

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 823 698**

51 Int. Cl.:

F16L 33/28 (2006.01)

F16L 55/165 (2006.01)

F16L 55/179 (2006.01)

B29C 70/00 (2006.01)

B29C 65/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.01.2018 PCT/NL2018/050051**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.08.2018 WO18139923**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2018 E 18702573 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2020 EP 3574246**

54 Título: **Elemento de ajuste para su uso en la rehabilitación de tuberías y método para producir el mismo**

30 Prioridad:

24.01.2017 NL 2018224

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.05.2021

73 Titular/es:

**MOCS BEHEER B.V. (100.0%)
Kruisplein 25 A
3014 DB Rotterdam, NL**

72 Inventor/es:

**BERGMAN, ANANDE;
MADLENER, PETER;
RIEDIJK, WOUTER ALBERT ARIE y
BAGGEN, DEAN**

74 Agente/Representante:

VIDAL GONZÁLEZ, Maria Ester

ES 2 823 698 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

Elemento de ajuste para su uso en la rehabilitación de tuberías y método para producir el mismo

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un elemento de ajuste para su uso en la rehabilitación de tuberías con un revestimiento. La invención se refiere además a un método para fabricar el elemento de ajuste. En otro aspecto, la invención se refiere a un método para la rehabilitación de una tubería con un revestimiento tubular de fibras de refuerzo y una composición de resina curable, y a un conjunto unido del elemento de conexión y un revestimiento para rehabilitar una tubería.

Antecedentes de la invención

15 El recubrimiento interno in situ de tuberías con un revestimiento que comprende fibras de refuerzo y una composición de resina curable se utiliza cada vez más en la rehabilitación de tuberías dañadas. Un método típico implica proporcionar un tubo compuesto impregnado de resina hecho de poliéster, tela de fibra de vidrio o una serie de otros materiales adecuados para la impregnación de resina, invertir el tubo y/o introducirlo en la tubería dañada. El revestimiento se puede invertir, por ejemplo, usando agua o aire a presión. Posteriormente se puede usar agua caliente, luz UV, curado al ambiente o vapor, por ejemplo, como medio para curar la resina y solidificar el revestimiento con la expectativa de formar una tubería de reemplazo relativamente ajustada, preferentemente sin juntas y resistente a la corrosión, también conocido como una CIPP (tubería curada en el lugar).

20 Los revestimientos de CIPP pueden instalarse dentro de una tubería dañada desde un punto de acceso aguas arriba, por ejemplo, proporcionado por un pozo de registro u otra excavación. En dicho punto de acceso, el revestimiento necesita conectarse a otro revestimiento, a una tubería existente (segmento), a una válvula o a una bomba, por ejemplo.

30 Para conectar un revestimiento con otro revestimiento de otra tubería (segmento), el revestimiento necesita proporcionarse con un elemento de ajuste. Esto se hace típicamente soldando bridas de acero a un extremo libre de la tubería dañada y conectando el revestimiento con dicha brida de acero. Sin embargo, este procedimiento consume mucho tiempo y requiere que se ejecute por un trabajador experto para garantizar una conexión confiable entre el revestimiento, la brida y la tubería.

35 El documento WO 2016/133393 A1 describe un elemento de ajuste para su uso en la rehabilitación de tuberías con un revestimiento. Una primera parte del elemento de ajuste comprende fibras de refuerzo y una composición de resina sustancialmente curada por completo, mientras que una segunda parte del elemento de ajuste comprende fibras de refuerzo y una composición de resina parcialmente curada o de etapa B. La segunda parte se usa como una superficie unible pero no puede aceptar ninguna composición de resina curable que se origine desde una fuente externa al elemento de ajuste. Además, la primera y la segunda parte no están conectadas de forma estructural en una dirección del grosor del elemento de ajuste a través de las fibras de refuerzo que se extienden en dicha dirección del grosor. Por tanto, el elemento de ajuste es propenso a la delaminación.

45 El documento US 2014/0119813 A1 enseña un método para exponer parte de las fibras de refuerzo en un laminado preimpregnado. En el método, se usa un gel para desplazar la resina en la parte a exponer. Después del curado, el gel se retira dejando una parte con fibras expuestas. La parte expuesta se usa como una superficie unible mediante el contacto de las partes expuestas de dos laminados e introduciendo un adhesivo entre dichas partes. La resistencia de la unión que se produce, por lo tanto, se limita por la resistencia del adhesivo. El método conocido requiere además el uso de un gel que necesita retirarse más tarde. Por lo tanto, las fibras expuestas no son fibras "secas" vírgenes tal como se producen, sino que pueden comprender partículas de gel remanentes y/o resina preimpregnada. Los recubrimientos superficiales de las fibras de refuerzo, tales como aprestos y aglutinantes, también pueden verse afectados por la presencia del gel, lo que puede reducir la resistencia de la unión.

55 Sería conveniente proporcionar una manera más eficiente y confiable de conectar un revestimiento a otro revestimiento o a un elemento de ajuste durante un proceso de rehabilitación de tubería de manera instantánea y a largo plazo durante la vida útil de la tubería rehabilitada, de manera que la conexión mitigue o incluso evite las desventajas de los métodos de la técnica anterior.

Resumen de la invención

60 En un primer aspecto de la invención, se proporciona un elemento de ajuste para un revestimiento de acuerdo con la reivindicación 1. El elemento de ajuste comprende un artículo compuesto de fibras de refuerzo y una composición de resina, en donde una primera parte del elemento de ajuste comprende fibras de refuerzo y una composición de resina sustancialmente curada por completo, en donde una segunda parte del elemento de ajuste comprende fibras de refuerzo secas que pueden aceptar una composición de resina curable que opcionalmente se origina en el revestimiento para formar una unión funcional entre el elemento de ajuste y al menos una parte del revestimiento, y

en donde una capa de interfaz del elemento de ajuste conecta de forma estructural la primera y la segunda parte al comprender fibras de refuerzo de la segunda parte y resina de la primera parte.

5 El elemento de ajuste inventado puede curarse en el lugar (in situ) y puede generar una unión con el revestimiento impregnado cuando se cura este último. Ciertamente, el elemento de ajuste tiene al menos dos partes: una primera parte sólida (curada) que proporciona la forma al elemento de ajuste y una segunda parte, por ejemplo, que se proporciona en una superficie interior del elemento de ajuste, que facilita la unión estructural con el revestimiento. Después de curar el recubrimiento, preferentemente in situ, junto con el elemento de ajuste, se obtiene una unión fuerte entre ambos. Esto da como resultado un revestimiento que se proporciona con un elemento de ajuste integrado. De esta forma se consigue una buena adherencia entre el elemento de ajuste y el revestimiento. Esto es importante, ya que los revestimientos que se utilizan típicamente en la rehabilitación de tuberías tienden a encogerse después del curado, y esto puede resultar en una delaminación entre los componentes (tubería, elemento de ajuste, revestimiento).

15 El elemento de ajuste inventado proporciona una segunda parte en la que las fibras de refuerzo son secas. Las propiedades de las fibras de refuerzo son preferentemente "tal como se producen", incluyendo cualquier ayuda de procesamiento y adhesión que proporcione el fabricante de la fibra sobre las fibras.

20 Un segundo aspecto de la invención proporciona un método para la rehabilitación de una tubería con un revestimiento tubular de fibras de refuerzo y una composición de resina curable, el método que comprende proporcionar un elemento de ajuste de acuerdo con la invención en alineación coaxial con un extremo de la tubería, proporcionar una parte del revestimiento bajo presión contra al menos la segunda parte del elemento de ajuste, y curar la composición de resina curable del revestimiento de manera que la composición de resina curable del revestimiento sea aceptada por las fibras de refuerzo secas de la segunda parte para formar una unión funcional entre el elemento de ajuste y la parte de revestimiento, y/o una composición de resina curable se aplique a la segunda parte y se cure de forma conjunta para formar la unión funcional.

30 En un tercer aspecto de la invención, se proporciona un conjunto unido del elemento de ajuste y un revestimiento para rehabilitar una tubería, en donde una segunda parte del elemento de ajuste y una parte del borde del revestimiento se superponen en un área unible y son sustancialmente curadas por completo para formar una unión funcional.

35 Aunque sin limitación de forma, los ejemplos adecuados del elemento de ajuste inventado comprenden un acoplamiento, una brida, un codo, una sección en T y similares. Una realización de la invención proporciona un elemento de ajuste que comprende una brida para acoplar a otro componente del sistema de tuberías.

Una realización de la invención proporciona un elemento de ajuste, en donde las fibras de refuerzo de la primera parte se diferencian de las fibras de refuerzo de la segunda parte en el material que se usa y/o en su forma material.

40 Los artículos compuestos termoendurecibles se adhieren típicamente a otros artículos mediante unión adhesiva o mediante uniones mecánicas tales como pernos, ambos con desventajas. La unión adhesiva es costosa, a veces peligrosa para el medio ambiente y la calidad de la unión lograda es generalmente sensible a las variaciones en los parámetros del proceso. Ciertamente, la calidad de una unión adhesiva depende de las propiedades de la superficie y de la mano de obra, lo que la convierte en una forma poco fiable de unir artículos compuestos, tales como un revestimiento y un elemento de ajuste. Se agrega material adicional y los tratamientos de superficie generalmente requieren mucho tiempo y dependen de las circunstancias. El atornillado, por otro lado, produce agujeros en los artículos a conectar, lo que da lugar a concentraciones de tensión y posiblemente fallas prematuras. El elemento de ajuste de acuerdo con la presente invención es fácilmente transportable y sin embargo, proporciona una superficie unible que se puede unir a (una superficie unible de) un revestimiento in situ para producir un conjunto unido funcionalmente.

55 Una unión funcional entre el elemento de ajuste y el revestimiento significa representar una unión que permite que el conjunto del elemento y el revestimiento sea útil para al menos una de las funciones principales para las que se diseña o se utiliza el conjunto. Dos uniones funcionales típicas son las uniones estructurales y la unión de sellado que proporcionan hermeticidad a líquidos o gases.

60 Una unión estructural entre el elemento de ajuste y el revestimiento significa representar una unión que contribuye a la capacidad de carga del conjunto unido y es capaz de transferir cargas funcionales entre el elemento de ajuste y el revestimiento. Las cargas funcionales pueden ser, pero sin limitarse a, cargas de diseño, cargas primarias y otras cargas esperadas que necesitan transferirse para garantizar la integridad estructural del conjunto.

65 De acuerdo con otra realización de la invención, se proporciona un elemento de ajuste en donde la forma material de las fibras de refuerzo de la segunda parte comprende una superficie y esas fibras se extienden en una dirección que está fuera de esta superficie. Las formas materiales planas de fibras de refuerzo que definen dicha superficie incluyen, pero sin limitarse a, telas unidireccionales orientadas en paralelo, telas tejidas que tienen dos o más direcciones de fibras, mantas y/o fieltros de fibras orientadas aleatoriamente, siendo estos últimos los preferidos.

- 5 La capa de interfaz en el elemento de ajuste de acuerdo con la invención se puede proporcionar de cualquier forma concebible, lo que depende al menos en parte del método de fabricación del elemento de ajuste, que se explicará más adelante. Una realización del elemento de ajuste inventado se caracteriza porque la capa de interfaz comprende fibras de refuerzo de la primera parte. En otra realización, la capa de interfaz comprende fibras de refuerzo de la segunda parte. Aun otra realización útil se refiere a un elemento de ajuste en donde la capa de interfaz comprende un adhesivo. En esta realización, la segunda parte se puede unir a la primera parte mediante el adhesivo.
- 10 La invención proporciona un elemento de ajuste en donde la capa de interfaz comprende fibras de refuerzo de la segunda parte y una composición de resina que se origina en la primera parte. Tal elemento de ajuste tiene una resistencia de interfaz particularmente fuerte y duradera. Puede añadirse un adhesivo como alternativa a la resina de la primera parte, o puede añadirse además a la resina de la primera parte.
- 15 En otra realización de la invención, se proporciona un elemento de ajuste que comprende una tercera parte, la tercera parte que comprende una composición de resina termoendurecible parcialmente curada de manera que comprende restos reactivos. La composición de resina termoendurecible de la primera parte del elemento de ajuste está sustancialmente curada por completo, lo que proporciona al elemento de ajuste una primera parte sólida que tiene las propiedades mecánicas deseadas y fácilmente se manipula, transporta y similares. El elemento de ajuste, al proporcionar una tercera parte unible del mismo, puede unirse a otros artículos, tal como un revestimiento, siempre que se necesite. Dado que la composición de resina termoendurecible de la tercera parte se cura solo de forma parcial y por lo tanto comprende restos reactivos, puede unirse a otra parte o al revestimiento para producir una unión funcional entre los restos reactivos correspondientes. Tal unión puede ser más fuerte que la proporcionada por una unión secundaria, tal como la unión entre un artículo compuesto termoendurecible curado y una capa adhesiva que se aplica a su superficie.
- 20 De acuerdo con la invención, la primera composición de resina termoendurecible está sustancialmente curada por completo. Se puede obtener una primera composición de resina termoendurecible sustancialmente curada por completo de acuerdo con un ciclo de curado recomendado por el proveedor de la primera composición de resina termoendurecible, o de acuerdo con un ciclo de curado que produzca un resultado similar. Puede aplicarse un curado posterior.
- 30 Con la expresión "sustancial" o "sustancialmente" se entiende en el contexto de la presente solicitud, al menos 70 % de la propiedad indicada, con mayor preferencia al menos 80 %, incluso con mayor preferencia al menos 90 % y con mayor preferencia al menos 95 % de la propiedad indicada.
- 35 De acuerdo con una realización de la invención, la composición de resina termoendurecible de la tercera parte se cura parcialmente de manera que todavía comprende restos reactivos. Un curado parcial se define como cualquier grado de curado que difiera de cero y de un estado de curado completo. El grado de curado de la composición de resina termoendurecible puede establecerse de acuerdo con prácticas estándar bien conocidas. Una técnica adecuada y ampliamente utilizada mide (cambios en) la entalpía usando Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC). El grado o extensión de curado se define como el cambio de entalpía que ha ocurrido, comparado con el cambio total de entalpía de una reacción completa (un curado sustancialmente completo o un grado de curado al 100 %). El cambio total de entalpía involucrado en completar una reacción de curado se determina mediante el uso una rampa de temperatura lenta desde una temperatura baja hasta una temperatura cercana al comienzo de la degradación térmica. Definir el grado de curado de la composición de resina termoendurecible de la tercera parte implicaría tomar una muestra de dicha resina de la segunda parte y determinar el cambio residual en la entalpía usando una rampa de temperatura lenta desde una temperatura baja a una temperatura cercana al comienzo de la degradación térmica de la resina termoendurecible. El grado de curado se define entonces por la relación entre el cambio de entalpía total menos el cambio de entalpía residual y el cambio de entalpía total de la resina. Aunque la DSC es la técnica de elección para determinar el grado de curado y, por lo tanto, un estado de curado parcial de la composición de resina termoendurecible, también se pueden usar otras técnicas, tal como el Análisis Mecánico Dinámico (DMA), por ejemplo.
- 40 De acuerdo con una realización de la invención, la composición de resina termoendurecible de la tercera parte se cura parcialmente de manera que todavía comprende restos reactivos. Un curado parcial se define como cualquier grado de curado que difiera de cero y de un estado de curado completo. El grado de curado de la composición de resina termoendurecible puede establecerse de acuerdo con prácticas estándar bien conocidas. Una técnica adecuada y ampliamente utilizada mide (cambios en) la entalpía usando Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC). El grado o extensión de curado se define como el cambio de entalpía que ha ocurrido, comparado con el cambio total de entalpía de una reacción completa (un curado sustancialmente completo o un grado de curado al 100 %). El cambio total de entalpía involucrado en completar una reacción de curado se determina mediante el uso una rampa de temperatura lenta desde una temperatura baja hasta una temperatura cercana al comienzo de la degradación térmica. Definir el grado de curado de la composición de resina termoendurecible de la tercera parte implicaría tomar una muestra de dicha resina de la segunda parte y determinar el cambio residual en la entalpía usando una rampa de temperatura lenta desde una temperatura baja a una temperatura cercana al comienzo de la degradación térmica de la resina termoendurecible. El grado de curado se define entonces por la relación entre el cambio de entalpía total menos el cambio de entalpía residual y el cambio de entalpía total de la resina. Aunque la DSC es la técnica de elección para determinar el grado de curado y, por lo tanto, un estado de curado parcial de la composición de resina termoendurecible, también se pueden usar otras técnicas, tal como el Análisis Mecánico Dinámico (DMA), por ejemplo.
- 45 Una realización de la invención proporciona un elemento de ajuste en donde la composición de resina termoendurecible de la tercera parte está en una etapa B. La expresión "etapa B" como se emplea en la presente descripción, designa que se ha producido un curado parcial (reticulación parcial) de la composición de resina termoendurecible. La "etapa B" de una composición de resina termoendurecible es bien conocida por los expertos en la técnica y se define por una etapa intermedia en la reacción de ciertas resinas termoendurecibles en las que el material se ablanda cuando se calienta y se hincha cuando entra en contacto con ciertos líquidos, pero puede que no se fusione o disuelva por completo. En la etapa B, una resina termoendurecible puede proporcionar una superficie pegajosa, pero esto no es esencial. Las terceras partes del elemento de ajuste inventado se pueden unir y calentar para curar más la composición de resina termoendurecible en las terceras partes y crear una unión primaria entre dicha tercera parte y otra parte, tal como una primera y/o una segunda parte.
- 50 La presente realización del elemento de ajuste de acuerdo con la invención comprende una primera parte
- 55
- 60
- 65

sustancialmente curada por completo y una tercera parte que comprende una resina termoendurecible parcialmente curada. Al producir tal realización, se debe tener cuidado de evitar el curado prematuro de la composición de resina termoendurecible de la tercera parte mientras se cura la primera composición de resina termoendurecible. Una forma de lograr este objetivo se proporciona por una realización del elemento de ajuste en donde la composición de resina termoendurecible de la tercera parte tiene una temperatura de curado, y en donde la reactividad de la composición de resina termoendurecible de la primera parte es mayor que la reactividad de la composición de resina termoendurecible de la tercera parte a una temperatura inferior a la temperatura de curado de la composición de resina termoendurecible de la tercera parte.

La tercera parte de la realización ofrece una superficie unible por un cierto período de tiempo. El marco de tiempo que ofrece una superficie unible depende de varios parámetros, que incluye la temperatura a la que se almacena el elemento de ajuste. Para retrasar el curado de la composición de resina termoendurecible de la tercera parte, el elemento de ajuste puede que tenga que almacenarse a temperaturas inferiores a la temperatura a la que se inicia la reacción de curado. Tal temperatura de almacenamiento puede ser inferior a 0 °C.

En una realización útil del elemento de ajuste, la composición de resina termoendurecible de la tercera parte es estable a una temperatura de -10 °C. En tal realización, la resina no curará sustancialmente (cambiará su grado de curado) a una temperatura de -10 °C por al menos un día, con mayor preferencia por al menos una semana, incluso con mayor preferencia por al menos un mes, incluso con mayor preferencia por al menos tres meses, y con mayor preferencia por al menos seis meses.

En otras realizaciones útiles, la composición de resina termoendurecible de la tercera parte es estable a una temperatura de -5 °C, con mayor preferencia a una temperatura de 0 °C, incluso con mayor preferencia a una temperatura de 5 °C, incluso con mayor preferencia a una temperatura de 10 °C, incluso con mayor preferencia a una temperatura de 15 °C, y con mayor preferencia a temperatura ambiente. Por temperatura ambiente se entiende una temperatura entre 15 y 40 °C.

En una realización del elemento de ajuste de la invención, las composiciones de resina termoendurecible de la primera y tercera parte tienen un grado de curado diferente. Tal diferencia puede crearse mediante primera y tercera composiciones de resina que comprenden los mismos componentes (monómeros y endurecedores, por ejemplo) pero que se han curado en diferentes grados. En otra realización de la invención, se proporciona un elemento de ajuste en donde la composición de monómeros de la primera composición de resina termoendurecible difiere de la composición de monómeros de la tercera composición de resina termoendurecible. Los diferentes componentes de ambas composiciones de resina permiten un ajuste sencillo de la reactividad y el grado de curado en el artículo. Tales realizaciones pueden proporcionar un elemento de ajuste en donde la reactividad y/o composición de monómeros de la primera parte difieran de la reactividad y/o composición de monómeros de la tercera parte.

Una realización útil proporciona un elemento de ajuste en donde la tercera parte comprende la capa de interfaz.

El porcentaje volumétrico de la primera y segunda parte del elemento de ajuste con respecto al volumen total del elemento de ajuste se puede elegir dentro de un amplio intervalo. Por ejemplo, es posible que la segunda parte del elemento de ajuste comprenda tanto como un 90 % del volumen del elemento de ajuste. En una realización preferida del elemento de ajuste compuesto, la segunda parte del elemento de ajuste comprende como máximo 60 % del volumen del elemento de ajuste, con mayor preferencia como máximo 50 % del volumen del elemento de ajuste, incluso con mayor preferencia como máximo 40 % del volumen del elemento de ajuste, incluso con mayor preferencia como máximo 30 % del volumen del elemento de ajuste, incluso con mayor preferencia como máximo 20 % del volumen del elemento de ajuste, y con mayor preferencia como máximo 10 % del volumen del elemento de ajuste. La primera parte del elemento de ajuste preferentemente ocupa entonces el volumen restante. En otras realizaciones, la segunda parte del elemento de ajuste comprende al menos 5 % del volumen del elemento de ajuste y con mayor preferencia al menos 10 % del volumen del elemento de ajuste.

En una realización del elemento de ajuste compuesto de acuerdo con la invención, la primera parte es continua a través del elemento y proporciona estabilidad dimensional al elemento y soporta la segunda parte o partes. Con una primera parte continua se entiende una primera parte que se extiende a través del elemento de manera ininterrumpida. Sin embargo, dicha primera parte puede comprender de forma local agujeros, etc., siempre que se pueda encontrar una línea en la primera parte que vaya desde un extremo del elemento hasta un extremo opuesto del elemento de forma ininterrumpida.

La primera parte curada del elemento de ajuste en esta realización proporciona estabilidad de forma al elemento, de modo que se puede transportar y manipular, incluso con la(s) segunda(s) parte(s) seca(s) o una tercera parte opcional curada parcialmente. Después del primer ciclo de curado (o paso de producción), la forma del elemento se define (sustancialmente) y no necesita estructuras de soporte adicionales para manipularlo. Además de esto, el montaje para un ciclo de curado posterior, tal como al curar el revestimiento sobre el elemento de ajuste o curar una tercera parte opcional, se puede simplificar o incluso omitir, gracias a la estabilidad de forma de la primera parte del elemento.

Una realización particularmente útil la proporciona un elemento de ajuste que comprende un cuerpo circunferencial del cual una cubierta circunferencial exterior forma la primera parte y una cubierta circunferencial interior forma la segunda parte, o viceversa. Tal realización de la invención proporciona un elemento compuesto que tiene un grosor, la segunda parte se extiende sobre parte de dicho grosor. Esta realización proporciona una superficie unible en un lado del elemento y una superficie sólida sustancialmente curada por completo en un lado opuesto del elemento.

Otra realización se refiere a un elemento de ajuste en donde una cubierta circunferencial interpuesta entre las cubiertas circunferenciales exterior e interior forma la tercera parte.

Aunque cualquiera de las cubiertas circunferenciales del elemento de ajuste puede extenderse solo sobre una parte de la circunferencia del elemento de ajuste, una realización práctica proporciona un elemento de ajuste en donde cualquiera de las cubiertas circunferenciales del elemento de ajuste se extiende sobre la circunferencia sustancialmente completa del elemento de ajuste.

Las composiciones de resina termoendurecible de un elemento de ajuste de acuerdo con la invención, se pueden elegir dentro de un amplio intervalo de composiciones de resina termoendurecible disponibles. La composición de resina termoendurecible de la tercera parte opcional está disponible preferentemente en un estado parcialmente curado estable. En una realización de la invención, se proporciona un elemento de ajuste en donde la composición de resina termoendurecible comprende un epoxi, poliéster insaturado, fenólico, poliuretano o mezcla de resina de bismaleimida/endurecedor o sus combinaciones, tal como los sistemas de dos componentes que se basan en uretano termoendurecible. Se prefiere particularmente un epoxi y/o una mezcla de resina de poliéster insaturado/endurecedor.

Un conjunto de un revestimiento y un elemento de ajuste inventado unido a un extremo libre del revestimiento puede usarse de manera ventajosa en la rehabilitación de tuberías. En una realización de la invención, el elemento de ajuste comprende además una parte protectora para un borde libre del revestimiento.

Un elemento de ajuste preferido se caracteriza porque la parte protectora se conecta con el revestimiento, por ejemplo, a través de una conexión de soldadura. Sin embargo, la conexión entre la parte protectora y el borde libre del revestimiento también se puede lograr de otras formas, como por ejemplo mediante la unión adhesiva. En una realización, la parte protectora del elemento de ajuste comprende un inserto termoendurecible que puede soldarse al revestimiento para sellar el borde libre del revestimiento.

Una unión del elemento de ajuste con la primera y segunda parte y un revestimiento puede dar como resultado una unión química (o más específicamente una unión reticulada) entre el elemento y el revestimiento después de que la segunda parte se proporcione con una composición de resina curable que se origina opcionalmente en el revestimiento mismo y se haya logrado el ciclo de curado de la composición de resina curable de la segunda parte. Generalmente, se pueden identificar dos interfaces en tal conjunto unido: una primera capa de interfaz entre la primera y la segunda parte, y una segunda interfaz entre la segunda parte del elemento y la superficie del revestimiento. La primera interfaz se genera cuando la primera parte del elemento de ajuste se cura sustancialmente por completo mientras que la segunda parte permanece seca. La capa de interfaz proporciona la conexión entre ambas partes. La unión del elemento de ajuste y un revestimiento se puede lograr poniendo en contacto las superficies del revestimiento y una segunda parte del elemento de ajuste y curando de forma conjunta para formar una unión.

Un cuarto aspecto de la invención proporciona un método para fabricar el elemento de ajuste, el método que comprende proporcionar un molde, aplicar fibras de refuerzo secas sobre una superficie del molde para formar la segunda parte, combinar las fibras de refuerzo y una composición de resina alrededor de la segunda parte para formar la primera parte del elemento de ajuste, y curar la composición de resina termoendurecible hasta una etapa de curado sustancialmente completo.

Las fibras de refuerzo se pueden combinar con la(s) composición(ones) de resina termoendurecible de cualquier forma conocida. Los ejemplos adecuados incluyen, pero sin limitarse a, la formación a mano por contacto, en la que las fibras de refuerzo se impregnan con una composición de resina termoendurecible a mano, por ejemplo con una brocha o un rodillo; métodos de infusión de resina tal como el RTM, en el que la resina termoendurecible se inyecta o succiona en un molde cerrado proporcionado con fibras de refuerzo, o infusión al vacío; pultrusión, en la que las fibras de refuerzo se conducen a través de un baño de resina termoendurecible y posteriormente a través de una matriz caliente; moldeo de revestimiento rotacional en el que una resina termoendurecible se lleva a un molde rotatorio y se prensa a través de fibras de refuerzo proporcionadas en el molde mediante fuerza centrífuga; y el enrollado de filamentos. Un método de acuerdo con una realización preferida combina las fibras de refuerzo y la primera y opcionalmente tercera composición de resina termoendurecible para formar la primera y la tercera parte opcional del elemento de ajuste, impregnando las fibras de refuerzo con la primera y la tercera composición de resina termoendurecible opcional y enrollando por filamentos las fibras de refuerzo impregnadas sobre la primera parte, proporcionada en un mandril que define la forma del elemento y/o sometiendo a pultrusión las fibras de refuerzo impregnadas a través de una matriz. Alternativamente, las fibras de refuerzo y la primera y opcionalmente tercera composición de resina termoendurecible, pueden combinarse para formar la primera y tercera parte opcional

del elemento de ajuste, impregnando las fibras de refuerzo con la primera y tercera composición de resina termoendurecible opcional y enrollando por filamentos las fibras de refuerzo impregnadas sobre un mandril que define la forma del elemento y aplicando la primera parte del refuerzo seco sobre la primera parte aplicada y la tercera parte opcional.

5 En una realización práctica del método, la impregnación de las fibras de refuerzo con la primera y opcionalmente tercera composición de resina termoendurecible, se realiza proporcionando un primer y segundo baños de resina termoendurecible y conduciendo las fibras de refuerzo a través de cualquiera de dichos baños. Conducir las fibras de refuerzo a través de un baño que comprende la primera composición de resina termoendurecible producirá las primeras partes, mientras que, conducir las fibras de refuerzo a través de un baño que comprende la tercera composición de resina termoendurecible producirá las terceras partes opcionales del elemento de ajuste.

15 Otras realizaciones útiles de la invención se refieren a un método en donde la combinación de fibras de refuerzo y la primera y tercera composición de resina termoendurecible opcional para formar la primera y tercera parte opcional del elemento de ajuste se realiza impregnando las fibras de refuerzo con la primera y tercera composición de resina termoendurecible opcional mediante infusión al vacío o moldeo por transferencia de resina (RTM).

20 Por consiguiente, una realización de la invención se refiere a un método en donde la combinación de fibras de refuerzo y una composición de resina termoendurecible para formar la primera y opcionalmente tercera parte del elemento de ajuste se realiza impregnando las fibras de refuerzo con la composición de resina y enrollando por filamentos las fibras de refuerzo impregnadas sobre el molde.

25 Otra realización se refiere a un método en donde la tercera parte se fabrica aplicando un refuerzo semiimpregnado, que comprende un refuerzo seco cuya parte de la mezcla de resina de poliéster insaturado/endurecedor se impregna con composición de resina sobre el molde y aplicando fibras y composición de resina para formar la primera parte.

30 El elemento de ajuste compuesto de acuerdo con la invención puede comprender otros componentes, tales como insertos metálicos, núcleo de espuma o panal, películas termoplásticas o termoendurecibles, unidos al mismo por otros métodos distintos a la invención, o cualquier otro material que pueda incorporarse como una parte integral de dicho elemento de ajuste.

Breve descripción de las figuras

35 La invención se describirá ahora con más detalle a modo de ejemplo, pero sin limitarse a este y con referencia a las figuras acompañantes en las que:

La Figura 1 ilustra esquemáticamente una vista en perspectiva de un elemento de ajuste de acuerdo con una realización de la invención;

40 La Figura 2 ilustra esquemáticamente una sección transversal del elemento de ajuste de la Figura 1 en conjunto de unión con un revestimiento;

Las Figuras 3A a 3F ilustran esquemáticamente parte de una realización de un método para la rehabilitación de una tubería con un revestimiento tubular utilizando un elemento de ajuste de acuerdo con la invención;

45 Las Figuras 4A a 4C ilustran esquemáticamente otra parte de una realización de un método para la rehabilitación de una tubería con un revestimiento tubular usando un elemento de ajuste de acuerdo con la invención;

Las Figuras 5A a 5E representan esquemáticamente partes de pared de varias realizaciones de un elemento de ajuste de acuerdo con la invención que muestran la primera, segunda y opcionalmente tercera partes;

La Figura 6 muestra esquemáticamente diferentes realizaciones de un método para fabricar un elemento de ajuste de acuerdo con la invención;

50 La Figura 7 ilustra esquemáticamente una realización de parte de una sección de tubería rehabilitada de acuerdo con la invención;

La Figura 8A muestra esquemáticamente una sección transversal de una sección de tubería rehabilitada conocida; mientras

La Figura 8B muestra esquemáticamente una sección transversal de una sección de tubería rehabilitada mejorada a la derecha de acuerdo con una realización de la invención;

55 La Figura 9A muestra esquemáticamente una sección transversal de un elemento de ajuste de acuerdo con una realización de la invención; y

La Figura 9B muestra esquemáticamente una sección transversal de un conjunto del elemento de ajuste de la figura 9A y un revestimiento conectado al mismo.

60 Descripción de las realizaciones preferidas

Con referencia a la figura 1, se muestra una vista en perspectiva de un elemento de ajuste 1 de acuerdo con una realización de la invención. El elemento de ajuste 1 se hace de un material compuesto, que comprende fibras de refuerzo y una composición de resina, por ejemplo, poliéster insaturado reforzado con fibra de vidrio y comprende una primera parte 11 de fibras de refuerzo y una composición de resina sustancialmente curada por completo. Una

segunda parte 12 del elemento de ajuste 1 comprende fibras de refuerzo secas que forman una superficie unible. Esta segunda parte 12 está sustancialmente libre de composición de resina en un elemento de ajuste 1 como tal, es decir, como se produce. El elemento de ajuste 1 comprende un cuerpo circunferencial del cual una cubierta circunferencial exterior forma la primera parte 11 y una cubierta circunferencial interior forma la segunda parte 12. Ambas cubiertas circunferenciales del elemento de ajuste 1 se extienden sobre la circunferencia 13 sustancialmente completa del elemento de ajuste 1 en una dirección circunferencial 14. Una superficie interior 121 de la segunda parte 12 está disponible para hacer contacto con una superficie exterior 21 de un revestimiento 2 (Figura 2). Una capa de interfaz 15 del elemento de ajuste 1 entre las superficies de la primera parte 11 y la segunda parte 12 conecta de forma estructural la primera 11 y la segunda parte 12. Esta capa de interfaz 15 puede estar formada, por ejemplo, por resina que se origina en la primera parte 11 antes del curado e impregna parcialmente la segunda parte 12 de fibras de refuerzo secas.

La Figura 2 muestra el elemento de acoplamiento 1 en un estado de conexión con un revestimiento 2 para rehabilitar una (sección de) tubería dañada. El revestimiento 2 comprende típicamente un artículo compuesto de fibras de refuerzo y una composición de resina, por ejemplo, un fieltro impregnado con una resina de poliéster insaturado. Una superficie exterior 21 del revestimiento se pone en contacto con una superficie interior 121 del elemento de ajuste 1. La segunda parte 12 del elemento 1 puede aceptar una composición de resina curable que opcionalmente se origina en el revestimiento 2 no curado o parcialmente curado para formar una unión funcional entre el elemento de ajuste 1 y al menos una parte del revestimiento 2. También es posible proporcionar a la segunda parte 12 con una composición de resina curable separada para este propósito.

El elemento de ajuste 1 se usa de forma ventajosa para rehabilitar una (sección de) tubería dañada 3, como se muestra en las Figuras 3 y 4.

Con referencia a la Figura 3, se describe la instalación de un elemento de ajuste 1 en una línea de tubería dañada 3. Un primer paso comprende típicamente excavar un agujero 4 en el fondo que hace posible el acceso a la tubería 3. A continuación, se corta la tubería 3 a rehabilitar (figura superior izquierda). Se coloca una brida de refuerzo 5 alrededor de la tubería 3 y se instala en la tubería 3 contra una pared del agujero 4 (figura superior derecha). A continuación, un elemento de ajuste 1 de acuerdo con la invención se alinea de forma coaxial con la tubería original 3 (figura central izquierda) de modo que una cara de extremo de la tubería 3 se apoye contra una cara de extremo del elemento de ajuste 1. El elemento de ajuste 1 se fija en esta posición con una herramienta 6, como se muestra en la figura central de la derecha. A continuación, se proporciona un revestimiento 2 y se invierte o se introduce a través del elemento de ajuste 1 y se presuriza desde el interior de manera que se logre un buen contacto entre la superficie exterior 21 del revestimiento 2 y una superficie interior 121 del elemento de ajuste 1 (figura inferior izquierda). La composición de resina del revestimiento 2 se cura luego junto con el elemento de ajuste 1 para formar una unión fuerte entre ambos. Se puede usar agua caliente, luz ultravioleta, curado al ambiente o vapor para realizar el curado, dependiendo de la composición de resina del revestimiento 2. Una vez curado, el revestimiento 2 puede recortarse si es necesario y estará listo para usarse, opcionalmente después de retirar la herramienta 6 (figura inferior derecha). La parte de la brida de la cara de extremo del elemento de ajuste 1 se puede usar para la conexión a otro segmento de tubería y/u otro elemento de ajuste 1, que se proporcione en otro segmento de tubería.

Las Figuras 4A a 4C ilustran parte del método de rehabilitación descrito anteriormente utilizado para reparar una tubería existente 3. En el método, un revestimiento saturado con resina sin curar o parcialmente curado 2 en la forma de un tubo de fieltro hecho de poliéster/tela de fibra de vidrio, o una cantidad de otros materiales adecuados para la impregnación de resina, se invierte y se introduce en la tubería dañada 3. El revestimiento 2 se puede invertir usando presión de agua o de aire 7. Se proporciona un elemento de ajuste 1 contra una cara de extremo de la tubería 3. El revestimiento 2 se infla y avanza dentro de la tubería 3 hasta que entra en contacto con el elemento de ajuste 1 en una superficie interior 121 de la primera parte 11 del elemento 1. La primera parte 11 del elemento de ajuste 1 que comprende solo refuerzo seco, está en el proceso al menos de forma parcial impregnado con resina procedente del revestimiento 2. A continuación, la primera parte 11 impregnada y el revestimiento 2 se curan de forma conjunta, por ejemplo, aplicando agua caliente, luz ultravioleta, temperatura ambiente y/o vapor. Después del curado, se forma una tubería de reemplazo 31 de ajuste hermético, sin juntas y resistente a la corrosión, que tiene una brida que se puede usar para la conexión a otros componentes en el sistema de tubería rehabilitado. Para que la brida (la cara de extremo del elemento de ajuste 1) esté disponible para la conexión a otros componentes (no mostrados), el revestimiento 2 se puede recortar como se muestra en la figura 4C.

Después de curar el revestimiento 2 junto con el elemento de ajuste 1, se obtiene una unión fuerte entre ambos. Esto da como resultado un conjunto de un revestimiento 2 con un elemento de ajuste 1 integrado. Una buena adhesión entre el elemento de ajuste 1 y el revestimiento 2 es importante por razones de integridad estructural, ya que el revestimiento 2 tiende a encogerse, separándose del elemento de ajuste 1 durante y después del curado. Esto puede resultar en una delaminación entre el revestimiento 2 y el elemento de ajuste 1.

Las Figuras 5A a 5E ilustran varias configuraciones que producen una unión aceptable en el contexto de la invención.

Las Figuras 5D y 5E ilustran una configuración en la que el elemento de ajuste 1 tiene una superficie interna 121 (es

decir, la más cercana al revestimiento 2) que contiene resina sin curar o en etapa B. La superficie 121 se define por una tercera parte 16, que comprende resina en etapa B y un fieltro. Esta superficie se puede curar junto con una superficie exterior del revestimiento 2, formando un enlace químico (por ejemplo, obtenido por reticulación) entre las composiciones de resina de ambos componentes, como se muestra en la figura de la derecha. En esta realización, la resistencia de la unión puede depender de la compatibilidad química y las propiedades de las composiciones de resina. En la Figura 5D, la resina sin curar o en etapa B se proporciona en el fieltro y existe una fina capa de interfaz 15 entre la parte curada 11 (por ejemplo, fibras de vidrio incrustadas en una resina curada) y la parte 16. En la Figura 5E, la resina sin curar o en etapa B se proporciona en el fieltro solo sobre parte de su grosor y otra parte del grosor del fieltro forma una capa de interfaz 15 entre la parte curada 11 (por ejemplo, fibras de vidrio incrustadas en una resina curada) y la parte 16.

Las Figuras 5A y 5B ilustran una configuración mejorada en la que el elemento de ajuste 1 tiene una superficie interna 121 (es decir, la más cercana al revestimiento 2) que contiene solo fibras de refuerzo secas. La superficie 121 se define por una segunda parte 12, que comprende un fieltro en la realización mostrada. La parte de refuerzo seca 12 dispuesta en el interior, que preferentemente tiene fibras en la dirección fuera del plano (dirección radial del elemento de ajuste 1) puede hacerse, por ejemplo, de fieltro o fibras de vidrio y se une firmemente a la parte curada 11 del elemento de ajuste 1. Durante la instalación, la parte seca 12 se impregna con la misma resina que la utilizada en el revestimiento 2 o con una compatible. Esta resina puede provenir del revestimiento 2 o puede aplicarse por separado. Después del curado, la parte 12 se unirá firmemente tanto al revestimiento 2 como a la parte 1 del elemento de ajuste 1, mejorando la resistencia de la unión. En la figura 5A, el fieltro contiene fibras secas solo sobre parte de su mezcla de resina de poliéster insaturado/endurecedor (parte 12) y otra parte del grosor del fieltro forma una capa de interfaz 15 entre la parte curada 11 (por ejemplo, fibras de vidrio incrustadas en una resina curada) y la parte 12. En la Figura 5B, el fieltro contiene fibras secas solo sobre parte de su grosor (parte 12) y otra parte del grosor del fieltro forma una capa de interfaz 15 entre la parte curada 11 (por ejemplo, fibras de vidrio incrustadas en una resina curada) y la parte 12 proporcionando un adhesivo.

La Figura 5C finalmente ilustra una configuración híbrida que combina ambos mecanismos descritos anteriormente. En esta realización, el fieltro contiene fibras secas solo sobre parte de su grosor (parte 12) y otra parte del grosor del fieltro comprende una tercera parte 16 de resina en etapa B. Estas capas de interfaz existen entre la parte curada 11, la parte 16 y la parte 12. En esta realización, el elemento de ajuste 1 tiene una superficie interna 121 (es decir, la más cercana al revestimiento 2) que contiene solo fibras de refuerzo secas. La superficie 121 se define por una segunda parte 12, que comprende un fieltro en la realización mostrada.

La Figura 6 ilustra el posible método de producción de los elementos de ajuste 1. Como se muestra en esta figura, los elementos de ajuste 1 se pueden producir de diferentes formas. Un método de fabricación práctico comprende el enrollado de filamentos de fibras de refuerzo impregnadas de resina sobre un mandril para obtener una parte 1 sin curar, en donde el mandril se proporcionó previamente con un refuerzo seco, tal como un fieltro. Sin embargo, los elementos de ajuste 1 se pueden fabricar de otras formas tal como RTM y el material de refuerzo de la parte seca 1 también puede ser fibra de vidrio u otros materiales. El diagrama de flujo que se proporciona en la figura 6 ofrece algunos ejemplos de cómo fabricar los elementos de ajuste 1.

Con referencia a las Figuras 7, 8 y 9, se describe otra realización del elemento de ajuste 1 inventado. Como se muestra en la Figura 7, los revestimientos CIPP 2 se fabrican comúnmente a partir de una capa estructural 20 (por ejemplo, un fieltro y/o una forma material de fibra de vidrio), de la cual una parte del grosor 21 puede estar saturada de resina, que está en un lado interior que se proporciona con una capa termoplástica conocida como capa de recubrimiento 22. Tal revestimiento 2 puede combinar varias funciones. Puede funcionar como vejiga inflable durante la instalación del revestimiento 2, puede proporcionar una superficie impermeable y puede evitar que los químicos en las composiciones de resina usadas migren al medio que corre dentro de la tubería 3, tal como el agua potable, por ejemplo.

Un problema conocido es que, después de la instalación y el recorte del revestimiento 2, el lado frontal de la capa estructural de los revestimientos (20, 21) está en contacto directo con el agua, lo que puede provocar fugas y problemas mecánicos. Por lo tanto, se propone un sello para el borde frontal 23 del revestimiento 2, que comprende un sello de goma 30, como se muestra en la figura 8B.

Una realización mejorada del elemento de ajuste 1 comprende un inserto 19, por ejemplo, en forma de un anillo que se proporciona en una ranura circunferencial del elemento de ajuste en un su lado frontal. Una realización ilustrativa comprende un inserto termoplástico 19 de tal manera que un elemento de sellado termoplástico 31 se puede soldar con una parte de extremo 31a a la capa de recubrimiento 22 y con otra parte de extremo 31b al inserto 19, como se muestra a continuación. Esto proporciona un sello fácil y confiable entre el elemento de ajuste 1 y el revestimiento 2.

REIVINDICACIONES

1. Un elemento de ajuste (1) para su uso en la rehabilitación de tuberías con un revestimiento, el elemento de ajuste que comprende un artículo compuesto de fibras de refuerzo y una composición de resina, en donde una primera parte (11) del elemento de ajuste comprende fibras de refuerzo y una composición de resina sustancialmente curada por completo, en donde una segunda parte (12) del elemento de ajuste comprende fibras de refuerzo secas que pueden aceptar una composición de resina curable que opcionalmente se origina a partir del revestimiento (2) para formar una unión funcional entre el elemento de ajuste y al menos una parte del revestimiento, y en donde una capa de interfaz (15) del elemento de ajuste conecta de forma estructural la primera y la segunda parte al comprender fibras de refuerzo de la segunda parte y resina de la primera parte.
2. Un elemento de ajuste de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las fibras de refuerzo de la primera parte difieren de las fibras de refuerzo de la segunda parte en el material utilizado y/o en su forma material.
3. Un elemento de ajuste de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la forma material de las fibras de refuerzo de la segunda parte comprende una superficie y dichas fibras se extienden en una dirección que está fuera de esta superficie.
4. Un elemento de ajuste de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la capa de interfaz comprende además fibras de refuerzo de la primera parte.
5. Un elemento de ajuste de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la capa de interfaz comprende un adhesivo.
6. Un elemento de ajuste de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una tercera parte (16) del elemento de ajuste comprende una composición de resina termoendurecible parcialmente curada de manera que comprende restos reactivos.
7. Un elemento de ajuste de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el elemento de ajuste comprende un cuerpo circunferencial cuya cubierta circunferencial exterior forma la primera parte, y una cubierta circunferencial interior forma la segunda parte.
8. Un elemento de ajuste de acuerdo con la reivindicación 7, en donde una cubierta circunferencial interpuesta entre las cubiertas circunferenciales exterior e interior forma la tercera parte.
9. Un elemento de ajuste de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en donde cualquiera de las cubiertas circunferenciales del elemento de ajuste se extiende sobre la circunferencia sustancialmente completa del elemento de ajuste.
10. Un elemento de ajuste de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera parte es continua a través del elemento de ajuste y proporciona estabilidad dimensional al elemento de ajuste y soporta la segunda parte.
11. Un elemento de ajuste de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una parte de protección (19) para un borde libre del revestimiento.
12. Un elemento de ajuste de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una brida para el acoplamiento a otro componente del sistema de tuberías.
13. Un método de fabricación de un elemento de ajuste (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el método que comprende proporcionar un molde, aplicar fibras de refuerzo secas sobre una superficie del molde para formar la segunda parte, combinar las fibras de refuerzo y una composición de resina alrededor la segunda parte para formar la primera parte del elemento de ajuste, de manera que la resina de la primera parte impregne parcialmente las fibras de refuerzo de la segunda parte, y curar la composición de resina termoendurecible hasta una etapa de curado sustancialmente completo.
14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, en donde la combinación de fibras de refuerzo y una composición de resina termoendurecible para formar la primera parte del elemento de ajuste se realiza impregnando las fibras de refuerzo con la composición de resina y enrollando los filamentos de las fibras de refuerzo impregnadas sobre el molde.
15. Un método para la rehabilitación de una tubería con un revestimiento tubular de fibras de refuerzo y una composición de resina curable, el método que comprende proporcionar un elemento de ajuste (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-12 en alineación coaxial con un extremo de la tubería, proporcionar una parte del revestimiento (2) bajo presión contra al menos la segunda parte del elemento de ajuste, y curar

la composición de resina curable del revestimiento, de manera que la composición de resina curable del revestimiento sea aceptada por las fibras de refuerzo secas de la segunda parte para formar una unión funcional entre el elemento de ajuste y la parte de revestimiento, y/o se aplique una composición de resina curable a la segunda parte y se cure conjuntamente para formar la unión funcional.

- 5
16. Un conjunto que comprende un elemento de ajuste (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 unido a un revestimiento (2) para rehabilitar una tubería, en donde una segunda parte del elemento de ajuste y una parte del borde del revestimiento se superponen en un área que puede unirse y son sustancialmente curados por completo para formar una unión funcional.

10

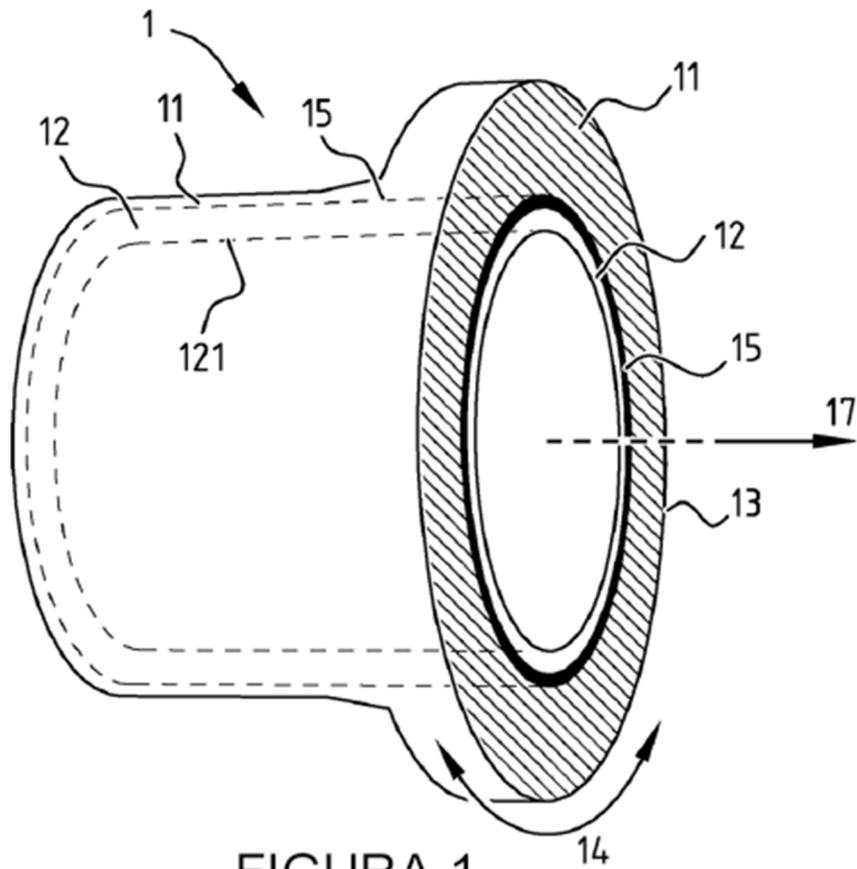


FIGURA 1

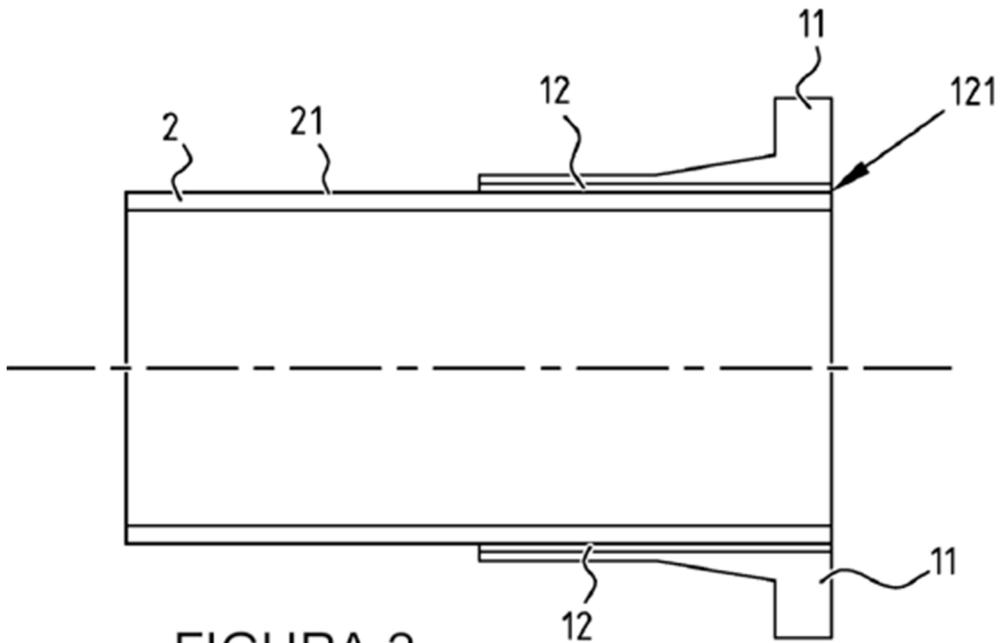


FIGURA 2

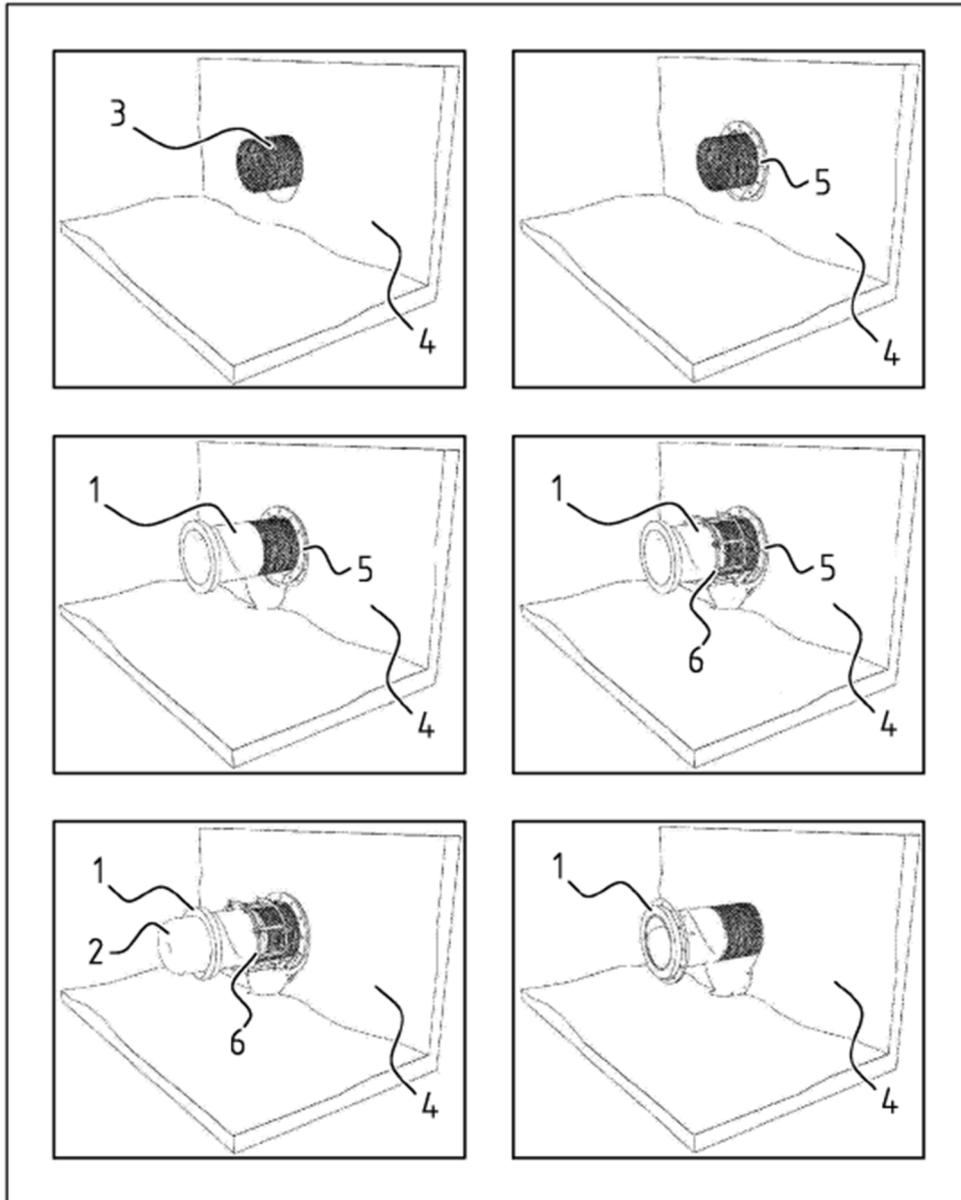
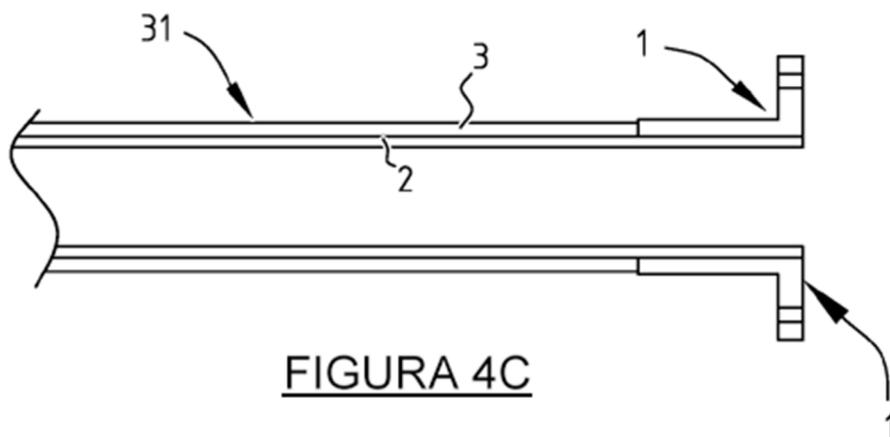
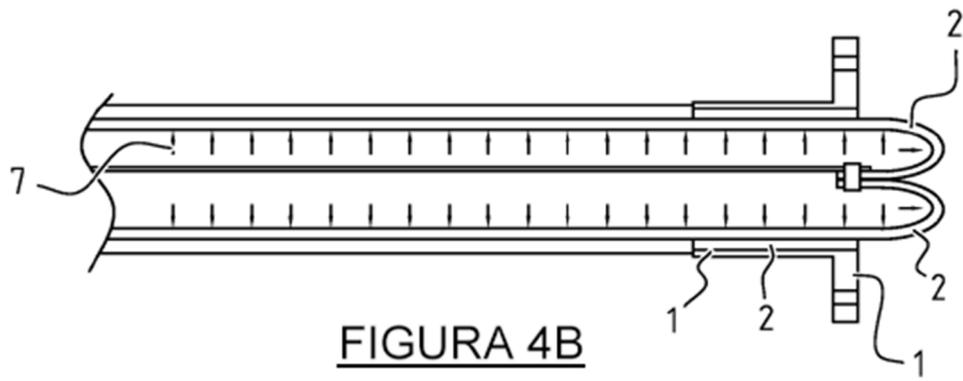
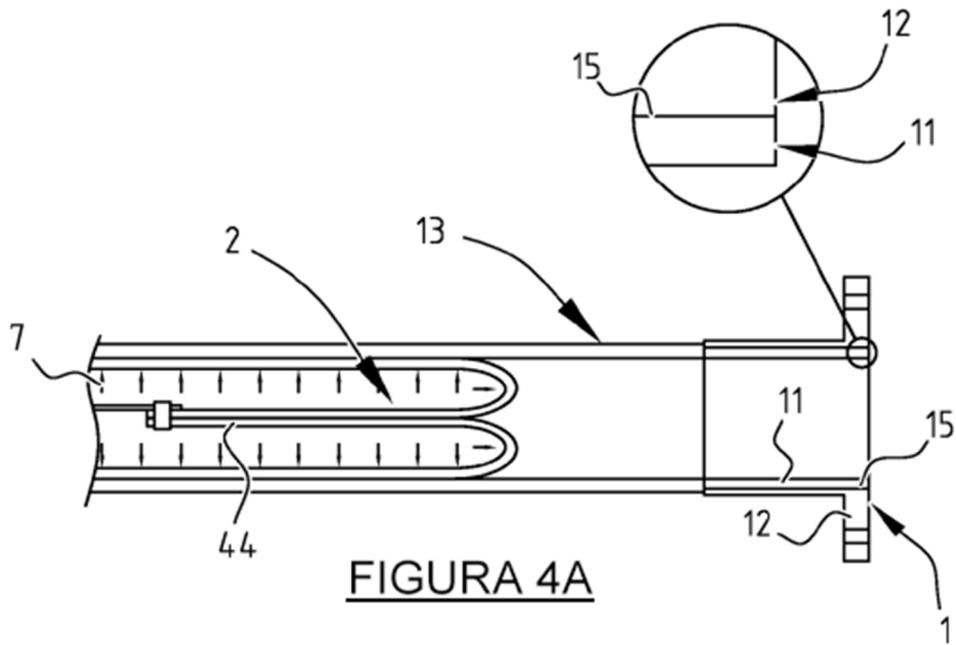
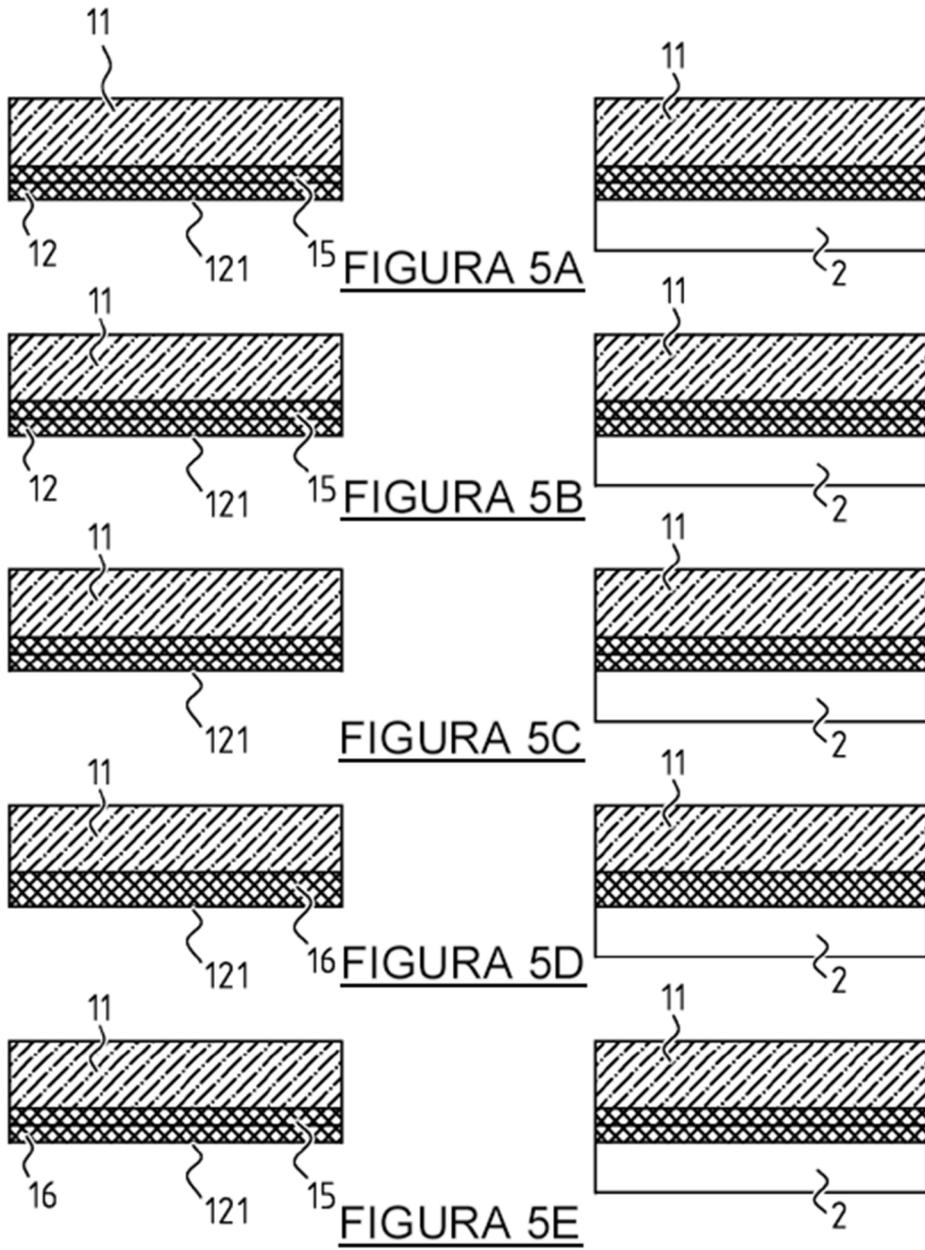


FIGURA 3





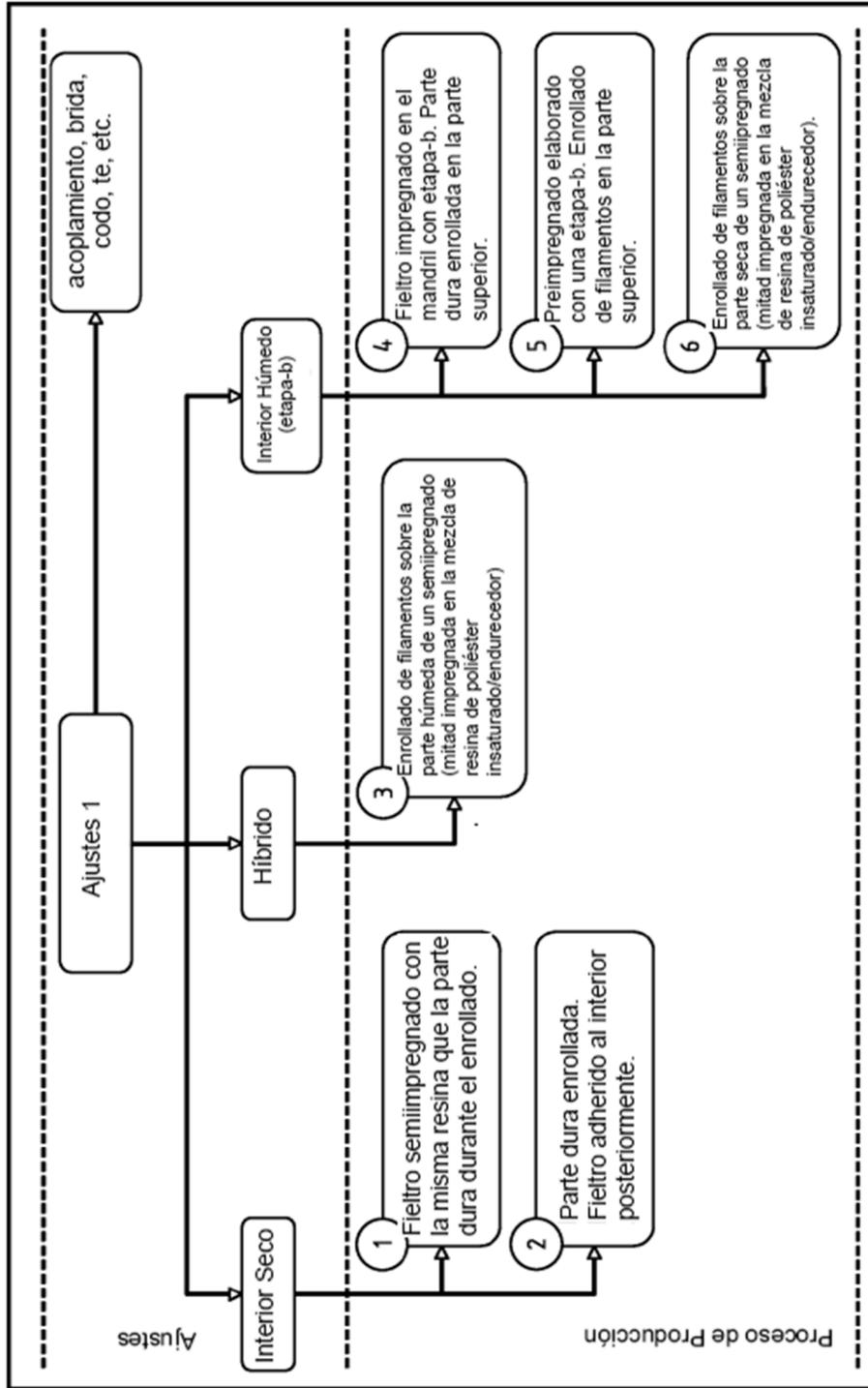


FIGURA 6

