

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 543**

51 Int. Cl.:

**C09D 163/00** (2006.01)

**C09D 183/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.03.2013 PCT/US2013/029802**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2013 WO13134612**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2013 E 13711229 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2823009**

54 Título: **Composiciones de recubrimiento de epoxi siloxano**

30 Prioridad:

**09.03.2012 US 201213415925**

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

**28.07.2017**

73 Titular/es:

**PPG INDUSTRIES OHIO, INC. (100.0%)  
3800 West 143rd Street  
Cleveland, Ohio 44111, US**

72 Inventor/es:

**MOWRER, NORMAN R.**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 627 543 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

Composiciones de recubrimiento de epoxi siloxano

5 **Campo de la invención**

La presente divulgación se refiere a composiciones a base de resina epoxi útiles para recubrimientos protectores y similares y, más específicamente, a composiciones de polímero epoxi-polisiloxano que tienen propiedades mejoradas de flexibilidad, resistencia a la intemperie y contracción reducida junto con resistencia a la corrosión, resistencia a la compresión y resistencia química comparables a formulaciones de recubrimiento de epoxi polisiloxano convencionales.

**Antecedentes**

15 Los materiales de recubrimiento epoxi son bien conocidos y han ganado aceptación comercial como recubrimientos protectores y decorativos para el acero, aluminio, galvanizado, madera y hormigón en los mercados del mantenimiento, la marina, la construcción, el arquitectónico, aeronáutico, de la automoción, del solado y del acabado de productos. Las materias primas básicas utilizadas para preparar estos recubrimientos comprenden en general como componentes esenciales (a) una resina epoxi, (b) un endurecedor y (c) pigmento, agregado u otros componentes.

25 Las resinas de epóxido son las que tienen más de un grupo 1,2-epoxi por molécula y puede ser saturado o insaturado, alifático, cicloalifático o heterocíclico. Las resinas epoxi generalmente contienen grupos éster de glicidilo o glicidil éter y tienen un peso por epóxido de aproximadamente 100 a aproximadamente 5.000. El endurecedor normalmente se elige entre las clases generales de aminas alifáticas o aductos de aminas alifáticas, poliamidas, poliamidoaminas, aminas cicloalifáticas, aminas aromáticas, bases de Mannich, cetiminas y derivados carboxílicos. Los pigmentos y agregados incluyen, por ejemplo, dióxido de titanio y otros pigmentos de color inorgánicos y orgánicos, sílice, sulfato de bario, silicato de magnesio, silicato de calcio, sílice pirógena, granate, feldespatos, negro de carbono y similares.

30 Los recubrimientos protectores a base de epoxi representan uno de los métodos de control de la corrosión más ampliamente utilizados. Puede usarse para proporcionar una protección a largo plazo del acero, el hormigón, el aluminio y otras estructuras en un amplio intervalo de condiciones corrosivas, que se extienden desde la exposición atmosférica hasta la inmersión total en soluciones fuertemente corrosivas. Durante más de 20 años, estos recubrimientos se han formulado a partir de una resina epoxi ya sea sólida o líquida curada con una resina de poliamina o poliamida alifáticas, por ejemplo, resinas epoxi Shell Epon 1001 o Epon 828 curadas con dietilentriamina (DETA) o poliamidas Versamid serie 100. En sistemas de recubrimiento de dos paquetes típicos, el componente de resina epoxi por lo general es el vehículo para la molienda de pigmento y la dispersión de otros agregados y diversos aditivos.

40 Los recubrimientos protectores a base de epoxi poseen muchas propiedades que los hacen deseables como materiales de recubrimiento. Están fácilmente disponibles y se aplican fácilmente mediante diversos métodos incluyendo la pulverización, el laminado y el cepillado. Se adhieren bien al acero, al hormigón y a otros sustratos, tienen tasas bajas de transmisión de vapor de humedad, actúan como barreras para el ingreso de agua, ion cloruro y ion sulfato, proporcionan una excelente protección contra la corrosión en diversas condiciones de exposición atmosférica y tienen una buena resistencia a muchos productos químicos y disolventes.

50 También pueden formularse materiales a base de epoxi como capas superficiales o materiales de solado principalmente para la aplicación sobre hormigón. Por ejemplo, un material de solado a base de epoxi de éxito comercial usa resina epoxi de bisfenol A líquida y una poliamina alifática modificada combinadas con agregado de arena de sílice graduada.

55 Ciertos materiales de recubrimiento y de solado a base de epoxi pueden no mostrar una buena resistencia a la alterabilidad a la intemperie en la luz solar. Aunque dichos recubrimientos pueden mantener su resistencia química y a la corrosión, la exposición al componente de radiación ultravioleta (UV) de la luz del sol puede dar como resultado un fenómeno de degradación de la superficie conocido como desintegración pulverulenta, que cambia tanto el color como la retención del brillo del recubrimiento original. Cuando se desean o se requieren color y retención del brillo, los recubrimientos protectores de epoxi normalmente están recubiertos con una capa de acabado de un recubrimiento más resistente a la intemperie, tal como un recubrimiento de poliuretano alquídico, vinílico o alifático. El resultado final es un sistema de dos o a veces tres capas que proporciona la resistencia a la corrosión y la resistencia a la intemperie deseadas, pero que también requiere gran cantidad de mano de obra y es caro de aplicar.

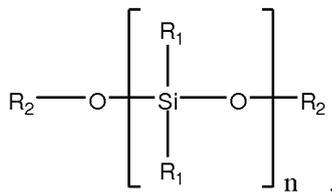
65 Además, los materiales de recubrimiento y de solado a base de epoxi requieren resistencia al maltrato mecánico. Por ejemplo, los materiales recubiertos pueden someterse a impacto o flexión que pueden dar como resultado el agrietamiento u otras imperfecciones en el recubrimiento de epoxi. La exposición posterior a la intemperie o a productos químicos puede dar como resultado un contacto con los productos químicos y los materiales superficiales

subyacentes, dando como resultado, posiblemente, la oxidación del material subyacente, la degradación del recubrimiento de epoxi de la parte inferior y/o la liberación del recubrimiento de epoxi de la superficie.

- 5 Aunque los materiales de recubrimiento y de solado a base de epoxi han ganado una amplia aceptación comercial, sin embargo persiste la necesidad de materiales a base de epoxi con una resistencia química y a la corrosión mejorada, resistencia al maltrato mecánico (tal como flexión o impacto) y una retención mejorada del color o el brillo. Se necesitan materiales de recubrimiento y de solado de epoxi con una retención mejorada del color o el brillo dondequiera que puedan estar expuestos a la luz solar. Es deseable un recubrimiento de epoxi que no sufra desintegración pulverulenta y no requiere una capa de acabado resistente a la intemperie. Se necesitan materiales de recubrimiento y de solado con una resistencia química, a la corrosión, al impacto, a la flexión y a la abrasión mejorada tanto para estructuras de contención química primarias y secundarias, para la protección del acero y el hormigón en la industria química, de generación de energía, de autovías, de tratamiento de aguas negras y aguas residuales, de la automoción y del procesamiento del papel y de la pulpa. Se necesitan materiales de solado a base de epoxi mejorados en entornos industriales, tales como muelles de envío y recepción donde puede preverse una carga por impacto pesada, para suelos que deben limpiarse de forma repetida con vapor y productos químicos agresivos, tales como los que se encuentran en las industrias de procesamiento de alimentos, de envasado de carne y de bebidas y donde no pueden evitarse los derrames de productos químicos cáusticos, ácidos y altamente reactivos.
- 10
- 15
- 20 Ya se desveló en el documento US 2009/0234071 A1 una composición de recubrimiento que comprende un polisiloxano funcional, una resina de epóxido no aromático y un alcoxi aminosilano. Por tanto, la presente divulgación proporciona nuevas composiciones de recubrimiento y de solado a base de epoxi que presentan una o más de entre una resistencia química mejorada, resistencia a la intemperie, resistencia a la corrosión, resistencia al maltrato mecánico, flexibilidad, alta resistencia a la tracción y a la compresión y una excelente resistencia al impacto y a la abrasión.
- 25

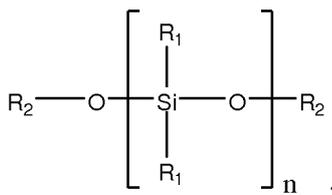
### Sumario de la invención

- 30 La presente divulgación proporciona nuevas composiciones de recubrimiento de polímero epoxi-polisiloxano. De acuerdo con una primera realización, la presente divulgación proporciona una composición de recubrimiento de polímero epoxi-polisiloxano que comprende agua, un polisiloxano que tiene la fórmula:



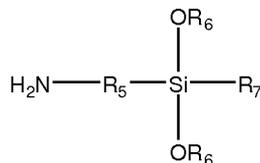
- 35 una resina de epóxido no aromático que tiene más de un grupo 1,2-epóxido por molécula con un peso equivalente de epóxido en el intervalo de 100 a 5000; y un sistema de curado que comprende una mezcla de aminosilanos con grupo funcional alcoxi, donde la mezcla tiene un valor de grupo funcional alcoxi promedio que varía de 2,2 a 2,8 y en la que la composición combinada reacciona para formar una estructura de polímero de epoxi polisiloxano reticulado. De acuerdo con la fórmula del polisiloxano, cada  $R_1$  se selecciona entre un grupo hidroxilo o grupos alquilo, arilo o alcoxi que tienen hasta seis átomos de carbono, cada  $R_2$  se selecciona entre hidrógeno o grupos alquilo o arilo que tienen hasta seis átomos de carbono y donde  $n$  se selecciona de manera que el peso molecular para el polisiloxano esté en el intervalo de 400 a 10.000.
- 40

- 45 En otra realización, la presente divulgación proporciona una composición de recubrimiento de polímero epoxi-polisiloxano que comprende agua, del 20 % al 80 % en peso de un polisiloxano que tiene la fórmula:

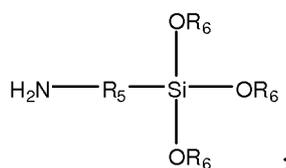


- 50 del 20 % al 80 % en peso de una resina de epóxido no aromático que tiene más de un grupo 1,2-epóxido por molécula con un peso equivalente de epóxido en el intervalo de 100 a 5000; hasta el 15 % en peso de un acelerador del curado que comprende un catalizador de estaño en forma de un octanoato, un dodecanoato o una naftanato; hasta el 15 % en peso de una resina epoxi flexible basada en el glicidil éter del aceite de ricino que tiene un peso equivalente de epóxido en el intervalo de 200 a 1000; y del 5 % al 40 % en peso de un sistema de curado que comprende una mezcla de al menos un aminosilano con grupo funcional dialcoxi y al menos un aminosilano con

grupo funcional trialcoxi, donde la mezcla tiene un valor de grupo funcional alcoxi promedio que varía de 2,2 a 2,8 y se añade en una cantidad suficiente para proporcionar una relación equivalente de amina a equivalente de epóxido de 0,7:1,0 a 1,3:1,0 en la composición de recubrimiento y en la que la composición combinada reacciona para formar una estructura de polímero de epoxi polisiloxano reticulado. De acuerdo con la fórmula del polisiloxano, cada R<sub>1</sub> se selecciona entre un grupo hidroxilo o grupos alquilo, arilo o alcoxi que tienen hasta seis átomos de carbono, cada R<sub>2</sub> se selecciona entre hidrógeno o grupos alquilo o arilo que tienen hasta seis átomos de carbono y donde n se selecciona de manera que el peso molecular para el polisiloxano esté en el intervalo de 400 a 10.000. El aminosilano funcional dialcoxi tiene una fórmula general

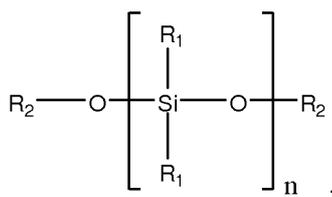


y el aminosilano con grupo funcional trialcoxi tiene una fórmula general



en la que cada R<sub>5</sub> es un radical orgánico difuncional seleccionado independientemente entre arilo, alquilo, dialquilarilo, alcoxi alquilo, alquilaminoalquilo o radicales cicloalquilo y R<sub>6</sub> y R<sub>7</sub> se seleccionan cada uno independientemente entre grupos alquilo, hidroxialquilo, alcoxi alquilo o hidroxialcoxi alquilo en los que los grupos R<sub>6</sub> y R<sub>7</sub> contienen cada uno menos de aproximadamente seis átomos de carbono.

En otra realización, la presente divulgación proporciona un método para la protección de una superficie de un sustrato de los efectos no deseados de una o más entre las sustancias químicas, la corrosión y la intemperie mediante el recubrimiento de la superficie con una composición de recubrimiento preparada mediante el método que comprende preparar una composición de resina, añadir un sistema de curado al componente de resina para formar una composición de recubrimiento de polisiloxano modificado con epoxi totalmente curada, donde la mezcla tiene un valor de grupo funcional alcoxi promedio que varía de 2,2 a 2,8 y en el que la composición combinada reacciona para formar una estructura de polímero de epoxi polisiloxano reticulado, y aplicar la composición de recubrimiento a la superficie de un sustrato que se ha de proteger antes de que la composición se cure completamente. La composición de resina comprende agua, un polisiloxano que tiene la fórmula:



una resina de epóxido no aromático que tiene más de un grupo 1,2-epóxido por molécula con un peso equivalente de epóxido en el intervalo de 100 a 5.000. De acuerdo con la fórmula del polisiloxano, cada R<sub>1</sub> se selecciona entre un grupo hidroxilo o grupos alquilo, arilo o alcoxi que tienen hasta seis átomos de carbono, cada R<sub>2</sub> se selecciona entre hidrógeno o grupos alquilo o arilo que tienen hasta seis átomos de carbono y donde n se selecciona de manera que el peso molecular para el polisiloxano esté en el intervalo de 400 a 10.000. El sistema de curado comprende una mezcla de al menos un aminosilano con grupo funcional dialcoxi y al menos un aminosilano con grupo funcional trialcoxi y opcionalmente un acelerador del curado que comprende al menos un catalizador metálico.

#### Descripción detallada

La presente divulgación proporciona composiciones de recubrimiento de polisiloxano modificado con epoxi que presentan propiedades mejoradas con respecto a los materiales de epoxi polisiloxano convencionales. Cuando se formulan como un material de recubrimiento, las composiciones de acuerdo con las diversas realizaciones de la presente divulgación muestran propiedades mejoradas, tales como, pero no limitadas a, resistencia a productos químicos, resistencia a la corrosión u oxidación y/o una resistencia a la intemperie mejorada para la superficie recubierta con la composición de recubrimiento, en comparación con las superficies recubiertas con composiciones de recubrimiento de polisiloxano modificado con epoxi convencionales.

Además, ha de entenderse que se pretende que cualquier intervalo numérico citado en el presente documento incluya todos los subintervalos incluidos en el mismo. Por ejemplo, se pretende que un intervalo de "1 a 10" incluya todos los subintervalos entre (e incluyendo) el valor mínimo citado de 1 y el valor máximo citado de 10, es decir, que tiene un valor mínimo igual o superior a 1 y un valor máximo igual o inferior a 10.

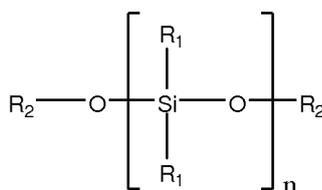
5 En la presente solicitud, el uso del singular incluye el plural y el plural abarca el singular, a menos que se establezca específicamente otra cosa. Además, en la presente solicitud, el uso de "o" significa "y/o" a menos que se establezca específicamente otra cosa, aunque "y/o" pueda usarse explícitamente en ciertos casos.

10 Como se usa en el presente documento, a menos que se especifique expresamente otra cosa, todos los números tales como los que expresan valores, intervalos, cantidades o porcentajes pueden leerse como si estuvieran precedidos por la palabra "aproximadamente", incluso si el término no aparece expresamente. En consecuencia, a menos que se indique lo contrario, los valores numéricos que se exponen en la siguiente memoria descriptiva y en las reivindicaciones pueden variar dependiendo de las propiedades deseadas que se buscan obtener mediante la práctica de la invención. Como mínimo, y no como un intento de limitar la aplicación de la doctrina de equivalentes al alcance de las reivindicaciones, cada parámetro numérico debería al menos interpretarse a la luz del número de dígitos significativos indicados y mediante la aplicación de técnicas de redondeo habituales.

20 A pesar de que los intervalos y parámetros numéricos que exponen el alcance amplio de las diversas realizaciones de la divulgación son aproximaciones, los valores numéricos que se exponen en los ejemplos específicos se indican tan precisamente como sea posible. Cualquier valor numérico, sin embargo, contiene inherentemente ciertos errores que son resultado necesariamente de la desviación típica encontrada en sus respectivas mediciones de ensayo.

25 De acuerdo con diversas realizaciones, la presente divulgación proporciona una composición de recubrimiento de polímero epoxi-polisiloxano adecuada para el recubrimiento de superficies y para proporcionar una resistencia química, a la corrosión y/o a la intemperie mejorada. El recubrimiento de polímero epoxi-polisiloxano puede comprender agua, un componente de resina que comprende un polisiloxano y una resina de epóxido no aromático, y un sistema de curado, en el que la composición combinada reacciona para formar una estructura de polímero epoxi-polisiloxano reticulada. En ciertas realizaciones, la composición de recubrimiento puede comprender adicionalmente una resina epoxi flexible a base de un glicidil éter de aceite de ricino. En otras realizaciones, la composición de recubrimiento puede comprender opcionalmente un acelerador del curado que comprenda al menos un catalizador metálico.

35 Con respecto al componente de resina, la resina puede comprender una mezcla de un polisiloxano, una resina de epóxido y opcionalmente un organooxisilano. Con respecto al polisiloxano utilizado para componer el componente de resina, diversas realizaciones de los polisiloxanos incluyen, pero no se limitan a, las que tienen la Fórmula I:



I

40 en la que cada R<sub>1</sub> puede seleccionarse entre el grupo que consiste en el grupo hidroxilo y grupos alquilo, arilo y alcoxi que tienen hasta seis átomos de carbono. Cada R<sub>2</sub> puede seleccionarse entre el grupo que consiste en hidrógeno y grupos alquilo y arilo que tienen hasta seis átomos de carbono. En la Fórmula I, n puede ser un número entero seleccionado de manera que el peso molecular del polisiloxano se encuentre en el intervalo de aproximadamente 400 a aproximadamente 10.000 Dalton. En realizaciones específicas, R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> pueden comprender grupos que tienen menos de seis átomos de carbono, por ejemplo, para facilitar la hidrólisis rápida del polisiloxano, reacción que puede ser impulsada por la volatilidad del producto de la hidrólisis análogo de alcohol. En ciertas realizaciones, los grupos R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> que tienen más de seis átomos de carbono pueden perjudicar la hidrólisis del polisiloxano debido a la volatilidad relativamente baja de cada análogo de alcohol. Los polisiloxanos con grupo funcional metoxi, etoxi y silanol que tienen n seleccionada de manera que los pesos moleculares sean de aproximadamente 400 a aproximadamente 2000 pueden utilizarse en realizaciones específicas para la formulación de composiciones de recubrimiento de la presente divulgación.

55 De acuerdo con las diversas realizaciones, los polisiloxanos con grupo funcional metoxi adecuados pueden incluir: DC-3074 y DC-3037 disponibles en el mercado de Dow Corning; GE SR191 y SY-550 disponibles en el mercado de Wacker localizado en Adrian, Michigan. Los polisiloxanos con grupo funcional silanol incluyen, pero no se limitan a, DC840, Z6018, Q1-2530 de Dow Corning y los intermedios 6-2230. De acuerdo con diversas realizaciones, la composición de recubrimiento puede comprender de aproximadamente el 20 % a aproximadamente el 80 % en peso del polisiloxano. En otras realizaciones, la composición de recubrimiento puede comprender de aproximadamente el

15 % a aproximadamente el 65 % en peso del polisiloxano. En una realización, la composición de recubrimiento puede comprender aproximadamente el 31 % en peso del polisiloxano.

5 Las resinas epoxi adecuadas útiles en la formación de realizaciones de recubrimiento de la presente divulgación pueden incluir resinas epoxi no aromáticas que contienen más de uno y, en ciertas realizaciones, dos grupos 1,2-epoxi por molécula. Como se usan en el presente documento, las expresiones "resina de epóxido" y "resina epoxi" se usan indistintamente. En realizaciones particulares, las resinas epoxi pueden ser líquidas en lugar de sólidas y pueden tener un peso equivalente de epóxido de aproximadamente 100 a aproximadamente 5.000, en otras realizaciones varía de aproximadamente 100 a aproximadamente 2.000 y en otras realizaciones más varía de aproximadamente 100 a 500 y tienen una reactividad de aproximadamente dos.

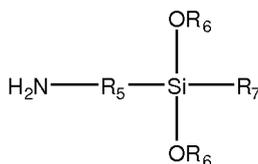
15 En ciertas realizaciones, las resinas de epóxido pueden ser una resina de epóxido de tipo ciclohexano dimetanol no aromático hidrogenado y diglicidil éteres de Bisfenol A hidrogenado, tales como Eponex 1510 y Eponex 1513 (resina epoxi de bisfenol A hidrogenado-epiclorhidrina) disponible en el mercado de Shell Chemical, Houston, TX.; Santolink LSE-120 disponible en el mercado de Monsanto, Springfield, MA.; Epodil 757 (ciclohexano dimetanol diglicidil éter) disponible en el mercado de Pacific Anchor, Allentown, PA.; Araldite XUGY358 y PY327 disponibles en el mercado de Ciba Geigy, Hawthorne, NY; Epirez 505 disponible en el mercado de Rhône-Poulenc, Louisville, KY.; Aroflint 393 y 607 disponibles en el mercado de Reichold, Pensacola, FL.; y ERL4221 disponible en el mercado de Union Carbide, Tarrytown, NY. Otra resina epoxi no aromática adecuada puede incluir EP-4080E (resina epoxi cicloalifática) disponible en el mercado de Adeka, Japón; DER 732 y DER 736. En realizaciones específicas, la resina epoxi puede ser EP-4080E. Dichas resinas epoxi hidrogenadas no aromáticas pueden ser deseables por su reactividad limitada de aproximadamente dos, que promueve la formación de un polímero de epoxi lineal y evita la formación de un polímero de epoxi reticulado. Sin pretender quedar limitado a una interpretación específica, se cree que el polímero de epoxi lineal resultante formado por la adición del endurecedor a la resina de epóxido puede ser, al menos parcialmente, responsable de la resistencia potenciada a la intemperie de la presente composición.

20 De acuerdo con diversas realizaciones, la composición de recubrimiento puede comprender de aproximadamente el 20 % a aproximadamente el 80 % en peso de la resina de epóxido, y, en otra realización, de aproximadamente el 15 % a aproximadamente el 45 % en peso de resina de epóxido. De acuerdo con una realización, la composición de recubrimiento puede comprender aproximadamente el 26 % en peso de la resina de epóxido no aromático.

30 Las diversas realizaciones de las composiciones de recubrimiento comprenden un sistema de curado. De acuerdo con estas realizaciones, el sistema de curado puede comprender una mezcla de uno o más aminosilanos con grupo funcional alcoxi. La mezcla de aminosilanos con grupo funcional alcoxi debe presentar un valor de grupo funcional alcoxi promedio que varía de aproximadamente 2,2 a aproximadamente 2,8. En realizaciones específicas, el sistema de curado puede comprender de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 40 % en peso de la composición de recubrimiento y en otra realización de aproximadamente el 10 % a aproximadamente el 30 % en peso de la composición de recubrimiento. De acuerdo con una realización, el sistema de curado puede comprender aproximadamente el 14 % en peso de la composición de recubrimiento. En ciertas realizaciones, el sistema de curado se añade en una cantidad suficiente para proporcionar una relación de equivalente de amina a equivalente de epóxido de aproximadamente 0,7:1,0 a aproximadamente 1,3:1,0 en la composición de recubrimiento y en otras realizaciones una relación de aproximadamente 0,95:1,00 a aproximadamente 1,05:1,00.

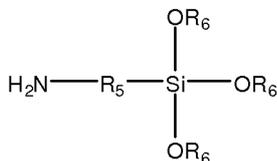
45 De acuerdo con otras realizaciones, el sistema de curado puede comprender una mezcla de al menos un aminosilano con grupo funcional dialcoxi y al menos un aminosilano con grupo funcional trialcoxi. De acuerdo con estas realizaciones, la mezcla de sistema de curado puede tener un valor de grupo funcional alcoxi promedio que varía de aproximadamente 2,2 a aproximadamente 2,8 y, en ciertas realizaciones, de aproximadamente 2,28 a aproximadamente 2,73. Los aminosilanos con grupo funcional dialcoxi adecuados para su uso en diversas realizaciones descritas en el presente documento pueden tener una estructura:

50



y los aminosilanos con grupo funcional trialcoxi adecuados para su uso en diversas realizaciones descritas en el presente documento pueden tener una estructura:

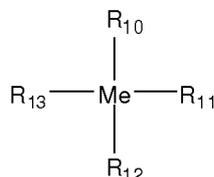
55



De acuerdo con la estructura de los aminosilanos con grupo funcional dialcoxi y los aminosilanos con grupo funcional trialcoxi, R<sub>5</sub> puede ser un radical orgánico difuncional seleccionado independientemente entre el grupo que consiste en los radicales arilo, alquilo, dialquilarilo, alcoxialquilo, alquilaminoalquilo y cicloalquilo, conteniendo cada grupo alquilo, arilo, cicloalquilo y alcoxi hasta 6 átomos de carbono, y cada R<sub>6</sub> y R<sub>7</sub> puede seleccionarse independientemente entre grupos alquilo, hidroxialquilo, alcoxialquilo o hidroxialcoxialquilo en los que cada grupo alquilo, arilo, cicloalquilo y alcoxi en los grupo R<sub>6</sub> y R<sub>7</sub> contiene hasta 6 átomos de carbono. De acuerdo con realizaciones específicas, cada grupo R<sub>6</sub> y R<sub>7</sub> puede elegirse independientemente entre grupos alquilo (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) y cada R<sub>5</sub> se selecciona independientemente entre grupos alquilo (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) y grupos alquilamino (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>).alquilo (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>). Se describen aminosilanos con grupo funcional dialcoxi adecuados en el presente documento. Los aminosilanos con grupo funcional trialcoxi adecuados pueden incluir aminopropiltrimetoxisilano, aminopropiltriethoxisilano, aminopropiltripropoxisilano, aminoneohexiltrimetoxisilano, N-β-(aminoetil)-γ-aminopropiltrimetoxisilano, N-β-(aminoetil)-γ-aminopropiltriethoxisilano, N-fenilaminopropil trimetoxisilano, trimetoxisililpropil dietilen triamina, 3-(3-aminofenoxi)propil trimetoxisilano, aminoetil aminometil fenil trimetoxisilano, 2-aminoetil-3-aminopropil-tris-2-etilhexoxisilano, N-aminohexil aminopropil trimetoxisilano y trisaminopropil trismetoxi etoxi silano. Los ejemplos de aminosilanos con grupo funcional dialcoxi disponibles en el mercado adecuados incluyen SILQUEST® A-1100 (aminopropiltrimetoxisilano que tiene un peso equivalente de amina de 89,7), SILQUEST® A-1110 (aminopropiltriethoxisilano tiene un peso equivalente de amina de 111), SILQUEST® A-1120 (N-beta-(aminoetil)-gamma-aminopropiltrimetoxisilano) y SILQUEST® A-1637, disponible en el mercado de Crompton OSi Specialties, South Charleston, WV. Otros aminosilanos con grupo funcional trialcoxi adecuados incluyen los que se exponen en la Patente de los EE.UU. N.º 7.459.515 en la columna 10, líneas 38-65.

De acuerdo con las realizaciones en las que el sistema de curado comprende una mezcla de al menos un aminosilano con grupo funcional dialcoxi y al menos un aminosilano con grupo funcional trialcoxi, los aminosilanos se mezclan juntos en una relación para proporcionar el valor de grupo funcional alcoxi promedio deseado. El al menos un aminosilano con grupo funcional dialcoxi tendrá un valor de grupo funcional alcoxi promedio de 2,0 y el al menos un aminosilano con grupo funcional trialcoxi tendrá un valor de grupo funcional alcoxi promedio de 3,0 y la mezcla de los alcoxi aminosilanos tendrá un valor de grupo funcional alcoxi promedio que varía de aproximadamente 2,2 a aproximadamente 2,8. Por ejemplo, la mezcla puede comprender de aproximadamente el 20 % a aproximadamente el 80 % en peso del aminosilano con grupo funcional dialcoxi y de aproximadamente el 80 % a aproximadamente el 20 % en peso del aminosilano con grupo funcional trialcoxi, basado en el peso total de aminosilano en la mezcla. En otras realizaciones, la mezcla puede comprender de aproximadamente el 27 % a aproximadamente el 73 % en peso del aminosilano con grupo funcional dialcoxi y de aproximadamente el 72 % a aproximadamente el 28 % en peso del aminosilano con grupo funcional trialcoxi, basado en el peso total de aminosilano en la mezcla.

Las realizaciones específicas del sistema de curado pueden comprender adicionalmente un acelerador del curado. El acelerador del curado puede ser un catalizador metálico en forma de un catalizador organometálico que comprende uno o más metales. Los aceleradores del curado que comprenden al menos un catalizador organometálico pueden ser útiles para el fin de acelerar adicionalmente la velocidad de curado de la composición de recubrimiento en un recubrimiento de película protectora en un amplio intervalo de temperaturas. En ciertos usos que requieren un curado a temperatura ambiente de la composición de recubrimiento, el acelerador del curado de catalizador organometálico puede proporcionar tasas de curado aceleradas a la temperatura ambiente. El acelerador del curado adecuado puede incluir al menos un catalizador metálico que comprende un metal seleccionado entre cinc, manganeso, circonio, titanio, cobalto, hierro, plomo, bismuto o estaño y tiene la fórmula

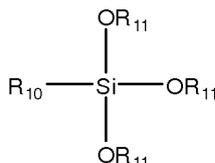


donde "Me" es el metal, R<sub>10</sub> y R<sub>11</sub> pueden seleccionarse independientemente entre grupos acilo, grupos alquilo, grupos arilo o grupos alcoxi, en la que los grupos acilo, alquilo, arilo y alcoxi pueden tener cada uno hasta doce átomos de carbono. R<sub>12</sub> y R<sub>13</sub> pueden seleccionarse entre los grupos establecidos para R<sub>10</sub> y R<sub>11</sub> o entre átomos inorgánicos tales como halógenos, azufre u oxígeno. En realizaciones específicas los grupos R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub> y R<sub>13</sub> pueden seleccionarse entre butilo, acetatos, lauratos, octanoatos, neodecanoatos o naftenatos. En realizaciones específicas, el acelerador del curado puede ser un catalizador de estaño o un catalizador de titanio organometálico, tal como, por ejemplo, dilaurato de dibutil estaño, diacetato de dibutil estaño, diacetildiacetonato de dibutil estaño, dioctiltindilaurato, dioctiltindiacetato u organotitanatos. En ciertas realizaciones, el sistema de curado puede comprender hasta aproximadamente el 10 % en peso del acelerador del curado y en otras realizaciones de aproximadamente el 0,02 % a aproximadamente el 7 % en peso del acelerador del curado, basado en el peso total del sistema de curado.

En las composiciones de recubrimiento de epoxi polisiloxano de la presente divulgación, la proporción del sistema de curado al componente de resina puede variar en un intervalo amplio. Las composiciones de recubrimiento, de acuerdo con una realización descrita en el presente documento, pueden comprender de aproximadamente el 20 % a aproximadamente el 80 % en peso del polisiloxano, de aproximadamente el 20 % a aproximadamente el 80 % en peso de la resina epoxi no aromática y de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 40 % en peso del sistema de curado.

En realizaciones específicas, las composiciones de recubrimiento de la presente divulgación pueden comprender además una resina epoxi flexible, tal como una resina flexible basada en el glicidil éter de aceite de ricino, CAS N.º 74398-71-3. Por ejemplo, en ciertas realizaciones, la resina epoxi flexible puede ser un glicidil éter de aceite de ricino que tiene un equivalente de epóxido en el intervalo de aproximadamente 200 a aproximadamente 1.000. Los ejemplos de glicidil éteres de aceite de ricino adecuados incluyen, pero no se limitan a, Heloxy™ 505, un poliglicidil éter de aceite de ricino que tiene un equivalente de epóxido de 200 a 500, disponible en el mercado de Momentive Specialty Chemicals, Columbus, OH, así como otros poliglicidil éteres de aceite de ricino disponibles en el mercado con el CAS N.º 74398-71-3. Otras resinas epoxi flexibles adecuadas pueden incluir el diglicidiléter de ciclohexanodimetanol Erisys GE-22, el diglicidiléter de polioxipropilenglicol Erisys GE-36, el glicidil éter de sorbitol Erisys GE-60 (la línea Erisys de diglicidil éteres están disponibles en el mercado de CVC Specialty Chemicals, Moorestown, NJ) y el polidimetilsiloxano con grupo funcional di-epoxi CoatOSil® 2810 (disponible en el mercado de Momentive Specialty Chemicals, Columbus, OH). La resina epoxi flexible puede incluirse en la composición de recubrimiento donde la composición de recubrimiento comprende hasta aproximadamente el 15 % en peso de la resina epoxi flexible. En otras realizaciones, la composición de recubrimiento puede comprender de aproximadamente el 2 % a aproximadamente el 15 % en peso de la resina epoxi flexible o incluso de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 15 % en peso de la resina epoxi flexible.

De acuerdo con ciertas realizaciones, la composición de recubrimiento puede comprender opcionalmente uno o más organooxisilanos. Con respecto al organooxisilano opcional utilizado en ciertas realizaciones, el organooxisilano puede tener la fórmula general:



donde R<sub>10</sub> puede seleccionarse entre grupos alquilo o cicloalquilo que contienen hasta seis átomos de carbono o grupos arilo que contienen hasta diez átomos de carbono. R<sub>11</sub> se selecciona independientemente entre grupos alquilo, hidroxialquilo, alcoxialquilo o hidroxialquiloalquilo que contienen hasta seis átomos de carbono. En una realización, R<sub>11</sub> puede comprender grupos que tienen hasta seis átomos de carbono, por ejemplo, para facilitar la hidrólisis rápida del organooxisilano, reacción que puede ser impulsada por la evaporación del producto de la hidrólisis análogo de alcohol. Sin pretender quedar limitado, se cree que los grupos R<sub>11</sub> que tienen más de seis átomos de carbono pueden perjudicar la hidrólisis del polisiloxano debido a la volatilidad relativamente baja de cada análogo de alcohol. En una realización específica que comprende el organooxisilano, el silano puede ser un trialcóxido, tal como A-163 (metil trimetoxisilano), A-162 y A-137 de Union Carbide y Z6070 y Z6124 de Dow Corning. De acuerdo las realizaciones que pueden comprender un organooxisilano, la composición de recubrimiento puede comprender de aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 10 % en peso el organooxisilano. En una realización la composición de recubrimiento puede comprender opcionalmente el intervalo de aproximadamente el 0,1 % a aproximadamente el 10 % por ciento en peso del organooxisilano o incluso de aproximadamente el 0,7 % a aproximadamente el 5 % en peso de organooxisilano.

De acuerdo con diversas realizaciones, las composiciones de recubrimiento pueden comprender uno o más de otros componentes, incluyendo, pero no limitados a, incluyendo mono y diepóxidos, inhibidores de la corrosión, eliminadores de humedad, pigmentos, agregados, modificadores reológicos, plastificantes, agentes antiespumantes, promotores de la adhesión, agentes de suspensión, agentes tixotrópicos, catalizadores, agentes humectantes de pigmentos, expansores bituminosos y asfálticos, agentes antisedimentación, diluyentes, estabilizadores frente a la luz UV, agentes de liberación de aire, adyuvantes de dispersión, disolventes, tensioactivos o mezclas de cualquiera de los mismos. Un experto habitual en la técnica de las composiciones de recubrimiento de resina entenderá que pueden incorporarse otros componentes frecuentes en la composición de recubrimiento dentro del alcance de las diversas realizaciones de las divulgaciones que se describen en el presente documento. En realizaciones específicas, la composición de recubrimiento de epoxi polisiloxano puede comprender hasta aproximadamente el 10 % en peso de dichos componentes.

En ciertas realizaciones, la composición de recubrimiento puede comprender adicionalmente uno o más inhibidores de la corrosión. Los ejemplos de inhibidores de la corrosión adecuados incluyen, pero no se limitan a, inhibidores de la corrosión a base de fosfato de cinc, por ejemplo, HALOX® SZP-391 micronizado, fosfato de calcio HALOX® 430, fosfato de cinc HALOX® ZP, fosfosilicato de estroncio HALOX® SW-111, HALOX® 720 fósforo-carbonato de metal

mixto y los inhibidores de la corrosión orgánica de marca registrada HALOX® 550 y 650 disponibles en el mercado de Halox, Hammond, IN. Otros inhibidores de la corrosión adecuados pueden incluir fosfato de aluminio y cinc HEUCOPHOS® ZPA y fosfato de molibdeno y cinc HEUCOPHOS® ZMP, disponible en el mercado de Heucotech Ltd, Fairless Hills, PA. Los inhibidores de la corrosión pueden incluirse en la composición de recubrimiento en cantidades que varían de aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 7 % en peso. Diversas realizaciones de la composición de recubrimiento pueden comprender adicionalmente uno o más estabilizadores a la luz, tales como los estabilizadores a la luz de amina ("HALS", del inglés *hindered amine light stabilizers*) líquidos o estabilizadores frente a la luz UV. Los ejemplos de HALS adecuados incluyen, por ejemplo, compuestos HALS TINUVIN® tales como TINUVIN® 292, TINUVIN® 123, TINUVIN® 622, TINUVIN® 783, TINUVIN® 770 disponibles en el mercado de BASF, Ludwigshafen, Alemania. Los ejemplos de estabilizadores frente a la luz UV adecuados incluyen, por ejemplo, estabilizadores a la luz CYASORB®, tales como CYASORB® UV-1164L (2,4-bis(2,4-dimetilfenil)-6-(2-hidroxi-4-isooctiloxifenil)-1,3,5-triazina), disponibles en el mercado de Cytec Industries, Woodland Park, NJ y TINUVIN® 1130 y TINUVIN® 328 disponibles en el mercado de BASF, Ludwigshafen, Alemania. El uno o más estabilizadores a la luz pueden incluirse en la composición de recubrimiento en cantidades que varían de aproximadamente el 0,25 % a aproximadamente el 4,0 % en peso.

Los pigmentos adecuados para ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento pueden seleccionarse entre pigmentos de color orgánicos o inorgánicos y pueden incluir, por ejemplo, dióxido de titanio, negro de carbón, negro de humo, óxido de cinc, óxidos de hierro naturales y sintéticos rojos, amarillos, marrones y negros, amarillo de toluidina y bencidina, azul y verde de ftalocianina y violeta de carbazol y diluyentes de pigmentos incluyendo sílice molida y cristalina, sulfato de bario, silicato de magnesio, silicato de calcio, mica, óxido de hierro micáceo, carbonato de calcio, polvo de cinc, aluminio y silicato de aluminio, yeso, feldespato y similares. La cantidad de pigmento que puede usarse para formar la composición se entiende que varía, dependiendo de la aplicación de composición particular y puede ser cero cuando se desea una composición transparente. En diversas realizaciones, la composición de epoxi polisiloxano puede comprender hasta aproximadamente el 50 por ciento en peso de pigmento y/o agregado de tamaño de partícula fino. En algunas realizaciones, el uso de más del 50 por ciento en peso de pigmento y/o ingrediente agregado de tamaño de partícula fino puede producir una composición que puede ser demasiado viscosa para su aplicación. En ciertas composiciones en las que es deseable tener más del 50 % de pigmento o agregado en la composición final, tal como una imprimación rica en cinc que contiene hasta aproximadamente el 90 % de cinc en la película seca o composición de solado que puede contener hasta aproximadamente el 80 % de pigmento/agregado, el pigmento o agregado pueden envasarse por separado, como un tercer componente. Dependiendo del uso final particular, ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento pueden comprender de aproximadamente el 20 % al 35 % en peso de agregado y/o pigmento de tamaño de partícula fino.

El pigmento y/o ingrediente agregado puede añadirse normalmente a la porción de resina epoxi del componente de resina, por ejemplo, mediante la dispersión con un mezclador Cowles por lo menos a una finura de molienda Hegman de 3, o como alternativa puede ser molerse con bolas o molerse con arena hasta la misma finura de molienda antes de la adición del ingrediente de polisiloxano. En ciertas realizaciones, la selección de un pigmento o agregado de tamaño de partícula fino y la dispersión o molienda a una molienda Hegman de aproximadamente 3 permite la atomización de componentes mezclados de resina y de curado con aire convencional, sin aire asistida por aire, sin aire y con equipo de pulverización electrostática y puede proporcionar un aspecto de superficie lisa y uniforme después de la aplicación.

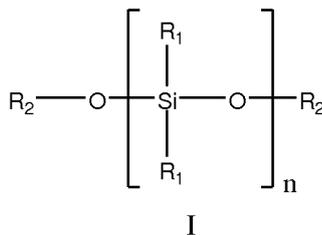
Pueden formularse diversas realizaciones de las composiciones de epoxi-polisiloxano de la presente divulgación para su aplicación con aire convencional, sin aire, sin aire asistida por aire y un equipo de pulverización electrostática, brocha o rodillo. Ciertas realizaciones de las composiciones pueden usarse como recubrimientos protectores para acero, galvanizado, aluminio, hormigón y otros sustratos en espesores de película seca en el intervalo de 25 micrómetros a aproximadamente dos milímetros. En consecuencia, los pigmentos o ingredientes agregados útiles en la formación de la composición de la presente divulgación pueden seleccionarse entre un material de tamaño de partícula fino, por ejemplo pero no limitado a, que por lo menos un 90 por ciento en peso tenga más de 44 micrómetros, es decir, malla 325 del tamaño de tamiz de los EE.UU.

En diversas realizaciones, la presente composición de recubrimiento puede comprender agua y el agua puede estar presente en una cantidad suficiente para producir tanto la hidrólisis del polisiloxano como la posterior condensación de los silanoles. Las fuentes no limitantes de agua pueden incluir la humedad atmosférica y la humedad adsorbida en el pigmento o el material agregado. Puede añadirse agua adicional, por ejemplo, para acelerar el curado dependiendo de condiciones ambientales, tales como el uso de la composición de recubrimiento y solado en entornos áridos. Ciertas realizaciones de la composición de epoxi polisiloxano pueden comprender hasta una cantidad estequiométrica de agua para facilitar la hidrólisis. Las composiciones que se preparan sin agua añadida pueden no contener la cantidad de humedad necesaria para las reacciones de hidrólisis y condensación y, por tanto, pueden producir un producto de composición que tenga un grado insuficiente de resistencia química, a la luz ultravioleta y a la corrosión. Las composiciones que se preparan usando más de aproximadamente el dos por ciento en peso de agua tienden a hidrolizarse y polimerizarse para formar un gel no deseable antes de su aplicación. En una realización específica, la composición de epoxi-polisiloxano puede prepararse mediante el uso de aproximadamente el 1 % en peso de agua.

Si se desea, puede añadirse agua a la resina de epóxido. Otras fuentes de agua pueden incluir cantidades traza presentes en la resina epoxi, el sistema de curado, el disolvente de rebajado u otros ingredientes. Independientemente de su fuente, la cantidad total de agua utilizada debe ser la cantidad estequiométrica necesaria para facilitar la reacción de hidrólisis. El agua que excede a la cantidad estequiométrica puede ser indeseable ya que el exceso de agua puede actuar para reducir el brillo de la superficie del producto de composición finalmente curado.

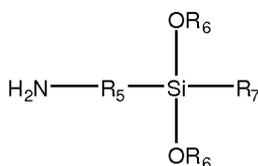
De acuerdo con ciertas realizaciones, la presente divulgación proporciona una composición de recubrimiento de polímero epoxi-polisiloxano que comprende agua, de aproximadamente el 20 % a aproximadamente el 80 % en peso de un polisiloxano que tiene la fórmula general I

10



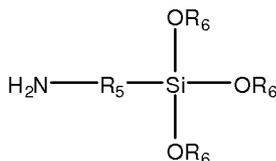
donde  $R_1$ ,  $R_2$  y  $n$  son como se describen en el presente documento, de aproximadamente el 20 % a aproximadamente el 80 % en peso de una resina de epóxido no aromático que tiene más de un grupo 1,2-epóxido por molécula y con un peso equivalente de epóxido en el intervalo de aproximadamente 100 a aproximadamente 5.000, hasta aproximadamente el 15 % en peso de un acelerador del curado que comprende un catalizador organometálico de estaño en forma de un octanoato, un dodecanoato o un naftanato, hasta aproximadamente el 15 % en peso de una resina epoxi flexible basado en el glicidil éter de aceite de ricino que tiene un peso equivalente de epóxido en el intervalo de aproximadamente 200 a aproximadamente 1.000 y de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 40 % en peso de un sistema de curado que comprende una mezcla de al menos un aminosilano con grupo funcional dialcoxi y al menos un aminosilano con grupo funcional trialcoxi, en la que la mezcla tiene un valor de grupo funcional alcoxi promedio que varía de aproximadamente 2,2 a aproximadamente 2,8 y en la que la composición de recubrimiento combinada reacciona para formar una estructura polimérica de epoxi polisiloxano reticulado. De acuerdo con estas realizaciones, el aminosilano con grupo funcional dialcoxi puede tener la estructura

25



y el aminosilano con grupo funcional trialcoxi puede tener la estructura

30



en la que cada  $R_5$ ,  $R_6$  y  $R_7$  son independientemente como se describen en el presente documento.

Las composiciones de epoxi-polisiloxano de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación son generalmente bajas en viscosidad y pueden aplicarse por pulverización sin la adición de un disolvente. Sin embargo, en ciertas realizaciones pueden añadirse disolventes orgánicos para mejorar la atomización y la aplicación con equipo de pulverización electrostática o para mejorar el flujo, la nivelación y/o el aspecto cuando se aplican mediante brocha, rodillo o aire convencional y equipo de pulverización sin aire. Los ejemplos de disolventes útiles para este fin incluyen, pero no se limitan a, ésteres, éteres, alcoholes, cetonas, glicoles y similares. En cierta realización, la cantidad de disolvente añadida a las composiciones de la presente divulgación puede estar limitada por la regulación gubernamental a tenor de la Ley del Aire Limpio (*Clean Air Act*) a aproximadamente 420 gramos de disolvente por litro de la composición.

Cierta realización de las composiciones de epoxi-polisiloxano de la presente divulgación puede suministrarse como un sistema de dos paquetes, por ejemplo, en recipientes a prueba de humedad. El primer paquete puede contener la resina epoxi, resina de polisiloxano, cualquier pigmento y/o ingrediente agregado, aditivos y/o disolvente si se desea. El segundo paquete puede contener el sistema de curado, que comprende uno o más de los dialcoxi aminosilanos, trialcoxi aminosilanos, polisiloxanos con grupo funcional amino y/u opcionalmente catalizadores o agentes

aceleradores. Ciertas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de la presente divulgación pueden suministrarse como sistemas de 3 paquetes en los que el pigmento y/o el agregado se suministran en un paquete separado, por ejemplo, para una formulación de protección de suelos/hormigón o un recubrimiento de imprimación rico en cinc.

5 Pueden aplicarse composiciones de epoxi-polisiloxano de acuerdo con la presente divulgación y pueden curarse completamente en condiciones de temperatura ambiente en el intervalo de aproximadamente -6 °C a 50 °C. A temperaturas por debajo de -18 °C el curado puede ralentizarse. Sin embargo, las composiciones de recubrimiento de diversas realizaciones de la presente divulgación pueden aplicarse a temperaturas de cocción o de curado de hasta 40 °C a 120 °C.

15 Sin desear quedar ligado a teoría particular alguna, se cree que las realizaciones de las composiciones de recubrimiento de epoxi-polisiloxano que se describen en el presente documento se curan mediante: (1) la reacción de la resina epoxi con el sistema de curado para formar cadenas de polímero de epoxi; (2) la policondensación hidrolítica del ingrediente de polisiloxano para producir alcohol y polímero de polisiloxano; y (3) la copolimerización de las cadenas de polímero de epoxi con el polímero de polisiloxano para formar una composición de polímero epoxi-polisiloxano totalmente curado. Cuando se usa un aminosilano o polisiloxano con grupo funcional amino para componer el sistema de curado, el resto amina del aminosilano o polisiloxano con grupo funcional amino experimenta la reacción de adición de epoxi-amina y el resto de silano del aminosilano o polisiloxano con grupo funcional amino experimenta policondensación hidrolítica con el polisiloxano. En su forma curada, la composición de recubrimiento de epoxi-polisiloxano puede existir como una disposición uniformemente dispersada de fragmentos de cadena de epoxi lineal que se reticulan con una cadena de polímero de polisiloxano continua, formando de este modo una estructura química de red de polímero no interpenetrante (IPN, del inglés *non-interpenetrating polymer network*) que tiene ventajas sustanciales con respecto a sistemas epoxi convencionales.

25 En la preparación de las diversas realizaciones de las composiciones de recubrimiento de epoxi polisiloxano de la presente divulgación, la proporción de composición de curado a componente de resina puede variar en un amplio intervalo. En general, la resina epoxi puede curarse con suficiente sistema de curado, donde los hidrógenos de amina reaccionan con el grupo epóxido de la resina epoxi para formar polímeros de cadena de epoxi y para reaccionar con el polisiloxano para formar polímeros de polisiloxano, donde los polímeros de cadena de epoxi y los polímeros de polisiloxano pueden copolimerizarse para formar la composición de polímero de epoxi polisiloxano reticulado curado. En ciertas realizaciones, el componente de resina epoxi puede curarse con sistema de curado suficiente para proporcionar de aproximadamente 0,7 a aproximadamente 1,3 peso equivalente de amina por 1 peso equivalente de epóxido. En otras realizaciones, el componente de resina epoxi puede curarse con sistema de curado suficiente para proporcionar de aproximadamente 0,95 a aproximadamente 1,05 peso equivalente de amina por 1 peso equivalente de epóxido.

40 Cuando se combinan los ingredientes del sistema de dos o tres componentes, se cree que el resto de silano del sistema de curado se condensa con el ingrediente de polisiloxano y la resina epoxi experimenta la extensión de cadena por reacción con los grupos amino colgantes del polisiloxano para formar una composición de polímero epoxi-polisiloxano totalmente curado. En dicha reacción, se cree que la resina epoxi funciona como un potenciador de reticulación que se añade a la densidad de reticulación de la composición sin disminuir las características beneficiosas del polisiloxano.

45 En última instancia, las propiedades químicas y físicas de la composición de epoxi-polisiloxano de la presente divulgación pueden verse afectadas por la elección juiciosa de la resina epoxi, el polisiloxano, el sistema de curado y otros componentes opcionales, tales como pigmento o componentes agregados. Diversas realizaciones de la composición de recubrimiento de epoxi-polisiloxano que pueden prepararse mediante la combinación de los componentes como se describen en el presente documento muestran una resistencia mejorada a los productos cáusticos, resistencia a la intemperie, resistencia a la corrosión, flexibilidad, permite aplicar infinitas capas, proporciona una resistencia a la abrasión mejor que las composiciones de recubrimiento de epoxi-polisiloxano convencionales. Las composiciones de recubrimiento de epoxi-polisiloxano de la presente divulgación pueden presentar una mejora inesperada y sorprendente en la corrosión química y la resistencia a la intemperie así como alta resistencia a la tracción y a la compresión, flexibilidad y una excelente resistencia al impacto y a la abrasión.

55 Ciertas realizaciones de la presente divulgación también pueden incluir un sustrato recubierto que comprende un sustrato que tiene al menos una superficie recubierta con una composición de recubrimiento de acuerdo con una realización descrita en el presente documento. Las composiciones de recubrimiento de la presente divulgación pueden aplicarse a una superficie de sustrato deseada para protegerla de la intemperie, del impacto y de la exposición a la corrosión y/o a los productos químicos. Los sustratos ilustrativos que pueden tratarse usando las composiciones de recubrimiento que se describen en el presente documento incluyen, pero no se limitan a, madera, plástico, hormigón, superficies vítreas y superficies metálicas. Las composiciones de recubrimiento de acuerdo con las realizaciones que se describen en el presente documento pueden encontrar utilidad como un recubrimiento de acabado dispuesto ya sea directamente sobre la propia superficie del sustrato o dispuesto sobre uno o más recubrimientos subyacentes anteriores u otros, por ejemplo, un recubrimiento de imprimación orgánico o inorgánico, dispuesto sobre la superficie del sustrato para conseguir un fin deseado.

Las realizaciones de la presente divulgación proporcionan un método para la protección de una superficie de un sustrato de los efectos no deseados de uno o más de entre productos químicos, corrosión e intemperie mediante el recubrimiento de al menos una superficie del sustrato, tal como un sustrato como se describe en el presente documento, con una composición de recubrimiento preparada mediante un método que comprende la formación de un componente de resina, la adición de un sistema de curado al componente de resina para formar una composición de recubrimiento de polisiloxano modificado con epóxido totalmente curado y aplicar la composición de recubrimiento a la al menos una superficie del sustrato para esté protegida antes de que la composición de recubrimiento se cure completamente. El componente de resina puede estar formado por la combinación de agua, un polisiloxano que tiene la fórmula I y una resina de epóxido no aromático que tiene más de un grupo 1,2-epóxido por molécula con un peso equivalente de epóxido en el intervalo de aproximadamente 100 a aproximadamente 5000. El sistema de curado puede ser como se describe en el presente documento y en una realización puede comprender una mezcla de al menos un aminosilano con grupo funcional dialcoxi y al menos un aminosilano con grupo funcional trialcóxi y opcionalmente un acelerador del curado que comprende al menos un catalizador metálico, donde la mezcla tiene un valor de grupo funcional alcóxi promedio que varía de aproximadamente 2,2 a aproximadamente 2,8. En ciertas realizaciones, el componente de resina puede incluir además una resina epoxi flexible a base de un glicidil éter de aceite de ricino que tiene un peso equivalente de epóxido en el intervalo de aproximadamente 200 a aproximadamente 1.000.

Las composiciones de recubrimiento de las diversas realizaciones que se describen en el presente documento pueden aplicarse a una superficie que se ha tratar mediante técnicas convencionales tales como la pulverización o el cepillado o similares, y por lo general se aplican en películas de aproximadamente 50 a aproximadamente 250 micrómetros de espesor o en algunas realizaciones de hasta aproximadamente 1,5 milímetros de espesor. Si es necesario, pueden aplicarse múltiples capas de la composición de recubrimiento a la superficie que se ha de proteger. Por ejemplo, para su uso con un sustrato de madera, tal como en la industria del mueble, el recubrimiento puede aplicarse con un espesor de película seca de aproximadamente 75 a aproximadamente 125 micrómetros para proporcionar un grado deseado de protección a la superficie subyacente. Sobre otras estructuras de superficie, pueden aplicarse recubrimientos de grosor apropiado para proporcionar el nivel deseado de protección. La composición de recubrimiento, una vez aplicada a la al menos una superficie del sustrato puede dejarse curar a temperatura ambiente hasta que esté completamente curada o, como alternativa, puede curarse a una temperatura elevada, desde la temperatura ambiente hasta 150 °C-200 °C, por ejemplo, colocando el sustrato recubierto en un horno de secado o de curado. El sustrato puede retirarse del horno después del curado completo de la composición de recubrimiento o después del curado parcial de la composición de recubrimiento, después de lo cual la composición de recubrimiento puede continuar curándose sobre el sustrato a temperatura ambiente hasta que se consiga el curado completo.

Estas y otras características de las diversas realizaciones de la presente divulgación serán más evidentes tras la consideración de los siguientes ejemplos. Las diversas realizaciones de la presente divulgación que se describen en los siguientes ejemplos no han de considerarse limitantes de la invención en sus detalles. Todas las partes y porcentajes de los ejemplos, así como a en toda la presente memoria descriptiva, son en peso a menos que se indique otra cosa.

### Ejemplos

Los siguientes ejemplos describen la preparación de diversas realizaciones de la composición de recubrimiento como se usa para fines de recubrimiento.

En estos ejemplos, los sistemas de recubrimiento de epoxi siloxano de ejemplo de acuerdo con la presente divulgación se ensayan y se someten a ensayo para determinar la resistencia a la intemperie, la durabilidad, la resistencia a la corrosión y la resistencia química y se comparan con sistemas de recubrimiento comparativos.

#### Ejemplo 1 - Preparación de la formulación del Componente de Resina A

El componente de resina para la formulación se preparó como se indica a continuación. Una resina epoxi cicloalifática (Adeka EP-4080E, 256,3 g, disponible en el mercado de Adeka Corporation, Tokio, Japón) se pesó en un vaso de mezcla de acero inoxidable de 1 litro y se colocó bajo un mezclador Hockmeyer equipado con una pala Cowles. Se añadieron tensioactivo (RHODAFAC® RE 610, 4,2 g, disponible en el mercado de Solvay, Rhodia Group, New Brunswick, NJ) y antiespumante (Foamtrol, 4,4 g, disponible en el mercado de Munzing NA, Bloomfield, NJ) al vaso de mezcla mientras se mezclaban a baja velocidad, seguidos de la adición de un agente tixotrópico (CRAYVALLAC® extra, 16,3 g, disponible en el mercado de Palmer Holland Inc. North Olmsted, OH). Después, el lote se dispersó a alta velocidad mientras se llevaba la temperatura de la mezcla a 71 °C (160 °F). Se mantuvieron estas condiciones durante 30 minutos. Después, el lote se enfrió a 49 °C (120 °F) mientras se agitaba a velocidad lenta. Se añadió dióxido de titanio (TIOXIDE® TR60, 401,8 g, disponible en el mercado de Huntsman, The Woodlands, TX) a una velocidad que era suficiente para evitar la aglomeración. Después de la adición del TiO<sub>2</sub>, el lote se mezcló a alta velocidad durante 20 minutos hasta que se obtuvo una molienda de Hegman de 6. Después, se añadieron a la mezcla los componentes restantes, incluyendo un inhibidor de la corrosión (HALOX® SZP-391 JM, 55,5 g, disponible en el mercado de Halox, Hammond, IN); resina de silicona (DC-3074, 384,8 g, disponible en el

mercado de Dow Corning, Midland, MI); una resina epoxi flexible (Heloxy™ 505, 71,6 g, disponible en el mercado de Momentive Specialty Chemicals, Columbus, OH); un estabilizador a la luz HALS (TINUVIN® 292, 40,0 g, disponible en el mercado de BASF, Ludwigshafen, Alemania); y aditivos de silicona BYK-307 (3,9 g) y BYK-361N (6,0 g) (disponible en el mercado de BYK, Wallingford, CT) y el lote se mezcló hasta uniformidad y después se vertió en una lata de 1 cuarto para el almacenamiento como Componente de Resina A. Los componentes y los pesos se presentan en la Tabla 1.

Ejemplo 2 - Preparación de la formulación del Componente de Resina B

El componente de resina para la formulación se preparó como se indica a continuación. Una resina epoxi cicloalifática (Adeka EP-4080E, 570,3 g, disponible en el mercado de Adeka Corporation, Tokio, Japón) se pesó en un vaso de mezcla de acero inoxidable de 1 litro y se colocó bajo un mezclador Hockmeyer equipado con una pala Cowles. Se añadieron tensioactivo (RHODAFAC® RE 610, 4,2 g, disponible en el mercado de Solvay, Rhodia Group, New Brunswick, NJ) y antiespumante (Foamtrol, 4,4 g, disponible en el mercado de Munzing NA, Bloomfield, NJ) al vaso de mezcla mientras se mezclaban a baja velocidad, seguidos de la adición de un agente tixotrópico (CRAYVALLAC® extra, 16,3 g, disponible en el mercado de Palmer Holland Inc. North Olmsted, OH). Después, el lote se dispersó a alta velocidad mientras se llevaba la temperatura de la mezcla a 71 °C (160 °F). Se mantuvieron estas condiciones durante 30 minutos. Después, el lote se enfrió a 49 °C (120 °F) mientras se agitaba a velocidad lenta. Se añadió dióxido de titanio (TIOXIDE® TR60, 401,8 g, disponible en el mercado de Huntsman, The Woodlands, TX) a una velocidad que era suficiente para evitar la aglomeración. Después de la adición del TiO<sub>2</sub>, el lote se mezcló a alta velocidad durante 20 minutos hasta que se obtuvo una molienda de Hegman de 6. Después, se añadieron a la mezcla los componentes restantes, incluyendo un inhibidor de la corrosión (HALOX® SZP-391 JM, 55,5 g, disponible en el mercado de Halox, Hammond, IN); resina de silicona (DC-3074, 113,0 g, disponible en el mercado de Dow Corning, Midland, MI); una resina epoxi flexible (Heloxy™ 505, 70,0 g, disponible en el mercado de Momentive Specialty Chemicals, Columbus, OH); un estabilizador a la luz HALS (TINUVIN® 292, 40,0 g, disponible en el mercado de BASF, Ludwigshafen, Alemania); y aditivos de silicona DC-57 (4,1 g, disponible en el mercado de Dow Corning, Midland, MI) y BYK-361N (11,0 g, disponible en el mercado de BYK, Wallingford, CT) y el lote se mezcló hasta uniformidad y después se vertió en una lata de 1 cuarto para el almacenamiento como Componente de Resina B. Los componentes y los pesos se presentan en la Tabla 1.

Ejemplo 3 - Preparación la formulación del Componente de Resina comparativo C

El componente de resina para la formulación se preparó como se indica a continuación. Una resina epoxi cicloalifática (Adeka EP-4080E, 355,4 g, disponible en el mercado de Adeka Corporation, Tokio, Japón) se pesó en un vaso de mezcla de acero inoxidable de 1 litro y se colocó bajo un mezclador Hockmeyer equipado con una pala Cowles. Se añadieron tensioactivo (Rhodafac RE610, 5,0 g, disponible en el mercado de Solvay, Rhodia Group, New Brunswick, NJ) y antiespumante (Foamtrol, 5,3 g, disponible en el mercado de Munzing NA, Bloomfield, NJ) al vaso de mezcla mientras se mezclaban a baja velocidad, seguidos de la adición de un agente tixotrópico (DISPARLON® 6500, 7,7 g, disponible en el mercado de King Industries, Norwalk, CT). Después, el lote se dispersó a alta velocidad mientras se llevaba la temperatura de la mezcla a 71 °C (160 °F). Se mantuvieron estas condiciones durante 30 minutos. Después, el lote se enfrió a 49 °C (120 °F) mientras se agitaba a velocidad lenta. Se añadió dióxido de titanio (TIOXIDE® TR60, 401,4 g, disponible en el mercado de Huntsman, The Woodlands, TX) a una velocidad que era suficiente para evitar la aglomeración. Después de la adición del TiO<sub>2</sub>, el lote se mezcló a alta velocidad durante 20 minutos hasta que se obtuvo una molienda de Hegman de 6. Después, se añadieron a la mezcla los componentes restantes, incluyendo una resina de silicona (DC-3074, 402,6 g, disponible en el mercado de Dow Corning, Midland, MI); un estabilizador a la luz HALS (TINUVIN® 292, 22,9 g, disponible en el mercado de BASF, Ludwigshafen, Alemania); y aditivos de silicona DC-57 (4,1 g, disponible en el mercado de Dow Corning, Midland, MI) y BYK-361N (11,0 g, disponible en el mercado de BYK, Wallingford, CT) y el lote se mezcló hasta uniformidad y después se vertió en una lata de 1 cuarto para el almacenamiento como Componente de Resina comparativo c. Los componentes y los pesos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Formulación de componentes de resina

	Ingrediente		A	B	Ejemplo comparativo C
Pesos en gramos					
1	Adeka EP-4080E	Resina epoxi cicloalifática	256,3	570,3	355,4
2	RHODAFAC® RE 610	Tensioactivo	4,2	4,2	5
3	Foamtrol 110	Antiespumante	4,4	4,4	5,3
4	CRAYVALLAC® extra	Agente tixotrópico	16,3	16,3	-
5	DISPARLON® 6500	Agente tixotrópico	-	-	7,7
6	TIOXIDE® TR60	Dióxido de titanio	401,8	401,8	401,4

7	HALOX® SZP-391 JM	Inhibidor de la corrosión	55,5	55,5	-
8	DC-3074	Resina de silicona	384,8	113,0	402,6
9	Heloxy 505	Resina epoxi flexible	71,6	70,0	
10	TINUVIN® 292	Estabilizador a la luz HALS	40,0	40,0	22,9
11	BYK-307	Aditivo de silicona	3,9	-	-
12	DC-57	Aditivo de silicona	-	4,1	4,1
13	BYK-361N	Aditivo de silicona	6,0	11,0	11,0

#### Ejemplo 4 - Preparación de sistemas de curado

5 En este ejemplo, se prepararon sistemas de curado 2 y 3 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación, junto con el sistema de curado comparativo 1, 4 y 5. Los componentes y las cantidades para cada sistema de curado se presentan en la Tabla 2. Los componentes se pesaron en un recipiente de 1 pinta (0,47 l), se cerraron herméticamente y se colocaron en un agitador durante 5 minutos para proporcionar los sistemas de curado.

10 El Sistema de Curado Comparativo 1 se preparó mediante la combinación de un aminosilano con grupo funcional dialcoxi (DYNASYLAN® 1505, 93,2 g, disponible en el mercado de Evonik Degussa Corp, EE.UU.) con un acelerador del curado de catalizador metálico (T-1, diacetato de dibutilestaño, 6,8 g, disponible en el mercado de Aire Products, Allentown, PA). El sistema de curado resultante tenía un grupo funcional alcoxi promedio de 2,0.

15 El Sistema de Curado 2 se preparó mediante la combinación de un aminosilano con grupo funcional dialcoxi (DYNASYLAN® 1505, 25,0 g, disponible en el mercado de Evonik Degussa Corp, EE.UU.) y un aminosilano con grupo funcional trialcoxi (SILQUEST® A1110, 68,2 g, disponible en el mercado de Crompton OSi Specialties, South Charleston, WV) con un acelerador del curado de catalizador metálico (T-1, diacetato de dibutilestaño, 6,8 g, disponible en el mercado de Air Products, Allentown, PA). El sistema de curado resultante tenía un grupo funcional alcoxi promedio de 2,73.

20 El Sistema de Curado 3 se preparó mediante la combinación de un aminosilano con grupo funcional (DYNASYLAN® 1505, 67,3 g, disponible en el mercado de Evonik Degussa Corp, EE.UU.) y un aminosilano con grupo funcional trialcoxi (SILQUEST® A1110, 25,9 g, disponible en el mercado de Crompton OSi Specialties, South Charleston, WV) con un acelerador del curado de catalizador metálico (T-1, diacetato de dibutilestaño, 6,8 g, disponible en el mercado de Air Products, Allentown, PA). El sistema de curado resultante tenía un grupo funcional alcoxi promedio de 2,28.

30 El Sistema de Curado Comparativo 4 se preparó mediante la combinación de un aminosilano con grupo funcional trialcoxi SILQUEST® A1110, 23,2 g, disponible en el mercado de Crompton OSi Specialties, South Charleston, WV) y una resina de polisiloxano con grupo funcional amino (SILRES® HP-2000, 70,0 g, disponible en el mercado de Wacker Chemical Corporation, Adrian MI) con un acelerador del curado de catalizador metálico (T-1, diacetato de dibutilestaño, 6,8 g, disponible en el mercado de Air Products, Allentown, PA).

35 El Sistema de Curado Comparativo 5 se preparó mediante la combinación de un aminosilano con grupo funcional trialcoxi (SILQUEST® A1100, 23,2 g, disponible en el mercado de Crompton OSi Specialties, South Charleston, WV) con un acelerador del curado de catalizador metálico (T-1, diacetato de dibutilestaño, 6,8 g, disponible en el mercado de Air Products, Allentown, PA). El sistema de curado resultante tenía un grupo funcional alcoxi promedio de 3,0.

Tabla 2: Formulación de sistemas de curado

Ingrediente	Sistema de Curado 1	Sistema de Curado 2	Sistema de Curado 3	Sistema de Curado 4	Sistema de Curado Comparativo 5
DYNASYLAN® 1505	93,2	25,0	67,3	-	-
SILQUEST® A1100	-	-	-	-	93,2
SILQUEST® A1110	-	68,2	25,9	23,2	-
HP-2000	-	-	-	70,0	-
Catalizador de estaño T-1	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Grupo funcional alcoxi promedio	2,0	2,73	2,28		3
% en peso de alcoxi	34,7	44,6	41,6	19,7	50,1

Ejemplo 4 - Formulaciones de recubrimiento

Se prepararon formulaciones de recubrimiento usando un componente de resina (Ejemplos 1 y 2) y un sistema de curado (Ejemplo 3). Se prepararon cuatro formulaciones de recubrimiento a modo de ejemplo y una formulación de recubrimiento comparativa como se indica a continuación. Para la formulación de recubrimiento 1, se combinó Resina A (100 g) con Sistema de Curado 1 (18,1 g). Para el recubrimiento de la formulación 2, se combinó resina A (100 g) con Sistema de Curado 2 (17,8 g). Para el recubrimiento de la formulación 3, se combinó Resina A (100 g) con Sistema de Curado 3 (17,6 g). Para el recubrimiento de la formulación 4, se combinó Resina B (100 g) con Sistema de Curado 4 (39,3 g). Para la formulación de recubrimiento comparativa 5, se combinó Resina C (100 g) con Sistema de Curado 5 (18,1 g). Las formulaciones de recubrimiento se mezclan con una relación estequiométrica de equivalentes de amina a equivalentes de epóxido como se indica a continuación: 0,96:1,00, 0,96:1,00, 0,96:1,00, 1,00:1,00 y 1,03:1,00 para el recubrimiento de las formulaciones 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. El componente de resina y el sistema de curado se pesaron en un recipiente y se agitaron con una espátula metálica hasta que estuvieron bien mezclados para proporcionar una composición de recubrimiento.

La composición de recubrimiento resultante se pulverizó sobre paneles de acero usando una pistola de pulverización DEVILBISS® y el recubrimiento se dejó curar hasta su endurecimiento (ASTM D1640). Los paneles recubiertos con las composiciones de las formulaciones de recubrimiento se sometieron a ensayo para determinar el porcentaje de alargamiento (mandril cónico, ASTM D522). Las formulaciones de epoxi siloxano (6 milésimas de pulgada (0,015 cm)) se aplicaron sobre 3 milésimas de pulgada (0,007 cm) de una imprimación de epoxi rica en cinc y se sometieron a ensayo para determinar la resistencia a la pulverización/niebla salina (ASTM B117) durante 5000 horas. Los paneles se analizaron después de 5000 horas para determinar el ampollamiento de la superficie (ASTM D714), la oxidación de la superficie (ASTM D1654) y avance de la corrosión por rayado (ASTM D1654). En un ensayo separado, a las formulaciones de epoxi siloxano (6 milésimas de pulgada (0,015 cm)) se les aplicaron más de 3 milésimas de pulgada (0,007 cm) de una imprimación de epoxi rica en cinc y se sometieron a ensayo para determinar la resistencia a la prohesión cíclica (ASTM D5894) durante 5000 horas. Los paneles se analizaron después de 5000 horas para determinar el ampollamiento de la superficie (ASTM D714), la oxidación de la superficie (ASTM D1654) y avance de la corrosión por rayado (ASTM D1654). Los paneles que tenían las composiciones de recubrimiento se expusieron a alterabilidad a la intemperie acelerada QUV usando una bombilla UV 313B con ciclos alternantes de 4 horas de exposición UV/4 horas de humedad (ASTM G53) y se midió el cambio de brillo a sesenta grados después de 5 semanas, 10 semanas y 15 semanas. Los resultados de los ensayos se presentan en la Tabla 5.

Los datos demuestran que las composiciones de recubrimiento de epoxi siloxano fabricadas de acuerdo con la presente divulgación muestran una flexibilidad mejorada medida mediante el alargamiento con mandril cónico, en particular después del envejecimiento, en comparación con la composición comparativa de la técnica anterior. Los ensayos de resistencia a la intemperie y de resistencia a la corrosión mostraron que los recubrimientos de epoxi siloxano mostraron propiedades mejoradas con respecto a la composición comparativa de la técnica anterior.

Tabla 5: Resultados de ensayos en paneles recubiertos

Formulación de recubrimiento	1	2	3	4	5
Eq de amina: eq de epoxi	0,96	0,96	0,96	1,00	1,03
Dura por secado, ASTM D1640 Horas	12,0	8,0	9,0	4,0	7,5
% de alargamiento por mandril cónico ASTM D522					
Después de 7 días a 23,3 °C/HR del 50 %	14,3	8,5	14	11	2
Después de 3 días a 23,3 ° + 7 días CHT + 7 días 60 °C + 7days CHT + 7 días 60 °C	5,1	3	4,5	3,0	0
Niebla salina, ASTM B117	6 milésimas de pulgada (0,015 cm) de fórmulas de recubrimiento de acabado de epoxi siloxano aplicadas sobre más de 3 milésimas de pulgada (0,007 cm) de imprimación de epoxi rica en cinc - 5000 horas de exposición				
Ampollas superficiales, ASTM D714	Tamaño 8 Med. Denso	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Oxidación superficial, ASTM D1654	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Avance de la corrosión por rayado, mm, ASTM D1654	10	5,0	5,0	6,0	5,5
Prohesión cíclica, ASTM D5894	6 milésimas de pulgada (0,015 cm) de fórmulas de recubrimiento de acabado de epoxi siloxano aplicadas sobre más de 3 milésimas de pulgada (0,007 cm) de imprimación de epoxi rica en cinc - 5000 horas de exposición				

ES 2 627 543 T3

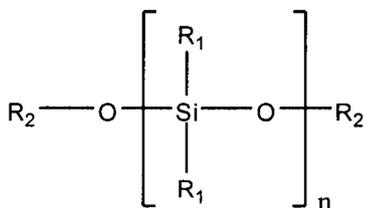
Ampollas superficiales, ASTM D714	Tamaño 8 Pocos	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Oxidación superficial, ASTM D1654	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Avance de la corrosión por rayado, mm, ASTM D1654	6,0	2,2	2,5	4,0	3,5
Alterabilidad a la intemperie acelerada QUV – bombilla UV313B - ciclos alternantes de 4 horas de UV/4 horas de humedad					
Brillo a sesenta grados - inicial	92	92	92	92	92
Después de 5 semanas	63	68	68	61	63
Después de 10 semanas	52	60	62	50	51
Después de 15 semanas	35	55	55	38	40

5 Aunque se han descrito realizaciones particulares de la presente invención anteriormente con fines ilustrativos, se apreciará por los expertos en la materia que podrían hacerse cambios a las diversas realizaciones descritas en el presente documento sin apartarse del amplio concepto inventivo de las mismas. Se entiende, por tanto, que la presente descripción no se limita a las realizaciones particulares desveladas, sino que pretende incluir las modificaciones que estén dentro del espíritu y el alcance de la invención, como se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una composición de recubrimiento de polímero epoxi-siloxano que comprende:

5 agua;  
un polisiloxano que tiene la fórmula



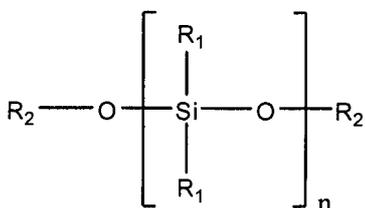
10 en la que cada R<sub>1</sub> se selecciona entre un grupo hidroxilo o grupos alquilo, arilo o alcoxi que tienen hasta seis átomos de carbono, cada R<sub>2</sub> se selecciona entre hidrógeno o grupos alquilo o arilo que tienen hasta seis átomos de carbono y en la que n se selecciona de manera que el peso molecular para el polisiloxano esté en el intervalo de 400 a 10.000;

15 una resina de epóxido no aromático que comprende más de un grupo 1,2-epóxido por molécula y un peso equivalente de epóxido en el intervalo de 100 a 5000; y

un sistema de curado que comprende una mezcla de aminosilanos con grupo funcional alcoxi, donde la mezcla tiene un valor de grupo funcional alcoxi promedio que varía de 2,2 a 2,8 en la donde composición combinada reacciona para formar una estructura de polímero de epoxi polisiloxano reticulado.

20 2. La composición de recubrimiento de polímero epoxi-polisiloxano de la reivindicación 1 que comprende:

agua;  
del 20 % al 80 % en peso de un polisiloxano que tiene la fórmula



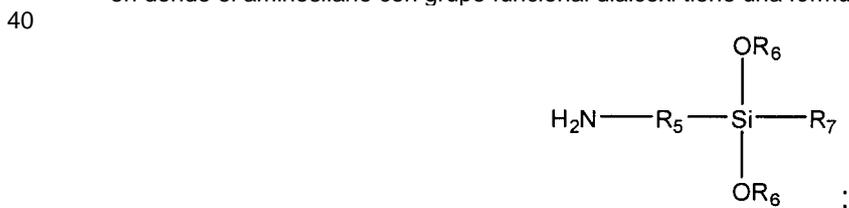
25 en la que cada R<sub>1</sub> se selecciona entre un grupo hidroxilo o grupos alquilo, arilo o alcoxi que tienen hasta seis átomos de carbono, cada R<sub>2</sub> se selecciona entre hidrógeno o grupos alquilo o arilo que tienen hasta seis átomos de carbono y en la que n se selecciona de manera que el peso molecular para el polisiloxano esté en el intervalo de 400 a 10.000;

30 del 20 % al 80 % en peso de una resina de epóxido no aromático que comprende más de un grupo 1,2-epóxido por molécula y un peso equivalente de epóxido en el intervalo de 100 a 5000;

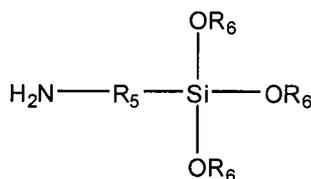
hasta el 15 % en peso de un acelerador del curado que comprende un catalizador de estaño en forma de un octanoato, un dodecanoato o un naftenato;

35 hasta el 15 % en peso de una resina epoxi flexible a base de glicidil éter de aceite de ricino que tiene un peso equivalente de epóxido en el intervalo de 200 a 1000; y

del 5 % al 40 % en peso de un sistema de curado que comprende una mezcla de al menos un aminosilano con grupo funcional dialcoxi y al menos un aminosilano con grupo funcional trialcoxi, en donde el aminosilano con grupo funcional dialcoxi tiene una fórmula general



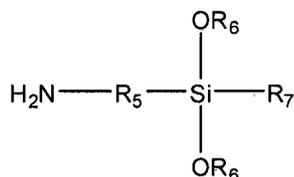
y el aminosilano con grupo funcional trialcoxi tiene una fórmula general



5 en la que cada R<sub>5</sub> es un radical orgánico difuncional seleccionado independientemente entre radicales arilo, alquilo, dialquilarilo, alcoxialquilo, alquilaminoalquilo o cicloalquilo, y R<sub>6</sub> y R<sub>7</sub> se seleccionan cada uno independientemente entre grupos alquilo, hidroxialquilo, alcoxialquilo o hidroxialcoxialquilo, en donde los grupos alquilo, arilo o alcoxi R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> y R<sub>7</sub> contienen cada uno hasta seis átomos de carbono, donde la mezcla tiene un valor de grupo funcional alcoxi promedio que varía de 2,2 a 2,8 y se añade en una cantidad suficiente para proporcionar un equivalente de amina a equivalente de epóxido de 0,7:1,0 a 1,3:1,0 en la composición de recubrimiento,  
10 en donde la composición combinada reacciona para formar una estructura de polímero de epoxi polisiloxano reticulado.

3. La composición de recubrimiento de la reivindicación 1, en la que la mezcla comprende al menos un aminosilano con grupo funcional dialcoxi que tiene la fórmula general

15



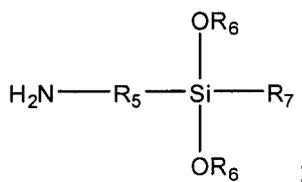
20 en la que R<sub>5</sub> es un radical orgánico difuncional seleccionado independientemente entre radicales arilo, alquilo, dialquilarilo, alcoxialquilo, alquilaminoalquilo o cicloalquilo, R<sub>6</sub> y R<sub>7</sub> se seleccionan cada uno independientemente entre grupos alquilo, hidroxialquilo, alcoxialquilo o hidroxialcoxialquilo, en donde los grupos alquilo, arilo o alcoxi R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> y R<sub>7</sub> contienen cada uno hasta seis átomos de carbono.

4. La composición de recubrimiento de la reivindicación 1, en la que el sistema de curado comprende una mezcla de al menos un aminosilano con grupo funcional dialcoxi y al menos un aminosilano con grupo funcional trialcoxi.

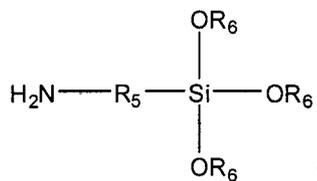
25

5. La composición de recubrimiento de la reivindicación 4, en la que el al menos un aminosilano con grupo funcional dialcoxi tiene una fórmula general

30



y el al menos un aminosilano con grupo funcional trialcoxi tiene una fórmula general



35 en la que cada R<sub>5</sub> es un radical orgánico difuncional seleccionado independientemente entre radicales arilo, alquilo, dialquilarilo, alcoxialquilo, alquilaminoalquilo o cicloalquilo, y R<sub>6</sub> y R<sub>7</sub> se seleccionan cada uno independientemente entre grupos alquilo, hidroxialquilo, alcoxialquilo o hidroxialcoxialquilo, en donde los grupos alquilo, arilo o alcoxi R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> y R<sub>7</sub> contienen cada uno hasta seis átomos de carbono.

40 6. La composición de recubrimiento de cualquiera de las reivindicaciones 2 o 5, en la que cada R<sub>6</sub> y R<sub>7</sub> se elige independientemente entre grupos alquilo (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) y cada R<sub>5</sub> se selecciona independientemente entre grupos alquilo (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) y grupos alquilamino (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>)-alquilo (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>).

7. La composición de recubrimiento de cualquiera de las reivindicaciones 2 o 5, en la que el al menos un aminosilano con grupo funcional dialcoxi se selecciona entre aminopropilmetildimetoxisilano, aminopropiletildimetoxisilano, aminopropiletildietoxisilano, N-β-aminoetil-γ-aminopropilmetildimetoxisilano, N-2-aminoetil-3-aminoisobutil-metildimetoxisilano o aminoneohexilmetildimetoxisilano; y el al menos un aminosilano con grupo funcional trialcoxi se selecciona entre aminopropiltrimetoxisilano, aminopropiltriethoxisilano, aminopropiltripropoxisilano, aminoneohexiltrimetoxisilano, N-β-aminoetil-γ-aminopropiltrimetoxisilano, N-β-aminoetil-γ-aminopropiltriethoxisilano, N-fenilaminopropil trimetoxisilano, trimetoxisililpropil dietilen triamina, 3-(3-aminofenoxi)propil trimetoxisilano, aminoetil aminometil fenil trimetoxisilano, 2-aminoetil-3-aminopropil-tris-2-etilhexoxisilano, N-aminohehexil aminopropil trimetoxisilano o trisaminopropil trimetoxietoxisilano.

8. La composición de recubrimiento de la reivindicación 1, en la que la composición de recubrimiento comprende del 20 % al 80 % en peso del polisiloxano, del 20 % al 80 % en peso de la resina epoxi no aromática y del 5 % al 40 % en peso del sistema de curado.

9. La composición de recubrimiento de la reivindicación 1, en la que la composición de recubrimiento comprende una relación de equivalentes de amina a equivalentes de epóxido que varía de 0,7:1,0 a 1,3:1,0.

10. La composición de recubrimiento de la reivindicación 1, en la que la resina de epóxido no aromático se selecciona entre resinas de epóxido cicloalifáticas que comprenden ciclohexano dimetanol hidrogenado o resinas de epóxido de diglicidil éteres de Bisfenol A hidrogenado.

11. La composición de recubrimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

a) una resina epoxi flexible a base del glicidil éter de aceite de ricino que tiene un peso equivalente de epóxido en el intervalo de 200 a 1.000, preferentemente la composición de recubrimiento comprende hasta el 15 % en peso de la resina epoxi flexible; o

b) un acelerador del curado que comprende al menos un catalizador metálico seleccionado entre un catalizador de cinc, manganeso, circonio, titanio, cobalto, hierro, plomo o estaño, cada uno en forma de octanoatos, neodecanoatos o naftenatos, preferentemente la composición de recubrimiento comprende hasta el 10 % en peso del acelerador del curado; o

c) uno o más inhibidores de la corrosión seleccionados entre inhibidores de la corrosión a base de cinc o de fosfato o inhibidores de la corrosión orgánicos; o

d) al menos un ingrediente adicional seleccionado entre pigmentos, agregados, modificadores reológicos, plastificantes, agentes antiespumantes, agentes tixotrópicos, agentes humectantes de pigmentos, diluyentes bituminoso y asfálticos, agentes antisedimentación, diluyentes, estabilizadores frente a la luz UV, agentes de liberación de aire, adyuvantes de dispersión, disolventes o mezclas de cualquiera de los mismos.

12. La composición de recubrimiento de la reivindicación 11, que comprende adicionalmente al menos un ingrediente adicional seleccionado entre pigmentos, agregados, modificadores reológicos, plastificantes, agentes antiespumantes, agentes tixotrópicos, agentes humectantes de pigmentos, diluyentes bituminosos y asfálticos, agentes antisedimentación, diluyentes, estabilizadores frente a la luz UV, agentes de liberación de aire, adyuvantes de dispersión, disolventes o mezclas de cualquiera de los mismos.

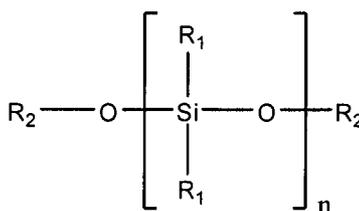
13. Un sustrato recubierto que comprende al menos una superficie recubierta con la composición de recubrimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

14. Un método para la protección de una superficie de un sustrato de los efectos no deseados de uno o más de entre productos químicos, corrosión e intemperie mediante el recubrimiento de la superficie con una composición de recubrimiento preparada mediante el método que comprende:

preparar un componente de resina que comprende:

agua;

un polisiloxano que tiene la fórmula



en la que cada R<sub>1</sub> se selecciona entre un grupo hidroxilo o grupos alquilo, arilo o alcoxi que tienen hasta seis átomos de carbono, cada R<sub>2</sub> se selecciona entre hidrógeno o grupos alquilo o arilo que tienen hasta seis

- átomos de carbono y en la que n se selecciona de manera que el peso molecular para el polisiloxano esté en el intervalo de 400 a 10.000;
- una resina de epóxido no aromático que comprende más de un grupo 1,2-epóxido por molécula y un peso equivalente de epóxido en el intervalo de 100 a 5.000;
- 5 añadir un sistema de curado al componente de resina para formar una composición de recubrimiento de polisiloxano modificado con epoxi totalmente curado, comprendiendo el sistema de curado:
- una mezcla de al menos un aminosilano con grupo funcional dialcoxi y al menos un aminosilano con grupo funcional trialcoxi; y
- 10 opcionalmente un acelerador del curado que comprende al menos un catalizador metálico, donde la mezcla tiene un valor de grupo funcional alcoxi promedio que varía de 2,2 a 2,8; y
- aplicar la composición de recubrimiento a la superficie de un sustrato que se ha de proteger antes de que la composición de recubrimiento se cure completamente.
- 15 15. El método de la reivindicación 14, en el que el componente de resina comprende adicionalmente una resina epoxi flexible a base del glicidil éter de aceite de ricino que tiene un peso equivalente de epóxido en el intervalo de 200 a 1.000.