fracción crítica dificulta la absorción, los inventores sugieren que un porcentaje inferior de fracción crítica es beneficioso. Sin embargo, por razones prácticas puede ser difícil eliminar la fracción crítica en su totalidad. Los porcentajes pueden determinarse por peso (wt%) o por volumen (vol%).
- 35

**[0017]** Además, la fracción crítica ( $38\mu\text{m} < d < 53\mu\text{m}$ ) puede determinarse con relación a la primera fracción (relativamente gruesa). En una serie de realizaciones, no más del 15%, 10%, 8%, 6% o 3% de la primera fracción (relativamente gruesa) está constituido por partículas con un tamaño de partícula de  $38\mu\text{m} < d < 53\mu\text{m}$ . Los porcentajes pueden determinarse por peso (wt%) o por volumen (vol%).

**[0018]** En una realización, la primera fracción (relativamente gruesa) tiene un tamaño de partícula de un máximo de 630  $\mu\text{m}$ , de 500  $\mu\text{m}$ , de 400  $\mu\text{m}$ , de 250  $\mu\text{m}$  o de 180 $\mu\text{m}$ .

**[0019]** En general, las partículas (esféricas) más gruesas/grandes tienen superficies más rugosas, es decir, cuanto más pequeño es el tamaño de la partícula, más suave es la capa de revestimiento. La limitación en el lado superior viene determinada en general por lo puntiagudo de los extremos del macho dado que el agrietamiento del revestimiento puede producirse en estos extremos. La morfología de las partículas también es un factor a la hora de determinar las propiedades de la superficie del revestimiento dado que los materiales refractarios en forma de copo y gruesos normalmente proporcionan una superficie de la pieza fundida más suave que las partículas redondas de tamaño equivalente porque son muy finas y permanecen en la superficie.

**[0020]** En una realización, la segunda fracción (relativamente fina) tiene un tamaño de partícula de no más de 35 $\mu\text{m}$ , no más de 30  $\mu\text{m}$ , no más de 25  $\mu\text{m}$ , no más de 20  $\mu\text{m}$  o no más de 10  $\mu\text{m}$ .

**[0021]** El relleno refractario en partículas comprende una primera fracción (relativamente gruesa) con un tamaño de partícula de  $d > 38 \mu\text{m}$  y una segunda fracción (relativamente fina) con un tamaño de partícula de  $d < 38 \mu\text{m}$ . En una serie de realizaciones, la proporción de la primera fracción (relativamente gruesa) respecto de la segunda fracción (relativamente fina) es de 0,1 a 2,0:1, de 0,5 a 1,5:1, de 0,8 a 1,2:1, de 1,2 a 0,8:1, de 1,5 a 0,5:1 o de 2,0 a 0,1:1. La proporción puede calcularse por peso o por volumen.

**[0022]** En otra serie de realizaciones, la proporción del porcentaje de peso (wt%) de la primera fracción (relativamente gruesa) respecto del porcentaje de peso (wt%) de la segunda fracción (relativamente fina) es de 0,1 a 2,0, de 0,2 a 1,7, de 0,3 a 1,4 o de 0,5 a 1,0.

**[0023]** En otra serie de realizaciones la proporción del porcentaje del volumen (vol%) de la primera fracción (relativamente gruesa) respecto del porcentaje del volumen (vol%) de la segunda fracción (relativamente fina) es de 0,5 a 2,0, de 0,7 a 1,8 o de 0,9 a 1,5.

**[0024]** El relleno refractario en partículas no está particularmente limitado. Los rellenos refractarios adecuados incluyen grafito, silicato, aluminosilicato (por ejemplo, moloquita), óxido de aluminio, silicato de zirconio, muscovita (mica), illita, atapulgita (paligorsquita), pirofilita, talco y óxido de hierro (incluyendo óxido de hierro rojos y óxido de hierro amarillo (hidratado)).

**[0025]** En una realización la primera fracción (relativamente gruesa) comprende uno o más de los siguientes elementos: grafito, silicato, aluminosilicato (por ejemplo, moloquita), óxido de aluminio y silicato de zirconio. En una realización concreta la primera fracción (relativamente gruesa) comprende partículas con una morfología similar a un copo o similar a una lámina. Las partículas con una morfología similar a un copo o similar a una lámina incluyen grafito cristalino, muscovita (mica), pirofilita, talco y óxido de hierro micáceo. En otra realización, la primera fracción (relativamente gruesa) comprende grafito cristalino (copo). En otra realización, la primera fracción (relativamente gruesa) consiste en grafito cristalino (copo).

**[0026]** En una realización, la segunda fracción (relativamente fina) comprende partículas con una morfología esférica. El óxido de hierro rojo (hematita) es un ejemplo de una partícula con una morfología esférica. En otra realización, la segunda fracción (relativamente fina) comprende partículas con una morfología similar a una varilla. La paligorsquita (atapulgita), sepiolita, óxido de hierro amarillo (óxido de hierro hidratado por ejemplo goethita o lepidocrocita), y wollastonita son ejemplos de partículas con una morfología similar a una varilla. En otra realización, la segunda fracción (relativamente fina) comprende tanto partículas con una morfología esférica como partículas con una morfología similar a una varilla. En una realización concreta, la segunda fracción (relativamente fina) comprende óxido de hierro.

**[0027]** En una realización, la segunda fracción (relativamente fina) comprende partículas con una morfología lamelar o en forma de plaqueta. Caolín calcinado y mica son ejemplos de partículas con una morfología lamelar.

**[0028]** En una realización, la segunda fracción (relativamente fina) comprende caolín calcinado. En una serie de realizaciones, un máximo del 50%, 45%, 40% o 35% de la segunda fracción (relativamente fina) está constituido de caolín calcinado. Se ha demostrado que la presencia de caolín calcinado es beneficiosa dentro de determinados límites. Se ha demostrado que las altas proporciones de caolín calcinado tienen efectos adversos en la composición del revestimiento.

**[0029]** En otra realización, la segunda fracción (relativamente fina) comprende entre el 0 y el 50% de minerales con base de silicato que no forman estructuras de gel.

**[0030]** En otra realización, la segunda fracción (relativamente fina) comprende entre el 0 y el 50% de partículas que no forman estructuras de gel.

5 **[0031]** En otra serie de realizaciones, la segunda fracción (relativamente fina) comprende partículas que no forman gel con morfología lamelar o en forma de plaquetas (incluyendo minerales con base de silicato), constituyendo las partículas un máximo del 50%, 45%, 40% o 35% de la segunda fracción (relativamente fina).

**[0032]** Los porcentajes pueden calcularse por peso (wt%) o por volumen (vol%). La mica y el caolín calcinados con ejemplos de minerales con base de silicato que tienen morfología lamelar y que no forman estructuras de gel.

10 **[0033]** La primera fracción (relativamente gruesa) y la segunda fracción (relativamente fina) pueden estar constituidas por los mismos o por diferentes rellenos refractarios particulados.

**[0034]** El portador líquido sirve para transportar el relleno refractario en partículas sobre y dentro del sustrato de arena. Debería eliminarse antes de que se lleve a cabo la fundición. En una realización, el portador líquido es agua. En otras realizaciones, el portador líquido es un portador líquido orgánico volátil como el isopropanol, el metanol o el etanol.

20 **[0035]** La función del ligante es unir las partículas del relleno y proporcionar adhesión al molde o macho. En una realización, el ligante comprende uno o más de los siguientes polímeros: polivinilalcohol polivinilacetato, dextrina o poliacrilato.

**[0036]** La reología del sistema viene determinada por el número de partículas y el volumen que ocupan (con relación al portador líquido). El tamaño y la forma de las partículas tienen una influencia muy fuerte en la reología; las partículas finas tienen una influencia mayor por la superficie relativamente alta que interactúa con el portador líquido mientras que la agregación de partículas reduce su influencia. Se sabe que determinadas partículas en forma de varilla como la atapulgita forman una estructura similar al gel y esto puede controlarse mediante la adición de uno o más dispersantes. En una realización, la composición del revestimiento de fundición comprende además un dispersante. Los dispersantes adecuados incluyen los poliacrilatos (sodio y amonio), lignosulfonato y polifosfatos.

30 **[0037]** Los biocidas pueden añadirse al revestimiento si el portador líquido es agua.

**[0038]** De conformidad con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un proceso para la preparación de un molde o macho de fundición revestido comprendiendo el suministro de un macho o molde de fundición; la aplicación de la composición de revestimiento de fundición del primer aspecto del macho o molde fundición; y la eliminación del portador líquido.

**[0039]** El proceso es ventajoso puesto que el macho o molde de fundición revestido, que cuenta tanto con una capa empapada como con una capa superficial, se obtiene en un único paso.

5 **[0040]** En una realización, la composición se aplica mediante inmersión, cepillado, lavado, pulverizado o sobrevertido.

**[0041]** En una serie de realizaciones, la composición de revestimiento de fundición se aplica al molde o macho de fundición para obtener una profundidad de absorción de 1 a 10mm, de 1,5mm a 8 mm, de 2 a 6 mm, de 2,5 mm a 5 mm o de 3 a 4mm. Se entenderá que, con ciertos límites, la profundidad de absorción aumentada puede  
10 obtenerse ajustando los parámetros de aplicación de la composición de revestimiento de fundido, por ejemplo, el tiempo de inmersión, la viscosidad, etc. Cuando el revestimiento se aplica por inmersión, se puede aumentar la profundidad de absorción aumentando el tiempo de inmersión. Se ha demostrado que la composición de revestimiento de fundición de la presente invención proporciona unas mayores  
15 profundidades de absorción que los revestimientos de la técnica anterior y los inventores proponen que la profundidad de la absorción aumentada se deriva de la eliminación de la fracción crítica.

**[0042]** En otra serie de realizaciones, la composición de revestimiento de fundición se aplica al macho o molde de fundición para obtener un grosor de la capa superficial de  
20 100 a 1000  $\mu\text{m}$ , de 100 a 800  $\mu\text{m}$ , de 150 a 600  $\mu\text{m}$ , de 200 a 450  $\mu\text{m}$  o de 250 a 350  $\mu\text{m}$ .

**[0043]** En una realización, el portador líquido se elimina mediante secado. El secado puede conseguirse situando los machos y moldes revestidos en hornos de secado eléctricos o de gas convencionales o mediante el uso de hornos microondas. El  
25 secado puede utilizarse cuando el portador líquido es agua o un líquido orgánico volátil. En una realización alternativa, el líquido portador se elimina mediante incineración. Este método puede emplearse cuando el portador líquido es isopropanol.

**[0044]** El macho o molde de fundición puede comprender arena de sílice, arena de zirconio, arena de cromita, arena olivina o una combinación de las mismas. En una  
30 realización, el molde o macho de fundición comprende arena de sílice. El tamaño, distribución y forma del grano tienen influencia en la calidad de las piezas fundidas. Las arenas de grano grueso tienden a dar como resultado una mayor penetración en el metal dándole a las piezas fundidas un acabado superficial pobre mientras que las arenas de grano fino dan un mejor acabado superficial pero necesitan mayores niveles  
35 de ligante que puede causar defectos gaseosos. La arena de sílice para los machos normalmente tiene un contenido de  $\text{SiO}_2$  de 95-65% mínimo, un número de Fineza

AFS (Sociedad Americana de Fundidores) de 40-60, un tamaño de grano medio de 220-340 micrones y preferentemente granos redondeados o subredondeados. La arena para los moldes es a menudo ligeramente más gruesa con un valor de Fineza AFS de 35-50 y un tamaño de grano medio de 280-390 micrones.

5 **[0045]** Se apreciará que el tamaño y la forma del grano de arena influirá en la permeabilidad y, por lo tanto, en la profundidad de la absorción de un revestimiento concreto de la invención. Como norma general, los moldes y machos producidos utilizando arena con granos gruesos y/angulares o subangulares serán más permeables y, por lo tanto, absorberán el revestimiento a una mayor profundidad que  
10 los machos y moldes de arena redondeada y/o fina.

**[0046]** La invención también reside en moldes o machos que se pueden obtener mediante el proceso del segundo aspecto.

**[0047]** Los moldes y machos revestidos que se pueden obtener mediante el proceso del segundo aspecto comprenden un primer revestimiento (revestimiento superficial) y  
15 un segundo revestimiento (absorbido) comprendiendo cada uno de los revestimientos primero y segundo el material de relleno refractario en partículas. La primera fracción (relativamente gruesa) forma el primer revestimiento (superficial) y la segunda fracción (relativamente fina) forma el segundo revestimiento (absorbido).

**[0048]** En una serie de realizaciones, el grosor de la primera capa (superficial) es de  
20 100 a 800  $\mu\text{m}$ , de 150 a 600  $\mu\text{m}$ , de 200 a 450  $\mu\text{m}$  o de 250 a 350  $\mu\text{m}$ .

**[0049]** En otra serie de realizaciones, la profundidad de la segunda capa refractaria (absorbida) es de 1 a 10mm, de 1,5mm a 8 mm, de 2 a 6mm, de 2,5mm a 5mm o de 3 a 4mm.

**[0050]** Las realizaciones de la invención se describirán ahora únicamente como  
25 ejemplos con referencia a las siguientes figuras:

La Figura 1 es un dibujo esquemático de parte de un molde o macho de conformidad con una realización de la invención.

La Figura 2 es un dibujo esquemático de dos machos de conformidad con la invención y un ejemplo comparativo.

30 Las Figuras 3 a 6 son gráficas que muestran las propiedades de una selección de machos de conformidad con las realizaciones de la invención junto con unos ejemplos comparativos.

Las Figuras 7a, 7b y 8 son diagramas de diseño de piezas fundidas y moldes utilizados para realizar tests de bloques veteados.

35 La Figura 9 es un diagrama que demuestra los defectos de la pieza fundida en un macho.

La Figura 10 es un dibujo esquemático de los resultados de un test de bloque veteadado.

**METODOLOGÍA**

5 **[0051]** Los revestimientos acuosos se prepararon con polivinilalcohol como ligante y poliacrilato de sodio para controlar la reología de la composición. La composición general de cada composición del revestimiento era:

- 40 a 60 wt% portador líquido (agua);
- 0,2 a 2,0wt% ligante
- 10 0 a 4wt% dispersante,
- 0 a 0,5wt% biocida,
- 10 a 30 wt% de relleno refractario de partículas gruesas (primera fracción,  $d > 38 \mu\text{m}$ )
- 20 a 30wt% de relleno refractario de partículas finas (segunda fracción,  $d < 38 \mu\text{m}$ )
- 15

20 **[0052]** Los rellenos refractarios de partículas finas (incluyendo el agente gelificante de arcilla (atapulgita), óxido de hierro rojo, óxido de hierro amarillo y arcilla calcinada) todos tenían una distribución del tamaño de las partículas de modo que todo el material era  $< 25 \mu\text{m}$  y en la mayoría del material era  $< 10 \mu\text{m}$ .

25 **[0053]** Los rellenos refractarios de partículas gruesas comprendían grafito y moloquita (un aluminosilicato). Se comprobaron diferentes calidades disponibles comercialmente de grafito y moloquita en copos tal y como se recibieron y también tras haberlos procesado para eliminar las fracciones de material específicas. El grafito o moloquita  
 30 clasificados y /o las fracciones de tamiz específicas eliminadas fueron usadas para producir los revestimientos de prueba. En teoría, la clasificación debería eliminar todo el material fino ( $< 38 \mu\text{m}$ ), sin embargo, el análisis demostró que había un nivel muy bajo de fracciones críticas y finas residuales, lo que se atribuye al hecho de que el material se adhería de forma flexible a las partículas más gruesas), como se detalla en la tabla 1 a continuación. El material de relleno refractario que dispone de una fracción crítica residual (mostrado como 0% en la tabla 2b) se obtuvo mediante clasificación eliminando el material con un tamaño de partícula superior, por ejemplo grafito C ( $d > 75 \mu\text{m}$ ) y grafito D ( $d > 106 \mu\text{m}$ ).

Tabla 1

	Grafito A (Como se recibió)	Grafito B ( $d < 53$ eliminado)
--	--------------------------------	------------------------------------

	Grafito A (Como se recibió)	Grafito B (d<53 eliminado)
Fracción crítica (38<d<53)	22%	3,0%
Fracción fina (d<38)	2,9%	0,7%

**[0054]** Cada revestimiento fue preparado y diluido a una viscosidad copa DIN 4 de 12,5 segundos (+/- 0,5 segundos).

**[0055]** Los revestimientos fueron comparados con revestimientos disponibles comercialmente incluyendo RHEOTEC XL®, un revestimiento de inmersión refractario anti-veteado suministrado por Foseco (Comp Ex 1) y un lavado de macho de coque basado en isopropanol general BBE™ suministrado por Foseco (Comp Ex 2).

**[0056]** Las formulaciones y propiedades de los revestimientos se indican en la tabla 2.

10

15

20

25

30

Tabla 2a Formulaciones de los Revestimientos

	Ex 1	Ex 2	Ex 3	Ex 4	Ex 5	Ex 6	Ex 7	Ex 8	Ex 9	Ex 10	Ex 11	Ex 12	Ex 13	Comp Ex 1	Comp Ex 3	Comp Ex 4	Comp Ex 5	Comp Ex 6	Comp Ex 7
Atapulgita	4,5	4,4	3,7	4,4	4,5	4,6	4,5	9,4	4,9	4,8	4,8	10,2	9,8	n/a	4,1	5,0	5,1	10,2	9,8
Óxido de Hierro Rojo (Fino)	16,0	15,6	7,9	15,7	16,2	16,5	16,0	16,9	0,0	2,0	6,0	18,3	17,5	n/a	14,6	0,0	2,1	18,3	17,5
Óxido de Hierro Amarillo (Fino)	7,2	7,0	5,0	7,1	7,3	7,4	7,2	0,0	7,8	7,7	7,7	0,0	0,0	n/a	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Arcilla Calcinada (Fina)	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	7,6	5,6	0,0	0,0	n/a	0,0	19,0	13,1	0,0	0,0
Ligantes, Modificadores Reología, Bioticias, etc.	5,7	5,5	3,0	5,8	6,3	5,8	5,7	5,3	6,2	6,1	3,0	5,9	5,6	n/a	5,2	3,1	6,1	5,9	5,6
Grafito A	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n/a	25,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Grafito B	18,0	14,6	15,4	19,4	16,4	15,6	12,1	0,0	19,6	19,3	17,4	0,0	0,0	n/a	0,0	20,3	17,7	0,0	0,0
Grafito C (d>75)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n/a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grafito D (d>106)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5	0,0	n/a	0,0	0,0	0,0	8,2	0,0
Grafito E (38<d<53)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n/a	0,0	0,0	0,0	8,2	0,0
Moloquita B (d>106)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,2	n/a	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1
Moloquita A 38<d<53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n/a	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1
Agua	48,6	47,2	57,7	47,6	49,2	50,1	48,6	56,5	52,8	52,4	55,5	49,1	46,9	n/a	44,1	52,6	55,8	49,1	46,9
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	n/a	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabla 2b Propiedades de los Revestimientos y Proporciones de Relleno

	Ex 1	Ex 2	Ex 3	Ex 4	Ex 5	Ex 6	Ex 7	Ex 8	Ex 9	Ex 10	Ex 11	Ex 12	Ex 13	Comp Ex 1	Comp Ex 3	Comp Ex 4	Comp Ex 5	Comp Ex 6	Comp Ex 7	
Proporciones por peso																				
Fracción fina (2ª) (wt% del total de rellenos)	60,9	57,6	61,1	58,6	63,3	64,9	61,2	68,8	52,6	53,7	58,4	63,4	57,4	70,2	51,1	54,6	53,8	63,4	57,4	
Fracción gruesa (1ª) (wt% del total de rellenos)	39,1	42,4	38,9	41,4	36,7	35,1	38,8	31,2	47,4	46,3	41,6	36,6	42,6	29,8	48,9	45,4	46,2	36,6	42,6	
Gruesa: Finas (Proporción peso)	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,9	0,9	0,7	0,6	0,7	0,4	1,0	0,8	0,9	0,6	0,7	
Fracción Crítica (wt% del total de rellenos)	1,1	3,5	1,1	1,2	1,1	1,0	3,6	0	1,4	1,4	1,2	0	0	5,1	10,9	1,3	1,3	18,3	21,3	
Fracción Crítica (wt% del total de rellenos gruesos)	2,9	8,2	2,9	2,9	2,9	2,9	9,1	0	2,9	2,9	2,9	0	0	17,0	21,7	2,9	2,9	50,0	50,0	
Proporciones por volumen																				
Fracción fina (2ª) (vol% del total de rellenos)	43,5	40,3	49,0	41,2	41,2	46,1	47,8	43,9	54,8	43,5	43,5	43,5	46,0	48,7	48,8	34,6	49,3	47,2	48,7	48,8
Fracción gruesa (1ª) (vol% del total de rellenos)	56,5	59,7	51,0	58,8	53,9	53,9	52,2	56,1	45,2	56,5	56,5	54,0	54,0	51,3	51,2	65,4	50,7	52,8	51,3	51,2
Gruesa: Finas (Proporción volumen)	1,3	1,5	1,0	1,4	1,2	1,2	1,1	1,3	0,8	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,9	1,0	1,1	1,1	1,1
Fracción Crítica (vol% del total de rellenos)	1,7	5,0	1,5	1,7	1,6	1,6	1,5	5,2	0	1,6	1,6	1,6	1,6	0	5,0	14,6	1,5	1,5	25,6	25,6
Fracción Crítica (vol% del total de rellenos gruesos)	2,9	8,2	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	9,1	0	2,9	2,9	2,9	2,9	0	16,5	21,7	2,9	2,9	50,0	50,0

[0057] Los revestimientos se investigaron mediante inmersión de machos de arena de sílice cilíndrica con un diámetro de 50mm y 90mm de altura. A menos que se indique lo contrario, la arena utilizada era Haltern H32 con un número de Fineza AFS 45 y un tamaño medio de grano de 322  $\mu\text{m}$ . Los machos se unieron utilizando un ligante de caja fría de uretano fenólico curado de amina (0,6wt% Parte I + 0,6wt% Parte II). La duración normal de la inmersión de los machos era de 60-65 mm y el tiempo de inmersión de 2-15 segundos.

#### **Profundidad de la absorción y grosor de la capa superficial**

[0058] Se preparó una serie de revestimientos Comp Ex 3, Ex 2 y Ex 1 con una fracción crítica de 21,7wt%, 8,2wt% y 2,9wt% con relación a la primera fracción (relativamente gruesa) y 10,9wt%, 3,5wt% y 1,1wt% con relación al total de rellenos refractarios en partículas como se detalla en las tablas 2a y 2b.

[0059] Se sumergieron tres machos en los revestimientos durante un tiempo de inmersión de 9 segundos. Los resultados se muestran de forma esquemática en la figura 2. La profundidad de penetración aumenta conforme disminuye la proporción de la fracción crítica. Este efecto se atribuye a la fracción crítica que bloquea los poros en el macho y dificulta la absorción.

#### **Profundidad de absorción**

[0060] Se compararon tres revestimientos Ex 1, Ex 2 y Comp Ex 3 con un revestimiento anti-veteado convencional con una fracción crítica de 17,0wt% de la primera fracción (relativamente gruesa) equivalente al 5,1wt% del total de relleno refractario (Comp Ex 1). La profundidad de la absorción del revestimiento en el macho, el peso del revestimiento absorbido en el macho y el grosor del revestimiento superficial en el macho fueron medidos para un rango de tiempos de inmersión entre 0 y 15 segundos.

[0061] Los resultados de la investigación de la profundidad de absorción se muestran en el gráfico de la Figura 3. Se puede ver que la profundidad de absorción aumenta con el tiempo de inmersión en todos los casos y la mayor absorción ( $\sim 4,3\text{mm}$  a 12 segundos) se alcanza con Ex 1 que tiene el 2,9wt% de la fracción crítica (con base en el peso de la fracción gruesa). El gráfico se nivela a aproximadamente 2mm tanto para Comp Ex 1 (17,0wt% de la fracción gruesa) y Comp Ex 3 (21,7wt% de la fracción gruesa) indicando que se alcanzará muy poca profundidad adicional aunque se aumente el tiempo de inmersión. Esto sugiere que los poros pueden estar bloqueados por la fracción crítica y dificultar aún más la absorción.

[0062] Los resultados del peso de la investigación de las partículas absorbidas se muestran en el gráfico de la Figura 4. De manera similar a los resultados obtenidos a

partir de la investigación de la profundidad de absorción, puede verse que la cantidad de partículas absorbidas aumenta con el tiempo de inmersión en todos los casos y la mayor absorción (~2,2g) se alcanza con Ex 1 contando con 2,9 wt% de fracción crítica con base en el peso de la fracción gruesa y 1,1wt% de fracción crítica con base en el peso del total de rellenos refractarios.

**[0063]** Los resultados de la investigación del grosor de la capa superficial se muestran en el gráfico de la Figura 5. El grosor de la capa aumenta conforme se reduce la proporción de la fracción crítica. Un grosor de aproximadamente 380 µm se alcanza con un revestimiento con un 2,9wt% de fracción crítica (con base en el peso de la fracción gruesa) y 1,1wt% de fracción crítica con base en el peso del total de rellenos refractarios.

**Efecto del tipo de arena en la profundidad de absorción**

**[0064]** Se prepararon una serie de machos utilizando diferentes grupos de arena de fundición de Alemania – arena Haltern (H) y arena Frechener(F). Para cada grupo de arenas, se seleccionó un rango de grados con diferentes tamaños de grano como se detalla en la tabla 3 a continuación.

Tabla 3

	H31	H32	H33	F31	F32	F33
Número de Fineza AFS	42	45	52	46	58	62
Tamaño Medio del Grano (mm)	0,367	0,322	0,276	0,322	0,243	0,231
Nivel de Adición del Ligante (Total Pt 1 + Pt 2)	1,2%	1,2%	1,2%	1,6%	1,6%	1,6%
Profundidad de absorción (mm)	2,8	3,5	2,4	2,8	2,7	2,7

**[0065]** Las arenas se utilizaron para producir una serie de machos de arena teniendo en cuenta que debido a la creciente demanda de ligante asociada al tamaño de las partículas y la distribución del sílice Frechener, el nivel de adición de ligante utilizado era 0,8wt% Parte 1 + 0,8wt% Parte 2 permaneciendo el nivel de adición para la arena Haltern a 0,6wt% + 0,6wt%.

**[0066]** Todos los machos se sumergieron (durante 3 segundos) en el revestimiento Ex 3 preparado con una fracción crítica de 2,9wt% (basada en el peso de la fracción gruesa) como se detalla en las tablas 2a y 2b.

**[0067]** Los resultados pueden verse en la Figura 6. Parece que el tamaño de la partícula de la arena tiene un efecto relativamente pequeño sobre la profundidad de absorción en las arenas que fueron comprobadas. Por lo tanto, creemos que las

composiciones de la invención serán adecuadas para su uso en un rango de arenas de fundición.

### **Comprobaciones de bloques de piezas fundidas veteadas**

- 5 **[0068]** En la Figura 7a se reproduce una vista en planta de la mitad inferior del molde 21a (bajero) de un molde de fundición de bloque veteado y tiene ubicaciones para colocar seis machos revestidos diferentes para su comprobación. La Figura 7b es una vista lateral de un conjunto de molde completo 23 que comprende una primera mitad inferior (bajero) 21a, una mitad superior (sobre) 21b y un macho de comprobación revestido 22.
- 10 **[0069]** El molde de arena 21 se produce a partir de arena de sílice Haltern H32 ligada mediante una resina autofraguante con base de alcohol (resina de furano ESHANOL ® U3N) endurecida con un catalizador ácido (ácido sulfónico p-tolueno). Los niveles de adición de ligante utilizado eran 1% de resina en peso con base en el peso de la arena y 40% del catalizador con base en el peso de la resina.
- 15 **[0070]** Los machos de arena se fabricaron utilizando arena de sílice Haltern H32 ligada con un sistema de ligante de caja fría de poliuretano (0,6wt% Parte 1 + 0,6wt% Parte 2). Los machos cilíndricos de 50 mm de diámetro y 90mm de longitud se sumergieron en el revestimiento de ensayo a una profundidad de inmersión de 62mm y los machos revestidos se secaron en un horno a 120°C durante una hora y se dejaron enfriar. Una vez secados, los machos revestidos 22 se situaron en un hueco 20 24 en la mitad inferior (bajero) 21 del molde. Los machos 22 se situaron con el grabado del macho (extremo no revestido) en la base del molde de modo que únicamente la parte revestida del macho sobresalía de la cavidad de la pieza fundida. Se situó un filtro de carburo de silicona de 50mm x 50mm de 10 ppi (poros por pulgada 25 linear) 25 entre el bebedero 26 y el canal de colada 27.
- [0071]** La fundición de metal era hierro de fundición gris (grafito en copos) con un contenido en carbono en el rango de 3,3 a 3,5% y un contenido en silicona del 2,2% al 2,3%. La temperatura de vertido del metal era 1425°C± 5°C y el tiempo de llenado del molde era de 8 a 10 segundos. El peso de la pieza fundida era de 13,1 Kg.
- 30 **[0072]** Tras la solidificación y el enfriado, la pieza fundida se retira del molde y los machos se retiran de la misma. Las cavidades internas del bloque de fundición se inspeccionaron para valorar el nivel de veteado y otras propiedades generales de la pieza fundida. La Figura 8 muestra una vista de un bloque de fundición y la Figura 9 es una impresión artística de un patrón de un veteado completo visto en el interior de las 35 cavidades de la pieza fundida. Este consiste en una vena circular 31 en la parte inferior de la pieza fundida (base del macho) y las venas de las paredes 32 que

sobresalen de las paredes de la cavidad de la pieza fundida. La Figura 10 muestra un esquema del bloque de fundición fabricado con tres tipos diferentes de revestimientos para ilustrar los tipos de defectos de vetas que se observan. El revestimiento medio A proporciona una pieza fundida de comprobación con una veta inferior que es un círculo 100% completo más unas vetas cortas en las paredes. El revestimiento en el lado izquierdo B tiene una veta inferior del 55% y unas vetas laterales amplias mientras que el revestimiento C tiene muy poco veteado.

**[0073]** Debe resaltarse que las variaciones entre las diferentes piezas son muy pocas en las comprobaciones de los bloques de veteado, es decir, son a efectos comparativos respecto de los estándares conocidos para obtener un rendimiento cualitativo en lugar de cuantitativo.

Comprobaciones de bloques veteados 1

**[0074]** Se prepararon tres revestimientos Ex 4, Ex 1 y Ex 5, cada uno con la misma fracción crítica de 2,9wt% con base en el peso de la (primera) fracción gruesa pero con diferentes proporciones wt% (primera fracción)gruesa: wt% de finas (segunda fracción) y, por lo tanto, fracciones críticas divergentes de 1,21wt%, 1,14wt% y 1,07wt% respectivamente con base en el relleno refractario total como se detalla en las tablas 2a y 2b.

**[0075]** Se fabricó una pieza fundida de bloque veteado utilizando machos revestidos individualmente con revestimientos Ex1, Ex 4 y Ex 5 y comparados con revestimientos comparativos Comp Ex 1 y Comp Ex 2. Los resultados de la pieza fundida se muestran a continuación en la tabla 4.

Tabla 4

	Ex 4	Ex 1	Ex 5	Comp Ex 1	Comp Ex 11	Comp Ex 2
Veta inferior (%)	rastro	0	0	100	80	100
Número de vetas en paredes	2	0	0	6	1	6
Longitud total de las vetas de las paredes (cm)	1,5	0,0	0.0	3,5	0,5	30,0
1 Arena de macho contenía 4% en peso de aditivo NORACEL anti-veteado						

**[0076]** Los resultados muestran que todos los revestimientos Ex 1, Ex 4 y Ex5 tienen un nivel significativamente inferior de defectos en el veteado (tanto en las vetas de las paredes laterales como en las inferiores) en comparación con un revestimiento anti-

veteado convencional Comp Ex 1 (vetas inferiores 100%) y revestimiento de lavado refractario básico Comp Ex 2 que tiene vetas extensivas en las paredes laterales y en la parte inferior.

5 Comprobaciones de bloque veteado 2 – Influencia de la profundidad de penetración del revestimiento

[0077] Para los revestimientos Ex 1, Ex 6 y Ex 7 con fracción crítica del 2,9wt%, 2,9wt% y 9,1wt% con base en la primera fracción (gruesa) (1,1wt%, 1,0wt% y 3,6wt% de los rellenos refractarios totales), se prepararon como se detalla en las tablas 2a y 2b, las formulaciones ajustadas para dar un grosor de capa similar con el mismo tiempo de inmersión (9 segundos).

[0078] La profundidad de absorción media y el grosor del revestimiento de la capa superior se midieron y los resultados se muestran en la tabla 5 junto con los resultados de la prueba de la fundición en bloque veteada.

Tabla 5

	Ex 1	Ex 6	Ex 7
Propiedades del macho revestido			
Capa superficial (µm)	290	300	290
Profundidad de absorción media (mm)	3,9	3,5	2,4
Resultados del bloque veteado			
Veta inferior (%)	0	0	70
Longitud total de las vetas de las paredes (cm)	0	0	7

[0079] Los resultados indican que la profundidad óptima de penetración es de >3mm, sin embargo el anti-veteado efectivo comparable al estado de la técnica actual de revestimientos se consigue con profundidades de absorción del orden de 2,5mm.

Comprobaciones de bloque veteado 3

[0080] Se preparó una serie de revestimientos para valorar el efecto de la composición de finos (segunda fracción) en un rango de revestimiento con niveles similares de fracción crítica como se detalla en las tablas 2a y 2b a continuación.

[0081] Se midieron la profundidad de absorción media y el grosor del revestimiento de la capa superior y los resultados se muestran en la tabla 6 junto con los resultados de la comprobación del bloque de fundición veteado.

Tabla 6

	Ex 1	Ex 3	Ex 8	Ex 9	Ex 10	Ex 11	Comp Ex 4	Comp Ex 5
Propiedades del macho revestido								
Capa superior (µm)	280	340	300	290	290	320	300	310
Profundidad de Absorción Media (mm)	3,3	2,9	3,1	4,0	3,2	3,3	4,1	3,5
Resultados del bloque veteadado								
Veta inferior (%)	0	0	0	0	0	0	100	60
Longitud total de las vetas de la pared (cm)	0	1,5	0	2,5	2	0	7	9

5 [0082] Los resultados muestran que pueden conseguirse buenas propiedades anti-veteado con un rango de óxido de hierro (rojo, amarillo o una combinación de ambos) y rellenos de aluminosilicato (atapulgita y caolín calcinado) – véase Ex 1, Ex 3 y Ex 8-11. Sin embargo, los altos niveles (>50vol% de la fracción fina) de caolín calcinado (arcilla calcinada) da como resultado una reducción en el rendimiento (Comp Ex 4 y Comp Ex 5) aunque todavía es comparable con los revestimientos en el estado de la técnica. Los resultados indican que tanto las propiedades físicas (partículas con forma lamelar, esférica o de varilla) como la composición química (óxido de hierro y aluminosilicato) pueden tener una influencia en la absorción y propiedades anti-veteado del revestimiento.

15 **Influencia de la Morfología de las Partículas Gruesas**

[0083] Se prepararon una serie de revestimientos (Ex 12, Ex 13, Comp Ex 6 y Comp Ex 7) para investigar el efecto de la forma de la partícula en las propiedades de absorción del revestimiento. Ex 12 y Comp Ex 6 contienen grafito mientras el Ex 13 y el Comp Ex 7 contienen moloquita como se detalla en las tablas 2a y 2b. El grafito tiene una forma de partícula similar a un copo plano mientras que la moloquita tiene una forma de grano angular más tridimensional. Las fracciones particulares pasadas por el tamiz de grafito y moloquita se eligieron de modo que Ex 12 y 13 tuvieran fracción crítica residual y Comp Ex 6 y 7 tuvieran 50% de fracción crítica con relación a la primera fracción (gruesa).

25 [0084] Los revestimientos se utilizaron entonces para revestir una serie de machos de diferentes tipos de arena (como en la tabla 3) y se midió la profundidad de penetración del revestimiento para cada combinación de machos de arena/ revestimiento. Los

resultados pueden verse en la figura 11 y muestran que, como se ha observado previamente (en la figura 6), el tamaño de la partícula de arena tiene poco efecto en la cantidad de absorción. En cambio, la cantidad de fracción crítica afecta a la profundidad de absorción con Ex 12 y Ex 13 contando con mayores profundidades de absorción que Comp Ex 6 y 7. Los resultados son similares independientemente de si los revestimientos contienen grafito o moloquita y por lo tanto indican que la forma de la partícula, es decir, la morfología es menos importante que el nivel de fracción crítica.

10

**Reivindicaciones**

1. Una composición de revestimiento de fundición que comprende un portador líquido;  
 5 un ligante;  
 y un relleno refractario en partículas;  
 el relleno refractario en partículas que comprende una primera fracción relativamente gruesa con un tamaño de partículas de  $d > 38\mu\text{m}$  y una segunda fracción relativamente fina con un tamaño de partículas  $d < 38\mu\text{m}$ ,  
 10 donde un máximo del 10% del total del relleno refractario en partículas tiene un tamaño de partículas de  $38\mu\text{m} < d < 53\mu\text{m}$  y entre un 0 y un 50% de la segunda fracción relativamente fina está constituida por caolín calcinado.
2. La composición de conformidad con la reivindicación 1 en la que un máximo del 15% de la primera fracción relativamente gruesa tiene un tamaño de partícula  
 15 de  $38\mu\text{m} < d < 53\mu\text{m}$ .
3. La composición de conformidad con la reivindicación 1 o 2 en la que un máximo del 4% del relleno refractario en partículas total tiene un tamaño de partícula de  $38\mu\text{m} < d < 53\mu\text{m}$ .
4. La composición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones  
 20 precedentes en la que la segunda fracción relativamente fina comprende óxido de hierro rojo y/o óxido de hierro amarillo.
5. La composición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes en la que del 0 al 50% de la segunda fracción relativamente fina está constituido por un no gel que forma un mineral basado en el silicato con  
 25 morfología lamelar.
6. La composición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes en la que la proporción de la primera fracción relativamente gruesa con relación a la segunda fracción relativamente fina es de 0,1 a 2,0:1.
7. La composición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones  
 30 precedentes en la que la primera fracción relativamente gruesa comprende uno o más de los siguientes: grafito, silicato, aluminosilicato, óxido de aluminio, silicato de zirconio, muscovita, pirofillita, talco y óxido de hierro micáceo.
8. La composición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes en la que la primera fracción relativamente fina comprende uno o  
 35 más de los siguientes: óxido de hierro rojo, paligorsquita, sepiolita, goethita y wollastonita.

9. La composición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes en la que la segunda fracción relativamente fina comprende partículas con una morfología esférica y partículas con una morfología similar a una varilla.

5 10. La composición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes en la que la segunda fracción relativamente fina comprende al menos el 10% de óxido de hierro rojo.

10 11. La composición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes en la que la segunda fracción relativamente fina comprende caolín calcinado.

15 12. Un proceso para la preparación de un molde o macho de fundición revestido que comprende el suministro de un molde o macho de fundición; la aplicación de una composición de revestimiento de fundición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 al macho o molde de fundición; y la eliminación el portador líquido.

13. Un molde o macho de fundición revestido con una composición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1-11.

20

25

30

35

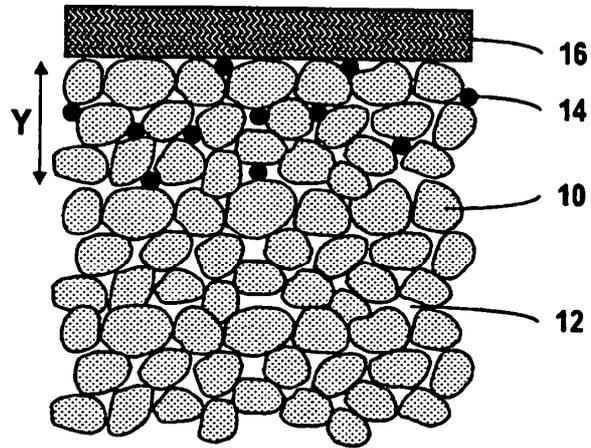


Figura 1

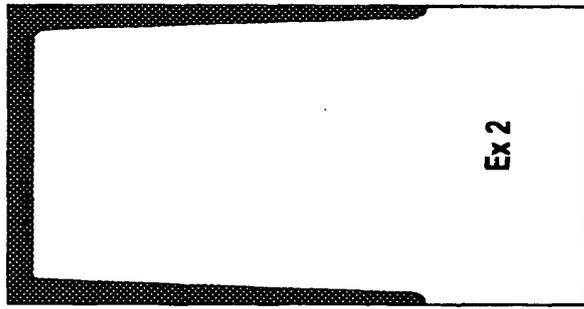
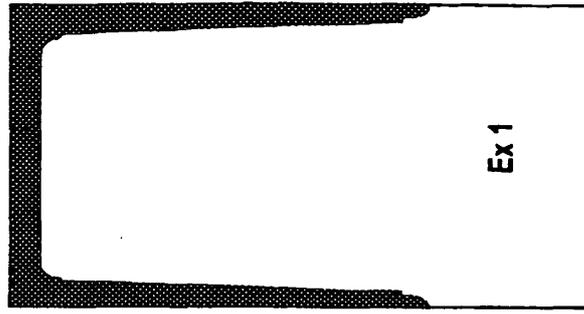


Figura 2

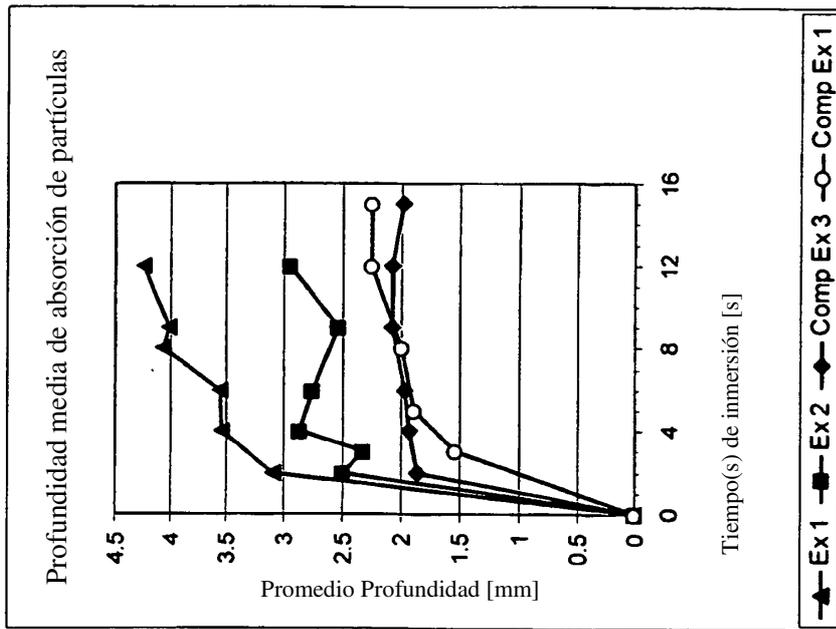


Figura 3

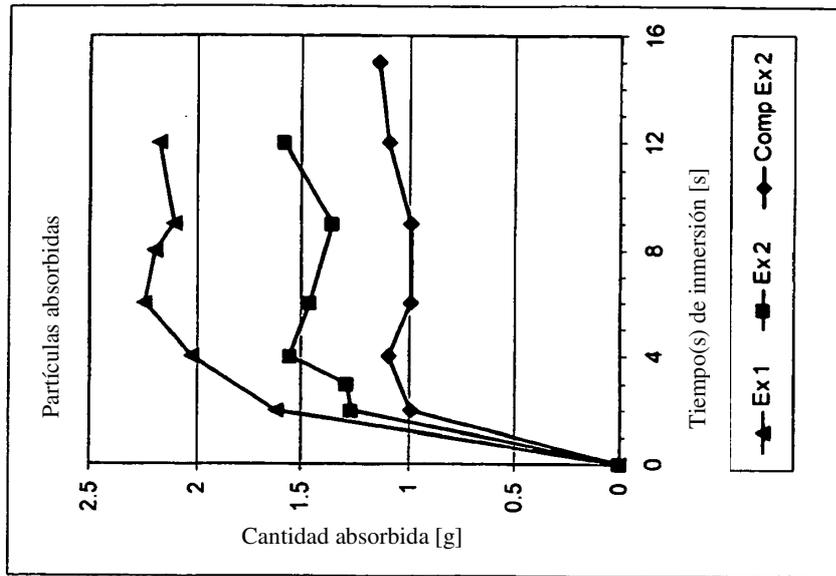


Figura 4

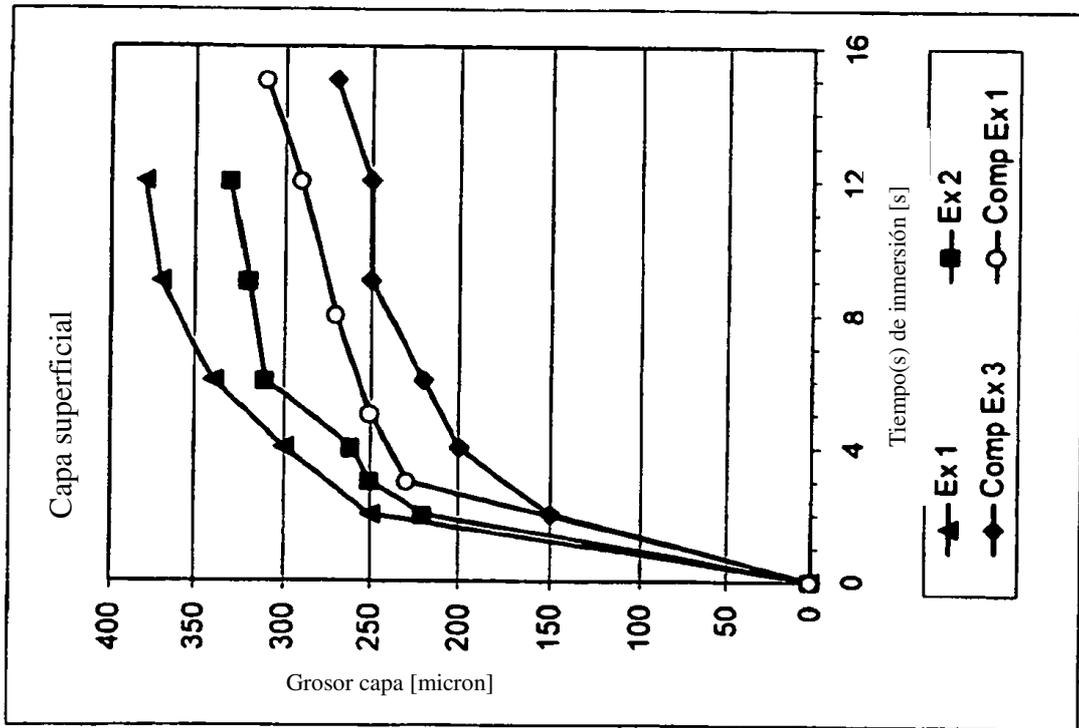


Figura 5

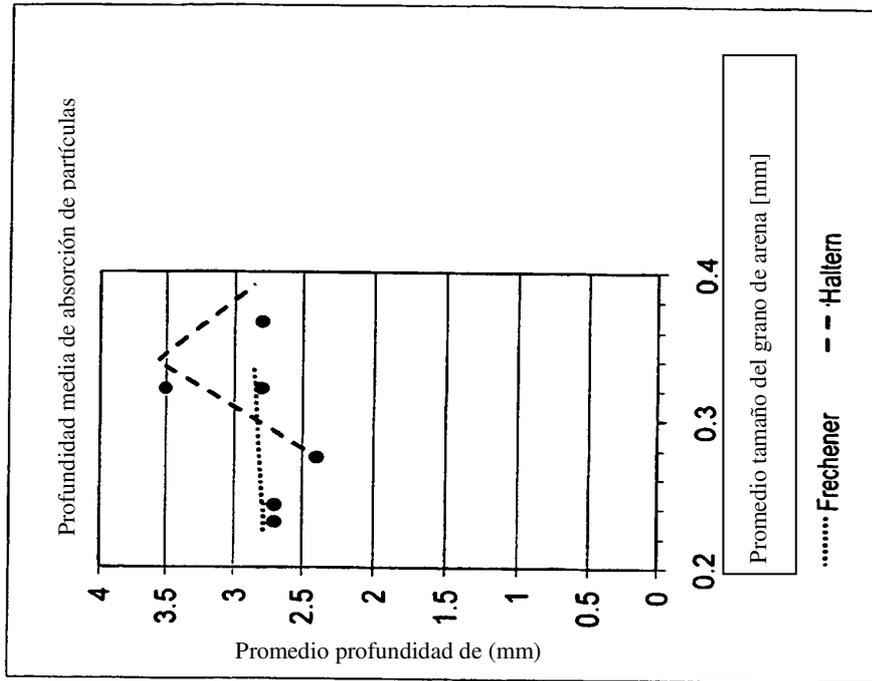


Figura 6

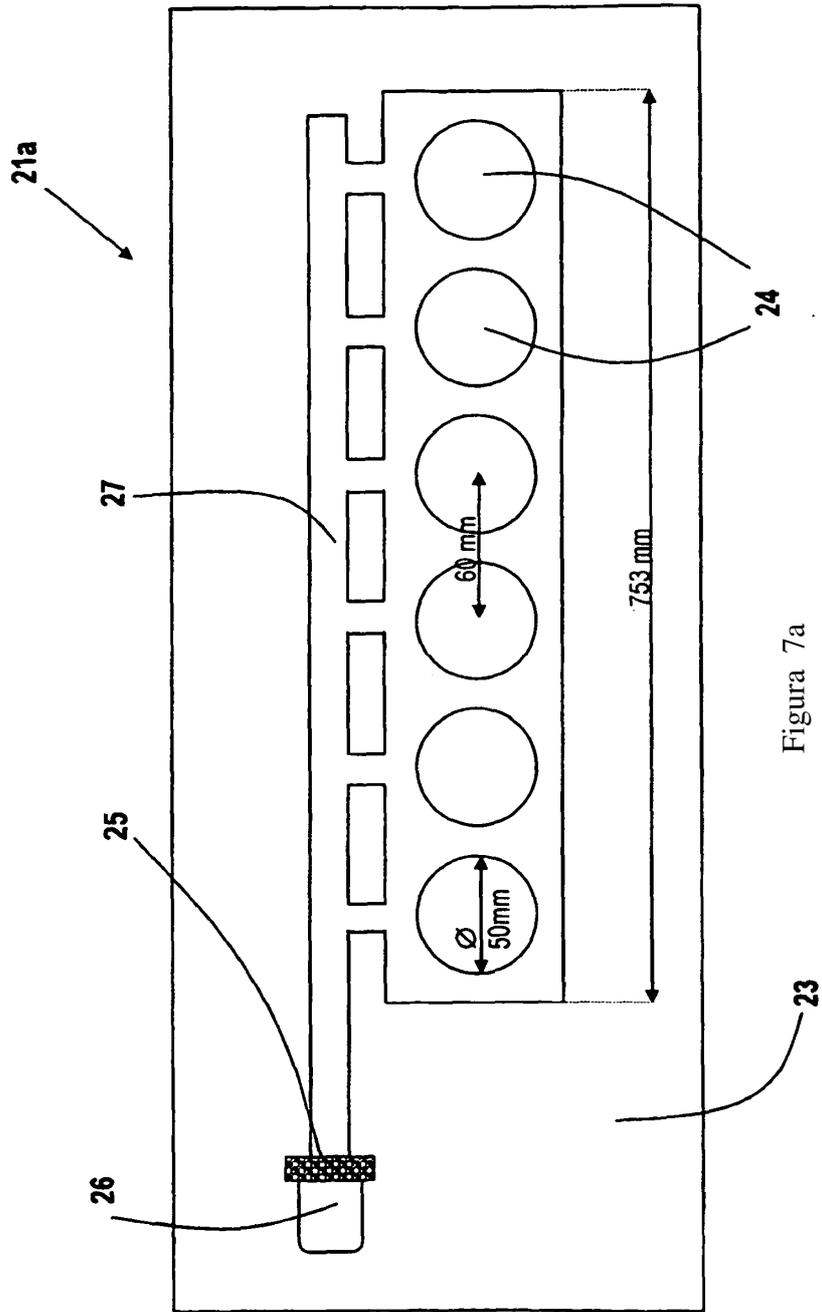
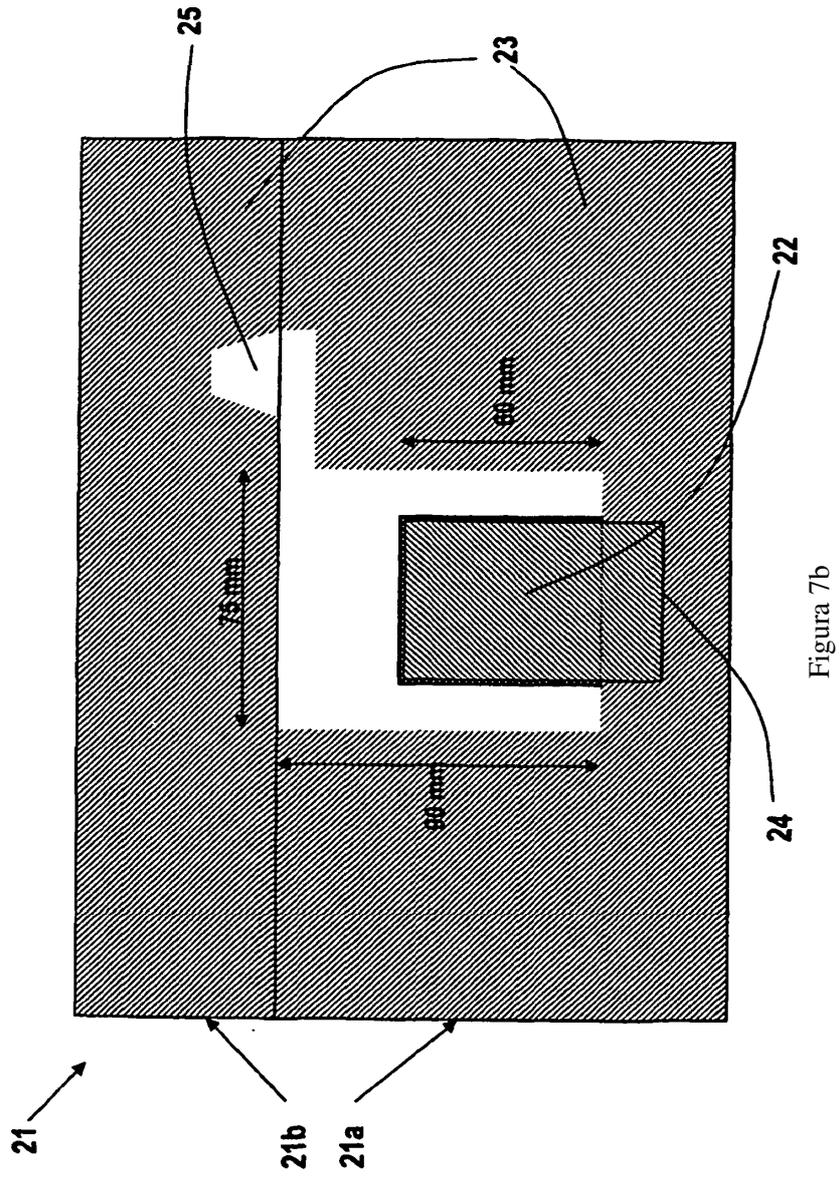


Figura 7a



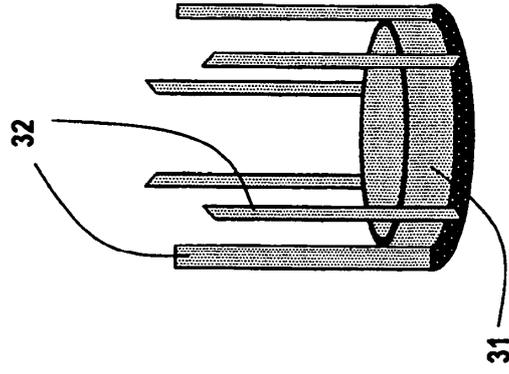


Figura 9

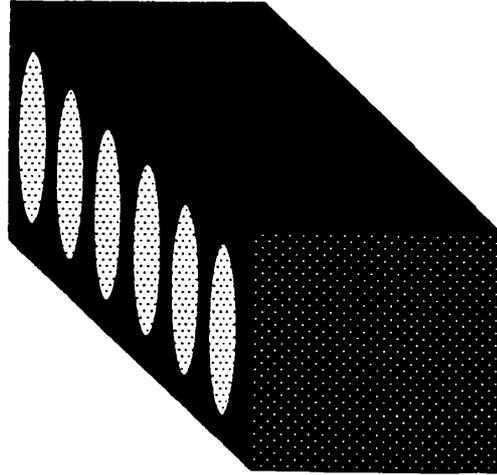


Figura 8

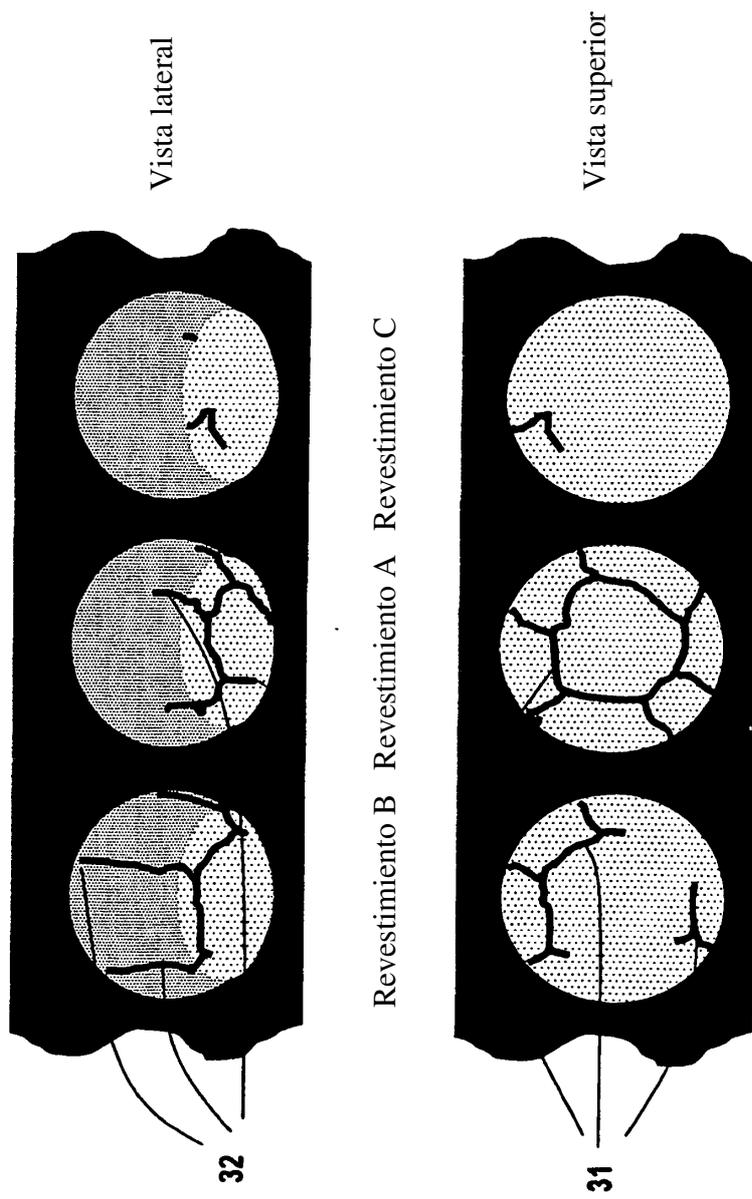


Figura 10

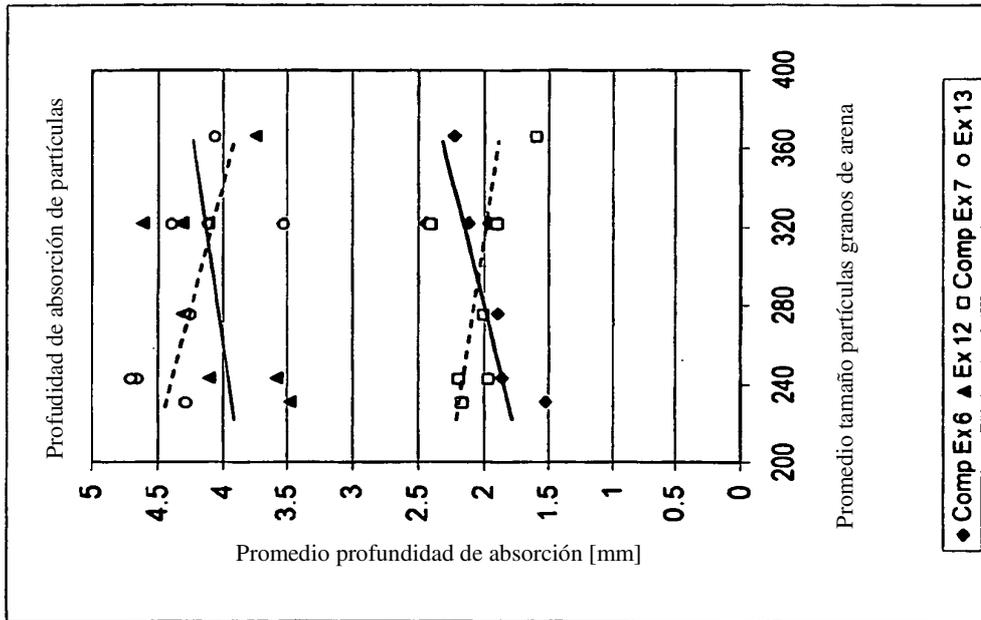


Figura 11