

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 437 853**

51 Int. Cl.:

**C08G 59/38** (2006.01)

**C08G 59/54** (2006.01)

**C08L 63/00** (2006.01)

**C09D 163/00** (2006.01)

**G21F 9/16** (2006.01)

**G21F 9/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2009 E 09784451 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013 EP 2297221**

54 Título: **Composición de recubrimiento para el almacenamiento de residuos tóxicos para la salud y/o el medio ambiente carente de agente endurecedor de amina aromática**

30 Prioridad:

**30.06.2008 FR 0854372**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**14.01.2014**

73 Titular/es:

**CCP COMPOSITES (100.0%)  
16-32 rue Henri Regnault, La Défense 6  
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**DHERSIN, CHRISTINE**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 437 853 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).

## DESCRIPCIÓN

Composición de recubrimiento para el almacenamiento de residuos tóxicos para la salud y/o el medio ambiente carente de agente endurecedor de amina aromática

5 La presente invención se refiere a una composición de recubrimiento para el almacenamiento o el confinamiento de residuos tóxicos para la salud y/o el medio ambiente, que comprende una composición a base de resina epoxi y una composición endurecedora carente de agente endurecedor de amina aromática.

10 La presente invención también se refiere al uso de esta composición para el recubrimiento de dichos residuos.

Las resinas de intercambio iónico utilizadas para purificar el agua de las instalaciones nucleares, que después de su uso y pérdida de eficacia, deben almacenarse puesto que estas han fijado elementos radiactivos y presentan, por lo tanto, una cierta radiactividad. Otros elementos utilizados en las centrales nucleares, como las barras de magnesio, también están contaminados tras su uso.

15 Otros residuos, en particular no radiactivos, como los metales pesados o los materiales contaminados por metales pesados precisan su confinamiento para evitar su propagación en el medio ambiente.

20 Este tipo de residuos tóxicos para la salud y/o el medio ambiente, en particular los residuos radiactivos, deben almacenarse cumpliendo con las normas de seguridad vigentes.

Se conocen una serie de técnicas para recubrir estos residuos para su almacenamiento, que implican el uso de resinas de recubrimiento epoxi o de poliéster, o también las técnicas de vitrificación que permiten la inactivación de estos residuos.

25 La solicitud de patente FR 2 825 182 describe un sistema de matrices para el recubrimiento y el almacenamiento de un producto peligroso, en el cual la composición de recubrimiento comprende una resina epoxi y una sustancia que absorbe el agua, que permite recubrir las resinas de intercambio iónico con un contenido elevado de agua residual.

30 Un procedimiento que se describe en la patente US 4 599 196 aplica un tratamiento previo de las resinas de intercambio iónico catiónicas para atenuar su carácter ácido, debiendo la composición endurecedora adaptarse en función de esta acidez.

35 La solicitud US 5 416 251 describe un procedimiento de recubrimiento de resina de intercambio iónico en el cual el agua de escorrentía se bloquea mediante un agente hidrófobo que forma una película, con el fin de evitar la inhibición de la reacción entre la resina y el endurecedor.

40 Sin embargo, las composiciones de recubrimiento, que comprenden una composición a base de resina epoxi y una composición endurecedora, pueden contener, como agente endurecedor, aminas aromáticas que están desaconsejadas por las normas sanitarias vigentes o que pueden acabar estándolo. En efecto, algunos de estos comprenden unos riesgos clasificados como « CMR » (cancerígeno, mutágeno y/o tóxico para la reproducción). Aunque su uso esté permitido en unas condiciones de uso precisas, se busca sustituirlas por productos que no presenten estos inconvenientes.

45 Existe, por lo tanto, la necesidad de una composición de recubrimiento de residuos tóxicos que sea estable frente a las radiaciones, fácilmente manipulable a temperatura ambiente y que presente las propiedades de seguridad requeridas en materia, en particular, de resistencia a la compresión y a la lixiviación, sin necesidad de un tratamiento previo específico del residuo a tratar, y que no comprenda un agente endurecedor de amina aromática, esto sin que la reacción epoxi-amina se vea afectada por la presencia de agua y en ausencia de cualquier adición suplementaria de un agente específico que absorba el agua, además del sistema reactivo epoxi-amina global (es decir, excluyendo los componentes reactivos del sistema epoxi-amina).

50 De acuerdo con una alternativa de la invención, dicha composición de recubrimiento puede carecer de agente endurecedor aromático.

Actualmente se ha encontrado que el uso de amidoaminas en calidad de agente endurecedor permite obtener una composición de recubrimiento que cumple con estos objetivos y criterios.

60 Por « amidoamina » se entiende el producto de la reacción entre una poliamina alifática y un ácido graso, que tiene unas funciones terminales y/o laterales amina (amidificación con exceso de amina con respecto a CO<sub>2</sub>H).

La elección de estas aminas particulares como endurecedor presenta numerosas ventajas:

65 - no están clasificadas entre los productos « CMR » (cancerígenos, mutágenos y/o tóxicos para la reproducción) o que puedan serlo;

- la presencia simultánea de numerosas funciones aminas garantiza la formación de numerosos enlaces C-N con los grupos epoxi de la resina, que permiten la formación de una red epoxídica más compacta: esto da como resultado una estabilidad mejorada frente a las radiaciones y a las sollicitaciones mecánicas de tipo compresión (estabilidad frente a la deformación) y, de manera más particular, una resistencia a la compresión no afectada tras la exposición a las radiaciones ionizantes;
- su cinética de reticulación, relativamente lenta y controlada (reactividad controlada), permite controlar la reactividad durante la reticulación sin que la reactividad de los componentes reactivos se vea afectada por la eventual presencia de agua, y esto en ausencia de cualquier otra sustancia que absorba el agua que no sean los componentes reactivos del sistema epoxi-amina;
- se pueden emplear fácilmente a temperatura ambiente (10-40 °C, de preferencia 15-30 °C), debido a su baja viscosidad, de preferencia inferior a 4 Pa.s a 25 °C, y esto mediante la simple mezcla de los componentes.

Por « reticulación » se entiende la unión de cadenas de polímeros entre sí mediante puentes o enlaces químicos, con el fin de constituir una red macromolecular tridimensional con una masa molecular infinita y que presenta unas propiedades físico-químicas diferentes a las del polímero inicial. En el caso de las resinas termoendurecibles, estas pasan de un estado pastoso a un estado sólido. La reticulación es la consecuencia de la polimerización y es un proceso irreversible que da como resultado la obtención de un polímero tridimensional sólido, no fusible e insoluble.

En el caso de las resinas epoxi, la reticulación se lleva a cabo mediante la reacción con un endurecedor o, de manera más precisa, mediante la reacción de una composición de resina epoxi con una composición endurecedora (a base de aminas) exenta de amina aromática.

De acuerdo con una alternativa de la invención, dicha composición endurecedora puede carecer de agente endurecedor aromático.

La invención se refiere, por lo tanto, de acuerdo con un primer aspecto, a una composición de recubrimiento para el almacenamiento o el confinamiento de residuos tóxicos para el medio ambiente y/o la salud, que comprende una composición a base de resina epoxi y una composición endurecedora, comprendiendo dicha composición endurecedora un endurecedor constituido por al menos una aminoamida, careciendo dicha composición de recubrimiento de agente endurecedor de amina aromática.

En particular, dicha composición de recubrimiento puede carecer de agente endurecedor aromático.

Dicha amidoamina es el producto de la reacción entre una o varias polietilenopoliamina(s) alifáticas y uno o varios ácido(s) graso(s) mono- o poli-insaturados, y de manera más preferente entre unas oligoetilenoaminas y unos ácidos grasos mono- o poli-insaturados en C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub>.

Dicha composición de recubrimiento carece de cualquier sustancia añadida que absorba el agua aparte de los compuestos reactivos del sistema epoxi-amina. En efecto, las amidoaminas presentes en la composición reactiva constituyen uno de los componentes reactivos del sistema epoxi-amina, y pueden reaccionar con el agua, mediante hidrólisis, lo que permite resolver el problema de la influencia del agua de escorrentía sobre el endurecimiento (es decir sobre la reacción de reticulación entre epoxi y amina).

La composición de revestimiento comprende entre un 50 y un 80 %, en particular entre un 60 y un 70 %, en peso de composición a base de resina epoxi y entre un 20 y un 50 %, en particular entre un 30 y un 40 %, en peso de la composición endurecedora.

### **Composición endurecedora**

La composición endurecedora que se puede utilizar en la composición de recubrimiento de acuerdo con la invención comprende, de manera ventajosa, al menos una amidoamina poco reactiva, es decir que presenta una cinética de reticulación relativamente lenta y controlada. Se utilizará de preferencia una o varias amidoamina(s) con una vida útil de empleo hasta la gelificación, es decir hasta una viscosidad que tiende al infinito (en inglés « pot life ») a 25 °C de entre 400 y 700 min, medida mediante el método del tiempo de gelificación en 150 g de mezcla con una resina epoxi de diglicidiléter de bisfenol A (DGEBA).

De manera ventajosa, dicha amidoamina o dicha mezcla de amidoaminas tiene una viscosidad a 25 °C del orden de entre 0,2 y 2 Pa.s.

De preferencia, se utilizará una o varias amidoamina(s) con un porcentaje de amina, correspondiente a una masa equivalente de hidrógeno activo, del orden de entre 90 y 110 g/H.

Las amidoaminas especialmente preferentes para los fines de la invención se pueden seleccionar, por ejemplo, entre los siguientes productos, que son unos productos de reacción entre:

- una o varias polietilenopoliamina(s) (amina(s) alifática(s) por definición) seleccionada(s) de preferencia

entre las oligoetilenoaminas, y de manera más preferente, entre las polietilenotetraminas y las polietilenopentaminas, como, por ejemplo, la dietilenotriamina, la trietilenotetramina, la tetraetilenotetramina, la tetraetilenopentamina o la bis(3aminopropil) etilendiamina; y

5 - uno o varios ácido(s) graso(s) mono- o poli-insaturado(s) en C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub> (mono y/o poliácidos), como, por ejemplo, el ácido oleico, linoleico, linolénico, el ácido palmitoleico o el ácido mirístico, de preferencia, los ácidos grasos poli-insaturados grasos de origen vegetal, como los ácidos grasos de origen vegetal contenidos en los residuos de destilación de la madera, designados en inglés con el término « Tall oil », prefiriéndose en particular el ácido linoleico y el ácido alfa- o gamma-linolénico.

10 Por otra parte, las amidoaminas se pueden encontrar en equilibrio reversible con la forma ciclada imidazolina. Se utilizará de preferencia una amidoamina o una mezcla de amidoaminas rica en imidazolina(s), cuya reactividad permite regular la velocidad de la reacción de reticulación y que, de manera ventajosa, puede(n) reaccionar con el agua que llevan los residuos húmedos.

15 Una amidoamina preferente para los objetivos de la invención es el producto de la reacción entre la tetraetilenopentamina y los ácidos grasos de origen vegetal contenidos en los residuos de destilación de la madera, designados de manera habitual en inglés con el término TOFA (por « Tall Oil Fatty Acids »).

### **Composición de resina**

20 La composición de resina que se puede utilizar en la composición de recubrimiento de acuerdo con la invención está seleccionada de preferencia de tal modo que garantice una buena complementariedad con la composición endurecedora, en particular en términos de cinética de endurecimiento y de contribución a la resistencia mecánica del bloque de residuo recubierto. Esta resistencia mecánica se puede expresar en términos de resistencia a la  
25 compresión, flexión, cizallamiento, prestaciones viscoelásticas, etc.

La composición de resina puede comprender una mezcla que contiene la resina epoxi así como uno o varios aditivos, en particular seleccionados entre los diluyentes reactivos o plastificantes (no reactivos), los agentes modificadores de reología, en particular los agentes trioxotrópicos y los agentes tensioactivos de tipo alcoholes grasos etoxilados o ésteres de ácidos grasos y de polioles, que tienen una función de emulsionante en el caso de residuos  
30 acuosos, o de humectante en el caso de residuos sólidos, o los agentes secuestrantes, de tipo EDTA (ácido etilendiaminatetraacético) en el caso de residuos metálicos o de residuos que contienen iones metálicos.

La resina epoxi que se puede utilizar en la composición de recubrimiento para los objetivos de la invención es, de preferencia, una resina epoxi cuya masa equivalente de epoxi está comprendida entre 190 y 210 g/mol. Dicha resina epoxi incorpora eventualmente un diluyente reactivo, de preferencia seleccionado entre los monoepóxidos o los epóxidos multifuncionales con una viscosidad inferior a 0,5 Pa.s a 25 °C.

Dicha resina epoxi tiene un alto grado de aromaticidad de entre un 40 y un 50 %, expresado en porcentaje de átomos de carbono aromáticos con respecto al número total de átomos de carbono de la resina epoxi.

De manera ventajosa, el número de funciones epoxi, por molécula (monómero) de dicha resina es de entre 2 y 5.

Dicha resina epoxi tendrá, por ejemplo, un peso molecular en g/mol de aproximadamente entre 300 y 800 g/mol, lo que corresponde a una masa equivalente de epoxi situada entre 125 y 225, expresada en g/mol.

Una resina epoxi preferente es una resina resultante de la reacción entre el bisfenol A y la epiclorhidrina, en particular la resina de diglicidiléter de bisfenol A (DGEBA).

50 De acuerdo con un aspecto preferente de la invención, se utilizará una mezcla de resinas epoxi con una funcionalidad de al menos 2, de tal modo que se aumente la densidad de enlaces (densidad de reticulación) durante la reticulación.

Se utilizará, de preferencia, una mezcla de resina epoxi bifuncional, como una resina resultante de la reacción entre el bisfenol A y/o el bisfenol F y la epiclorhidrina, y de al menos una resina polifuncional, es decir una resina epoxi que tiene un número de funciones epoxi por monómero superior a 2, como, por ejemplo, las resinas epoxi de tipo fenol novolac o epoxi tris(hidroxifenil)metano, etc.

La composición de resina comprende, de preferencia, un diluyente epóxido reactivo (con respecto a las aminas), de preferencia monofuncional o polifuncional, y de manera más preferente con una viscosidad a 25 °C inferior a 0,5 Pa.s, que participa en la reacción entre los compuestos aminas de la composición endurecedora y la resina epoxi. Los diluyentes reactivos que se pueden utilizar son, por ejemplo, el p-tert-butilfenilglicidileter, el cresilglicidileter, el etiloxilglicidileter o triepóxido, como el triglicidiléter de trimetilolpropano, el triglicidil éter de glicerol. Se utilizará de preferencia un diluyente aromático, en particular el p-tert-butilfenilglicidileter.

65 De manera ventajosa, la elección de un diluyente aromático permite aumentar el grado de aromaticidad del polímero

y, por lo tanto, la resistencia a las radiaciones de la composición de recubrimiento.

La composición de resina también puede comprender, en caso necesario, un diluyente plastificante (no reactivo) seleccionado, de preferencia, entre los disolventes pesados, es decir que tienen un peso molecular de entre 140 y 600 g/mol y, de preferencia, entre 140 y 500 g/mol, hidrófobos y miscibles con las aminas endurecedoras.

Estos compuestos permiten evitar la formación de fisuras en el bloque de residuo recubierto en los choques térmicos y ajustar la viscosidad de la composición endurecedora, así como evitar la exudación de agua residual e impermeabilizar la composición de recubrimiento (resistencia a la lixiviación).

Se utilizará, por ejemplo, como compuesto diluyente plastificante, un compuesto seleccionado entre los éteres de glicol pesados, como el éter metílico de tripropilenglicol; los ésteres aromáticos, como el acetato de bencilo; el óxido de bencilo; los ftalatos de alquilo en C<sub>8</sub>-C<sub>12</sub>, en particular el ftalato de isononilo o de iso-undecilo y sus mezclas.

De manera ventajosa, la composición de resina de dicha composición de recubrimiento de acuerdo con la invención comprende un agente tixotrópico que permite controlar la baja viscosidad, en particular al comienzo de la reacción, y participa en el control de la exotermia.

Se utilizará, de preferencia, un agente tixotrópico hidrófobo que permite, en particular, la obtención de un residuo recubierto de manera homogénea, al limitar el ascenso del residuo dentro de la composición de recubrimiento cuando es ligero, por ejemplo en el caso de resinas de intercambio iónico.

Los agentes tixotrópicos hidrófobos que se pueden utilizar están seleccionados, por ejemplo, entre la sílice pirogenada hidrófoba y la arcilla modificada organófila tal como se obtiene mediante la modificación por el injerto de un agente injertador orgánico hidrófobo.

Según la naturaleza del residuo a recubrir, la composición de resina también puede comprender uno o varios agente(s) tensioactivo(s) o agente(s) secuestrante(s), como se ha descrito con anterioridad.

En particular, en el caso del recubrimiento de resinas de intercambio iónico se utilizará un agente tensioactivo para mejorar la cohesión mediante una mejor humectación y una mejor adhesión entre la composición de recubrimiento y la resina de intercambio iónico a recubrir. Se utilizará en este caso, de preferencia, un agente tensioactivo no iónico, en particular un agente tensioactivo no iónico no diluido en el agua (anhidro) hidrófilo, como, por ejemplo, los seleccionados entre los alcoholes grasos etoxilados y los poliésteres de siloxano.

En el caso de otros residuos que recubrir, en particular para el recubrimiento de metales, se utilizará un agente secuestrante o complejante adecuado que comprenda unos grupos que interactúan con el elemento metálico a recubrir, por ejemplo unos grupos -CO<sub>2</sub>H, como el EDTA.

El tipo de agente tensioactivo o secuestrante a incluir en la composición de resina podrá variar en función de las necesidades y del efecto deseado.

De preferencia, la composición de resina comprende, con respecto al peso total de la composición de resina:

- entre un 70 y un 90 % en peso de una resina epoxi o de una mezcla de resina epoxi, de preferencia entre un 85 y un 90 %;
- entre un 5 y un 15 % en peso de un diluyente reactivo, de preferencia entre un 8 y un 12 %;
- entre un 5 y un 15 % en peso de un diluyente plastificador, de preferencia entre un 5 y un 10 %;
- entre un 0 y un 3 % en peso de un agente tixotrópico, de preferencia entre un 1 y un 2 %; y
- entre un 0 y un 2 % de al menos un agente tensioactivo o agente secuestrante,

sin que la suma de los componentes de la composición de resina supere el 100 %.

De manera opcional, también se puede añadir a la composición de recubrimiento, tras la mezcla de composición endurecedora y de la composición de resina, un aditivo de refuerzo que permite mejorar las propiedades mecánicas así como la resistencia a las radiaciones del bloque de residuo recubierto, por ejemplo a razón de entre un 0 y un 10 % en peso total de la composición de recubrimiento.

Se pueden utilizar, por ejemplo, fibras cortas de vidrio, fibras de carbono, fibras cerámicas o fibras orgánicas de síntesis, prefiriéndose las fibras de vidrio, de carbono y las cerámicas. La elección del tipo de material o aditivo de refuerzo dependerá del nivel que se busca de las propiedades de resistencia.

La invención también se refiere al uso de una composición de recubrimiento como se ha definido con anterioridad para la preparación de un bloque de residuo recubierto, así como el bloque de residuo recubierto que se obtiene de este modo.

En particular, dicho bloque de residuo recubierto puede comprender entre un 30 y un 60 % en peso de composición de recubrimiento y entre un 70 y un 40 % en peso de residuo.

5 Dicho bloque de residuo recubierto se puede preparar mediante un procedimiento que comprende las etapas que consisten en:

- (i) preparar una composición de recubrimiento mediante la mezcla de una composición de resina y de una composición endurecedora tal y como se han definido con anterioridad; e
- 10 (ii) incorporar el residuo a recubrir a dicha composición de recubrimiento; y
- (iii) recubrir y reticular hasta la obtención de un bloque de residuo recubierto y endurecido.

15 De manera opcional, se añadirá un aditivo de refuerzo a la composición de recubrimiento en una etapa intermedia que se sitúa antes de la incorporación del residuo a recubrir y después de la preparación de la composición de recubrimiento.

La mezcla de la composición de resina y de la composición endurecedora se puede llevar a cabo, por ejemplo, a una temperatura de entre 15 y 30 °C. Si fuera necesario, la composición de resina, por una parte, y la composición endurecedora, por otra parte, se pueden calentar o enfriar antes de mezclarlas, en particular hasta una temperatura de entre 20 y 25 °C.

20 El residuo a recubrir puede estar en forma sólida, eventualmente dividida, o en forma semilíquida como un lodo o una pasta viscosa.

25 En particular, la composición de recubrimiento se puede utilizar para almacenar o confinar residuos radiactivos, como, por ejemplo, resinas de intercambio iónico aniónico o catiónico y sus mezclas, barras de magnesio contaminadas, piezas metálicas irradiadas como piezas irradiadas por una baja o media radiactividad o las cenizas radiactivas. Por lo tanto, la composición de acuerdo con la invención resulta especialmente útil y se utiliza para el recubrimiento y el almacenamiento y/o el confinamiento de residuos tóxicos para la salud o para el medio ambiente.

30 La composición de recubrimiento se puede utilizar alternativamente para almacenar o confinar residuos tóxicos no radiactivos, como por ejemplo metales pesados o materiales que los contienen, piezas metálicas divididas provenientes del desmantelamiento de talleres industriales o productos que generan o liberan sustancias nocivas, como la dioxina, el fosgeno, NH<sub>3</sub>, morfina, hidracina, SO<sub>2</sub> o SO<sub>3</sub>.

35 El residuo recubierto por la composición de recubrimiento de acuerdo con la invención, en forma de bloque, presenta unas propiedades con una elevada resistencia a la compresión, así como una buena resistencia química a las agresiones de los agentes ácidos o básicos, o de los agentes oxidantes, de la luz, así como una elevada resistencia a la lixiviación. Presenta unas buenas prestaciones mecánicas en compresión, en particular tras la exposición a la radiación ionizante, así como una resistencia al cizallamiento, con excelentes prestaciones mecánicas dinámicas.

40 La invención se ilustra de manera no limitativa en los siguientes ejemplos.

**Ejemplo 1: preparación de una composición de recubrimiento**

45 Se preparó la siguiente composición de recubrimiento:

1) Composición de resina epoxi

Componente	Contenido (en % en peso)
Resina epoxi de diglicidiléter de bisfenol A (DGEBA) funcionalidad f = 2	77,8
Resina epoxifenol novolac (con una masa equivalente de epoxi 170-180 g/mol) f > 2	9,85
p-tert-butilfenilglicidileter (diluyente reactivo)	10,85
Sílice pirogenada hidrófoba (agente tixotrópico)	1,5

50 2) Composición endurecedora con 50 p de composición endurecedora para 100 p de composición de resina epoxi (esto es, un 33,3 % de endurecedor)

Componente	Contenido (en % en peso)
Producto de reacción entre la tetraetilenopentamina y los ácidos grasos de origen vegetal contenidos en los residuos de destilación de la madera (TOFA) (Ancamide 506 de AIR PRODUCTS)	100

5 La mezcla se realizó amasando durante entre 5 y 10 min a temperatura ambiente, comprendida entre 15 y 30 °C, la composición de resina con la composición endurecedora, dosificándose estas previamente y llevándolas a una temperatura de entre 20 y 25 °C. El residuo a recubrir se incorporó de forma inmediata tras la realización de la mezcla.

**Ejemplo 2: recubrimiento de una resina de intercambio iónico**

10 Se mezclan, en un bidón metálico de 200 l, 58 kg de composición de resina epoxi y 28 kg de composición endurecedora del ejemplo 1.

15 Se amasa la mezcla por medio de un rotor de amasado con un diámetro de 520 mm, de una sola etapa y 4 palas con una anchura de 200 mm orientadas a 45 °, con un agitador a una velocidad de 60 vueltas/min durante entre 1 y 2 min.

Se introducen entonces inmediatamente 119 kg de resinas de intercambio iónico poliestirénicas o acrílicas iónicamente equilibradas (Amberlite MB20 de ROHM&HASS) con agitación en la mezcla con un flujo de 500 kg/h, a continuación se mezcla todo durante 7 min a 60 vueltas/min, a continuación 7 minutos a 140 vueltas/min.

20 Tras una parada de 5 min para la desgasificación, se homogeneizó la mezcla durante 5 min a 140 vueltas/min.

Se obtuvo un bloque de resina de intercambio iónico recubierta de 205 kg.

25 Las prestaciones de resistencia a la compresión tras la exposición a las radiaciones ionizantes del bloque de resina de intercambio iónico recubierta obtenido de este modo alcanzan las especificaciones de la Agencia nacional de gestión de residuos radiactivos (ANDRA).

30 La especificación ANDRA requiere menos de un 20 % de pérdida de resistencia a la compresión tras la exposición a una radiación ionizante.

35 Los resultados obtenidos con el ensayo realizado en el ejemplo 2, que es representativo de la presente invención, mostraron que tras una exposición de 20 días a una radiación gamma de flujo medio en una dosis de 182 Gray/h, no solo no hay pérdida de resistencia a la compresión tras la exposición en el caso del residuo recubierto de acuerdo con la presente invención, sino que por el contrario hay una ganancia significativa de dicha resistencia tras la exposición que es del 18 %, con respecto al valor correspondiente antes de la exposición.

## REIVINDICACIONES

1. Composición de recubrimiento para el almacenamiento o el confinamiento de residuos tóxicos para el medio ambiente y/o la salud, **caracterizada porque** dicha composición de recubrimiento comprende entre un 50 y un 80 % en peso de una composición de resina a base de resina epoxi y entre un 20 y un 50 % en peso de una composición endurecedora que comprende un endurecedor constituido por al menos una amidoamina, careciendo dicha composición endurecedora de agente endurecedor de amina aromática y **porque** la composición endurecedora comprende un endurecedor constituido por al menos una amidoamina seleccionada entre los productos de reacción entre una o varias polietilenopoliamina(s) alifática(s) y uno o varios ácido(s) graso(s) mono- o poli-insaturados en C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub>, y **porque** dicha resina epoxi tiene un grado de aromaticidad del orden de entre un 40 y un 50 %, expresado en porcentaje de átomos de carbono aromáticos con respecto al número total de átomos de carbono de la resina epoxi, y **porque** dicha composición carece de cualquier otra sustancia que absorba el agua, aparte de los componentes reactivos del sistema epoxi-amina.
2. Composición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** dicha composición endurecedora carece de agente endurecedor aromático.
3. Composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada porque** la polietilenopoliamina alifática está seleccionada entre polietilenotetraminas y polietilenopentaminas.
4. Composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** la composición de resina comprende una resina epoxi cuya masa equivalente de epoxi está comprendida entre 190 y 210 g/mol.
5. Composición de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizada porque** dicha resina epoxi es una resina resultante de la reacción entre el bisfenol A y/o el bisfenol F y la epiclorhidrina.
6. Composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizada porque** se utiliza como resina epoxi una mezcla de resina epoxi bifuncional y al menos una resina epoxi polifuncional con una funcionalidad superior a 2, de preferencia entre 2 y 5.
7. Composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizada porque** se utiliza como resina epoxi una mezcla de resina que es el resultado de la reacción entre el bisfenol A y/o el bisfenol F y la epiclorhidrina y al menos una resina polifuncional.
8. Composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizada porque** la composición de resina epoxi comprende al menos un aditivo seleccionado entre diluyentes reactivos o plastificantes, agentes tixotrópicos hidrófobos, agentes tensioactivos y agentes secuestrantes.
9. Composición de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizada porque** el agente tixotrópico hidrófobo está seleccionado entre sílice pirogenada hidrófoba y arcilla modificada organófila.
10. Composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizada porque** el material de refuerzo está seleccionado entre fibras cortas de vidrio, fibras de carbono, fibras cerámicas y fibras orgánicas de síntesis.
11. Composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizada porque** la composición de resina comprende, con respecto al peso total de la composición de resina:
- entre un 70 y un 90 % en peso de una resina epoxi o de una mezcla de resina epoxi, de preferencia entre un 85 y un 90 %;
  - entre un 5 y un 15 % en peso de un diluyente reactivo, de preferencia entre un 8 y un 12 %;
  - entre un 5 y un 15 % en peso de un diluyente plastificante, de preferencia entre un 5 y un 10 %;
  - entre un 0 y un 3 % en peso de un agente tixotrópico, de preferencia entre un 1 y un 2 %; y
  - entre un 0 y un 2 % de al menos un agente tensioactivo o agente secuestrante,
- sin que la suma de los componentes de la composición de resina supere el 100 %.
12. Uso de una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 para la preparación de un bloque de residuo recubierto.
13. Uso de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** dicho bloque de residuo recubierto comprende entre un 30 y un 60 % en peso de composición de recubrimiento y entre un 70 y un 40 % en peso de residuo.
14. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 o 13, **caracterizado porque** dicho bloque de residuo recubierto está preparado mediante un procedimiento que comprende las etapas que consisten en:
- (i) preparar una composición de recubrimiento mediante la mezcla de una composición de resina y de una



- composición endurecedora tal y como se definen en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11; e
- (ii) incorporar el residuo a recubrir en dicha composición de recubrimiento; y
  - (iii) recubrir y reticular hasta la obtención de un bloque de residuo recubierto y endurecido.

- 5 15. Uso de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado porque** se añade un aditivo de refuerzo a la composición de recubrimiento antes de la incorporación del residuo a recubrir.
16. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 15, **caracterizado porque** el residuo a recubrir está en forma sólida o en forma semilíquida.
- 10 17. Uso de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque** el residuo a recubrir es un residuo radiactivo o no radiactivo.
- 15 18. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 16 o 17, **caracterizado porque** dicho residuo está seleccionado entre resinas de intercambio iónico aniónicas o catiónicas y sus mezclas, barras de magnesio contaminadas, piezas metálicas irradiadas y cenizas radiactivas.
- 20 19. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 16 o 17, **caracterizado porque** dicho residuo está seleccionado entre los metales pesados o los materiales que los contienen, proviniendo dichas piezas metálicas divididas del desmantelamiento de talleres industriales y de los productos que generan o liberan sustancias nocivas.
- 20 20. Uso de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 19, **caracterizado porque** se refiere al recubrimiento y al almacenamiento y/o al confinamiento de residuos tóxicos para la salud y/o para el medioambiente.