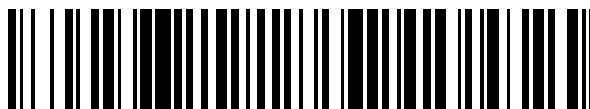


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 343**

51 Int. Cl.:

C08G 18/48 (2006.01)

C08G 18/72 (2006.01)

C08G 18/75 (2006.01)

C08G 18/78 (2006.01)

C08G 18/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2017 E 17194666 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 3315526**

54 Título: **Recubrimiento de poliuretano resistente a la erosión**

30 Prioridad:

26.10.2016 DE 102016120385

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

21.02.2019

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**BAUMANN, STEFAN;
STENZEL, VOLKMAR;
PAZELT, GESA;
SCHREINER, CLAUS y
BRINKMANN, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 701 343 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

Recubrimiento de poliuretano resistente a la erosión

La presente invención se refiere a composiciones, con las cuales se recubren superficies que son expuestas a una elevada erosión o un elevado desgaste abrasivo.

- 5 La erosión tiene lugar cuando partículas de sólidos o gotas de líquidos chocan con elevada velocidad sobre una superficie de un artículo y con ello deterioran la superficie. Si este proceso de desgaste abrasivo transcurre durante un intervalo de tiempo suficientemente largo, esto puede conducir finalmente a la falla del artículo. Es un representante típico de una erosión causada por partículas de sólidos, la erosión por arena y un representante típico de una erosión generada por gotas de líquido es la erosión por lluvia. Ambos tipos de erosión provocan cada año elevados deterioros de los más diversos artículos.

10 En particular los artículos que se mueven con elevada velocidad (por ejemplo el borde frontal de un ala de avión, hojas de un rotor, un ala de una hélice o paletas de turbinas), soportan notables deterioros por erosión.

- 15 Puesto que en el caso de los bordes delanteros de alas de avión, los recubrimientos previos no ofrecían una suficiente protección contra la erosión, usualmente estas zonas no eran recubiertas. Sin embargo, con el creciente uso de plástico reforzado con fibra de carbono (CFK) como material, ya no es posible esta aproximación. Puesto que este material no es en sí mismo resistente a la erosión, tiene que ser protegido por medidas adecuadas (por ejemplo un recubrimiento) ante el desgaste abrasivo.

En zonas críticas que se exponen a un elevado desgaste abrasivo, pueden usarse materiales más resistentes a la erosión, como por ejemplo titanio. Sin embargo, esto conduce a un aumento de peso.

- 20 En otra aproximación para la protección contra la erosión de partes fuertemente expuestas, se aplican láminas o cintas sobre las zonas que se dejan al desgaste abrasivo. Tales cintas son obtenibles también comercialmente, por ejemplo las cintas protectoras de poliuretano 8671, 8672 y 8681 de la compañía 3M®.

- 25 El documento WO2008/157013 A1 describe un procedimiento para la protección de una superficie aerodinámica de perfil de borde frontal contra la erosión por arena y agua, que comprende las siguientes etapas: (a) aplicación sobre la superficie de borde frontal de un recubrimiento base en forma de una cobertura de forma moldeada previamente, con un moldeo complementario a la superficie del borde frontal; (b) unión de la cobertura de forma moldeada previamente con la superficie de borde frontal y (c) aplicación de un recubrimiento de cobertura resistente a la erosión por arena, mediante aplicación con brocha o atomización de una multiplicidad de capas sobre el recubrimiento base.

- 30 El documento WO 2013/092211 A1 describe una estructura de varias capas, que es aplicada como protección contra la erosión sobre una rueda de turbina de viento.

Los nuevos desarrollos tienen como objetivo reemplazar las láminas o cintas, por recubrimientos.

- 35 Para actuar como protección efectiva contra la erosión, los recubrimientos tienen que exhibir adecuadas propiedades mecánicas, por ejemplo un buen balance entre elevada resistencia a la tracción y elevada elongación máxima. Además, la viscosidad de la composición de partida no debería ser muy alta, de modo que sea posible una aplicación sin problemas sobre el artículo.

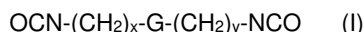
- 40 El documento US 2015/0166831 A1 describe una composición curable para la fabricación de un recubrimiento de poliuretano que actúa como protección contra la erosión. Esta composición curable contiene (i) un prepolímero de isocianato de la fórmula general OCN-Z-NCO, en el que la unidad Z de unión contiene por lo menos dos unidades de uretano, (ii) un diol con un peso molecular inferior a 250 g/mol y (iii) un polieterdiol con un peso molecular de por lo menos 250 g/mol.

Las composiciones curables para la fabricación de un recubrimiento de poliuretano que actúa como protección contra la erosión están disponibles también comercialmente, por ejemplo Relest® Wind LEP S de BASF o 3M® Wind Blade Protection Coating de 3M.

- 45 Un objetivo de la presente invención es la preparación de una composición curable, que se aplica bien sobre el artículo que va a ser protegido y a partir de la cual se fabrica un recubrimiento para la protección contra la erosión con propiedades mecánicas adecuadas, en particular un buen balance entre elevada resistencia a la tracción y elevada elongación máxima.

El objetivo es logrado mediante una composición curable, que comprende

- 50 (i) un diisocianato alifático de la siguiente fórmula (I)



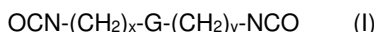
en la que x y y exhiben independientemente uno de otro un valor de 4-10 y G es un grupo alofanato, o un prepolímero del diisocianato alifático de la fórmula (I),

(ii) un diisocianato cicloalifático o un prepolímero de él,

5 (iii) un polieterpoliol con un promedio aritmético de peso molecular Mn de no más de 1500 g/mol.

En el marco de la presente invención se reconoció que una composición que comprende los componentes (i), (ii) y (iii) se deja aplicar muy bien sobre los artículos que van a ser protegidos (por ejemplo mediante una aplicación de inyección, que puede ocurrir de manera hidráulica ("sin aire") o también neumática) y después de su curado se prepara un recubrimiento de poliuretano, que exhibe un buen balance entre elevada resistencia a la tracción y elevada elongación máxima y puede actuar como protección contra la erosión para el artículo. Como prueban los ejemplos de la presente invención, es necesaria la presencia de ambos diisocianatos (es decir, un diisocianato alifático con un grupo alofanato y un diisocianato cicloalifático), para materializar las propiedades mecánicas ventajosas del recubrimiento.

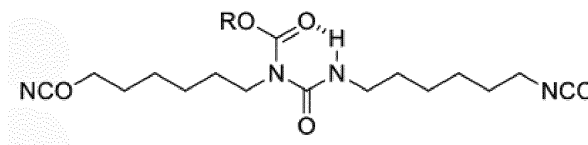
Como se citó anteriormente, el componente (i) de la composición curable es un diisocianato alifático de la siguiente fórmula (I)



en la que x y y exhiben independientemente uno de otro un valor de 4-10, preferiblemente 4-8 y G es un grupo alofanato.

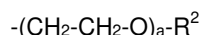
Como es sabido por los expertos, un grupo alofanato exhibe la siguiente estructura química: $-\text{N}(\text{COOR})-\text{C}(\text{O})-\text{N}(\text{H})-$, en la que R es un radical orgánico.

En una forma preferida de realización $x=y=6$. El diisocianato exhibe entonces la siguiente estructura química:



Preferiblemente el radical R en el grupo alofanato es un grupo alquilo C_{1-20} (más preferiblemente un grupo alquilo C_{10-20} o de modo alternativo también un grupo alquilo C_{1-10}), que puede ser sustituido o no sustituido y opcionalmente está alcoxilado.

El grupo alquilo alcoxilado exhibe preferiblemente la siguiente estructura:



en la que R^2 es un grupo alquilo C_{1-20} sustituido o no sustituido, más preferiblemente un grupo alquilo C_{10-20} sustituido o no sustituido y $a=1-10$, más preferiblemente 1-5 o 2-4.

Los diisocianatos alifáticos, que contienen un grupo alofanato son obtenibles comercialmente o pueden ser fabricados mediante procedimientos de síntesis, que son conocidos por los expertos.

Un diisocianato alifático con un grupo alofanato obtenible comercialmente es por ejemplo Tolonate® X FLO 100 de Vencorex. En este diisocianato con grupo alofanato $x=y=6$, es decir entre el grupo isocianato terminal y el grupo alofanato está presente en cada caso un grupo hexametileno $-(\text{CH}_2)_6-$.

Por ejemplo en el documento US 8,716,426 B2 se describe la fabricación de diisocianatos alifáticos, que exhiben un grupo alofanato.

De modo opcional, los grupos isocianato pueden estar presentes en forma bloqueada y ser transformados en grupos isocianato reactivos, justo por suficiente calentamiento con escisión del agente de bloqueo. Los agentes de bloqueo adecuados son conocidos por los expertos.

De modo opcional, el diisocianato alifático con grupo alofanato puede estar presente también en forma de un prepolímero. El uso de un prepolímero de diisocianato, en lugar del diisocianato monomérico, es una forma de operar conocida por el experto.

Como componente (ii), la composición de acuerdo con la invención comprende un diisocianato cicloalifático.

Preferiblemente, el diisocianato cicloalifático no contiene ningún grupo alofanato.

Preferiblemente, el diisocianato cicloalifático es isoforondiisocianato, 4,4'-diisocianatodiclohexilmetano (H12MDI), 1,4-ciclohexilendiisocianato o 1,3-ciclohexilendiisocianato o una mezcla de por lo menos dos de estos diisocianatos cicloalifáticos.

- 5 En una forma preferida de realización, el diisocianato cicloalifático es isoforondiisocianato. De modo opcional, el isoforondiisocianato puede ser usado junto con por lo menos otro diisocianato cicloalifático. Sin embargo, preferiblemente como diisocianato cicloalifático se usa sólo el isoforondiisocianato.

10 La relación en masa de diisocianato alifático con grupo alofanato (componente (i)) a diisocianato cicloalifático (componente (ii)) puede variar sobre un amplio intervalo y es por ejemplo 99,5/0,5 - 0,5/99,5, más preferiblemente 99,5/0,5 - 30/70.

De modo opcional, los grupos isocianato pueden estar presentes en forma bloqueada y justo por suficiente calentamiento, con escisión del agente de bloqueo, transformarse en los grupos isocianato reactivos. Los agentes de bloqueo adecuados son conocidos por los expertos.

- 15 De modo opcional, el diisocianato cicloalifático puede estar presente también en forma de un prepolímero. El uso de un prepolímero de diisocianato en lugar del diisocianato monomérico es una forma de operar conocida por el experto.

Como componente (iii), la composición de acuerdo con la invención comprende un polieterpoliol con un promedio aritmético de peso molecular M_n no mayor a 1500 g/mol.

- 20 Preferiblemente el polieterpoliol es un polieterdiol, en particular un polieterdiol lineal. La unidad de monómero presente en el polieterdiol lineal se deriva preferiblemente de propilenglicol, 1,4-butanodiol (o tetrahidrofurano), 1,5-pentanodiol o 1,6-hexanodiol. En una forma preferida de realización, el polieterdiol lineal es un polipropilenglicol o un politetrahidrofurano, en el que puede ser un homopolímero o alternativamente también un copolímero.

El promedio aritmético de peso molecular M_n está preferiblemente en el intervalo de 140 g/mol a 1500 g/mol, más preferiblemente 140 g/mol a 500 g/mol.

- 25 En el marco de la presente invención es posible usar una mezcla de por lo menos dos polieterpolioles (por ejemplo una mezcla de dos politetrahidrofuranos) con diferentes valores de M_n , por ejemplo un primer polieterpoliol con valor M_n relativamente alto y un segundo polieterpoliol con valor M_n claramente menor. Sin embargo, en una forma de realización preferida, la composición no comprende ningún polieterpoliol con un valor M_n mayor a 500 g/mol. Preferiblemente la composición contiene sólo un polieterpoliol (por ejemplo un politetrahidrofurano) y este exhibe un valor M_n en el intervalo de 140 g/mol a 500 g/mol.

La determinación del promedio aritmético de peso molecular puede ocurrir por ejemplo mediante determinación del número de OH por química húmeda, de acuerdo con DIN 53 240 o de modo correspondiente, con el método descrito en el documento US 2010/0240864 A1.

- 35 Los polieterpolioles, que exhiben las propiedades descritas anteriormente, son obtenibles comercialmente o pueden ser preparados mediante procedimientos de síntesis, que son conocidos en general por los expertos.

La relación del polieterpoliol (componente (iii)) a los dos diisocianatos (componente (i) + componente (ii)) puede variar sobre un intervalo amplio. En una forma preferida de realización, la relación molar de los grupos isocianato de los componentes (i) y (ii) (es decir la suma de los grupos isocianato de los componentes (i) y (ii)) a los grupos hidroxilo el componente (iii) es $>1,0$ y está por ejemplo en el intervalo de 1,01 a 1,20.

- 40 Para promover el curado, la composición puede comprender también opcionalmente un catalizador. Los catalizadores adecuados para la preparación de poliuretano son conocidos en general por los expertos. Como catalizador pueden usarse por ejemplo catalizadores que contienen metales, en particular catalizadores que contienen estaño (por ejemplo dibutil estaño dilaurato), vanadio o titanio, o aminas terciarias.

- 45 Los componentes (i), (ii) y (iii) pueden ser almacenados por ejemplo de manera separada y ocurre una mezcla de todos los componentes justo antes de la fabricación del recubrimiento. De modo alternativo pueden almacenarse por ejemplo el componente (i) junto con el componente (ii), pero separadamente del componente (iii), en los que opcionalmente el catalizador puede estar presente en los componentes (i)+(ii) o en el componente (iii).

Dado el caso puede promoverse el curado de la composición, aún mediante un calentamiento (por ejemplo a una temperatura de 50-80°C).

- 50 Opcionalmente, la composición puede contener pigmentos y/o materiales de relleno. La composición puede ser

pigmentada con los pigmentos y materiales de relleno convencionales, orgánicos o inorgánicos. Para aumentar la estabilidad frente a la erosión son adecuados por ejemplo materiales de relleno a base de cristobalita SiO_2 y wollastonita $\text{Ca}_3\text{Si}_3\text{O}_9$ / $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$.

5 Además, la composición puede contener diferentes aditivos como antiespumantes, agentes para desairear, aditivos de fluidez, aditivos de humectación o protectores contra la luz, para ajustar determinadas propiedades.

La composición puede ser aplicada sobre el artículo que va a ser recubierto, mediante métodos de aplicación conocidos en general, como por ejemplo una aplicación por atomización o lacado por atomización, mediante rodillos o aplicación con brocha. La aplicación por atomización de la composición de acuerdo con la invención ocurre tanto de modo hidráulico ("sin aire") como también de modo neumático.

10 Para el ajuste de la viscosidad, la composición puede contener opcionalmente un solvente, por ejemplo a base de ésteres, éteres y/o cetonas. Sin embargo, la composición de acuerdo con la invención puede ser usada también libre de solvente, puesto que sin solvente exhibe ya una viscosidad relativamente baja.

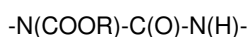
En un ejemplo de forma de realización, la composición curable comprende los siguientes componentes:

(i) un diisocianato alifático de la siguiente fórmula (I)

15
$$\text{OCN}-(\text{CH}_2)_x-\text{G}-(\text{CH}_2)_y-\text{NCO} \quad (\text{I})$$

en la que x y y exhiben independientemente uno de otro un valor de 4-10, preferiblemente 4-8, aún más preferiblemente 6 y

el grupo alofanato G exhibe la siguiente estructura química:



20 en la que R es un radical orgánico,

(ii) isofocondiisocianato,

(iii) politetrahydrofurano con un Mn en el intervalo de 140-1500 g/mol, más preferiblemente 140-500 g/mol.

El radical R orgánico del grupo alofanato es preferiblemente un grupo alquilo alcoxlado, que exhibe la siguiente estructura:

25
$$-(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O})_a-\text{R}^2$$

en la que

R^2 es un grupo alquilo C_{1-20} sustituido o no sustituido, más preferiblemente un grupo alquilo C_{10-20} sustituido o no sustituido y a=1-10, más preferiblemente es 1-5 o 2-4.

30 Por ejemplo, se usa el diisocianato obtenible comercialmente bajo la denominación "Tolonate® X Flo 100" de Vencorex, que contiene un grupo alofanato y en el cual x=y=6.

Cuando los componentes (i), (ii) y (iii) entran mutuamente en contacto, opcionalmente en presencia de un catalizador adecuado de curado y/o bajo calentamiento, ocurre la reacción del polieterpoliol con los dos componentes (i) y (ii) de diisocianato y con ello la formación de un recubrimiento de poliuretano.

35 Por ello, la presente invención se refiere además a un recubrimiento de poliuretano, que es obtenible mediante curado (es decir reacción de los componentes (i), (ii) y (iii)) de la composición descrita anteriormente).

Además, la presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un recubrimiento de poliuretano, en el que la composición descrita anteriormente es aplicada sobre un artículo y es curada (es decir los componentes (i), (ii) y (iii) son aplicados sobre el artículo, mutuamente para la reacción).

40 La aplicación de la composición puede ocurrir por ejemplo, mezclando mutuamente los componentes (i), (ii) y (iii) ya antes de la aplicación sobre el artículo que va a ser recubierto y aplicando a continuación la mezcla de los tres componentes.

Como se mencionó anteriormente, el curado de la composición puede ocurrir opcionalmente sobre el artículo, en presencia de un catalizador y/o por calentamiento.

Además, la presente invención se refiere a un artículo, que exhibe el recubrimiento descrito anteriormente.

El artículo es por ejemplo es un ala de avión (en particular el borde frontal de un ala de avión), una hoja de rotor, un ala de una hélice o una paleta de turbina. Sin embargo, el recubrimiento puede ser usado también por ejemplo para partes de edificios.

Además, la presente invención se refiere al uso de la composición descrita anteriormente o al recubrimiento de poliuretano obtenible a partir de ella, para la protección de artículos contra la erosión.

En virtud de los siguientes ejemplos se describe de manera detallada la presente invención.

Ejemplos

Ejemplo 1 de acuerdo con la invención (EB1)

Para la composición curable en el ejemplo 1 se usaron los siguientes componentes:

10	Diisocianato alifático con grupo alofanato, $x=y=6$, (Tolonate® X Flo 100)	11,81 % en masa
	Isoforondiisocianato como diisocianato cicloalifático	41,14 % en masa
	Politetrahidrofurano, $M_n=250$ g/mol (PTHF 250)	42,61 % en masa
	Catalizador de curado: dibutilestañolaurato, al 1% en PTHF 250	4,44 % en masa
15		100 % en masa

Para determinar las propiedades mecánicas del recubrimiento de poliuretano, se procedió de la siguiente manera:

Se aplicó la composición sobre un sustrato de PTFE y se curó a aproximadamente 75°C en un periodo de tiempo de aproximadamente 5 horas. Se obtuvo una película de poliuretano con un espesor de aproximadamente 50 μm . Se retiró la película de poliuretano del sustrato de PTFE y se alistó hasta un cuerpo de muestra. El cuerpo de muestra es usado entonces en un dispositivo estático de prueba de material, y en un ensayo de tracción se determinaron la resistencia a la tracción y la elongación máxima (es decir la elongación hasta la ruptura del cuerpo de prueba). A continuación en la tabla 1 se indican los resultados de la medición.

Además, se aplicó la composición sobre un cuerpo metálico y se curó a aproximadamente 75°C en un periodo de tiempo de aproximadamente 5 horas. El recubrimiento fue sometido a continuación a una prueba de erosión por lluvia. En esta prueba, un generador de lluvia liberó gotas de agua y bajo el generador de lluvia en una separación de 3 m, se sujetaron 3 cuerpos metálicos recubiertos, a un retenedor rotativo de muestras. Velocidad periférica: 143 m/s; flujo de agua: 24 l/min; temperatura de las gotas de agua: 20-30°C; diámetro de las gotas: 1-2 mm (85%). Los cuerpos de prueba dotados con el recubrimiento de acuerdo con la invención exhibieron en esta prueba una elevada estabilidad frente a la erosión, de por lo menos 3 1/2 horas.

30 Ejemplo 2 de acuerdo con la invención (EB2)

Para la composición curable en el ejemplo 2 se usaron los siguientes componentes:

	Diisocianato alifático con grupo alofanato, $x=y=6$ (Tolonate® X Flo 100)	12,17 % en masa
	Isoforondiisocianato como diisocianato cicloalifático	42,39 % en masa
	Politetrahidrofurano, $M_n=250$ g/mol (PTHF 250)	39,50 % en masa
35	Catalizador de curado: Dibutilestañolaurato, al 1% en PTHF 250	5,94 % en masa
		100 % en masa

Como se describió en el ejemplo 1, se determinaron la resistencia a la tracción y la elongación máxima de una película de poliuretano, que fue obtenida mediante curado de la composición. A continuación en la tabla 1 se indican los resultados de la medición.

Ejemplo 3 de acuerdo con la invención (EB3)

Para la composición curable en el ejemplo 3 se usaron los siguientes componentes:

ES 2 701 343 T3

	Diisocianato alifático con grupo alofanato, $x=y=6$, (Tolonate® X Flo 100)	10,94 % en masa
	Isoforondiisocianato como diisocianato cicloalifático	38,11 % en masa
	Politetrahidrofurano, $M_n=250$ g/mol (PTHF 250)	40,15 % en masa
	Catalizador de curado: Dibutilestañolaurato, al 1% en PTHF 250	3,50 % en masa
5	BYK 410 (espesante)	1,00 % en masa
	Wolastonita	5,00 % en masa
	BYK 310 (aditivo de fluidez)	0,30 % en masa
	Purmol 3 STH (captor de agua)	1,00 % en masa
10		100 % en masa

Como se describió en el ejemplo 1, se determinaron la resistencia a la tracción y la elongación máxima de una película de poliuretano, que fue obtenida mediante curado de la composición. A continuación en la tabla 1 se indican los resultados de la medición.

Ejemplo 1 de comparación (VB1)

15	En el ejemplo 1 de comparación se usó una composición curable, que contenía un diisocianato cicloalifático, sin embargo no contenía diisocianato alifático con grupo alofanato. Se usaron los siguientes componentes:	
	Diisocianato alifático con grupo alofanato, $x=y=6$, (Tolonate® X Flo 100)	-----
	Isoforondiisocianato como diisocianato cicloalifático	42,29 % en masa
	Politetrahidrofurano, $M_n=250$ g/mol (PTHF 250)	46,71 % en masa
20	Catalizador de curado: Dibutilestañolaurato, al 1% en PTHF 250	1 % en masa
	Butilacetato (solvente)	10 % en masa
		100 % en masa

25 Como se describió en el ejemplo 1, se determinaron la resistencia a la tracción y la elongación máxima de una película de poliuretano, que fue obtenida mediante curado de la composición. A continuación en la tabla 1 se indican los resultados de la medición.

Ejemplo 2 de comparación (VB2)

En el Ejemplo 2 de comparación se usó una composición curable, que contenía un diisocianato alifático con grupo alofanato, aunque ningún diisocianato cicloalifático. Se usaron los siguientes componentes:

30	Diisocianato alifático con grupo alofanato, $x=y=6$, (Tolonate® X Flo 100)	69,20 % en masa
	Isoforondiisocianato como diisocianato cicloalifático	-----
	Politetrahidrofurano, $M_n=250$ g/mol (PTHF 250)	26,30 % en masa
	Catalizador de curado: Dibutilestañolaurato, al 1% en PTHF 250	4,50 % en masa
35		100 % en masa

Bajo las mismas condiciones de curado que en el ejemplo 1, no fue posible fabricar películas libres. El material era muy elástico y adherente.

Ejemplo 3 de comparación (VB3)

En el Ejemplo 3 de comparación 3 se usó una composición curable, que en lugar de un diisocianato cicloalifático, contenía un diisocianato aromático (1,3-bis(1-isocianato-1-metiletil)-benceno (meta-TMXDI)). Se usaron los siguientes componentes:

	Diisocianato alifático con grupo alofanato, x=y=6, (Tolonate® X Flo 100)	46,4 % en masa
5	1,3-bis(1-isocianato-1-metiletil)-benceno (meta-TMXDI), un diisocianato aromático	46,6 % en masa
	Politetrahydrofurano, Mn=250 g/mol (PTHF 250)	1 % en masa
	Catalizador de curado: Dibutylestanoaurato, al 1% en PTHF 250	6 % en masa
		100 % en masa

10 Bajo las mismas condiciones que en el ejemplo 1 no fue posible fabricar películas libres. El material era muy elástico y adherente.

Tabla 1: propiedades mecánicas de los recubrimientos de poliuretano

	EB1	EB2	EB3	VB1	VB2	VB3
Resistencia a la tracción [N/mm ²]	40	60	85	12	-	-
Elongación máxima [%]	400	350	330	210	-	-

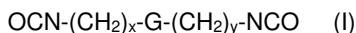
VB2/VB3: Como ya se mencionó anteriormente, en estos ejemplos de comparación el material era muy elástico y adherente. En estos ensayos no fue posible fabricar películas libres, ni ejecutar otras mediciones.

15 Como prueban los ejemplos descritos, los recubrimientos obtenidos después del curado de la composición de acuerdo con la invención exhiben una elevada estabilidad frente a la erosión por lluvia y muestran muy buen balance entre elevada resistencia a la tracción y elevada elongación máxima.

REIVINDICACIONES

1. Una composición curable que comprende

(i) un diisocianato alifático de la siguiente fórmula (I)

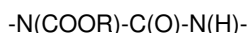


5 en la que x y y exhiben independientemente uno de otro un valor de 4-10 y G es un grupo alofanato, o un prepolímero del diisocianato alifático de la fórmula (I),

(ii) un diisocianato cicloalifático o un prepolímero de él,

(iii) un polieterpoliol con un promedio aritmético de peso molecular Mn no mayor a 1500 g/mol.

10 2. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el grupo alofanato exhibe la siguiente estructura química:



en la que el radical R es un grupo alquilo C₁₋₂₀, que opcionalmente está alcoxilado.

3. La composición de acuerdo con la reivindicación 2, en la que el radical R es un grupo alquilo alcoxilado, que exhibe la siguiente estructura química:



en la que

R² es un grupo alquilo C₁₋₂₀, preferiblemente un grupo alquilo C₁₀₋₂₀ y

a=1-10, más preferiblemente es 1-5.

20 4. La composición de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en la que el diisocianato cicloalifático es isoforondiisocianato, 4,4'-diisocianatodiclohexilmetano, 1,4-ciclohexilendiisocianato o 1,3-ciclohexilendiisocianato o una mezcla de por lo menos dos de estos compuestos.

5. La composición de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en la que el polieterpoliol es un polieterdiol lineal.

25 6. La composición de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en la que la unidad de monómero presente en el polieterpoliol se deriva de propilenglicol, 1,4-butanodiol, 1,5-pentanodiol o 1,6-hexanodiol o una mezcla de por lo menos dos de estos compuestos.

7. La composición de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en la que el polieterpoliol es un politetrahidrofurano.

30 8. La composición de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en la que el promedio aritmético de peso molecular Mn del polieterpoliol está en el intervalo de 140 g/mol a 1500 g/mol, preferiblemente 140 g/mol a 500 g/mol.

9. La composición de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en la que la composición no comprende ningún polieterpoliol con un valor Mn mayor a 500 g/mol.

35 10. La composición de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en la que la relación molar de los grupos isocianato de los componentes (i) y (ii) a los grupos hidroxilo del componente (iii) es >1,0.

11. Un recubrimiento de poliuretano, obtenible mediante curado de la composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-10.

12. Un procedimiento para la fabricación de un recubrimiento de poliuretano, en el que la composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-10 es aplicada sobre un artículo y es curada.

40 13. Un artículo, que exhibe el recubrimiento de poliuretano de acuerdo con la reivindicación 11.

14. El artículo de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el artículo es un ala de avión, una hoja de rotor, un ala de una hélice o una paleta de turbina.

15. Uso de la composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-10 o del recubrimiento de poliuretano de acuerdo con la reivindicación 11 para la protección de artículos contra la erosión.