

COMPOSICIÓN ACUOSA DE REVESTIMIENTO PARA PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN

CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere a una dispersión acuosa de resina y a una composición acuosa de revestimiento, que comprende la dispersión de resina, que proporciona una resistencia mejorada a la corrosión y decoloración; a un proceso para la preparación de la dispersión acuosa de resina
10 y la composición de revestimiento; y al uso de la composición de revestimiento para revestir sustratos metálicos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La mayoría de los metales, con la excepción de los metales nobles o aquellos metales que forman capas de óxido
15 coherentes, tal como el aluminio, se proporcionan con películas de revestimiento cuando se exponen a condiciones ambientales para prevenir, o al menos retardar, la corrosión. La aplicación de una película de revestimiento sobre una superficie metálica proporciona una barrera entre el sustrato metálico y un entorno
20 dañino si hay suficiente adhesión de la película de revestimiento al sustrato metálico, y si la permeabilidad de la película de revestimiento para el oxígeno y el agua es baja. Entre las películas de revestimiento, las pinturas en forma líquida o en polvo juegan un papel importante. Un aspecto que
25 se debe considerar al seleccionar un material de revestimiento

es cómo evitar los constituyentes en la composición de revestimiento que pueden reaccionar con la superficie metálica y que, por lo tanto, pueden dañar el sustrato metálico, por ejemplo, iones cloruro que pueden proporcionar una semilla para
5 un futuro ataque corrosivo.

Muchos polímeros orgánicos son adecuados para formar películas de revestimiento sobre una superficie metálica. Se desea que estas películas tengan una dureza suficiente, una adhesión suficiente como se señaló anteriormente y también una
10 elasticidad suficiente para permitir que la película de revestimiento siga las posibles deformaciones de los artículos metálicos revestidos. Las resinas epoxi son uno de los materiales más usados en la formulación de pinturas de protección contra corrosión (High-Performance Coatings, 2008,
15 ed. A. S. Khanna, "la palabra epoxi se ha convertido en sinónimo de anticorrosión en el entorno industrial actual"). Los productos de reacción hechos de resinas epoxi y aminas se han convertido en el material estándar en el electrorrevestimiento catódico de carrocerías de vehículos.

20 En WO 2015/093299 A1, se describe una composición de resina acuosa (D) que se obtiene dispersando una resina de éster de vinilo (A) y una resina de uretano (B) que tiene un anillo aromático en un medio acuoso (C), y agregándole un agente reticulante de carbodiimida (E). La resina de éster de
25 vinilo (A) se prepara haciendo reaccionar un compuesto ácido

etilénicamente insaturado polimerizable (a2) con al menos una resina epoxi (a1) seleccionada del grupo que consiste en una resina epoxi de tipo novolac y una resina epoxi de tipo bisfenol. La resina de uretano (B) se obtiene al hacer
5 reaccionar un poliol (b1-1) que tiene un anillo aromático y un poliol (b1 -2) que tiene un grupo hidrófilo que es preferentemente un grupo aniónico, con un poliisocianato (b2). El agente reticulante de carbodiimida (E) tiene preferiblemente dos o más grupos carbodiimida por molécula.

10 En US 2010/0 129 659 A1, se describe un producto revestido fabricado mediante un método de 3 capas y 1 horneado; el método incluye los pasos de formar una película de revestimiento curada (A1) a partir de una composición de revestimiento por electrodeposición catiónica (A) sobre un
15 objeto metálico que se va a revestir; formar una primera película de revestimiento coloreada (B1) aplicando sobre ella una primera composición acuosa de revestimiento coloreada (B); formar una segunda película de revestimiento coloreada (C1) al revestir una segunda composición acuosa de revestimiento
20 coloreada (C) sobre una primera película revestida coloreada no curada (B1); formar una película de revestimiento transparente (D1) al aplicar una composición de revestimiento transparente (D) sobre la segunda película de revestimiento coloreada no curada (C1); y curar simultáneamente la primera
25 película revestida coloreada no curada (B1), la segunda

película de revestimiento coloreada no curada (C1) y la película de revestimiento transparente no curada (D1). La composición de revestimiento por electrodeposición catiónica (A) contiene resina epoxi modificada que contiene un grupo amino catiónico (a1) en donde la modificación se realiza mediante la adición de una resina de xileno formaldehído que se realiza mediante la condensación de xileno y fenoles con formaldehído en presencia de un catalizador ácido, modificación que proporciona plasticidad e hidrofobicidad a la resina epoxi.

10 En WO 2013/191 826 A1, se describe una mezcla acuosa que comprende una dispersión de poliolefina acuosa que comprende el producto de mezcla en estado fundido de uno o más polímeros base y uno o más agentes estabilizantes en presencia de agua y opcionalmente uno o más agentes neutralizantes, en
15 donde la dispersión de poliolefina tiene un diámetro de tamaño de partícula de volumen promedio en el intervalo de 400 nm a 1500 nm, y un intervalo de pH de 8 a 11; y uno o más agentes reticulantes seleccionados del grupo que consiste en resinas de fenol-formaldehído, resinas de hidroxialquilamida, resinas
20 de amino-formaldehído, resinas que contienen grupos epoxi y combinaciones de los mismos.

 EP 1 805 260 A1 se refiere a una composición de revestimiento autoadhesiva para la producción de núcleos de láminas de acero eléctrico que comprende A) 100 partes en peso
25 de al menos una resina epoxi a base de tipo bisfenol-A, tipo

bisfenol-F o mezclas de los mismos, 100% de sólidos, B) 0.1 a 200 partes en peso de nanopartículas que tienen un radio promedio que varía de 2 a 600 nm, C) 0 a 25 partes en peso de al menos un agente de curado seleccionado del grupo que
5 consiste en diciandiamida, isocianato bloqueado y ácido de Lewis o seleccionado del grupo que consiste en resina fenólica, ácido carboxílico, anhídrido y ácido de Lewis, 100% de sólidos, D) 0.1 a 10 partes en peso de al menos un aditivo, y E) 50 a 200 partes en peso de agua o al menos un solvente orgánico.

10 WO 2018130700 A1 describe una dispersión acuosa de resina D que comprende una mezcla de una resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P y un agente reticulante de resol R, y un agente co-reticulante E, en donde la resina a base de epoxi modificada de manera hidrófila P se prepara en una
15 reacción o una secuencia de reacciones que incluye al menos un paso donde se lleva a cabo una reacción de avance.

El documento US 5,177,161 A describe aplicaciones de revestimiento de lata que comprenden pinturas reducibles en agua basadas en productos de condensación de resinas epoxi de
20 bisfenol A de tipo 7 y novolacas a base de fenol que se metilaron y luego se hicieron reaccionar con monocloroacetato de sodio y luego se dispersaron en agua. La resina epoxi y porciones de novolaca se conectan a través de un enlace éter.

Se han conocido otras resinas de revestimiento de lata
25 reducibles con agua que se basan en productos de adición de

novolacas carboxiladas A y resinas epoxi B a partir de DE 197 56 749 B4. Estos productos de adición tienen al menos un grupo éster por molécula que se forma por reacción de un grupo carboxilo de la novolaca A y un grupo epóxido de la resina epoxi B. Estos productos tienen un color más claro que los de acuerdo con US 5,177,161 A.

En la técnica hasta ahora, la resistencia a la corrosión de las placas de acero con películas de revestimiento de acuerdo con el estado de la técnica aún no es satisfactoria o las películas de revestimiento resistentes a la corrosión se decoloran al hornearse a temperaturas superiores a 160 ° C. En el peor de los casos, tanto la protección contra corrosión como la resistencia a la decoloración al hornearse son insuficientes.

El uso de resoles como agente reticulante principal para revestimientos metálicos está ampliamente extendido para proteger la superficie interna de las latas de alimentos del ataque corrosivo de los productos de relleno. Para estas aplicaciones, la tendencia de los resoles a cambiar de color cuando se curan a temperaturas entre 150 y 250 ° C es conocida y no se considera un problema. Además, si un revestimiento metálico se pigmenta con pigmentos de color oscuro, el comportamiento de amarilleamiento de los agentes reticulantes de resol no es un obstáculo técnico. Sin embargo, para revestimientos metálicos pigmentados ligeros o revestimientos

transparentes que no deben cambiar su color después del curado en horno, el uso de resoles es problemático. Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de composiciones de revestimiento con un alto nivel de protección de metales y una baja tendencia a la decoloración tras el curado a temperatura elevada.

Objetivo de la Invención

La presente invención tiene como objetivo proporcionar una dispersión acuosa para composiciones de revestimiento que no presente los inconvenientes de la técnica anterior.

El objetivo de la presente invención es proporcionar composiciones de revestimiento con propiedades de resistencia a la corrosión mejoradas y resistencia a la decoloración mejorada, a altas temperaturas de horneado, en comparación con los sistemas de revestimiento del estado de la técnica.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención describe una dispersión acuosa de resina D que comprende una mezcla de una resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P, un agente reticulante de isocianato bloqueado IB y un agente co-reticulante E; en donde la resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P comprende grupos 1-hidroxi-2-fenoxi-etilo; y en donde el agente co-reticulante E se selecciona del grupo que consiste en

- un compuesto E1 que tiene al menos dos grupos hidroxilo que reaccionan con compuestos ácidos presentes en la

composición de revestimiento a temperatura elevada por encima de 80 °C bajo formación de éster y liberación de agua, y

- un éster E2 con al menos dos grupos éster formados por un alcohol al menos dihidrico E22 y un ácido E21 cuyo ácido
- 5 es inestable a temperatura elevada por encima de 80 °C.

Modalidades preferidas de la presente invención describen una o más de las siguientes características:

- el agente reticulante de isocianato bloqueado IB es preferentemente el producto de reacción de un poliisocianato y
- 10 un carbamato C con funcionalidad hidroxilo, el carbamato C con funcionalidad hidroxilo que es el producto de reacción de carbonatos orgánicos cíclicos con monoaminas, diaminas, triaminas, tetraaminas y/o alcanolaminas alifáticas, las aminas que tienen al menos grupos amino primarios o
- 15 secundarios;

- el carbamato con funcionalidad hidroxilo C es preferentemente bis(2-hidroxietil)carbamato de 2-hidroxietilo o bis(2-hidroxietil)carbamato de 2-hidroxipropilo;

- el agente co-reticulante E1 preferentemente es una
- 20 beta-hidroxialquilamida que tiene la fórmula:



en donde:

- R₁ es hidrógeno o alquilo C1-C5;
 - R₂ es hidrógeno, alquilo C1-C5 o CH₂-CHR₁-OH;
- 25 - A es un enlace químico o un radical orgánico

polivalente derivado de radicales de hidrocarburos saturados, insaturados o aromáticos que incluyen radicales de hidrocarburos sustituidos que contienen de 2 a 20 átomos de carbono; y

5 - m es un número entero que tiene un valor de 1 a 2; m es un número entero que tiene un valor de 0 a 2, y m + n es al menos 2;

 - el agente co-reticulante E1 es preferiblemente N,N,N',N'-tetrakis-(2-hidroxietil)-adipamida o N,N,N',N'-
10 tetrakis-(2-hidroxipropil)-adipamida;

 - la resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P es una resina a base de epoxi modificada no iónicamente Pn que es el producto de reacción de un diepóxido, un compuesto aromático dihídrico y un emulsionante no iónico con
15 funcionalidad epoxi F; el emulsionante no iónico con funcionalidad epoxi F que es;

 - un homopolímero o copolímero de polioxialquileno con funcionalidad epóxido; y/o

 - un alcohol de azúcar con funcionalidad epóxido; y/o
20 - el producto de reacción de un homopolímero o copolímero de polioxialquileno con funcionalidad hidroxilo o un segmento de alcohol de azúcar con un compuesto de epóxido al menos difuncional;

en donde:

25 - el homopolímero de polioxialquileno es polioxietileno

o polioxipropileno;

- el copolímero de polioxialquileno es un copolímero de polioxietileno-propileno;

- los homopolímeros y copolímeros de polioxialquileno comprenden de 20 a 150 unidades de oxialquileno C2-C3;

- la resina a base de epoxi modificada no iónicamente Pn se caracteriza preferentemente por un peso equivalente de epóxido (EEW, por sus siglas en inglés) que comprende entre 200 y 2,000 g/equiv.;

10 - la dispersión acuosa de resina D comprende preferentemente:

- entre 40 y 90% en peso de resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P, preferiblemente que es una resina a base de epoxi modificada no iónicamente Pn;

15 - entre 5 y 55% en peso de agente reticulante de isocianato bloqueado IB; y

- entre 0.1 y 5% en peso del agente co-reticulante E, preferentemente E1, más preferentemente una beta-hidroxialquilamida;

20 con base en el peso total de P, IB y E;

- la dispersión acuosa de resina D comprende preferentemente uno o más catalizadores seleccionados del grupo que consiste en sales, compuestos de quelato y compuestos organometálicos de elementos de los grupos 4, 7, 8, 9, 12, 13, 14 y 15 y del período 4, 5 y 6 de la tabla periódica de

25

elementos de acuerdo con el nuevo sistema de nomenclatura IUPAC, y aminas fuertes,

- la resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P y/o el agente reticulante de isocianato bloqueado IB en la dispersión acuosa de resina D de acuerdo con la invención se obtienen a partir de materia prima renovable y en total tienen un contenido de carbono de base biológica de más de 20% en peso del contenido de carbono total de la resina a base de epoxi P y el agente reticulante de isocianato bloqueado IB, el contenido de biocarbono que se determina usando la norma ASTM D6866-20, o la resina a base de epoxi P y/o el agente reticulante de isocianato bloqueado IB se derivan de monómeros reciclados, preferiblemente la resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P y/o el agente reticulante de isocianato bloqueado IB en la dispersión acuosa de resina D de acuerdo con la invención se obtienen a partir de materia prima renovable y en total tienen un contenido de carbono de base biológica de más de 20% en peso del contenido de carbono total de la resina a base de epoxi P y el agente reticulante de isocianato bloqueado IB, el contenido de biocarbono que se determina usando la norma ASTM D6866-20.

La presente invención describe además una composición de revestimiento que comprende entre 35 y 55 % en peso de compuestos no volátiles y de 45 a 65% en peso de agua y

cosolventes seleccionados del grupo que consiste en alcoholes, cetonas, ésteres, glicoles, éteres de glicol y ésteres de glicol, y mezclas de los mismos; la composición de revestimiento que comprende preferiblemente además uno o más

5 aditivos seleccionados del grupo que consiste en antiespumantes, agentes de nivelación, agentes de coalescencia, modificadores de flujo, biocidas, pigmentos, aditivos de reología y agentes humectantes.

La presente invención describe además un método para

10 producir un sustrato metálico revestido que comprende los pasos posteriores de:

- aplicar la composición de revestimiento en al menos un lado del sustrato metálico, opcionalmente pretratado y/o que comprende una imprimación, a un espesor de revestimiento

15 ajustado para obtener un espesor de revestimiento seco de al menos 10 μm ;

- evaporar agua y cosolventes a una temperatura de al menos 20 °C durante al menos 1 minuto;

- hornear la composición de revestimiento aplicada a

20 una temperatura de al menos 100 °C durante un período de al menos 20 segundos, para formar el sustrato metálico revestido con la capa de revestimiento reticulado.

La presente invención describe además el uso de la composición de revestimiento para revestir un sustrato

25 metálico.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La dispersión acuosa de resina D de la presente invención comprende una mezcla de una resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P, un agente reticulante IB y un
5 agente co-reticulante E, en donde la resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P comprende grupos 1-hidroxi-2-fenoxi-etilo (el grupo 1-hidroxi-2-fenoxi-etilo es un enlace éter).

Más particularmente, la dispersión acuosa de resina D
10 de la presente invención comprende una mezcla de una resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P, un agente reticulante IB y un agente co-reticulante E, en donde la resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P se prepara en una reacción o una secuencia de reacciones que incluye al menos un
15 paso en el que se lleva a cabo una reacción de avance, la reacción de avance que es una reacción en la que un compuesto fenólico que tiene grupos hidroxilo fenólicos se hace reaccionar con un compuesto que tiene al menos dos grupos epóxido reactivos, dando como resultado la formación de grupos
20 1-hidroxi-2-fenoxi-etilo (la reacción del grupo epoxi y el grupo hidroxilo fenólico da como resultado la formación del grupo 1-hidroxi-2-fenoxi-etilo o enlace éter).

De manera alternativa y preferida, cuando sea posible, la resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P y/o el
25 agente reticulante IB se obtienen a partir de materia prima

renovable o a partir de monómeros reciclados, preferentemente, la resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P y/o el agente reticulante IB se obtienen a partir de materia prima renovable y en total tienen un contenido de carbono de base biológica de más del 20% en peso del contenido total de carbono de la resina a base de epoxi P y el agente reticulante de isocianato IB, el contenido de biocarbono que se determina usando la norma ASTM D6866-20.

La resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P se selecciona del grupo que consiste en una resina a base de epoxi modificada aniómicamente al menos parcialmente neutralizada Pa, una resina a base de epoxi modificada no iómicamente Pn y una resina a base de epoxi modificada aniómicamente y no iómicamente al menos parcialmente neutralizada Pan.

Una de las características de la resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P de la presente invención es que todas las variantes Pa, Pn y Pan siempre se realizan mediante una reacción o mediante una secuencia de reacciones que incluye al menos una reacción de avance, también denominada reacción de fusión, es decir, una reacción en la que un compuesto fenólico que tiene grupos hidroxilo fenólicos se hace reaccionar con un compuesto que tiene al menos dos grupos epóxido.

La resina a base de epoxi aniómicamente modificada al

menos parcialmente neutralizada Pa que comprende grupos aniónicos se prepara neutralizando al menos parcialmente los grupos ácidos del producto obtenido a través de un primer proceso de múltiples pasos o a través de un segundo proceso de

5 múltiples pasos.

El primer proceso de múltiples pasos para la preparación de la resina a base de epoxi modificada aniómicamente al menos parcialmente neutralizada Pa comprende los pasos a1, b1, d, d1, e1 y f1 en donde:

10 - en el paso a1, se prepara una novolaca a partir de un fenol y formaldehído bajo catálisis ácida, y el fenol sin reaccionar se separa del producto de reacción del paso a1;

- en el paso b1, la novolaca del paso a1 se somete a una reacción de avance bajo catálisis mediante la adición de

15 una resina epoxi que tiene en promedio al menos dos grupos epóxido funcionales por molécula, preferentemente una resina epoxi basada en Bisfenol A;

- en el paso d, el producto de reacción del paso b1 se disuelve en un solvente orgánico para formar una solución, en

20 donde el solvente se selecciona del grupo que consiste en alcoholes alifáticos lineales o ramificados, éteres alifáticos lineales o ramificados, cetonas alifáticas lineales o ramificadas y mezclas de estos con hidrocarburos aromáticos;

- la solución del producto de reacción del paso d se

25 hace reaccionar luego en el paso d1 con formaldehído en

presencia de álcali, para formar compuestos de metilol;

- en el paso e1, después de la adición de álcali adicional, se agrega un ácido halogenalcánico, preferiblemente ácido 2-cloroacético, al producto de d1 y
5 después de la reacción completa del ácido halogenalcánico, el producto de reacción del paso e1 se purifica mediante acidificación con ácido acuoso, la capa orgánica que contiene el producto de reacción se separa y la solución separada se lava con agua destilada; y

10 - en el paso f1, el producto de reacción purificado del paso e1 se libera del solvente mediante destilación bajo presión reducida, y luego se agregan agua y una amina terciaria como agente de neutralización para obtener una solución acuosa donde solo quedan pequeñas cantidades de los solventes.

15 El segundo proceso de múltiples pasos para la preparación de la resina a base de epoxi modificada aniómicamente al menos parcialmente neutralizada Pa comprende los pasos a2, b2 y c2 en donde:

- en el paso a2, se prepara un éster de un ácido a base
20 de fósforo y un compuesto con funcionalidad de epóxido, que tiene al menos un grupo epóxido por molécula, en donde el ácido a base de fósforo tiene al menos dos átomos de hidrógeno ácidos por molécula, y se selecciona del grupo que consiste en compuestos de fósforo ácidos inorgánicos y compuestos de
25 fósforo ácidos orgánicos, y el compuesto con funcionalidad

epóxido es un compuesto de epóxido que tiene al menos dos grupos epóxido por molécula, y en donde la reacción se lleva a cabo de manera que el éster producido por la reacción del paso a2 tiene una cantidad específica de grupos epóxido que no es mayor que 0.1 mol/kg, y en promedio, al menos un átomo de hidrógeno ácido por molécula;

- en el paso b2, se lleva a cabo una reacción de avance con un epóxido al menos difuncional y un compuesto dihidroxil aromático, en presencia de un catalizador, para producir un compuesto de poliéter que tiene grupos epóxido;

- en el paso c2, el compuesto de poliéter del paso b2 se disuelve en un solvente y el éster, preparado en el paso a2, se agrega bajo agitación hasta que se obtiene una mezcla homogénea, cuya mezcla luego se libera de los solventes mediante destilación bajo presión reducida.

El ácido a base de fósforo, usado en el paso a2, tiene al menos dos átomos de hidrógeno ácidos por molécula, y se selecciona del grupo que consiste en compuestos de fósforo ácidos inorgánicos y compuestos de fósforo ácidos orgánicos. El primer grupo comprende ácido ortofosfórico H_3PO_4 , ácido difosfórico $H_4P_2O_7$, ácido trifosfórico $H_5P_3O_{10}$ y sus homólogos superiores (oligómeros), ácido fosforoso H_3PO_3 , ácido difosforoso $H_4P_2O_5$ y sus homólogos superiores, y ácido hipofosforoso H_3PO_2 y sus homólogos superiores. Se prefieren particularmente ácido ortofosfórico, mezclas de di- y

oligómeros superiores de ácido ortofosfórico, ácido fosforoso y oligómeros superiores de los mismos. El último grupo comprende ácidos fosfónicos que se seleccionan del grupo que consiste en ácidos alcanofosfónicos, $R_1-PO_3H_2$, ácidos fosfónicos aromáticos $R_2-PO_3H_2$ y los correspondientes ácidos fosfonosos H_3PO_2 , donde R^1 es un alquilo lineal, ramificado o cíclico que tiene de uno a veinte átomos de carbono, y R^2 es un grupo aromático opcionalmente sustituido que tiene de seis a veinte átomos de carbono. Son particularmente preferidos ácido metanofosfónico y ácido bencenofosfónico.

El compuesto con funcionalidad epóxido, usado en el paso a2 es preferentemente un éter glicidílico de un compuesto fenólico, preferentemente éter diglicidílico de bisfenol A o éter diglicidílico de bisfenol F, o una resina epoxi oligomérica o polimérica a base de estos bisfenoles.

La resina a base de epoxi modificada no iónicamente Pn se fabrica mediante un proceso que comprende los pasos a3 y b3, en donde

- en el paso a3, se prepara un emulsionante F a partir de una porción no iónica que comprende un segmento de homopolímero o copolímero de polioxietileno o un segmento de alcohol de azúcar, y una porción no hidrófila y de compatibilización que comprende bloques de construcción derivados de compuestos de epóxido que son al menos difuncionales, preferentemente éter diglicidílico de Bisfenol

A u oligómeros de los mismos, mediante el acoplamiento de los compuestos de epóxido al menos difuncionales con homopolímeros de polioxietileno con funcionalidad hidroxil o copolímeros de polioxietileno con funcionalidad hidroxil o con alcoholes de
 5 azúcar catalizados con ácidos fuertes de Bronsted o ácidos de Lewis, preferentemente ácido tetrafluorobórico HBF_4 , trifluoruro de boro BF_3 , o sus complejos con dialquiléteres o aminas. Alternativamente, el emulsionante F comprende homopolímeros de polioxietileno con funcionalidad epóxido o
 10 copolímeros de polioxietileno con funcionalidad epóxido o alcoholes de azúcar con funcionalidad epóxido,

- en el paso b3, el emulsionante F se incorpora en una resina epoxi a través de una reacción de avance en donde un diepóxido, un compuesto aromático dihidrico y el emulsionante
 15 F del paso a3, se hacen reaccionar en presencia de un catalizador de fosfina o amina, y en donde la estequiometría se elige de modo que el producto de reacción de avance tenga grupos terminales epóxido.

Los alcoholes de azúcar son compuestos de fórmula $\text{HO}-\text{CH}_2-[-\text{CH}(\text{OH})]_n-\text{CH}_2-\text{OH}$ donde n es un número entero de 1 a 24, o
 20 éteres derivados de estos; los compuestos comúnmente conocidos incluyen glicerol, eritritol, treitol, arabitol, xilitol, ribitol, manitol, sorbitol, galactitol, fucitol, iditol, inositol, volemitol, isomalta, maltitol, lactitol,
 25 maltotriitol y maltotetraitol.

La resina a base de epoxi modificada Pan que comprende grupos aniónicos y no iónicos se prepara preferentemente mezclando una resina a base de epoxi modificada aniómicamente al menos parcialmente neutralizada Pa y una resina a base de epoxi modificada no iómicamente Pn. Preferentemente, la relación de mezcla se elige de modo que la relación de masa Pa/Pn sea de 0.2/0.8 a 0.8/0.2.

Preferentemente, la resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P es una resina a base de epoxi modificada no iómicamente Pn; más preferentemente, la resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P es una resina a base de epoxi modificada no iómicamente Pn que está (completamente) libre de grupos aniónicos (es decir, que comprende 0.0% de grupos aniónicos).

Las resinas a base de epoxi hidrófilamente modificadas P se obtienen de materia prima petroquímica.

De manera alternativa y preferida, donde sea posible, las resinas a base de epoxi modificadas hidrófilamente P se obtienen a partir de materia prima renovable. Materias primas renovables particularmente preferidas son aquellas extraídas de biomasa de madera como lignina y taninos, así como líquido de cáscara de anacardo (CNSL, por sus siglas en inglés) que es una fuente de derivados fenólicos tal como, por ejemplo, ácido anarcádico, cardanol, cardol y 2-metil cardol. También se prefieren materias primas de biomasa lignocelulósica tal como

celulosa y hemicelulosa que se despolimerizan y deshidratan adicionalmente en 5-hidroximetil-2-furfural y luego se derivatizan adicionalmente en, por ejemplo, ácido 2,5-furandicarboxílico o 2,5-furandimetanol. Otras materias primas

5 preferidas son terpenos y terpenoides tal como limoneno y carvacrol, así como otros compuestos fenólicos como eugenol, ácido ferúlico y sinápico. Otras materias primas renovables para resinas a base de epoxi son los ácidos de colofonia (y sus éteres mono y diglicidílicos), isosorbida (y su éter

10 diglicidílico), así como oligo o poligliceroles (y sus éteres glicidílicos). Los grupos epóxido también se pueden introducir en las resinas a base de epoxi modificadas hidrófilamente P mediante epiclorhidrina derivada en parte o completamente de glicerina (bio)renovable. Las cantidades exactas de carbono de

15 base biológica en estas resinas epoxi se pueden determinar mediante el método descrito en ASTM D6866-20, en donde los carbonos resultantes de las entradas contemporáneas basadas en biomasa se distinguen de los derivados de las entradas basadas en fósiles, el contenido de carbono de base biológica se

20 informa como la fracción del contenido total de carbono orgánico (TOC). Otros métodos estandarizados para determinar la fracción de carbono renovable son ISO 16620-2 y CEN 16640.

Otro método alternativo para reducir la huella de carbono de las resinas a base de epoxi modificadas hidrófilamente P de la invención es usar monómeros reciclados

25

para la preparación de las mismas. Los polímeros, tal como poli(carbonato de bisfenol A), se pueden despolimerizar para proporcionar monómeros (es decir, bisfenol A), que luego se pueden usar adicionalmente para preparar las resinas a base de
5 epoxi de la presente invención.

En aun otra alternativa, las resinas a base de epoxi hidrófilamente modificadas P se obtienen a partir de materia prima petroquímica y/o materia prima renovable, y/o se derivan de monómeros reciclados.

10 En el contexto de la presente descripción, "contenido de carbono de base biológica" se refiere al contenido de carbono biológico.

El agente reticulante IB es un isocianato bloqueado que comprende el producto de reacción de adición de un compuesto
15 de poliisocianato I y un agente de bloqueo de isocianato B.

Compuestos de poliisocianato I particularmente adecuados en el poliisocianato bloqueado IB incluyen diisocianato de 1,4-tetrametileno, diisocianato de 1,6-hexametileno, diisocianato de 2,2,4-trimetil-1,6-hexametileno,
20 diisocianato de 2,4,4-trimetil-1,6-hexametileno, diisocianato de 1,2-dodecametileno, ciclohexano-1,3- y -1,4-diisocianato, 1-isocianato-2-isocianatometil ciclopentano, 1-isocianato-3-isocianatometil-3,5,5-trimetil ciclohexano (diisocianato de isoforona o IPDI), bis (4-isocianato ciclohexil)metano, 1,3- y
25 1,4-bis (isocianatometil) -ciclohexano, bis-(4-isocianato-3-

metil-ciclohexil) -metano, diisocianato de alfa, alfa, alfa',
 alfa'-tetrametil-1,3- y/o-1,4-xilileno, 1-isocianato-1-metil-
 4(3)-isocianato metil ciclohexano, 2,4- y/o 2,6-
 hexahidrotoluendiisocianato, diisocianato de 1,3-y/o1,4-
 5 fenilenileno, diisocianato de 2,4- y 2,6-tolueno, diisocianato
 de 2,4- y/o 4,4'-difenilmetano, diisocianato de 1,5-naftileno,
 diisocianato de 4,4',4"-trifenilmetano. Se pueden usar mezclas
 de diisocianatos.

Los poliisocianatos bloqueados IB se pueden obtener a
 10 partir de materia prima petroquímica y/o materia prima
 renovable, y/o derivados de monómeros reciclados.
 Preferentemente, los poliisocianatos bloqueados IB se obtienen
 de materia prima petroquímica y/o materia prima renovable.

Ejemplos de poliisocianatos superiores adecuados son
 15 trifenilmetano-4,4',4"-triisocianato, 1,2,4-benceno
 triisocianato y polimetilen polifenil isocianato.
 Poliisocianatos superiores adecuados también se pueden formar
 por dimerización de diisocianatos para formar uretdionas o por
 trimerización para formar isocianuratos. La reacción de
 20 uretanos con isocianatos para formar alofanatos, así como la
 reacción de ureas con isocianatos para formar biuret, se pueden
 usar para generar poliisocianatos superiores.

También se pueden usar prepolímeros de isocianato, por
 ejemplo, los productos de reacción de poliisocianatos con
 25 polioles (tal como neopentilglicol y trimetilolpropano) o con

polioles poliméricos (tal como policaprolactona dioles y trioles), con una relación equivalente de grupos isocianato con respecto a grupos hidroxilo (NCO/OH) mayor que uno.

Diisocianatos preferidos son diisocianato de 1,6-
5 hexametileno, diisocianato de 1,5-pentaetileno, diisocianato de isoforona, diisocianato de bis-(4-isocianatociclohexil)-metano, diisocianato de 2,4- y/o 2,6-tolueno, diisocianato de 2,4'- y/o 4,4'-difenilmetano y diisocianato de alfa, alfa, alfa', alfa'-tetrametil-1,3- y/o -1,4-xilileno, así como
10 oligómeros de diisocianatos mencionados, preferiblemente son diisocianato de 1,6-hexametileno, diisocianato de isoforona, diisocianato de bis-(4-isocianatociclohexil)-metano, diisocianato de 2,4- y/o 2,6-tolueno, diisocianato de 2,4'- y/o 4,4'-difenilmetano y diisocianato de alfa, alfa, alfa',
15 alfa'-tetrametil-1,3- y/o -1,4-xilileno, así como oligómeros de diisocianatos mencionados.

De manera alternativa y preferida, donde sea posible, los poliisocianatos se obtienen a partir de materia prima renovable. Una materia prima renovable particularmente
20 preferida es la acetona de base biológica (es decir, para la producción de diisocianato de isoforona). Otros poliisocianatos preferidos derivados en parte de materias primas renovables son, por ejemplo, diisocianato de 1,5-pentaetileno (y su trímero, también conocido con el nombre comercial DESMODUR® eco N 7300), diisocianatos de los ésteres
25

metílicos o etílicos de l-lisina, diisocianatos a base de isosorbida, diisocianato a base de furano, bis(4-isocianato-2-metoxifenoxi)alcano, bis(4-isocianato-2,6-dimetoxifenoxi)alcano, 2,4-diisocianato-1-pentadecilbenceno, 5 di- y poliisocianatos a base de ácidos grasos, ácidos grasos dímeros y aceites vegetales, 1-isocianato-10-[(isocianatometil)tio]decano y un producto conocido con el nombre comercial TOLONATE^{MR} X FLO 100.

El agente de bloqueo B se agrega a grupos isocianato 10 de un compuesto de poliisocianato I para bloquear los grupos isocianato, dando como resultado una estructura de uretano para el caso particular de agente de bloqueo funcional hidroxilo B. Si se usa un exceso estequiométrico de isocianato sobre los agentes de bloqueo B, el isocianato sin reaccionar también 15 puede reaccionar con el grupo -NH en el grupo uretano bajo la formación de una estructura de alofanato. El poliisocianato bloqueado IB, en forma de una estructura de uretano o una estructura de alofanato, es estable a temperatura ambiente; sin embargo, el agente de bloqueo B se disocia para 20 regenerar grupos isocianato libres, cuando se calienta a la temperatura de cocción de una película de revestimiento, generalmente entre 100 y 200°C.

Los agentes de bloqueo B representativos son derivados seleccionados del grupo que consiste en oximas, lactamas, 25 fenoles, compuestos de metileno reactivos, pirazoles (o

derivados de pirazol), mercaptanos, imidazoles, aminas, iminas, triazoles, hidroxilaminas, monoalcoholes (alifáticos, cicloalifáticos o aromáticos) y carbamatos hidroxilo funcionales.

5 Agentes de bloqueo B preferidos son monoalcoholes alifáticos, oximas, derivados de pirazol, compuestos de metileno reactivos o carbamatos con funcionalidad hidroxilo. Más preferentemente, los agentes de bloqueo B son carbamatos con funcionalidad hidroxilo.

10 Monoalcoholes alifáticos adecuados para su uso como agentes de bloqueo B incluyen metanol, etanol, 2-propanol, n-butanol, s-butanol, 2-etilhexilalcohol, 1- o 2-octanol, alcohol no alcohólico, 3,3,5-trimetilhexanol, alcoholes de decilo y laurilo, ciclopentanol, ciclohexilalcohol, alcohol

15 bencílico, 2,2,2-trifluoroetanol, 2,2,2-tricloroetanol, 2-(hidroximetil)furano, 2-metoxietanol, metoxipropanol, 2-etoxietanol, n-propoxietanol, 2-butoxietanol, 2-etoxietoxietanol, 2-etoxibutoxietanol, butoxietoxietanol, 2-butoxietiletanol, 2-butoxietoxietanol, N, N-dibutil-2-

20 hidroxiacetamida, N-hidroxisuccinimida, etanol de N-morfolina, 2,2-dimetil-1,3-dioxolano-4-metanol, 3-oxazolidinetanol, 2-hidroximetilpiridina, alcohol furfurílico, Ácido 12-hidroxiesteárico, trifenilsilanol, y metacrilato de 2-hidroxietilo, y éter-alcoholes tal como etilenglicol, 1,2-

25 propilenglicol, mono-metiléter, etilenglicol monobutil éter,

dietilenglicol monometiléter, o dietilenglicol monobutil éter.

Monoalcoholes cicloalifáticos adecuados incluyen, por ejemplo, ciclopentanol y ciclohexanol.

Los monoalcoholes aromáticos adecuados incluyen fenol,
 5 cresol, etilfenol, n-propilfenol, isopropilfenol, n-butylfenol, s-butylfenol, t-butylfenol, n-hexilfenol, 2-etilhexilfenol, n-octilfenol, n-nonilfenol, di-n-propilfenol, diisopropilfenol, isopropilcresol, di-n-butylfenol, di-s-butylfenol, di-t-butylfenol, di-n-octilfenol, di-2-
 10 etilhexilfenol, di-n-nonilfenol, nitrofenol, bromofenol, clorofenol, fluorofenol, dimetilfenol, fenol estirenado, salicilato de metilo, éster metílico de ácido 4-hidroxibenzoico, éster bencílico de ácido 4-hidroxibenzoico, éster 2-etilhexílico de ácido hidroxibenzoico, 4-
 15 [(dimetilamino)metil]fenol, 4-[(dimetilamino)metil]nonilfenol, ácido bis(4-hidroxifenil)acético, 2-hidroxipiridina, 2- u 8-hidroxiquinolina y 2-cloro-3-piridinol.

Preferentemente, el monoalcohol para usarse como agente
 20 de bloqueo B del isocianato bloqueado IB es un monoalcohol alifático que incluye hexanol, 2-etilhexanol y etilenglicol monoetil éter.

Dioles alifáticos, tal como 1,2-etilenglicol o 1,2-propilenglicol, también son agentes de bloqueo preferidos B,
 25 1,2-propilenglicol que es más preferido con el grupo hidroxilo

primario que proporciona mayor reactividad hacia el isocianato que el grupo hidroxilo secundario.

Otros agentes de bloqueo B preferidos son ésteres de glicol de ácido acrílico o metacrílico. Particularmente
 5 preferido es el uso de metacrilato de 2-hidroxietilo como agente de bloqueo B.

Aminas adecuadas incluyen dibutilamina, difenilamina, anilina, N-metilanilina, carbazol, bis(2,2,6,6-tetrametilpiperidinil)amina, di-n-propilamina,
 10 diisopropilamina, isopropiletilamina, 2,2,4- o 2,2,5-trimetilhexametilenamina, N-isopropilciclohexilamina, diciclohexilamina, bis(3,5,5-trimetilciclohexil) amina, piperidina, 2,6-dimetilpiperidina, t-butilmetilamina, t-butiletilamina, t-butilpropilamina, t-butilbutilamina, t-
 15 butilbencilamina, t-butilfenilamina, 2,2,6-trimetilpiperidina, 2,2,6,6-tetrametilpiperidina(dimetilamino)-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, 2,2,6,6-tetrametil-4-piperidina, 6-metil-2-piperidina y ácido 6-amino caproico.

20 Hidroxilaminas adecuadas incluyen N, N-dietil hidroxilamina.

Imidazoles adecuados incluyen imidazol, 2-metil imidazol, 2-etil-4-metil imidazol, 2-undecil imidazol, 2-heptadecil imidazol y 2-etil imidazol.

25 Iminas adecuadas incluyen etilenimina,

polietilenimina, 1,4,5,6-tetrahidropirimidina y guanidina.

Triazoles adecuados incluyen 1,2,4-triazol y benzotriazol.

5 Mercaptanos adecuados incluyen butilmercaptano, dodecilmercaptano y hexilmercaptano.

Oximas adecuadas incluyen, por ejemplo, formaldoxima, acetaldoxima, oxima de acetona, oxima de metiletilcetona (o metiletilcetoxima), ciclohexanona oxima, diacetilmonoxima, oxima de benzofenona, 2,2,6,6-tetrametilciclohexanona oxima, 10 diisopropilcetonaoxima, metil-t-butilcetonaoxima, diisobutilcetonaoxima, metilisobutilcetonaoxima, metilisopropilcetonaoxima, oxima de 2,4-dimetil-3-pentanona, metil 2,4-dimetilpentilcetonaoxima, metil 3-etilheptilcetonaoxima, oxima de 2,6-dimetil-4-heptanona, 15 metilisoamilcetonaoxima, n-amilcetonaoxima, 2,2,4,4-tetrametil-1,3-ciclobutanodionemonooxima, 4,4'-dimetoxibenzofenona oxima y 2-heptanona oxima. Preferentemente, la oxima es metiletil cetoxima.

Pirazoles adecuados incluyen pirazol, 3,5-dimetilpirazol, 3,5-diisopropilpirazol, 3,5-difenilpirazol, 20 3,5-di-t-butilpirazol, 3-metilpirazol, 4-bencil-3,5-dimetilpirazol, 4-nitro-3,5-dimetilpirazol, 4-bromo-3,5-dimetilpirazol, 4-nitro-3,5-dimetilpirazol y 3-metil-5-fenilpirazol. Preferentemente, el derivado de pirazol es 3,5- 25 dimetilpirazol.

Compuestos de metileno reactivos adecuados incluyen ésteres malónicos de dialquilo C1-C4 tal como, por ejemplo, malonato de dimetilo, malonato de dietilo, malonato de diisopropilo, malonato de di-n-butilo, malonato de di-t-butilo, malonato de di-2-etilhexilo, malonato de metil n-butilo, malonato de etil n-butilo, malonato de metil s-butilo, malonato de etil s-butilo, malonato de metil t-butilo, malonato de etil t-butilo, metilmalonato de dietilo, malonato de dibencilo, malonato de difenilo, malonato de bencilmetilo, malonato de etilfenilo, malonato de t-butilfenilo, malonato de isopropilideno; acetoacetatos de alquilo tal como, por ejemplo, acetoacetato de metilo, acetoacetato de etilo, acetoacetato de n-propilo, acetoacetato de isopropilo, acetoacetato de n-butilo, acetoacetato de t-butilo, acetoacetato de bencilo, acetoacetato de fenilo, metacrilato de 2-acetoacetoxietilo, acetilacetona; y acetato de cianoetilo. Preferentemente, el compuesto de metileno reactivo es malonato de dietilo.

Lactamas adecuadas incluyen acetanilida, N-metilacetamida, amida de ácido acético, épsilon-caprolactama, delta-valerolactama, gamma-butirolactama, pirrolidona, 2,5-piperazinodiona y laurolactama.

Preferentemente, los carbamatos con funcionalidad hidroxilo C, para usarse como agente de bloqueo B del isocianato bloqueado IB, se obtienen mediante la reacción de:

- carbonatos orgánicos cíclicos, que incluyen carbonato

de propileno, carbonato de etileno, carbonato de butileno, carbonato de glicerina, carbonato de aliloximetilo y biscarbonatos, hechos a partir de los diglicidiléteres de bisfenol A o de polipropilenglicol, preferiblemente carbonatos de alquileo seleccionados del grupo que consiste en carbonato de etileno, carbonato de propileno y carbonato de butileno, más preferiblemente carbonatos de alquileo seleccionados del grupo que consiste en carbonato de etileno y carbonato de propileno, con

10 - monoaminas y/o diaminas y/o triaminas y/o tetraaminas y/o alcanolaminas alifáticas, todas estas aminas que tienen grupos amino primarios y/o grupos amino secundarios y/o, si corresponde, grupos amino inertes en la reacción terciaria, que incluyen ciclohexilamina, N-metilbutilamina, N-metilbencilamina, piperidina, piperazina, morfolina, bencilamina, dietilentriamina, etanolamina, dietanolamina y polioxialquilenaminas y diaminas, o con

20 - compuestos amino secundarios (alcanolaminas) que se han obtenido mediante la reacción de 1 mol de diaminas alifáticas que tienen grupos amino primarios con 2 mol de compuestos monoepóxido o con 2 mol de monoaminas alifáticas que tienen un grupo amino primario, y/o de diaminas alifáticas que tienen un grupo amino inerte en la reacción primaria y terciaria con 1 mol de compuestos diepóxido. También se pueden

25 usar mezclas de diferentes aminas.

Más preferentemente, el carbamato con funcionalidad hidroxilo C, para usarse como agente de bloqueo B (del isocianato bloqueado IB), es el producto de reacción de carbonato de etileno o carbonato de propileno y una
5 alcanolamina.

Incluso más preferentemente, el carbamato con funcionalidad hidroxilo C es bis(2-hidroxietil)carbamato de 2-hidroxietilo o bis(2-hidroxietil)carbamato de 2-hidroxipropilo.

10 En una modalidad preferida, el isocianato bloqueado IB se prepara en una reacción de dos pasos en donde en el primer paso un isocianato difuncional I se hace reaccionar con un compuesto hidroxil orgánico (mono-alcohol) que tiene al menos tres grupos hidroxilo para formar un isocianato parcialmente
15 bloqueado, en donde la relación equivalente NCO/OH no es menor que 3. En el siguiente paso, el isocianato parcialmente bloqueado se hace reaccionar con el agente de bloqueo B, preferentemente monoalcoholes alifáticos, oximas, derivados de pirazol, compuestos de metileno reactivos y/o carbamatos con
20 funcionalidad hidroxilo, para bloquear todos los grupos isocianato restantes.

Se prefiere además usar un alcohol de cadena extendida tal como un producto de reacción de un alcohol trihídrico o tetrahídrico con una lactona, por lo que se prepara un alcohol
25 trihídrico o tetrahídrico donde los grupos hidroxilo de la

molécula se separan por cadenas de polilactona oligoméricas o poliméricas. Se puede alcanzar un efecto similar haciendo reaccionar un alcohol trihídrico o tetrahídrico con metiloxirano (epóxido de propileno), una reacción con óxido de etileno que es menos preferida ya que las cadenas de oxietileno oligoméricas o poliméricas hacen que el revestimiento sea más hidrófilo y perjudican la protección contra la corrosión.

En otra modalidad preferida, el isocianato bloqueado IB se prepara haciendo reaccionar poliisocianatos I con carbamato C con funcionalidad hidroxilo y otros agentes de bloqueo, preferentemente monoalcoholes alifáticos, oximas, derivados de pirazol y/o compuestos de metileno reactivos.

Los grupos isocianato del compuesto de poliisocianato I para su uso en la dispersión acuosa D se pueden bloquear total o solo parcialmente por el agente de bloqueo B. En el contexto de la presente descripción, un poliisocianato completamente (o de manera completa) bloqueado IB se refiere a un compuesto de poliisocianato I en donde todos los grupos isocianato se bloquean con el agente de bloqueo B (de modo que no haya grupos isocianato libres restantes en IB). Un poliisocianato IB parcialmente bloqueado es un compuesto de poliisocianato I que comprende grupos isocianato, preferentemente que comprende en promedio un máximo de un grupo isocianato por molécula de compuesto de poliisocianato I, que se enlaza a la resina aglutinante a través de la

reacción del grupo isocianato con los grupos reactivos de isocianato de la resina aglutinante (la resina aglutinante que está comprendida en un denominado aglutinante, junto con (co)agente reticulante(s)); los grupos isocianato restantes
5 del compuesto de poliisocianato I que se bloquean por el agente de bloqueo B. Los grupos isocianato del poliisocianato IB parcialmente bloqueado consisten así en un grupo isocianato (preferentemente en promedio un máximo de un grupo isocianato por molécula I) que reacciona con la resina
10 aglutinante y un grupo isocianato (o grupos isocianato) bloqueados con el agente de bloqueo B, de modo que no hay grupos isocianato libres restantes en IB.

El poliisocianato IB parcialmente bloqueado se puede preparar fácilmente haciendo reaccionar un compuesto de
15 poliisocianato I que tiene al menos dos grupos isocianato en la molécula con un agente de bloqueo B en una cantidad suficiente para permitir que el producto resultante contenga grupos isocianato no bloqueados, preferiblemente no más de un grupo isocianato no bloqueado, en promedio, por molécula I, el
20 grupo isocianato no bloqueado que se enlaza (o se une) a la resina a base de epoxi hidrófilamente modificada P a través de la reacción de los grupos isocianato con los grupos reactivos de isocianato de P (los grupos reactivos de la resina aglutinante, por ejemplo grupos hidroxí, que son capaces de
25 reaccionar y enlazarse covalentemente con el grupo isocianato

no bloqueado del agente reticulante).

El agente de bloqueo B se puede obtener de materia prima petroquímica y/o materia prima renovable.

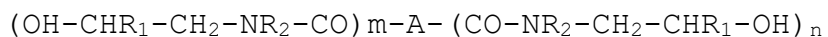
El agente co-reticulante E es preferentemente al menos
5 difuncional y es

- un compuesto E1 que tiene al menos dos grupos hidroxilo que reaccionan con compuestos ácidos presentes en la composición de revestimiento (preparada a partir de la dispersión acuosa de resina D, ver más adelante) a temperatura
10 elevada (por encima de 80 °C) bajo formación de éster y liberación de agua, o

- un éster E2 con al menos dos grupos éster formados por un alcohol al menos dihidrico E22 y un ácido E21 que es inestable a temperatura elevada (por encima de 80 °C). La
15 reacción de reticulación en este caso es una reacción de metátesis entre el éster E2 y los compuestos ácidos presentes en la composición de revestimiento, bajo la formación de ésteres del por lo menos alcohol dihidrico E22 y los compuestos ácidos, y la liberación del ácido E21 que se descompone, en el
20 caso de un b-cetoácido E21, a una cetona y dióxido de carbono. Los compuestos útiles E2 tienen la fórmula general $(R^1-C(=O)-CR^2R^3-C(=O)-O-)_xR^4$, donde R^1 es un grupo alquilo que tiene de uno a ocho átomos de carbono, R^2 y R^3 son independientemente entre sí hidrógeno o un grupo alquilo que tiene de uno a ocho
25 átomos de carbono, y R^4 es el residuo de un alcohol alifático

que tiene de dos a cuatro grupos hidroxilo y de dos a cuarenta átomos de carbono; preferiblemente E2 se selecciona del grupo que consiste en bis-acetoacetato de etilenglicol, bis-acetoacetato de dietilenglicol, bis-acetoacetato de propilenglicol, bis-acetoacetato de 1,4-butanodiol, bis-acetoacetato de 2,2,4-trimetilpentanodiol; y el bis-acetoacetato de una mezcla de alcoholes grasos dímeros, tris-acetoacetato de glicerol, tris-acetoacetato de trimetilolpropano; y los diésteres correspondientes de ácido 3-oxovalérico, ácido 3-oxocaproico, ácido 3-oxoentánico, ácido 2-metilacetoacético, ácido 2,2-dimetilacetoacético, ácido 2-etilacetoacético y ácido 2-metil-2-etilacetoacético. En la composición de revestimiento, los grupos ácidos pueden estar presentes en los componentes aglutinantes o en aditivos, particularmente aditivos reológicos, o adyuvantes tal como catalizadores y biocidas.

Un ejemplo preferido de compuestos E1 es una beta-hidroxialquilamida de la fórmula:



en donde:

- R_1 es hidrógeno o alquilo C1-C5;
- R_2 es hidrógeno, alquilo C1-C5 o $\text{CH}_2-\text{CHR}_1-\text{OH}$;
- A es un enlace químico o un radical orgánico polivalente derivado de radicales de hidrocarburos saturados, insaturados o aromáticos que incluyen radicales de

hidrocarburos sustituidos que contienen de 2 a 20 átomos de carbono; y

- m es un número entero que tiene un valor de 1 a 2; m es un número entero que tiene un valor de 0 a 2, y m + n es al
- 5 menos 2.

Beta-hidroxi alquilamidas adecuadas se describen en la literatura, por ejemplo, las mencionadas en las patentes US 4,727,111; US 4,788,255; US 4,076,917; US 5,266,628; EP 322834 y EP 473380.

- 10 Más preferentemente, el compuesto E1 es una beta-hidroxi alquilamida de la fórmula:



en donde:

- R₁ es hidrógeno o alquilo C₁;
- 15 - R₂ es CH₂-CHR₁-OH;
- A es un radical hidrocarbonado saturado que contiene 4 átomos de carbono; y
- m es igual a 1 y n es igual a 1.

- 20 Más preferentemente, el compuesto E1 es N,N,N',N'-tetrakis-(2-hidroxietil)-adipamida, conocida con el nombre comercial PRIMID® XL552, o N,N,N',N'-tetrakis-(2-hidroxipropil)-adipamida, conocida con el nombre comercial PRIMID®QM1260.

- 25 El agente co-reticulante E se puede obtener de materia prima petroquímica y/o materia prima renovable.

Las composiciones de revestimiento de la presente invención se preparan a partir de la dispersión acuosa de resina D que comprende una mezcla de una resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P, un isocianato bloqueado IB y un
5 agente co-reticulante E.

Preferentemente, las dispersiones de resina acuosa D de la presente invención comprenden:

- entre 40 y 90% en peso, más preferiblemente entre 45 y 85% en peso de resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P;
10

- entre 5 y 55% en peso, más preferiblemente entre 10 y 50% en peso de agente reticulante de isocianato bloqueado IB; y

- entre 0.1 y 5% en peso, preferiblemente entre 1 y 3% en peso de agente co-reticulante E;
15

con base en el peso total de P, IB y E (en donde la suma de porcentajes en peso (% en peso) de P, IB y E no excede el 100%).

Más preferentemente, las dispersiones de resina acuosa D de la presente invención comprenden:
20

- entre 40 y 90% en peso, más preferiblemente entre 45 y 85% en peso de resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P que es una resina a base de epoxi modificada no iónicamente Pn;

- entre 5 y 55% en peso, más preferiblemente entre 10
25

y 50% en peso de un agente reticulante de isocianato bloqueado IB; y

- entre 0.1 y 5% en peso, preferiblemente entre 1 y 3% en peso del agente co-reticulante E que es una beta-
5 hidroxialquilamida E1;

con base en el peso total de P, IB y E1 (en donde la suma de porcentajes en peso (% en peso) de Pn, IB y E1 no excede 100%).

Preferentemente, se añaden uno o más cosolventes
10 seleccionados del grupo que consiste en un alcohol alifático, cetonas, ésteres, glicoles, éteres de glicol y ésteres de glicol, y mezclas de los mismos; y se añaden uno o más aditivos seleccionados preferentemente del grupo que consiste en antiespumantes, agentes de nivelación, agentes de
15 coalescencia, modificadores de flujo, biocidas, pigmentos y aditivos reológicos. También se pueden añadir agentes humectantes y agentes antisedimentación si se preparan composiciones de revestimiento pigmentadas.

Alcoholes representativos incluyen etanol, n-propanol,
20 isopropanol, n-butanol e iso-butanol; cetonas representativas incluyen acetona, 2-butanona, ciclohexanona, metil aril cetonas, etil aril cetonas y metil isoamil cetonas; ésteres representativos incluyen acetato de etilo y acetato de butilo; glicoles representativos incluyen etilenglicol y
25 propilenglicol; éteres de glicol representativos incluyen éter

monometílico de etilenglicol, éter monoetílico de etilenglicol, éter monobutílico de etilenglicol, éter monometílico de propilenglicol y metoxipropanol; ésteres de glicol representativos incluyen acetato de butilglicol y
5 acetato de metoxipropilo.

Preferiblemente, la composición de revestimiento comprende entre 35 y 55% en peso, más preferiblemente entre 40 y 50% en peso de compuestos no volátiles y de 45 a 65% en peso, más preferiblemente entre 50 y 60% en peso de agua y cosolventes
10 seleccionados del grupo que consiste en alcoholes, cetonas, ésteres, glicoles, éteres de glicol y ésteres de glicol, y mezclas de los mismos

Preferentemente, se añaden uno o más catalizadores de reticulación a la composición de revestimiento, el
15 catalizador de reticulación que se selecciona del grupo que consiste en sales, compuestos de quelato y compuestos organometálicos de elementos de los grupos 4, 7, 8, 9, 12, 13, 14 y 15 y del período 4, 5 y 6 de la tabla periódica de elementos de acuerdo con el nuevo sistema de nomenclatura
20 IUPAC, y aminas fuertes.

Se prefieren compuestos que son muy solubles en agua, tal como sales de estos elementos que se disocian en iones, en un sistema acuoso, y compuestos de quelato de estos elementos, donde el formador de quelato puede ser un hidroxiaácido orgánico
25 tal como ácido láctico, ácido 2,2-bishidroximetilpropiónico,

un aminoácido tal como ácido N,N,N',N'-etilendiamina tetraacético, ácido nitrilotriacético y beta-alanina, o una amina multifuncional o una hidroxiamina. Otros compuestos útiles son compuestos organometálicos tal como óxidos de metal
5 alcoxi y sal de metal de ácidos orgánicos o hidroxiaácidos. Particularmente preferidos son los metanosulfonatos, lactatos y bishidroximetil-propionatos de bismuto, estaño, plomo y titanio.

Las aminas fuertes son más preferentemente aminas
10 terciarias y más preferentemente aminas terciarias (multi)cíclicas como 1,8-diazabicyclo [5.4.0]undec-7-eno (DBU) y 1,4-diazabicyclo [2.2.2]octano (DABCO).

La composición de revestimiento comprende preferiblemente hasta 5% en peso de uno o más catalizadores de
15 reticulación, con base en la resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P que comprende el agente reticulante de isocianato bloqueado IB y el agente co-reticulante E.

Las composiciones de revestimiento pueden comprender uno o más pigmentos orgánicos e inorgánicos y opcionalmente
20 uno o más agentes de relleno.

Ejemplos de pigmentos inorgánicos son pigmentos de óxido de hierro, pigmentos de óxido de titanio, pigmentos de óxido de zinc, pigmentos de óxido de cromo coprecipitados con níquel
25 y titanatos de níquel, pigmentos amarillos de sulfocromato de

plomo o vanadato de bismuto-plomo, pigmentos naranjas de molibdato de sulfocromato-plomo y negro de humo.

Ejemplos de pigmentos orgánicos adecuados son pigmentos azoicos, pigmentos complejos metálicos, pigmentos
5 antraquinonoides, pigmentos de ftalocianina, pigmentos policíclicos, especialmente los de las series de tioíndigo, quinacridona, dioxazina, pirrolo, ácido naftalenotetracarboxílico, perileno, isoamidolina(on)a, flavantrona, pirantrona o isoviolantrona.

10 Ejemplos de agentes de relleno útiles son caolín, talco, mica, otros silicatos, cuarzo, cristobalita, wollastonita, perlitas, tierra de diatomeas, agentes de relleno de fibra, hidróxido de aluminio, sulfato de bario o carbonato de calcio.

15 En un método de la presente invención, la dispersión acuosa de resina D de la invención que comprende la mezcla de una resina a base de epoxi modificada hidrófilamente P, un agente reticulante de isocianato bloqueado IB y un agente co-reticulante E se transfiere a un mezclador, tal como un
20 agitador de alta velocidad, un mezclador planetario o un molino de bolas y se agrega agua, cosolvente, aditivos, pigmentos y agentes de relleno. La mezcla se realiza durante al menos 5 minutos, hasta que se obtiene una mezcla uniforme (o composición de revestimiento).

25 La composición de revestimiento de la invención se

aplica preferiblemente sobre un sustrato metálico, más preferiblemente sobre un sustrato metálico pretratado resistente a la corrosión, incluso más preferiblemente sobre un acero fosfatado con hierro o zinc o sobre acero pretratado
5 que comprende un revestimiento de conversión a base de circonio, vanadio, titanio o silano.

La composición de revestimiento se puede aplicar sobre el sustrato usando cualquier procedimiento adecuado conocido en la técnica y se aplica preferiblemente mediante
10 revestimiento por pulverización o inmersión.

El agua y los cosolventes opcionales se evaporan instantáneamente, a una temperatura de al menos 20°C durante al menos 1 minuto, preferiblemente a una temperatura de al menos 20°C durante al menos 5 minutos, después de lo cual el
15 horneado se realiza en un horno de convección ventilado con aire a una temperatura de al menos 140 ° C, preferiblemente comprendida entre 140 y 230°C, más preferiblemente entre 150 y 220°C, incluso más preferiblemente entre 160 y 210°C, de manera más preferente entre 170 y 200°C, durante un período de al
20 menos 20 segundos, preferiblemente de 1 a 25 minutos, más preferiblemente de 2 a 20 minutos, incluso más preferiblemente de 4 a 18 minutos, incluso más preferiblemente de 6 a 15 minutos, de manera más preferente de 8 a 12 minutos.

Alternativamente, el revestimiento se puede curar
25 mediante irradiación infrarroja, tal como infrarrojo cercano,

corto o medio, o mediante inducción o mediante una combinación de los mismos. En la modalidad donde se usan sistemas infrarrojos o de inducción, el ciclo de cocción está dentro del intervalo comprendido entre 2 y 160 segundos, dependiendo
 5 del sistema de calentamiento o la combinación de sistemas de calentamiento.

Ejemplos

Ejemplo 1: Síntesis de un agente reticulante de isocianato bloqueado

10 Se prepararon 190 g de un hidroxicarbamato a partir de dietanolamina y carbonato de propileno de una manera conocida (de acuerdo con EP0476514: Tabla 1, HC 2).

Se añadieron 470 g de butildiglicol y 0.4 g de neodecanoato de bismuto (28 % de metal Bi) a 30 °C y se homogeneizaron. Se
 15 añadieron 690 g de difenilmetano-diisocianato oligomérico (con un contenido de isocianato de 32.0 %, de acuerdo con DIN EN ISO 11909) por pasos para mantener una temperatura de menos de 100 °C. Cuando se determinó que la cantidad de isocianato libre (por titulación) era inferior al 0.1 %, el producto se diluyó
 20 en 80 g de metoxipropanol y 60 g de agua desionizada. El producto resultante tenía un contenido de sólidos de 90.2% (muestra de 1 g, secada a 125 °C durante 10 min) y una viscosidad dinámica de 12500 mPa-s (medida a 23 °C, con una velocidad de cizallamiento de 25 s⁻¹).

25 **Ejemplo 2: Preparación de una dispersión no iónica de**

isocianato bloqueado**2.1.: Preparación de una resina epoxi hidrófila.**

1 kg de polietilenglicol PEG 4000 (masa molar promedio de aproximadamente 4000 g/mol) se calentó a 120 °C, y el agua
5 disuelta se eliminó mediante destilación bajo presión reducida y un flujo de nitrógeno. Se agregaron 110 g de diglicidiléter de bisfenol A y, a continuación, 1.7 g de una solución acuosa de ácido tetrafluorobórico con una fracción de masa $w(\text{HBF}_4)$ en la solución de 50 %. Cuando se alcanzó un valor constante de
10 contenido específico de grupos epóxido (aproximadamente 0.1 mol/kg a 0.2 mol/kg), se agregaron 1100 g de agua para diluir a una fracción de masa de sólidos de aproximadamente 50%.

2.2.: Reacción de avance.

En un recipiente de reacción equipado con un termómetro, un
15 agitador, un condensador de reflujo, un condensador descendente y una bomba para reducir la presión, se cargaron 2400 g de diglicidiléter de bisfenol A, 720 g de bisfenol A y 1200 g de la resina epoxi hidrófila del Ejemplo 2.1 y se calentaron a 125 °C con agitación para eliminar todos los componentes
20 volátiles a una presión reducida de 10 kPa (100 mbar). Luego se añadieron 1.3 g de trifenilfosfina, y la temperatura se aumentó adicionalmente a 160 °C y la mezcla se mantuvo bajo agitación hasta que se alcanzó una cantidad específica de grupos epóxido de 1.87 equivalentes/kg (un "peso equivalente
25 de epóxido" de 534 g/equivalente).

2.3.: Adición del isocianato bloqueado y dispersión en agua.

La masa de reacción obtenida en el Ejemplo 2.2. se enfrió luego a 120 °C y se añadieron 729 g del isocianato bloqueado del Ejemplo 1. La viscosidad luego se redujo al agregar 410 g de metoxipropanol y la solución se enfrió a 80 °C. Luego se agregaron 1200 g de agua desionizada al recipiente de reacción y la mezcla se dispersó durante tres horas a 70 °C para obtener una dispersión de resina diluible en agua. Además, se añadieron 3500 g de agua desionizada al recipiente durante el transcurso de dos horas, y finalmente la fracción de masa de sólidos se ajustó añadiendo agua desionizada adicional a 42.1 % (muestra de 1 g, secada a 125 °C durante 10 min), disminuyendo la viscosidad a 1070 mPa-s (medida a 23 °C, con una velocidad de cizallamiento de 100 s⁻¹). El tamaño de partícula promedio Z resultante (media promedio Z de acuerdo con IS022412) fue de 246 nm.

Ejemplo 3: Preparación de una dispersión no iónica de isocianato bloqueado**3.2.: Reacción de avance.**

En un recipiente de reacción equipado con un termómetro, un agitador, un condensador de reflujo, un condensador descendente y una bomba para reducir la presión, se cargaron 2400 g de diglicidiléter de bisfenol A, 670 g de bisfenol A y 1750 g de la resina epoxi hidrófila del Ejemplo 2.1 y se calentaron a 125 °C con agitación para eliminar todos

los componentes volátiles a una presión reducida de 10 kPa (100 mbar). Luego se añadieron 1.3 g de trifenilfosfina, y la temperatura se aumentó adicionalmente a 160 °C y la mezcla se mantuvo bajo agitación hasta que se alcanzó una cantidad

5 específica de grupos epóxido de 1.96 equivalentes/kg (un "peso equivalente de epóxido" de 510 g/equivalente).

3.3.: Adición de isocianato bloqueado y dispersión en agua.

La masa de reacción obtenida en el Ejemplo 3.2 se enfrió luego a 120 °C y se añadieron 2945 g del isocianato bloqueado del

10 Ejemplo 1. La viscosidad luego se redujo al agregar 410 g de metoxipropanol y la solución se enfrió a 80 °C. Luego se agregaron 1850 g de agua desionizada al recipiente de reacción y la mezcla se dispersó durante tres horas a 70 °C para obtener una dispersión de resina diluible en agua. Además, se añadieron

15 5000 g de agua desionizada al recipiente durante el transcurso de dos horas, y finalmente la fracción de masa de sólidos se ajustó añadiendo agua desionizada adicional a 42.3 % (muestra de 1 g, secada a 125 °C durante 10 min), disminuyendo la viscosidad a 930 mPa-s (medida a 23 °C, con una velocidad de

20 cizallamiento de 100 s⁻¹). El tamaño de partícula promedio Z resultante (media promedio Z de acuerdo con ISO22412) fue de 244 nm.

Ejemplo comparativo 1: Síntesis de un agente reticulante de resol

25 En un recipiente de reacción equipado con un

termómetro, un agitador, un condensador de reflujo, un condensador descendente y un dispositivo para reducir la presión, se calentaron 453.6 g de n-butanol hasta 50 °C. Luego, se agregaron 397.3 g de bisfenol A, 48.5 g de solución

5 de hidróxido de sodio (que tiene una fracción de masa de sólidos del 45 %), 357.6 g de solución acuosa de formaldehído (que tiene una fracción de masa de formaldehído disuelto del 37 %) y 95.4 g de paraformaldehído y se hicieron reaccionar durante diez horas a 50 °C. A partir de entonces, se agregaron

10 447 g adicionales de n-butanol y el pH se ajustó a 3.5 mediante la adición de 72.2 g de una solución acuosa de ácido fosfórico (que tiene una fracción de masa de ácido fosfórico disuelto de 75 %). La destilación azeotrópica se realizó a presión atmosférica y una temperatura de 94 °C a 105 °C

15 durante ocho horas para eliminar la fase acuosa. El n-butanol residual se retiró luego a 120 °C. Además, se añadieron 212 g de n-butanol, seguido de una segunda destilación azeotrópica a presión atmosférica durante cinco horas. El n-butanol restante también se separó para alcanzar una

20 temperatura de destilación de 115 °C con más agua separada por destilación azeotrópica hasta que se alcanzó la compatibilidad de la masa de reacción con n-heptano en una relación de resina a n-heptano de 1: 2. La sal se eliminó lavando la resina obtenida con 187 g de agua desionizada. El

25 agua residual se eliminó mediante destilación azeotrópica a

presión atmosférica y una temperatura de 105 °C, seguido de la eliminación de todos los componentes volátiles a 85 °C y una presión reducida de 10 kPa (100 mbar). La resina polimérica resultante se disolvió en metoxipropanol a una
5 solución con una fracción de masa de sólidos de 80 % (masa de la muestra: 1 g, condiciones de secado: 60 min, 125 °C) y una viscosidad dinámica de 1200 mPa-s a 23 °C.

Ejemplo comparativo 2: Preparación de una dispersión no iónica modificada con resol

10 La resina epoxi hidrófila se preparó de acuerdo con el Ejemplo 2.1. y 2.2. La masa de reacción obtenida se enfrió luego a 120 °C y se agregaron 820 g de la resina fenólica del Ejemplo Comparativo 1. La viscosidad luego se redujo al agregar 318 g de metoxipropanol y la solución se enfrió a 80 °C. Luego
15 se agregaron 1130 g de agua desionizada al recipiente de reacción y la mezcla se dispersó durante tres horas a 70 °C para obtener una dispersión de resina diluible en agua. Además, se añadieron 3500 g de agua desionizada al recipiente durante el transcurso de dos horas, y finalmente la fracción de masa
20 de sólidos se ajustó añadiendo agua desionizada adicional a 41, 8 % (muestra de 1 g, secada a 125 °C durante 10 min), disminuyendo la viscosidad a 1020 mPa-s (medida a 23 °C, con una velocidad de cizallamiento de 100 s⁻¹). El tamaño de partícula promedio Z resultante (media promedio Z de acuerdo
25 con IS022412) fue de 220 nm.

Ejemplo 4: Preparación y aplicación de monocapa blanca a paneles de acero

4.1.: Pasta de pigmento, dispersada en agua en un molino de bolas.

- 5 Se obtuvo una pasta de pigmento dispersando los componentes como se muestra en la tabla 1 en agua en un molino de bolas.

Tabla 1

10	ADDITOL® VXW 6208	6.40 g	Aditivo dispersante (Allnex Austria GmbH)
	KRONOS® 2190	102.35 g	Pigmento de dióxido de titanio (Kronos International, Inc.)
	NUBIROX 102	14.35 g	Fosfato de zinc y molibdato de zinc organofilizados (Ferro Corp.)
	Blanc fixe micro	13.05 g	Sulfato de bario (Solvay S.A.)
	Talco	29.35 g	MICROTALC® IT extra (Mondo Minerals B.V.)
	Agua desionizada	40.00 g	

15 **4.2.: Composiciones de revestimiento**

En la tabla 2, se representan los componentes de las composiciones de revestimiento de acuerdo con la invención (Ejemplos 5 a 10) y de acuerdo con el estado de la técnica (Ejemplos 11 a 13 que son Ejemplos Comparativos), en donde:

- 20 DOWANOL^{MR} DPnB es n-butoxipropoxipropanol;

ADDITOL® VXW 6393 es un antiespumante a base de aceite mineral (Allnex Austria GmbH);

RHEOVIS® AS 1130 es un espesante de HASE acrílico (índice de acidez 90 mg/g, con base en la forma de suministro;

- 25 BASF SE);

PRIMID® XL 552 es N,N,N',N'-Tetrakis(2-hidroxietil)-adipamida (Ems Chemie AG), 20% en peso disuelto en agua.

Tabla 2

5		Ej. 5	Ej. 6	Ej. 7	Ej. 8	Ej. 9	Ej. 10	Ej. Comp. 11	Ej. Comp. 12	Ej. Comp. 13
	Resina de Ej. Comp. 2							50.00	50.00	50.00
	Resina de Ej. 2	49.50	49.50	49.50						
	Resina de Ej. 3				49.3	49.3	49.3			
10	DOWANOL ^{MR} DPnB	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
	RHEOVIS® AS 1130	2	4	2	2	4	2	2	4	2
	ADDITOL® VXW 6393	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	PRIMID® XL 552	1.29	2.58		1.29	2.58		1.29	2.58	
15	Agua desionizada	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
	Pasta de pigmento de la Tabla 1	35	35	35	35	35	35	35	35	35
	Agua desionizada	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
	Suma:	103.29	106.58	102.00	103.09	106.38	101.80	103.79	107.08	102.50
20										
	Viscosidad dinámica, mPa.s	504	659	530	354	347	412	312	700	586
	Sólidos totales, %	45.1%	44.5%	45.4%	45.2%	44.6%	45.5%	44.9%	44.4%	45.2%
	Relación P/B	130.0%	130.0%	130.0%	130.0%	130.0%	130.0%	130.0%	130.0%	130.0%

Los componentes como se describen en la Tabla 2 se
 25 mezclaron en la secuencia dada con una mezcladora de

laboratorio. Veinticuatro horas después de la mezcla, las composiciones de revestimiento de los ejemplos 5 a 13 se aplicaron sobre placas de acero fosfatado con zinc (GARDOBOND® 26S 6800 OC, Chemetall GmbH) mediante una pistola de pulverización neumática. Después de diez minutos de evaporación instantánea a 23 °C, las placas revestidas se curaron durante diez minutos a 180 °C. El espesor de película seca de los revestimientos fue de 35 µm en cada caso.

Ejemplo 14: Rendimiento de color y anticorrosión

Después de siete días de acondicionamiento a 23 °C y 50 % de humedad relativa, se midió el color de los paneles revestidos de cada composición de revestimiento de los Ejemplos 5 a 13 usando un colorímetro "Spectro-guide" (BYK Gardner GmbH). Un valor alto de "b" de acuerdo con el sistema CIE L* a *b* indica un fuerte amarilleamiento (decoloración) de la película de revestimiento. Luego, los paneles se rayaron en la parte media del panel y se expusieron a la prueba de la cámara de niebla salina ("SST"; DIN EN ISO 9227). La formación de ampollas de los paneles envejecidos artificialmente se documentó de acuerdo con DIN EN ISO 4628-2.

En la tabla 3, se representan el color y la formación de ampollas después de la exposición a la prueba de niebla salina.

Las resinas del Ejemplo Comparativo 2 y el Ejemplo 2 de acuerdo con la invención tienen una cantidad comparable de

agente reticulante (resol o isocianato bloqueado, respectivamente) con base en la cantidad de resina epoxi. La comparación directa entre la composición del revestimiento del Ej. 5 y Ej. Comp. 11, Ej. 6 y Ej. Comp. 12, así como de Ej. 7 y Ej. Comp. 13 muestran que el rendimiento de corrosión de los Ejemplos Comparativos 11 a 13 está al mismo nivel que para los Ejemplos 5 a 7 (composiciones de revestimiento de acuerdo con la invención). También se demuestra claramente que la adición de una b-hidroxialquilamida a la monocapa anticorrosiva mejora significativamente el efecto anticorrosivo en todos los casos. Sin embargo, además del rendimiento anticorrosión mantenido, todas las composiciones de revestimiento de acuerdo con la invención basadas en isocianatos bloqueados (Ej. 5 a Ej. 10) muestran un color mucho más claro (valor b más pequeño) a la misma relación de pigmento/aglutinante del 130 % (peso por peso) que los basados en resol (Ej. Comp. 11 a Ej. Comp. 13). En el contexto de la presente descripción, la relación pigmento/aglutinante se refiere a la suma de pigmentos y agentes de relleno (en peso) dividida por la suma de resina aglutinante sólida y agente reticulante de isocianato bloqueado (en peso) expresada como porcentaje; no se tienen en cuenta los contenidos sólidos de aditivos y agente co-reticulante.

Tabla 3

5

	Ej. 5	Ej. 6	Ej. 7	Ej. 8	Ej. 9	Ej. 10	Ej. Comp. 11	Ej. Comp. 12	Ej. Comp. 13
valor b	1.27	0.66	1.12	2.16	3.27	2.55	5.74	4.21	7.02
Formación de ampollas después de 168 h	1- 2(S2)	1- 2(S2)	3 (S3)	3(S2)	2- 3(S2)	4(S2)	1-2(S2)	2(S2)	3(S2)
Formación de ampollas después de 336 h	2(S2)	1- 2(S2)	3(S3- 4)	3- 4(S3)	2- 3(S3)	4(S3)	1-2(S2-3)	2(S2-3)	4(82-3)

10

Se hace constar que con relación a esta fecha, el mejor método conocido por la solicitante para llevar a la práctica la citada invención, es el que resulta claro a partir de la presente descripción de la invención.

15

20

25