

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 291**

51 Int. Cl.:

C08F 212/36 (2006.01) **E21D 11/00** (2006.01)
B60C 1/00 (2006.01)
C08F 216/12 (2006.01)
C08F 218/18 (2006.01)
C08F 236/06 (2006.01)
C09J 4/00 (2006.01)
C08F 222/10 (2006.01)
C04B 41/48 (2006.01)
C08F 220/18 (2006.01)
E21D 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2015** **E 15170660 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019** **EP 3101041**

54 Título: **Composición de acrilato para obturar construcciones de túnel**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.03.2020

73 Titular/es:
SIKA TECHNOLOGY AG (100.0%)
Zugerstrasse 50
6340 Baar, CH

72 Inventor/es:
HAUFE, MARKUS;
SCHMIEDLE, DANIELA;
KÜHNER, STEFAN y
HOPPENKAMPS, ULRICH

74 Agente/Representante:
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 746 291 T3

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

DESCRIPCIÓN

Composición de acrilato para obturar construcciones de túnel

5 Campo técnico

La presente invención se refiere al campo de las composiciones de acrilato adecuadas para la obturación de construcciones de túnel contra la humedad.

10 Estado de la técnica

Aunque puede aplicarse a cualquier sector de la construcción en la construcción de túneles, la presente invención así como la problemática tomada como base se explican con más detalle a continuación con respecto a un túnel para el tráfico.

15 En la construcción de túneles con máquinas con la técnica de la tuneladora aparecen con frecuencia piezas acabadas de hormigón con armazón de acero para el revestimiento interno. Estas piezas acabadas de hormigón denominadas dovelas en el argot especializado se fabrican previamente en fábricas de hormigón de piezas acabadas, se almacenan temporalmente hasta alcanzar la resistencia de hormigón necesaria y después, según la
20 demanda se montan en el túnel tubular. Allí se agarran en la protección del escudo de la tuneladora de un equipo de traslado de dovelas, el denominado "erector" y se ensamblan para formar un anillo de dovela. Después de que la tuneladora haya avanzado bajo el apuntalamiento contra las dovelas que se han montado en último lugar mediante prensas hidráulicas, en la protección del escudo se monta un nuevo anillo de dovela. De este modo la máquina funciona "anillo de dovela por anillo de dovela a través del subsuelo.

25 No sólo los túneles para el tráfico tráficos, sino cuando se presentan condiciones geológicas especiales también los túneles denominados de túneles de abastecimiento o de eliminación de desechos para hogares, empresas o industria, que en particular en forma de tubos colectores de gran diámetro sirven para el transporte central de aguas residuales o agua fresca o como túnel de cables para el alojamiento de líneas de alto voltaje, se fabrican según el tipo de construcción de segmentos que se ha descrito previamente en el procedimiento de montaje de dovelas.
30

Tales obras de túnel también deben atravesar zonas en las que predominan condiciones del entorno problemáticas, como por ejemplo entornos con terrenos que reaccionan al contacto con el agua. Un ejemplo para tales condiciones ambientales problemáticas en cuanto a la geología es la anhidrita en la zona de Stuttgart en Alemania. En túneles de
35 tipo de construcción de dovela el intersticio anular entre el taladro de cavidad y los elementos constructivos de dovela se rellena con una suspensión de mortero con el fin de estabilizar los elementos constructivos de dovela e incrustarlos en el suelo aflojado. La inyección de suspensiones de mortero en el intersticio anular se realiza bajo presión.

40 El documento EP 2 706 906 desvela un procedimiento para la construcción de un túnel para tráfico en el tipo de construcción de dovela en el que se ensamblan elementos constructivos de dovela en una perforación de cavidad generada por máquinas y el espacio intermedio entre la pared interior del taladro de cavidad y las paredes externas se rellena con grava redonda.

45 En la construcción de túneles para el tráfico en zonas con condiciones ambientales problemáticas en cuanto a la geología con frecuencia se producen daños en los túneles cuando, zum ejemplo, en entornos con rocas sueltas o rocas consolidadas que reaccionan al contacto con el agua se realiza un llenado del intersticio anular con suspensiones de mortero, dado que allí, debido al contenido de agua del mortero se producen reacciones que llevan a repercusiones perjudiciales en la pared de túnel. Por este motivo la utilización de suspensiones de mortero en la
50 construcción de túneles en algunas zonas es problemática.

Representación de la invención

Por tanto el objetivo de la presente invención es indicar un procedimiento para la construcción de obras de túnel en
55 tipo de construcción de dovela con el que construcciones de cavidad de un revestimiento o de dos revestimientos, también en condiciones ambientales problemáticas en cuanto a la geología como terrenos con capacidad de hinchamiento por agua, puedan llenarse con llenado de intersticio anular, asentarse y obturarse. Además las fisuras y posibles cavidades o poros de las rocas del entorno deben rellenarse y obturarse sin cemento.

60 Para resolver este objetivo sirve el procedimiento con las características de la reivindicación 1.

Se ha demostrado que un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 es capaz de resolver este objetivo. Formas de realización ventajosas de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes.

65

Modos para la realización de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para crear una construcción de túnel, en particular de un túnel para el tráfico, en tipo de construcción de dovela, en el que elementos constructivos de dovela se ensamblan en una perforación de cavidad generada por una máquina a través de un subsuelo, para formar un revestimiento cerrado, y se introduce material a granel en el espacio intermedio entre la pared interna de la cavidad y las paredes externas de los elementos constructivos de dovela, en particular el espacio intermedio se llena con material a granel, caracterizado por que adicionalmente a la introducción de material a granel en el espacio intermedio se introduce, en particular, a presión una composición de acrilato para llenar el espacio intermedio, en donde la composición de acrilato presenta menos de 10 % en peso de agua, con respecto al peso total de la composición de acrilato, y la composición de acrilato es una composición de acrilato que puede curarse por radicales, que presenta al menos un monómero de (met)acrilato R.

Los nombres de sustancias que comienzan con "poli", como por ejemplo poliisocianato, poliuretano, poliéster o polioli designan en el presente documento sustancias que contienen por cada molécula en la fórmula dos o más de los grupos funcionales que aparecen en su nombre.

El término "polímero" comprende en el presente documento, por un lado, un colectivo de macromoléculas químicamente homogéneas que se diferencian sin embargo con respecto a grado de polimerización, masa molar y longitud de cadena que se ha producido mediante una polireacción (polimerización, poliadición, policondensación). El término comprende por otro lado también derivados de tal colectivo de macromoléculas a partir de polireacciones, compuestos, es decir que se han obtenido por reacciones, como por ejemplo adiciones, sustituciones, de grupos funcionales en macromoléculas predeterminadas y que pueden ser químicamente homogéneos o químicamente no homogéneos. El término comprende por lo demás también los denominados prepolímeros, es decir preproductos de oligómeros reactivos cuyos grupos funcionales participan en la síntesis de macromoléculas.

El término "polímero de poliuretano" comprende todos los polímeros que se preparan según el denominado procedimiento de poliadición de diisocianato. Esto incluye también polímeros que son casi o totalmente libres de grupos uretano. Ejemplos para polímeros de poliuretano son poliuretanos de poliéter, poliuretanos de poliéster, poliureas de poliéter, poliureas, poliureas de poliéster, poliisocianuratos y policarbodiimidas.

Por "peso molecular" se entiende en el presente documento siempre el promedio en número del peso molecular M_n , que normalmente se determina por medio de GPC contra poliestireno como estándar.

La composición de acrilato presenta menos de 10 % en peso, preferiblemente menos de 5 % en peso, preferentemente menos de 2 % en peso, en particular preferiblemente menos de 1 % en peso de agua, con respecto al peso total de la composición de acrilato. De manera más preferida la composición de acrilato presenta menos de 0,5 % en peso, en particular menos de 0,1 % en peso de agua, con respecto al peso total de la composición de acrilato.

Como monómeros de (met)acrilato **R** son adecuados fundamentalmente monómeros de (met)acrilato o compuestos discretos, que contienen al menos un grupo (met)acrilato polimerizable por radicales.

Como monómeros de (met)acrilato **R** se prefieren los que son libres de grupos funcionales seleccionados del grupo constituido por grupos hidroxilo, grupos carboxilo, grupos carboxilato, grupos ácido sulfónico, grupos sulfonato y compuestos de amonio cuaternarios.

Los monómeros de (met)acrilato **R** adecuados están seleccionados en particular del grupo constituido por metil(met)acrilato, etil(met)acrilato, n- y i-butil(met)acrilato, hexil(met)acrilato, 2-etilhexil(met)acrilato, isodecil(met)acrilato, ciclohexil(met)acrilato, 3-tetrahidrofuril(met)acrilato, isobornil(met)acrilato, norbornil(met)acrilato, trimetilciclohexil(met)acrilato, bencil(met)acrilato, isotridecil(met)acrilato, lauril(met)acrilato, esteraril(met)acrilato, fenoxietil(met)acrilato, dicitropentadieniloxietil(met)acrilato, dihidrociclopentadienil(met)acrilato, nonilfenol(met)acrilato etoxilado, (2,2-dimetil-1,3-dioxolan-4-il)metil(met)acrilato, glicerol formal (met)acrilato y (5-etil-1,3-dioxan-5-il)metilacrilato.

Preferiblemente la proporción de los monómeros de (met)acrilato seleccionados del grupo constituido por 2-(2-etoxietoxi)etil(met)acrilato, butildiglicol (met)acrilato, 2-hidroxietil(met)acrilato y 2- y 3-hidroxipropil (met)acrilato es de menos de 0,5 % en peso, en particular menos de 0,1 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato. De manera más preferida la composición de acrilato no presenta monómeros de (met)acrilato seleccionados del grupo anteriormente mencionado.

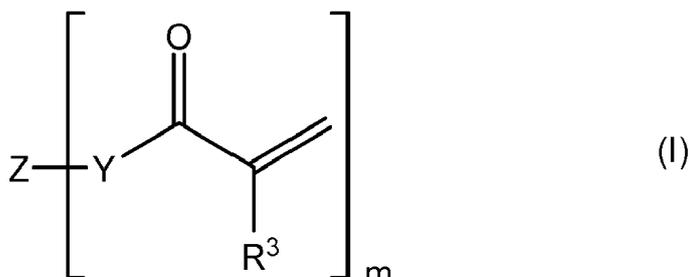
Preferiblemente el al menos un monómero de (met)acrilato **R** seleccionado del grupo constituido por metacrilato de metilo, tetrahidrofurfuril(met)acrilato, ciclohexil(met)acrilato, isobornil(met)acrilato, trimetilciclohexil(met)acrilato, bencil(met)acrilato, (2,2-dimetil-1,3-dioxolan-4-il)metil(met)acrilato, glicerol formal (met)acrilato, fenoxietil(met)acrilato y (5-etil-1,3-dioxan-5-il)metilacrilato.

Adicionalmente puede ser ventajoso también cuando el al menos un monómero de (met)acrilato **R** es 2-hidroxietilmetacrilato (HEMA). En este caso puede ser ventajoso cuando la composición de acrilato adicionalmente presenta un reticulante **VN** de la Fórmula (I) que va a describirse más adelante.

- 5 Preferiblemente la proporción de monómero de (met)acrilato **R** es de 99 a 20 % en peso, en particular 97 a 30 % en peso, preferiblemente 90 a 35 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.

La composición de acrilato presenta preferiblemente de manea adicional al menos un reticulante VN de la Fórmula (I)

10



- 15 El resto R^3 representa en este caso un átomo de hidrógeno o un grupo metilo. El índice m representa un valor de 2 a 5. Además Z representa un poliol después de la eliminación de m grupos hidroxilo e Y representa O o NR' , representando R' un resto hidrocarburo o para un átomo de hidrógeno, preferiblemente un átomo de hidrógeno.

Por ejemplo estos son (met)acrilatos de reticulación difuncionales o de funcionalidad superior como oligómeros o compuestos de polímeros de la Fórmula (I).

- 20 El compuesto de la Fórmula (I) está seleccionado en particular del grupo constituido por etilenglicol di(met)acrilato, 1,3 y 1,4-butanodiol di(met)acrilato, 1,6-hexanodiol di(met)acrilato, neopentilglicol di(met)acrilato etoxilado y propoxilado, glicerina tri(met)acrilato propoxilada, trimetilolpropantri(met)acrilato, trimetilolpropandi(met)acrilato, trimetilolpropantri(met)acrilato etoxilado, pentaeritritol tri(met)acrilato modificado, pentaeritritol tetra(met)acrilato propoxilado etoxilado, ditrimetilolpropanetra(met)acrilato y dipentaeritritolpentan (met)acrilato.

25

En particular m en el compuesto de la Fórmula (I) representa un valor de 2, y Z representa un poliol de polímero después de la eliminación de dos grupos OH. Este poliol de polímero es en este caso en particular un polialquilen poliol, un polioxialquilen poliol o un poliuretano poliol; un copolímero etilen-propilen-dieno, etilen-butilen-dieno o etilen-propilen-dieno polihidroxifuncional; un copolímero polihidroxifuncional de dienos como 1,3-butandieno o mezclas de dieno y monómeros de vinilo como estireno, acrilonitrilo o isobutileno; un acrilonitrilo/butadieno polibutadien poliol polihidroxifuncional; un copolímero acrilonitrilo/butadieno polihidroxifuncional; o un polisiloxan poliol.

30

Por ejemplo los (met)acrilatos di- o trifuncionales de este tipo están seleccionado del grupo constituido por di(met)acrilato de polietilenglicol como dietilenglicol di(met)acrilato, trietilenglicol di(met)acrilato, tetraetilenglicol di(met)acrilato; polipropilenglicol di(met)acrilato como dipropilenglicol di(met)acrilato, tripropilenglicol di(met)acrilato; y tri(met)acrilato de tris-(2-hidroxietil)-isocianurato.

35

Además es Z un difenol adecuado, en particular un difenol alcoxilado, después de la eliminación de dos grupos OH, preferiblemente bisfenol A etoxilado. Por ejemplo un (met)acrilato difuncional de este tipo puede obtenerse en el mercado bajo el nombre comercial Sartomer® SR 348 de la empresa Sartomer Company, Inc., USA.

40

Como otros constituyentes polimerizables por radicales son adecuados, por ejemplo, también (met)acrilatos difuncionales como epoxi(met)acrilatos, en particular epoxi(met)acrilatos, que pueden obtenerse de la reacción de bisfenol-A-diglicidil éter con ácido (met)acrilíco. Por ejemplo, un (met)acrilato difuncional de este tipo puede obtenerse en el mercado bajo el nombre comercial Sartomer® CN 104 de la empresa Sartomer Company, Inc., USA.

45

Preferiblemente el poliol es un diol, en particular polioxipropilen diol o polioxibutilen diol. Los polioles más preferidos son polioles a ser posible no polares.

50

De manera especialmente preferible el al menos un reticulante **VN** de la Fórmula (I) está seleccionado del grupo constituido por 1,3 y 1,4-butanodiol di(met)acrilato, 1,6-hexanodiol di(met)acrilato, trimetilolpropantri(met)acrilato trimetilolpropandi(met)acrilato, glicerol-1,3-dimetacrilato y dietilenglicol di(met)acrilato.

- 55 De manera más preferida el al menos un reticulante **VN** de la Fórmula (I) seleccionado del grupo constituido por 1,3 y 1,4-butanodiol di(met)acrilato, 1,6-hexanodioldi(met)acrilato, glicerol-1,3-dimetacrilato y dietilenglicol di(met)acrilato.

Preferiblemente la proporción de reticulante **VN** de la Fórmula (I) es de 0,5 a 20 % en peso, en particular 1 a 15 % en peso, preferiblemente 2 a 12 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.

5 La composición de acrilato presenta preferiblemente además al menos un caucho líquido.

Como cauchos líquidos se prefieren en particular los que están seleccionados del grupo constituido por:

- 10
- cauchos líquidos a base de copolímero de butadieno-acrilonitrilo,
 - productos de terminación (met)acrilato, obtenidos por esterificación directa o por transesterificación, a base de polioles o poliaminas y
 - cauchos líquidos a base de poliuretano

15 Los cauchos líquidos presentan preferiblemente enlaces dobles insaturados.

Han resultado ser cauchos líquidos adecuados, por un lado, copolímeros de butadieno/acrilonitrilo de terminación vinilo, tal como están disponibles comercialmente bajo la serie de productos Hycar® VTBX de Emerald Performance Materials®.

20 Han resultado ser cauchos líquidos adecuados también productos de terminación (met)acrilato, obtenidos por esterificación directa o por transesterificación, a base de polioles o poliaminas, tal como están disponibles comercialmente bajo las siguientes series de productos:

- 25
- poli(propilenglicol)(met)acrilatos de la serie Bisomer®, ofrecidos comercialmente por GEO Specialty Chemicals UK Ltd,
 - poliéster acrilatos de la serie Sartomer®, ofrecidos comercialmente por Arkema.

30 Por otro lado, como cauchos líquidos especialmente adecuados son válidos polímeros de poliuretano de terminación (met)acrilato. Los polímeros de este tipo pueden prepararse a partir de polioles y poliisocianatos bajo la formación de prepolímeros de poliuretano con funcionalidad isocianato y reacción siguiente con hidroxialquil(met)acrilatos.

35 Los prepolímeros de poliuretano con funcionalidad isocianato preferidos son el producto de reacción de un poliisocianato, en particular de un diisocianato y de un poliol en la relación equivalente de grupos isocianato respecto a equivalente de grupos hidroxilo mayor de 1. Por consiguiente también los aductos del tipo NCO-xx-NHCO-O-yy-O-CONH-xx-OCN pueden entenderse también como prepolímeros de poliuretano en este contexto, representando xx un diisocianato sin grupos NCO y representando yy un diol sin grupos OH.

40 Fundamentalmente para este propósito puede emplearse cada poliol HO-R-(OH)_q con q ≥ 1, representando R una cadena principal de polímero con heteroátomos en la cadena principal o como cadenas laterales.

45 Polioles preferidos son polioles que están seleccionados del grupo constituido por polioxialquilenpolioles, también llamados "poliéterpolioles", poliésterpolioles, policarbonatopolioles y sus mezclas. Los polioles preferidos son dioles. Los dioles más preferidos son polioxietilendioles o polioxipropilendioles o polioxibutilendioles.

50 Los polioxialquilenpolioles pueden presentar un grado de insaturación bajo (medido según la norma ASTM D-2849-69 e indicado en miliequivalente insaturación por gramo de poliol (mEq/g)), preparado por ejemplo con ayuda de los catalizadores denominados catalizadores complejos de cianuro metálico doble (DMC), o también un grado de insaturación más alto, preparado por ejemplo con ayuda de catalizadores aniónicos como NaOH, KOH, CsOH o alcalialcoholatos.

El uso de polioxialquilenpolioles con bajo grado de insaturación, en particular de menos de 0,01 mEq/g, se prefiere para polioles con un peso molecular de ≥ 2000 preferiblemente.

55 Fundamentalmente pueden emplearse todo tipo de poliisocianatos con dos o más grupos isocianato.

60 Por ejemplo cabe mencionar diisocianato de 2,4- y 2,6-tolueno (TDI) y sus mezclas, diisocianato de 4,4'-difenilmetano (MDI), todo tipo de isómeros de diisocianato de difenilmetano, diisocianato de 1,3- y 1,4-fenileno, 2,3,5,6-tetrametil-1,4-diisocianatobenceno, diisocianato de 1,6-hexametileno (HDI), 1,5-diisocianato de 2-metilpentametileno, 2 diisocianato de 2,4- t 2,4,4-trimetil-1,6-hexametileno (TMDI), diisocianato de 1,12-dodecametileno, 1,3- y 1,4-diisocianato de ciclohexano y todo tipo de mezclas de estos isómeros entre sí, 1-isocianato-3,3,5-trimetil-5-isocianatometil-ciclohexano (=diisocianato de isoforona o IPDI), diisocianato de perhidro-2,4'- y -4,4'-difenilmetano (HMDI), 1,4-diisocianato-2,2,6-trimetilciclohexano (TMCDI), diisocianato de m- y p-xilileno (XDI), diisocianato de 1,3- y 1,4-tetrametilxililileno (TMXDI), 1,3- y 1,4-bis-(isocianatometil)-ciclohexano, todo tipo de oligómeros o polímeros de los isocianatos anteriormente mencionados, así como todo tipo de mezclas de los isocianatos mencionados entre sí. Poliisocianatos preferidos son MDI, TDI, HDI, IPDI y sus mezclas entre sí. Los más preferidos son IPDI y HDI y sus mezclas.

65

- Los con terminación de isocianato preparados a partir de los polioles y poliisocianatos se hacen reaccionar ésteres de ácido (met)acrilico, que presentan grupos hidroxilo. Los ésteres de ácido (met)acrilico preferido que presentan grupos hidroxilo, son hidroxietil(met)acrilato o hidroxipropil (met)acrilato. Los dos reactantes se hacen reaccionar entre sí en una manera conocida *per se*, normalmente en un excedente estequiométrico del éster de ácido (met)acrilico, que presenta grupos hidroxilo.
- El polímero de poliuretano con terminación de (met)acrilato preferido es el producto de reacción de un prepolímero de poliuretano IPDI/polipropilenglicol o de un prepolímero de poliuretano HDI/polipropilenglicol con hidroxietil(met)acrilato o con hidroxipropil (met)acrilato.
- La preparación del prepolímero de poliuretano y/o del polímero de poliuretano con terminación de (met)acrilato puede realizarse en presencia del (met)acrilato orgánico tan pronto como este no presente ningún grupo reactivo NCO.
- Como cauchos líquidos pueden preferirse cauchos líquidos que presentan un peso molecular M_n de 1'000 a 50'000 g/mol, en particular 2'000 a 30'000 g/mol.
- Como cauchos líquidos a base de poliuretano se prefieren aquellos que presentan un peso molecular M_n de 10'000 a 50'000 g/mol, en particular 15'000 a 30'000 g/mol.
- Se prefieren los cauchos líquidos preferiblemente en una cantidad de 20 a 60 % en peso, preferiblemente 35 a 55 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.
- Además puede ser ventajoso cuando la composición de acrilato presenta adicionalmente plastificantes líquidos. Preferiblemente estos plastificantes líquidos a temperaturas por encima de -40 °C son líquidos.
- Como plastificantes líquidos se prefieren aquellos que son libres de grupos funcionales seleccionados del grupo constituido por grupos hidroxilo, grupos carboxilo, grupos carboxilato,, grupos ácido sulfónico, grupos sulfonato y compuestos de amonio cuaternarios.
- Preferiblemente estos plastificantes líquidos están seleccionados de la lista constituida por polipropilen glicoles, preferiblemente con un peso molecular M_n de 300 10'000 g/mol, en particular 400 3'000 g/mol, y adipatos, en particular adipato de bis(2-etilhexilo, adipato de bis(8metilnonilo), adipato de bencil(2-etilhexilo) y adipato de diisopropilo. El adipato más preferido es adipato de bis(2-etilhexilo (DOA).
- Preferiblemente la proporción de estos plastificantes líquidos es de 10 40 % en peso, preferiblemente 20 30 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.
- La composición de acrilato presenta preferiblemente de manera adicional un agente de formación de radicales.
- El agente de formación de radicales es en particular un peróxido, un hidroperóxido o un peréster. El más preferido es el agente de formación de radicales peróxido de dibenzoilo.
- Normalmente la composición presenta además al menos un catalizador para la formación de radicales. Este catalizador es, en particular, una amina terciaria, una sal de metal de transición o un complejo de metal de transición. Por ejemplo tales aminas terciarias adecuadas son aminas aromáticas, en particular seleccionadas del grupo constituido por N,N-dimetilanilina, N,N-dietilanilina, N,N-bis(hidroxiálquil)anilina como N,N-bis(2-hidroxi-etil)anilina, N,N-álquilhidroxialquilanilina como N-etil-N-hidroxi-etilanilina, N,N-dimetil-p-toluidina, N,N-dietil-p-toluidina, N-metil-N-hidroxi-etil-p-toluidina, N,N-Bis(2-hidroxi-etil)-p-toluidina así como N,N-Bis-(hidroxi-etil)-p-toluidina alcoxilada, N-etoxilada p-toluidina, N,N-Bis(2-hidroxi-etil)-xilidina, N-álquilmorfolina y mezclas de estas. Sales de metales de transición y complejos de metales de transición son, por ejemplo, sales y complejos de cobalto, níquel, cobre, manganeso o vanadio.
- Otros catalizadores preferidos para la formación de radicales se describen, por ejemplo, en los párrafos [0041] a [0054] del documento US 2002/0007027 A1.
- El catalizador para la formación de radicales se utiliza habitualmente en una cantidad de 0,01 a 3 % en peso, en particular de 0,1 a 2 % en peso, con respecto a la composición.
- Como agente de formación de radicales pueden utilizarse, por ejemplo, también moléculas que bajo la influencia de calor o de radiación electromagnética forman radicales que llevan después a la polimerización de la composición. Normalmente estos son agentes de formación de radicales activables térmicamente y fotoiniciadores.
- Como agentes de formación de radicales activables térmicamente son adecuados aquellos que a temperatura ambiente todavía son suficientemente estables, pero que con un ligero aumento de la temperatura ya forman

radicales, por ejemplo azo-bis-isobutironitrilo (AIBN).

Se denomina fotoiniciadores a los agentes de formación de radicales, que bajo la influencia de radiación electromagnética forman radicales. En particular es adecuado un fotoiniciador, que en una radiación con una radiación electromagnética de la longitud de onda de 230 nm a 400 nm forma radicales y a temperatura ambiente es líquido. Por ejemplo, los fotoiniciadores de este tipo están seleccionados del grupo constituido por α -hidroxicetonas, fenilgloxilatos, monoacilfosfinas, diacilfosfinas, óxidos de fosfina y mezclas de estos.

Preferiblemente la proporción de agentes de formación de radicales es de 0,2 -3 % en peso, preferiblemente 0,5- 1,5 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.

Puede ser ventajoso cuando la composición de acrilato consta de los siguientes componentes:

- al menos un monómero de (met)acrilato **R**
- dado el caso al menos un reticulante **VN** de la Fórmula (I)
- dado el caso al menos un caucho líquido
- dado el caso adicionalmente plastificantes líquidos
- dado el caso al menos un agente de formación de radicales, preferiblemente con además al menos un catalizador para la formación de radicales
- dado el caso componentes adicionales, siendo la proporción de los componentes adicionales menos de 10 % en peso, preferiblemente menos de 5 % en peso, preferentemente menos de 2 % en peso, en particular preferiblemente menos de 1 % en peso, lo más preferido 0 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.
- Preferiblemente la composición de acrilato presenta adicionalmente menos de 10 % en peso, preferiblemente menos de 5 % en peso, preferentemente menos de 2 % en peso, en particular preferiblemente menos de 1 % en peso, lo más preferible menos de 0,5 % en peso de agua, con respecto al peso total de la composición de acrilato.

Preferiblemente la composición de acrilato es una composición que contiene:

- monómero de (met)acrilato **R** seleccionado del grupo constituido por metilmetacrilato, tetrahidrofurfuril(met)acrilato, ciclohexil(met)acrilato, isobornil(met)acrilato, trimetilciclohexil(met)acrilato y bencil(met)acrilato, preferiblemente bencil(met)acrilato, siendo la proporción de monómero de (met)acrilato **R** de 30 a 50 % en peso, en particular 35 a 40 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.
- Cauchos líquidos a base de poliuretano, en particular polímeros de poliuretano de terminación (met)acrilato, preferiblemente cauchos líquidos a base de poliuretano con un peso molecular Mn de 10'000 a 50'000 g/mol, en particular 10'000 a 20'000 g/mol, siendo la proporción de cauchos líquidos a base de poliuretano de 30 a 50 % en peso, en particular 35 a 40 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.
- Plastificantes líquidos, siendo la proporción de 15 a 40 % en peso, en particular 20 a 30 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.
- Agente de formación de radicales, preferiblemente con además al menos un catalizador para la formación de radicales
- presenta 0 a 5 % en peso, en particular 0 a 2 % en peso, preferiblemente 0 a 1 % en peso, lo más preferible de 0 a 0,5 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato, de agua.

Preferiblemente la composición de acrilato consta de estos componentes.

Preferiblemente la composición de acrilato es una composición que contiene:

- como monómero de (met)acrilato **R** 2-hidroxietilmetacrilato (HEMA), siendo la proporción de 2-hidroxietilmetacrilato de 80 a 99,5 % en peso, en particular 90 a 98 % en peso, preferiblemente 95 a 97 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.
- reticulantes **VN** de la Fórmula (I), en particular seleccionados del grupo constituido por 1,3 y 1,4-butanodiol di(met)acrilato, 1,6-hexanodiol di(met)acrilato, trimetilolpropantri(met)acrilato, trimetilolpropandi(met)acrilato, glicerol-1,3-dimetacrilato y dietilenglicol di(met)acrilato, los más preferibles seleccionados del grupo constituido por 1,3 y 1,4-butanodiol di(met)acrilato, 1,6-hexanodiol di(met)acrilato, siendo su proporción de reticulante VN de la Fórmula (I) 0,5 a 5 % en peso, en particular 1 a 4 % en peso, preferiblemente 2 a 3 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.
- agente de formación de radicales, preferiblemente con además al menos un catalizador para la formación de radicales
- presenta de 0 a 5 % en peso, en particular 0 a 2 % en peso, preferiblemente 0 a 1 % en peso, lo más preferible de 0 a 0,5 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato, de agua.

Preferiblemente la composición de acrilato consta de estos componentes.

Preferiblemente la composición de acrilato es una composición de dos componentes, en donde dos componentes

K1 y **K2** hasta la aplicación se guardan separados el uno del otro. Normalmente el primer componente **K1** contiene en particular los ingredientes de la composición de acrilato descrita, que presentan grupos polimerizables por radicales. El segundo componente **K2** contiene en particular los agentes de formación de radicales. Además en una composición de dos componentes también pueden guardarse por separado otros constituyentes, en particular aquellos que mediante reacción entre sí perjudicarían la estabilidad de almacenamiento de la composición.

En particular la composición de acrilato es una composición de dos componentes, comprendiendo el primer componente **K1** el monómero de (met)acrilato **R** y comprendiendo el segundo componente **K2** al menos un agente de formación de radicales.

Preferiblemente, en composiciones de dos componentes descritas los componentes **K1** presentan el monómero de (met)acrilato **R**, así como dado el caso otros constituyentes presentes como catalizadores para la formación de radicales y cargas, y el componente **K2** el agente de formación de radicales. La relación de volumen de **K1** respecto a **K2** durante la mezcla se sitúa en particular en el intervalo de 1:1 a 200:1.

Una composición de dos componentes de este tipo se guarda normalmente en un envase, que presenta dos cámaras separadas la una de la otra. El componente **K1**, a este respecto está presente en una de las cámaras y el componente **K2** está en la otra cámara del envase. Son envases adecuados, por ejemplo, cartuchos dobles, como cartuchos duales o coaxiales, o bolsas tubulares de varias cámaras con adaptador. Preferiblemente la mezcla de los dos componentes **K1** y **K2** se realiza con ayuda de un mezclador estático que puede colocarse sobre el envase con dos cámaras.

Tales envases adecuados se han descrito, por ejemplo, en los documentos US 2006/0155045 A1, WO 2007/096355 A1 y en el documento US 2003/0051610 A1, cuya divulgación en su totalidad se incluye en el presente documento mediante referencia.

En una instalación de escala industrial los dos componentes **K1** y **K2** normalmente se guardan por separado unos de otros en barriles o bidones y en la aplicación, por ejemplo se transportan por medio de bombas de rueda dentada y se mezclan. La composición puede aplicarse en este caso manualmente o en un proceso automatizado por medio de robots.

El desarrollo, en particular la velocidad, de las reacciones que se conducen al curado de la composición, puede ajustarse mediante la selección de los constituyentes utilizados. Normalmente el curado de la composición discurre de modo que la composición, a pesar de un tiempo de apertura prolongado ya en un estadio temprano obtiene una solidez inicial elevada. Por tanto también puede ser ventajoso emplear inhibidores de polimerización con el fin de ralentizar el curado.

En el presente procedimiento, en el espacio intermedio entre la pared interna de la cavidad y las paredes externas de los elementos constructivos de dovela se introduce material a granel. Preferiblemente el material a granel es material a granel no aglutinado, en particular fragmentos de roca, guijarros, grava o arena, en particular grava redonda.

Adicionalmente puede ser ventajoso cuando el material a granel consta hasta 20 70%, preferiblemente 30 60 % en peso, de arena, en particular arena gruesa.

Preferiblemente el material a granel se seca antes del procedimiento.

En el procedimiento es ventajoso cuando mediante la introducción de la composición de acrilato en el espacio intermedio el espacio intermedio se obtura con respecto al agua, en particular el espacio intermedio llenado con material a granel y composición de acrilato curada está obturado con respecto a una penetración de agua.

Puede ser ventajoso cuando en primer lugar se introduce el material a granel en el espacio intermedio y después se introduce la composición de acrilato en el espacio intermedio.

Además puede ser ventajoso cuando el material a granel y la composición de acrilato se mezclan en primer lugar y después se introducen conjuntamente en el espacio intermedio.

También puede ser también ventajoso cuando el material a granel y la composición de acrilato se introducen al mismo tiempo en el espacio intermedio.

Además puede ser ventajoso cuando la composición de acrilato curada junto con el material a granel presenta una tasa de hinchamiento de menos 2 a más 5 %, preferiblemente cero a más 2 %, preferiblemente cero a más 1 %, lo más preferible cero a más 0,5 %.

Adicionalmente puede ser ventajoso cuando el subsuelo, en particular en la zona de la pared interna de la cavidad, presenta anhidrita natural. Preferiblemente partes de la pared interna de la cavidad constan de anhidrita natural. Por

el término "anhidrita natural" se entiende en el presente documento en particular roca con > 90%, preferiblemente >95%, preferiblemente aproximadamente 98 % de sulfato de calcio (anhidrita). La transformación de anhidrita en yeso va asociada con un aumento considerable de volumen.

5 Además puede ser ventajoso cuando la composición de acrilato durante su curado introducida en el espacio intermedio (en presencia del material a granel) alcanza una temperatura máxima de $\leq 100^{\circ}\text{C}$, preferiblemente $\leq 90^{\circ}\text{C}$, especialmente preferiblemente $\leq 80^{\circ}\text{C}$, lo más preferible $\leq 70^{\circ}\text{C}$. Preferiblemente esta temperatura máxima se mide añadiendo a la composición de acrilato hasta 170 g material a granel en un vaso de plástico cilíndrico (diámetro 50 mm, altura 70 mm) hasta que el material a granel está cubierto por completo con composición de acrilato y
10 midiendo a continuación el desarrollo de temperatura en el centro de la mezcla hasta el final de la reacción de curado de la composición de acrilato.

Preferiblemente la relación de mezcla de material a granel respecto a composición de acrilato es tal que los espacios vacíos entre las partículas del material a granel se hayan llenado completamente con la composición de acrilato.
15 Adicionalmente es ventajoso cuando la composición de acrilato se introduce en el espacio intermedio en una cantidad que esta (junto con el material a granel) en el estado curado sea capaz de obturar el espacio intermedio contra la penetración de agua.

Adicionalmente puede ser ventajoso cuando el tiempo de gelificación de la composición de acrilato es de más de 15
20 min, preferiblemente 15-120 min, preferiblemente 30-120 min. Por "tiempo de gelificación" se entiende en este caso el periodo desde la mezcla de los componentes hasta detectar visualmente estructuras de tipo gel en la composición.

En un segundo aspecto la presente invención se refiere a una construcción de túnel, obtenida a partir de un
25 procedimiento descrito anteriormente.

Además la presente invención comprende un uso de una composición de acrilato, como se ha descrito con anterioridad, para la introducción en espacios intermedios y la obturación de estos en una construcción de túnel, en donde la construcción de túnel se ha fabricado en tipo de construcción de dovela, en donde se han ensamblado
30 elementos constructivos de dovela en una perforación de cavidad generada por una máquina a través de un subsuelo, para formar un revestimiento cerrado, y la composición de acrilato en el espacio intermedio mencionado se introduce entre la pared interna de la cavidad y las paredes externas de los elementos constructivos de dovela junto con material a granel.

35 Se prefiere adicionalmente un uso en el que la composición de acrilato se introduce, en particular a presión, en particular se inyecta.

Especialmente preferible es un uso de este tipo, cuando el subsuelo, en particular en la zona de la pared interna de la cavidad, presenta anhidrita natural.
40

Tal como se ha descrito anteriormente, en un uso de este tipo la composición de acrilato puede introducirse antes, junto con o después de la introducción del material a granel en el espacio intermedio. Preferiblemente se introduce primero el material a granel y después la composición de acrilato.

45 Ejemplos

A continuación se exponen ejemplos de realización que van a explicar con más detalle la invención descrita. Naturalmente la invención no está limitada a estos ejemplos de realización descrito.

50 Sustancias empleadas:

Bencilmetacrilato	Visiomer BNMA, Evonik Industries AG, Deutschland
HEMA	Hidroxietilmetacrilato, Visiomer HEMA 98, Evonik Industries AG
Glicerol-1,3-dimetacrilato	Visiomer GDMA, Evonik Industries AG
Bisomer	para-toluidina etoxilato, Bisomer PTE, GEO Specialty Chemicals
PPG 400	polipropilenglicol con M_n de 400 g/mol, Voranol P 400 polioli, DOW Europe GmbH
PPG 2000	polipropilenglicol con M_n de 2'000 g/mol, Voranol P 2000 polioli, DOW Europe GmbH
DOA	Adipato de dioctilo, Plastomoll DOA, BASF SE, Alemania
DBPO	Peróxido de dibenzoilo, Peroxan BP Paste 50 PF, Pergan GmbH

Descripción de los métodos de ensayo

La **viscosidad** ("visc") se ha determinado a 23°C con un viscosímetro Phisica MCR101 según la norma ISO 3219
55 con un sistema de medición de cilindros coaxiales en un ángulo de conicidad de 120° .

En la medición del **tiempo de gelificación** ("tiempo de gelificación") se mezclaron todas las materias primas

- necesarias a excepción del peróxido de dibenzoilo de manera homogénea a 23°C, de modo que se produce una solución clara. A continuación se añadió el peróxido de dibenzoilo y en caso necesario con ayuda de un mezclador de alta velocidad (marca: Hausschild Engineering, tipo: DAC 150 FVZ, duración de la mezcla: 60 s a 1500 rpm) des distribuye o se disuelve de manera homogénea en la solución. En este caso al mismo tiempo se inicia la medición del tiempo de gelificación por medio de un cronómetro. Inmediatamente después de la preparación de la composición de acrilato se añadieron 45 g en un vaso de plástico cilíndrico (diámetro 50 mm, altura 70 mm) y la reacción de curado se siguió visualmente. Tan pronto como en la solución de muestra se detecten estructuras de tipo gel se ha alcanzado el tiempo de gelificación.
- 10 En la medición de la **exotermia sin adición de grava** ("Exo (s.g.)") (calor de reacción) las composiciones de acrilato se prepararon tal como se expone en la tabla 1 y al mismo tiempo se inició el cronometraje. Se trasladaron 45 g de la solución a continuación a un vaso de plástico cilíndrico (diámetro 50 mm, altura 70 mm) y se colocó una sonda de temperatura en centro en la solución de reacción (y en el centro de la altura de la solución de reacción). Al alcanzar el máximo de temperatura (T max) se leyó el tiempo en el cronómetro.
- 15 En la medición de la **exotermia con adición de grava** ("Exo (c.g.)") (calor de reacción) las composiciones de acrilato se prepararon como se expone en la tabla 1 y al mismo tiempo se inició el cronometraje. 45 g de la solución se trasladaron a continuación a un vaso de plástico cilíndrico (diámetro 50 mm, altura 70 mm) y se añadieron aproximadamente 170 g de una mezcla de grava (1 parte de grava 1-4 mm más 1 parte de grava 4-8 mm) a la solución, por lo que superficie de grava y la superficie de la composición de acrilato alcanzan el mismo nivel. A continuación se colocó una sonda de temperatura en centro en la composición de acrilato cargada de grava (y en el centro de la altura de la mezcla). Al alcanzar el máximo de temperatura (T max) se leyó adicionalmente el tiempo en el cronómetro.
- 20 La medición de la **resistencia a la compresión sin grava** ("Resistencia (s.g.)") se llevó a cabo apoyándose en la norma ASTM D 695. Dimensión de la probeta, 12,7 mm x 12,7 mm x 25,4 mm (1/2 pulgada x 1/2 pulgada x 1 pulgada). Tiempo de curado antes del ensayo 24 h.
- 25 La **resistencia a la compresión con grava** ("Resistencia (c.g.)") se llevó a cabo apoyándose en ASTM D 695. El molde de probeta se llenó previamente con grava del tamaño de grano 1,5 2,2 mm (aproximadamente 6 gr). A continuación en el molde llenado previamente de este modo se añadió la composición de acrilato (aproximadamente 2,3 g). Dimensión de la probeta, 12,7 mm x 12,7 mm x 25,4 mm (1/2 pulgada x 1/2 pulgada x 1 pulgada). tiempo de curado antes del ensayo 24 h.
- 30 Para el **hinchamiento en agua** ("hinchamiento") las probetas producidas tal como se ha descrito anteriormente se introdujeron a 23°C en agua desmineralizada, de modo que es posible un hinchamiento libre en el medio de prueba. La variación de peso de la probeta almacenada se determinó por gravimetría después de 1d y 7 de almacenamiento en agua. Dimensión de la probeta, 12,7 mm x 12,7 mm x 25,4 mm (1/2 pulgada x 1/2 pulgada x 1 pulgada). tiempo de curado antes del almacenamiento en agua 24 h.
- 35 Preparación del caucho líquido empleado basado en poliuretano con terminación de vinilo "caucho líquido PU"
- 40 En un matraz de tres bocas (con agitador, termómetro y embudo de goteo con compensación de presión) se presentaron bajo nitrógeno 87,4 g de polioliol Acclaim 4200 N (Bayer material Science) y se mezclaron con 8,4 g de diisocianato de isoforona. Después de añadir 0,005 g de dilaurato de dibutilestano (Azelis) la carga se calentó a 70°C y agito hasta la constancia del valor isocianato. A continuación se añadió una solución de 0,077 g de 4-hidroxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidinoxil (4-hidroxi-TEMPO, Evonik Industries AG) en 4 118 g de hidroxietilmetacrilato (Evonik Industries AG, Visiomer HEMA) y se agitó hasta una nueva constancia del valor isocianato. Tras el enfriamiento a 23°C se obtuvo un líquido ligeramente amarillento con una viscosidad de aproximadamente 42000 mPas, una densidad de aproximadamente 1,04 g/cm³ y un peso molecular de aproximadamente Mn = 18'000 g/mol.
- 45
- 50

Tabla 1, los componentes están indicados en partes en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.

	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5	Ex. 6	Ex. 7	Ex. 8	Ex. 9	Ex. 10	Ex. 11	Ex. 12
Componente K1												
Bencilmetacrilato	96,5		49,5			37	37	37	89	39,5	99	71,5
HEMA		9,5		49,5								
Glicerol-1,3-dimetacrilato	2,5	2,5							10	10		2,5
caucho líquido PU			49,5	49,5	99	37	37	37		49,5		
Bisomer	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
PPG 400						25						
PPG 2000							25					
DOA								25				25

ES 2 746 291 T3

	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5	Ex. 6	Ex. 7	Ex. 8	Ex. 9	Ex. 10	Ex. 11	Ex. 12
componente K2												
DBPO	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

5 Tabla 2, valores de medición, ng = ninguna gelificación, nm = no mensurable, nd = no determinado, * = no puede someterse a ensayos no destructivos en una expansión por presión hasta 60 %, resistencia a la compresión en una expansión por presión de 50 % de 37,2 MPa, ** = no puede someterse a ensayos no destructivos en una expansión por presión hasta 60 %, resistencia a la compresión en una expansión por presión de 50 % de 1,3 MPa.

	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5	Ex. 6	Ex. 7	Ex. 8	Ex. 9	Ex. 10	Ex. 11	Ex. 12
Visc [mPa s]	5	6	276	514	42'000	198	281	139	3	385	4	3
tiempo de gelificación [min]	12	33	22	40	nm	18	19	23	9	22	ng	15
ExoT max (s.g.) [°C]	128	86	96	99	nm	79	77	76	154	103	97	115
t a Exo T max(s.g.) [min]	16	39	31	47	nm	24	28	32	12	25	21	20
Exo T max (c.g.) [°C]	87	76	55	58	nm	42	45	43	93	58	71	64
t a T max (c.g.) [min]	21	49	39	60	nm	31	33	39	15	30	31	28
Resistencia. (s.g.) [MPa]	nd	nd	1,0	3,1	nm	0,6	0,6	0,6	34,2	*	39,8	**
Resistencia. (c.g.) [MPa]	39,6	12,7	3,0	8,8	nm	0,8	1,0	0,8	45,8	10,2	34,2	2,2
hinchamiento 1d [%]	0	4,4	0	2,2	nm	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
hinchamiento 7d [%]	0	4,4	0	8,9	nm	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

10 De los ensayos puede verse que la adición de reticulantes repercute positivamente en las resistencias de compresión, aunque puede llevar a un aumento de la exotermia de reacción (por ejemplo Ex.1 versus Ex. 11). Mediante la adición adicional de plastificantes líquidos puede reducirse el aumento de la exotermia de reacción (por ejemplo Ex.3 frente a Ex. 10).

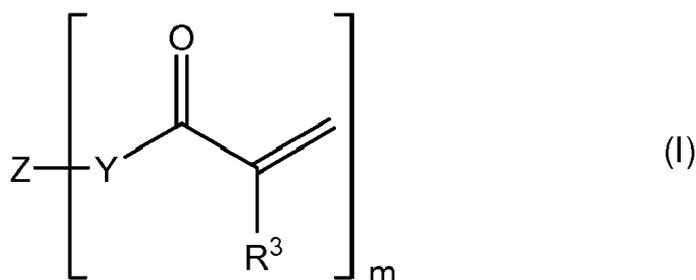
REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para crear una construcción de túnel, en particular de un túnel para el tráfico, en tipo de construcción de dovela, en el que elementos constructivos de dovela se ensamblan en una perforación de cavidad generada por una máquina a través de un subsuelo, para formar un revestimiento cerrado, y se introduce material a granel en el espacio intermedio entre la pared interna de la cavidad y las paredes externas de los elementos constructivos de dovela, en particular el espacio intermedio se llena con material a granel, **caracterizado por que** adicionalmente a la introducción de material a granel en el espacio intermedio se introduce una composición de acrilato, en particular a presión, en particular se inyecta, para llenar el espacio intermedio, presentando la composición de acrilato menos de 10 % en peso de agua, con respecto al peso total de la composición de acrilato, y la composición de acrilato es una composición de acrilato que puede curarse por radicales, que presenta al menos un monómero de (met)acrilato R.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la composición de acrilato presenta menos de 5 % en peso, preferentemente menos de 2 % en peso, preferiblemente menos de 1 % en peso de agua, con respecto al peso total de la composición de acrilato.

3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la proporción de monómero de (met)acrilato R es de 99 a 20 % en peso, en particular 97 a 30 % en peso, preferiblemente 90 a 35 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.

4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la composición de acrilato adicionalmente presenta al menos un reticulante VN de la Fórmula (I)



el resto R3 representa en este caso un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, el índice m representa un valor de 2 a 5, Z representa un poliol después de la eliminación de m grupos hidroxilo e Y representa O, o NR', en donde R' representa un resto hidrocarburo o un átomo de hidrógeno.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** el reticulante VN de la Fórmula (I) está seleccionado del grupo constituido por di(met)acrilato de 1,3 y 1,4-butanodiol, di(met)acrilato de 1,6-hexanodiol glicerol-1,3- dimetacrilato y di(met)acrilato de dietilenglicol.

6. procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, **caracterizado por que** la proporción de reticulante VN de la Fórmula (I) es de 0,5 a 20 % en peso, en particular 1 a 15 % en peso, preferiblemente 2 a 12 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.

7. procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la composición de acrilato presenta adicionalmente al menos un caucho líquido, preferiblemente están seleccionados del grupo constituido por

- cauchos líquidos a base de copolímero de butadieno-acrilonitrilo,
- productos de terminación (met)acrilato, obtenidos por esterificación directa o por transesterificación, a base de polioles o poliaminas y
- cauchos líquidos a base de poliuretano.

8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** los cauchos líquidos se utilizan en una cantidad de 20 a 60 % en peso, preferiblemente 35 a 55 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.

9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la composición de acrilato presenta plastificantes líquidos, preferiblemente seleccionados de la lista constituida por polipropileno glicoles, preferiblemente con un peso molecular M_n de 300 - 10'000 g/mol, y adipatos, en particular adipato de bis(2-etilhexilo), adipato de bis(8-metilnonilo), adipato de bencil(2-etilhexilo) y adipato de diisopropilo.

10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** la proporción de los plastificantes líquidos es de 10 - 40 % en peso, preferiblemente 20 - 30 % en peso, con respecto al peso total de la composición de acrilato.
- 5 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la composición de acrilato presenta al menos un agente de formación de radicales, preferiblemente con además al menos un catalizador para la formación de radicales.
- 10 12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el material a granel material es a granel no aglutinado, en particular fragmentos de roca, guijarros, grava o arena, en particular grava redonda.
- 15 13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el subsuelo, en particular en la zona de la pared interna de la cavidad, presenta anhídrita natural.
- 20 14. Construcción de túnel, obtenida a partir de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.
- 25 15. Uso de una composición de acrilato tal como se describe como composición de acrilato en una de las reivindicaciones 1 - 13, para la introducción en espacios intermedios y la obturación de estos en una construcción de túnel, en donde la construcción de túnel se ha fabricado en tipo de construcción de dovela, en donde elementos constructivos de dovela se han ensamblado en una perforación de cavidad generada por una máquina a través de un subsuelo para formar un revestimiento cerrado, y la composición de acrilato se introduce en el espacio intermedio mencionado entre la pared interna de la cavidad y las paredes externas de los elementos constructivos de dovela junto con material a granel.