

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 829 948**

51 Int. Cl.:

**F16L 55/163** (2006.01)

**F16L 55/165** (2006.01)

**F16L 55/179** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.12.2015** **PCT/CA2015/000611**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.07.2016** **WO16106448**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2015** **E 15874433 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2020** **EP 3240968**

54 Título: **Método de instalación de un conjunto de revestimiento para reparación o refuerzo de tuberías del mismo**

30 Prioridad:

**30.12.2014 US 201462097816 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.06.2021**

73 Titular/es:

**NU FLOW TECHNOLOGIES 2000 INC. (100.0%)**  
**1010 Thornton Rd., South**  
**Oshawa ON L1J 7E2, CA**

72 Inventor/es:

**MANNERS, CAMERON**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 829 948 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

Método de instalación de un conjunto de revestimiento para reparación o refuerzo de tuberías del mismo

5 **Campo**

La solicitud en cuestión se refiere por lo general a la reparación y/o refuerzo de tuberías y, en particular, a un conjunto de revestimiento para reparación o refuerzo de tuberías y a un método de instalación del mismo.

10 **Antecedentes**

Los revestimientos se usan comúnmente para reparar y/o reforzar áreas rotas o débiles en redes de tuberías tales como sistemas de alcantarillado y similares. Los enfoques convencionales para instalar un revestimiento en una tubería implican por lo general la excavación para exponer la tubería. Sin embargo, como se apreciará, los métodos de excavación son costosos, consumen mucho tiempo y son disruptivos.

Para evitar los problemas asociados a la excavación, la tecnología de reparación de tuberías de "curado en sitio" se ha desarrollado para permitir que las tuberías sean reparadas o reforzadas sin requerir una excavación disruptiva. Durante la reparación o el refuerzo de tuberías de "curado en sitio", se suministra un revestimiento impregnado de resina a la sección de tubería que se va a reparar o reforzar, se pone en contacto con la superficie interior de la sección de tubería y se mantiene en su lugar en ese sitio hasta que se completa el proceso de curado.

En la industria se utilizan varios enfoques para colocar revestimientos de "curado en sitio" dentro de una tubería. Por ejemplo, el revestimiento se puede empujar a lo largo de la tubería hasta la ubicación deseada mediante una serie de varillas de empuje. Como se apreciará, las áreas de transición a lo largo de la tubería, como curvas y accesorios, crean problemas de suministro importantes, puesto que es posible que las varillas de empuje no puedan moverse con eficacia más allá de estas áreas de transición.

Como alternativa, y de uso más común en la industria, el revestimiento se puede arrastrar a lo largo de la tubería hasta la ubicación deseada utilizando un cabrestante y un cable. Por ejemplo, la patente de Estados Unidos n.º 6.691.741 de Manners desvela un conjunto de instalación para instalar un revestimiento en una tubería que comprende una cámara de aire interior que tiene un extremo de instalación y un extremo de recuperación. Una cámara de aire exterior rodea la cámara de aire interior. Los extremos de las cámaras de aire interior y exterior se acoplan junto al extremo de instalación. La cámara de aire interior está acoplada a una fuente de aire en el extremo de recuperación y la cámara de aire exterior adyacente al extremo de recuperación está libre. Después de la instalación y curado del revestimiento, el conjunto de la cámara de aire se recupera tirando del extremo de recuperación de la cámara de aire interior, y al recuperarlo, la cámara de aire exterior se invierte.

El suministro de inversión, en el que un revestimiento se desenrolla a través de sí mismo mediante la presión aplicada mientras se proyecta hacia delante en una tubería, se ha descrito también. Por ejemplo, la Patente de Estados Unidos n.º 4.366.012 de Wood desvela un método para impregnar la capa absorbente interior de un tubo flexible largo con una resina curable. Durante el método, se introduce una masa de resina en un extremo del tubo. Se forma una ventana en la capa exterior impermeable del tubo a una distancia de la masa de resina. Se introduce un vacío en el interior del tubo a través de la ventana y, al mismo tiempo, la masa de resina se empuja hacia la región evacuada pasando el tubo entre un par de miembros de compresión. Cuando la resina que fluye llega a las proximidades de la ventana, la ventana se sella. Se forma otra ventana en el tubo más aguas abajo de la ventana previamente formada. Se introduce un vacío a través de la nueva ventana mientras que los elementos de compresión fuerzan a la resina a fluir hacia la región recién evacuada. El procedimiento se repite hasta que la resina se haya extendido por toda la capa absorbente interior del tubo. Por ejemplo, el documento WO 2012/074608 desvela un método para reparar la pared de una escotilla de inspección en el que se adhiere a la pared un material curable y endurecible. Una cámara de aire expansible se acopla al material curable y endurecible y presiona y alisa el material. La cámara de aire se puede unir mecánicamente al material curable y endurecible. Ejemplos adicionales de conjuntos de revestimientos se describen en los documentos WO 2013/163736, WO 2012/082949, WO 2014/110544, US 4.009.063, US 2013/098535, US 7.261.788, US 7.216.674, US 2013/312860 y US 6.199.591.

De modo general se desean mejoras. Por lo tanto, es al menos un objetivo proporcionar un método novedoso de instalación de un conjunto de revestimiento para reparación o refuerzo de tuberías.

**Sumario**

En consecuencia, en un aspecto, se proporciona un método de instalación de un conjunto de revestimiento para reparación o refuerzo de tuberías de acuerdo con los reivindicado en la reivindicación 1.

La superficie exterior de la cámara de aire inflable es una superficie exterior texturizada. El método comprende además: antes de dicho arrastre, formar la superficie exterior texturizada en la cámara de aire inflable. La formación comprende uno o más de: abrasión mecánica de la superficie exterior de la cámara de aire inflable y abrasión química

de la superficie exterior de la cámara de aire inflable.

Recuperar al menos la porción del conjunto de revestimiento de la tubería puede comprender recuperar una porción sin unir de la cámara de aire inflable de la tubería. El método puede comprender además: antes de dicha recuperación, cortar las porciones sin unir de la cámara de aire inflable de una porción unida de la cámara de aire inflable usando una herramienta de corte.

La cámara de aire inflable que tiene la superficie exterior puede ser una primera cámara de aire inflable, y el conjunto de revestimiento puede comprender una segunda cámara de aire inflable colocada longitudinalmente dentro de la primera cámara de aire inflable, en el que la introducción de fluido comprende la introducción de fluido en la segunda cámara de aire inflable, en el que mantener el conjunto de revestimiento en el estado inflado comprende mantener el conjunto de revestimiento en el estado inflado durante un período de tiempo suficiente para el revestimiento tubular, la superficie exterior de la primera cámara de aire inflable, y el compuesto curable para curar, en el que desinflar la cámara de aire inflable comprende desinflar la segunda cámara de aire inflable, y en el que recuperar al menos la porción del conjunto de revestimiento de la tubería comprende recuperar la segunda cámara de aire inflable de la tubería.

### Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirán las realizaciones en mayor detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 es una vista en alzado lateral de un conjunto de revestimiento para reparación o refuerzo de tuberías; la Figura 2 es una vista en alzado lateral parcialmente en despiece de un segmento de revestimiento que forma parte del conjunto de revestimiento de la Figura 1; la Figura 3 es una vista en sección transversal de una porción del segmento de revestimiento de la Figura 2; las Figuras 4a y 4b son vistas en perspectiva que muestran la instalación de un bloque de tracción durante el montaje del conjunto de revestimiento de la Figura 1; las Figuras 5a a 5c son vistas en alzado lateral que muestran la instalación de un manguito de retención durante el montaje del conjunto de revestimiento de la Figura 1; las Figuras 6a a 6c son vistas en alzado lateral, parcialmente en la sección, que muestran la instalación del conjunto de revestimiento de la Figura 1, que comprende el segmento de revestimiento de la Figura 2, en una tubería que va a ser reparada o reforzada; la Figura 7 es una vista en alzado lateral parcialmente en despiece de un segmento de revestimiento que forma parte del conjunto de revestimiento de la Figura 1; la Figura 8 es una vista en sección transversal del segmento de revestimiento de la Figura 7; las Figuras 9a y 9b son vistas en perspectiva que muestran la instalación de un bloque de tracción durante el montaje del conjunto de revestimiento de la Figura 1, que comprende el segmento de revestimiento de la Figura 7; las Figuras 10a a 10c son vistas en alzado lateral, parcialmente en la sección, que muestran la instalación del conjunto de revestimiento de la Figura 1, que comprende el segmento de revestimiento de la Figura 7, en una tubería que va a ser reparada o reforzada.

### Descripción detallada de las realizaciones

Volviendo ahora a la Figura 1, se muestra un conjunto de revestimiento y generalmente se identifica con el número de referencia 20. El conjunto de revestimiento 20 incluye un segmento de revestimiento 22, que tiene un extremo de instalación 24 en un extremo del mismo y un extremo de inflado 26 en el extremo opuesto del mismo. Para facilitar el posicionamiento del conjunto de revestimiento 20 en una tubería, el extremo de instalación 24 está equipado con un bloque de tracción 28 que permite la fijación de un mecanismo de tracción adecuado (es decir, un cabrestante). El segmento de revestimiento 22 está también equipado con un bloque de inflado 30 en el extremo de inflado 26, para permitir que se infle el área interior del segmento de revestimiento 22. En la realización mostrada, el segmento de revestimiento 22 está plegado longitudinalmente sobre sí mismo y unido en una pluralidad de ubicaciones espaciadas, en este ejemplo a intervalos de aproximadamente 30 a aproximadamente 46 cm (doce (12) a dieciocho (18) pulgadas), utilizando cinta 32 u otro material de unión adecuado. El conjunto de revestimiento 20 comprende además secciones ahusadas 34 formadas cerca del extremo de instalación 24 y el extremo de inflado 26. El segmento de revestimiento plegado longitudinalmente 22 y las secciones ahusadas 34 del conjunto de revestimiento 20 permiten manipular el conjunto de revestimiento 20 y moverlo a una ubicación deseada dentro de la tubería.

Las Figuras 2 y 3 ilustran mejor el segmento de revestimiento 22. El segmento de revestimiento 22 se proporciona generalmente en longitudes fabricadas en stock, y preferiblemente se proporciona en un rollo, con las longitudes deseadas que se cortan del stock. El segmento de revestimiento 22 está por lo general dimensionado para adaptarse a tuberías que van desde aproximadamente 4 cm (1½ pulgadas) hasta aproximadamente 30 cm (12"), pero los expertos en la materia apreciarán que el segmento de revestimiento 22 puede dimensionarse para adaptarse a diámetros de tubería más pequeños o más grandes. Como se puede observar, el segmento de revestimiento 22 tiene varias capas y comprende un revestimiento tubular 42, una cámara de aire inflable maleable alargada 44 fabricada de un material resiliente y que se extiende longitudinalmente a través del revestimiento tubular, y un elemento inhibidor de sobreexpansión longitudinal en forma de una correa no estirable 46 colocado dentro y que se extiende a lo largo

de la cámara de aire inflable 44. En esta realización, el revestimiento tubular 42 está fabricado de un material de fieltro, la cámara de aire inflable maleable 44 está fabricada de caucho y la correa no estirable 46 está fabricada de nailon tejido. La cámara de aire inflable maleable 44 tiene una superficie exterior texturizada 48 que está configurada para unirse a una superficie interior del revestimiento tubular 42. La superficie exterior texturizada 48 tiene un área de superficie aumentada, en comparación con una superficie sin textura, por el contrario lisa. Como se entenderá, el área de superficie aumentada de la superficie exterior texturizada 48 aumenta el área interfacial efectiva entre el revestimiento tubular 42 y la cámara de aire inflable 44, y aumenta también la cantidad de resina que puede acomodarse en la interfaz entre el revestimiento tubular 42 y la cámara de aire inflable 44 durante la humectación de la resina, que se describe a continuación. En esta realización, la superficie exterior texturizada 48 es una superficie rugosa, y se forma desgastando mecánicamente la superficie exterior de la cámara de aire inflable 44 con una herramienta o material abrasivo, como por ejemplo papel de lija. La cámara de aire interior 44 tiene también una superficie interior 49 que está configurada para proporcionar una superficie resiliente en el interior de la tubería. El segmento de revestimiento 22 comprende además un envainado de plástico 50 sobre la superficie exterior del revestimiento tubular 42. En esta realización, el envainado de plástico 50 tiene un primer borde longitudinal que está configurado para solapar un segundo borde longitudinal, y el solapamiento está soldado por puntos para ajustar el envainado de plástico 50 a la superficie exterior del revestimiento tubular 42. Los manguitos de retención 52 y 54 no estirables se colocan adyacentes a extremos opuestos del segmento de revestimiento 22 para inhibir la sobreexpansión radial del conjunto de revestimiento 20.

Durante su uso, para reparar o reforzar una sección dañada de la tubería, primero se determina la longitud requerida del revestimiento. En esta realización, una cámara de vídeo conectada a una línea de cámaras de vídeo se inserta y se mueve a lo largo del interior de la tubería. La línea de cámaras está marcada en las posiciones correspondientes a los extremos de la sección dañada de la tubería que se va a reparar o reforzar. Para asegurar que el segmento de revestimiento 22 cubre adecuadamente el área interior de la tubería que se va a reparar o reforzar, y para permitir que el segmento de revestimiento 22 sea recortado según sea necesario y tener el equipo de instalación apropiado instalado en el mismo, se agrega una porción de longitud extra a cada extremo del segmento de revestimiento. En esta realización, la porción de longitud extra es aproximadamente igual a aproximadamente 25 cm (10"). A continuación, se corta del stock un segmento de revestimiento 22 que tiene una longitud apropiada.

El segmento de revestimiento cortado 22 se prepara después de acuerdo con la Figura 2. Por tanto, durante la preparación, las porciones del revestimiento tubular 42 y del envainado de plástico 50 próximas a los extremos 24 y 26 del segmento de revestimiento 22 se retiran cortando para exponer la cámara de aire inflable maleable subyacente 44. Para revestimientos de diámetro más pequeño (hasta aproximadamente 10 cm o hasta 4"), aproximadamente 15 cm (aproximadamente 6") de cámara de aire inflable expuesta es suficiente. Para revestimientos de mayor diámetro, aproximadamente 23 cm (aproximadamente 9") de cámara de aire inflable expuesta es suficiente. El revestimiento tubular 42, el envainado de plástico 50 y la cámara de aire inflable maleable 44 se recortan después para exponer una longitud (es decir, aproximadamente 10 cm, o 4") de la correa 46 en cada uno de los extremos 24 y 26.

Para preparar el segmento de revestimiento recortado 22 para su instalación, el extremo de instalación 24 y el extremo de inflado 26 se sellan con el equipo de instalación adecuado. Tal y como se muestra en la Figura 4a, en el extremo de instalación 24, el bloque de tracción 28 se inserta en la cámara de aire inflable 44. La cámara de aire inflable 44 en la región que rodea el bloque de tracción insertado 28 se pliega o ajusta posteriormente (como se muestra en la Figura 4b) sobre el bloque de tracción 28, asegurando un ajuste lo suficientemente apretado para permitir el inflado de la cámara de aire inflable 44 más adelante en el procedimiento. Durante la preparación del extremo de instalación 24, la correa 46 está firmemente incorporada en los pliegues de la cámara de aire inflable 44 o en el encintado utilizado para mantener de forma segura esta disposición en el extremo de instalación 24, tal y como se muestra en la Figura 4b. El extremo de inflado 26 se prepara de forma similar (no mostrado), sustituyendo el bloque de inflado 30 por el bloque de tracción 28 del extremo de instalación 24. Similar al extremo de instalación 24, la correa 46 está firmemente incorporada en los pliegues o encintado en el extremo de inflado 26.

El revestimiento tubular 42 se retira del segmento de revestimiento, y la superficie exterior texturizada 48 se forma después en la superficie exterior de la cámara de aire inflable 44. En esta realización, la superficie exterior texturizada 48 es una superficie rugosa y está formada por abrasión mecánica (no mostrada) de la superficie exterior de la cámara de aire inflable 44 con papel de lija. Una vez que se ha formado la superficie exterior texturizada 48, el revestimiento tubular 42 se vuelve a colocar después sobre el segmento de revestimiento.

Los extremos 24, 26 del conjunto de revestimiento 20 se preparan adicionalmente insertando, entre el revestimiento tubular 42 y la cámara de aire inflable 44, próximo a cada extremo 24, 26, los manguitos de retención 52, 54, como se muestra en la Figura 5a (solo se muestran el extremo 24 y el manguito de retención 42). Cada manguito de retención 52, 54 se corta a una longitud que comienza en el borde delantero del engranaje de instalación (es decir, el bloque de tracción 28 o el bloque de inflado 30) y se extiende dentro del revestimiento al menos aproximadamente 15 cm (6"), tal y como se muestra en la Figura 5b. Tal y como se muestra en la Figura 5c, en cada extremo 24, 26, el manguito de retención 52, 54 se pliega, sobre los extremos encintados previamente preparados y encintados. Cada extremo 24, 26 se asegura adicionalmente utilizando abrazaderas 56 adecuadas para asegurar un ajuste apretado alrededor de los bloques colocados en el mismo. En la realización mostrada, las abrazaderas 56 son abrazaderas de engranajes.

Con el conjunto de revestimiento 20 sellado en ambos extremos 24, 26 con el equipo de instalación adecuado, el revestimiento tubular exterior 42 se impregna con una resina apropiada (es decir, epoxi). El proceso de impregnación del revestimiento tubular exterior 42 se denomina habitualmente "humectación". En esta realización, el revestimiento tubular exterior 42 se humedece suministrando resina al espacio entre el revestimiento tubular exterior 42 y la cámara de aire inflable 44 en uno de los extremos 24, 26. Después se utilizan rodillos (no mostrados) para mover la resina a lo largo del revestimiento tubular 42, tal y como se conoce en la técnica. Para asegurar la completa humectación del revestimiento tubular 42, la resina se puede aplicar en ambos extremos 24, 26. Como se entenderá, la humectación completa del revestimiento tubular 42 también da como resultado la humectación completa de la superficie exterior texturizada 48 de la cámara de aire inflable 44, que se pone en contacto íntimo con el revestimiento tubular 42 durante el uso de los rodillos.

Después de que el revestimiento tubular 42 y la superficie exterior texturizada 48 se hayan humedecido, el envainado de plástico 50 se ranura para facilitar la migración de la resina fuera del revestimiento tubular 42. El contacto de la resina con la tubería que se está reparando asegura que el revestimiento que se está instalando quede fijo en su lugar. Después, se limpia la superficie exterior del envainado de plástico para asegurar una superficie limpia y seca. Volviendo de nuevo a la Figura 1, el conjunto de revestimiento 20 se pliega después longitudinalmente y se encinta a intervalos 58 de aproximadamente 30 a aproximadamente 46 cm (aproximadamente 12" a 18") para retener esta disposición doblada.

Para facilitar la entrada y/o el movimiento del conjunto de revestimiento 20 en una tubería, el borde delantero del revestimiento tubular 42 se encinta después para formar una configuración ahusada 62. Un cable de cabestrante 66 se fija al bloque de tracción 28 en el extremo de instalación 24. En esta realización, se utilizan horquillas 68 para fijar el cable de cabestrante 66 al bloque de tracción 28. Una línea de aire 70 se fija al bloque de inflado 30 del extremo de inflado 26.

Las Figuras 6a a 6c muestran la instalación del conjunto de revestimiento 20 en una sección de tubería P. Durante la instalación, el cabestrante (no mostrado) se utiliza para tirar del conjunto de revestimiento 20 hacia la tubería P a través del cable de cabestrante 66, como se muestra en la Figura 6a. El conjunto de revestimiento 20 se coloca dentro de la sección de tubería que se va a reparar o reforzar. Una vez que el conjunto de revestimiento 20 esté en la posición deseada, se hace funcionar una bomba de aire (no mostrada) para suministrar aire a través de la línea de aire 70 conectada al bloque de inflado 30. El aire suministrado a través de la línea de aire 70 pasa a través del bloque de inflado 30 y entra en el depósito interno 72 de la cámara de aire inflable 44. La cámara de aire inflable 44 se infla a su vez hasta que el conjunto de revestimiento 20 se expande hasta el punto en el que el revestimiento tubular 42 contacta firmemente con la superficie interior 74 de la tubería, tal y como se muestra en la Figura 6b. Durante el inflado, las porciones encintadas del conjunto de revestimiento 20 se sueltan, permitiendo que el conjunto de revestimiento y el envainado de plástico circundante 50 se expandan y entren en contacto con la superficie interior 74. El conjunto de revestimiento 20 se mantiene después en este estado durante un período de tiempo suficiente para permitir que el revestimiento tubular de fieltro exterior humedecido 42 se cure, junto con la cámara de aire inflable 44 en contacto con el mismo.

Después del curado, la cámara de aire inflable 44 se corta adyacente a cada extremo 24 y 26, y específicamente en el límite entre la porción unida y cada porción de extremo sin unir (véase la Figura 6c), utilizando una herramienta de corte adecuada (no mostrada), como por ejemplo un cuchillo. Una vez que se ha cortado la cámara de aire inflable 44, la correa no extensible 46 con las porciones de extremo sin unir se extrae después de la tubería P a través del cable de cabestrante 66, dejando el revestimiento tubular curado 42 y la porción unida de la cámara de aire inflable 44 en posición dentro de la tubería.

La presión de aire apropiada para inflar la cámara de aire inflable 44 depende del diámetro del conjunto de revestimiento. Por lo general, los conjuntos de revestimiento que tienen un diámetro que varía de aproximadamente 7,5 cm a aproximadamente 30 cm (3" a 12") se inflan a una presión de aproximadamente 83 a aproximadamente 103 kPa (aproximadamente 12 a 15 libras por pulgada cuadrada (psi)). Los conjuntos de revestimiento de diámetro más pequeño (es decir, revestimientos de aproximadamente 4 cm y aproximadamente 5 cm (1½" y 2")) se inflan a una presión de aproximadamente 166 kPa (aproximadamente 24 psi). Durante el inflado, la presión del aire debe ser suficiente para romper la cinta 32 separada a lo largo del conjunto de revestimiento plegado longitudinalmente 20, permitiendo que el conjunto de revestimiento 20 llene la sección de tubería que se está reparando o reforzando.

Como se apreciará, la superficie interior 49 de la porción unida de la cámara de aire inflable 44 que permanece en posición en la tubería P proporciona una superficie resiliente en el interior de la tubería, lo que aumenta ventajosamente la resistencia al desgaste por erosión de la sección de tubería reparada o restaurada. Como se entenderá, el aumento de la resistencia al desgaste por erosión hace que la tubería sea más adecuada para transportar fluidos abrasivos, como lodos líquidos (por ejemplo, fluido de perforación, lodos mineros, y similares), o flujos granulares, como los cereales secos (por ejemplo, lúpulo, arroz, trigo, maíz, y similares) y aumenta la vida útil de la tubería.

Como se apreciará, el área de superficie aumentada de la superficie exterior texturizada 48 aumenta el área interfacial efectiva entre el revestimiento tubular 42 y la cámara de aire inflable 44, lo que aumenta ventajosamente la resistencia de la interfaz unida entre el revestimiento tubular 42 y la cámara de aire inflable 44. Como se entenderá, el aumento

de la resistencia de la interfaz unida reduce o elimina cualquier tendencia de la porción unida de la cámara de aire inflable curada 44 a deslaminarse del revestimiento tubular 42 durante el uso de la tubería.

- En otras realizaciones, el segmento de revestimiento que forma parte del conjunto de revestimiento 20 puede estar configurado de forma diferente. Por ejemplo, la Figura 7 muestra otra realización de un segmento de revestimiento, que generalmente se indica con el número de referencia 122. El segmento de revestimiento 122 es generalmente similar al segmento de revestimiento 22 descrito anteriormente y con referencia a las Figuras 2 a 6, y se proporciona en longitudes fabricadas en stock, y preferiblemente se proporciona en un rollo, con las longitudes deseadas que se cortan del stock. El segmento de revestimiento 122 está por lo general dimensionado para adaptarse a tuberías que van desde aproximadamente 4 cm (1½ pulgadas) hasta aproximadamente 30 cm (12"), pero los expertos en la materia apreciarán que el segmento de revestimiento 122 puede dimensionarse para adaptarse a diámetros de tubería más pequeños o más grandes. Como se puede observar, El segmento de revestimiento 122 es de varias capas y comprende el revestimiento tubular 42, una primera cámara de aire inflable maleable alargada 144 colocada longitudinalmente dentro del revestimiento tubular 42, una segunda cámara de aire inflable maleable alargada 145 que se extiende longitudinalmente a través de la primera cámara de aire inflable 144, y la correa no estirable 46 colocada dentro y que se extiende a lo largo de la segunda cámara de aire inflable 145. En esta realización, el revestimiento tubular 42 está fabricado de un material de fieltro, la primera y segunda cámaras de aire inflables maleables 144 y 145 están fabricadas de caucho, y la correa no estirable 46 está fabricada de nailon tejido. La primera cámara de aire inflable 144 tiene una superficie exterior texturizada 148 que está configurada para unirse a una superficie interior del revestimiento tubular 42. La superficie exterior texturizada 148 tiene un área de superficie aumentada, en comparación con una superficie sin textura, por el contrario lisa. Como se entenderá, el área de superficie aumentada de la superficie exterior texturizada 148 aumenta el área interfacial efectiva entre el revestimiento tubular 42 y la cámara de aire inflable 144, y aumenta también la cantidad de resina que puede acomodarse en la interfaz entre el revestimiento tubular 42 y la cámara de aire inflable 144 durante la humectación de la resina, que se describe a continuación. En esta realización, la superficie exterior texturizada 148 es una superficie rugosa, y se forma desgastando mecánicamente la superficie exterior de la cámara de aire inflable 144 con una herramienta o material abrasivo, como por ejemplo papel de lija. La cámara de aire interior 144 tiene también una superficie interior 149 que está configurada para proporcionar una superficie resiliente en el interior de la tubería. El segmento de revestimiento 122 comprende además el envainado de plástico 50 sobre la superficie exterior del revestimiento 42 tubular. En esta realización, el envainado de plástico 50 tiene un primer borde longitudinal que está configurado para solapar un segundo borde longitudinal, y el solapamiento está soldado por puntos para ajustar el envainado de plástico 50 a la superficie exterior del revestimiento tubular 42. Los manguitos de retención no estirables 52 y 54 están colocados adyacentes a extremos opuestos del segmento de revestimiento 122 para inhibir la sobreexpansión radial del conjunto de revestimiento 20.
- Durante su uso, para reparar o reforzar una sección dañada de la tubería, primero se determina la longitud requerida del revestimiento. En esta realización, una cámara de vídeo conectada a una línea de cámaras de vídeo se inserta y se mueve a lo largo del interior de la tubería. La línea de cámaras está marcada en las posiciones correspondientes a los extremos de la sección dañada de la tubería que se va a reparar o reforzar. Para asegurar que el segmento de revestimiento 122 cubre adecuadamente el área interior de la tubería que se va a reparar o reforzar, y para permitir que el segmento de revestimiento 122 sea recortado según sea necesario y tener el equipo de instalación apropiado instalado en el mismo, se agrega una porción de longitud extra a cada extremo del segmento de revestimiento. En esta realización, la porción de longitud extra es aproximadamente igual a aproximadamente 25 cm (10"). A continuación, se corta del stock un segmento de revestimiento 122 que tiene una longitud apropiada.
- El segmento de revestimiento cortado 122 se prepara después de acuerdo con la Figura 7. Por tanto, durante la preparación, las porciones del revestimiento tubular 42, de la primera cámara de aire inflable 144 y del envainado de plástico 50 próximas a los extremos 24 y 26 del segmento de revestimiento 22 se retiran cortando para exponer la segunda cámara de aire inflable subyacente 145. Para revestimientos de diámetro más pequeño (hasta aproximadamente 10 cm o 4"), aproximadamente 15 cm (aproximadamente 6") de la segunda cámara de aire inflable expuesta es suficiente. Para revestimientos de mayor diámetro, aproximadamente 23 cm (aproximadamente 9") de la segunda cámara de aire inflable expuesta es suficiente. El revestimiento tubular 42, el envainado de plástico 50 y la primera y segunda cámaras de aire inflables 144 y 145 se recortan después para exponer una longitud (es decir, aproximadamente 10 cm o 4") de la correa 46 en cada uno de los extremos 24 y 26.
- Para preparar el segmento de revestimiento recortado 122 para su instalación, el extremo de instalación 24 y el extremo de inflado 26 se sellan con el equipo de instalación adecuado. Tal y como se muestra en la Figura 9a, en el extremo de instalación 24, el bloque de tracción 28 se inserta en la segunda cámara de aire inflable 145. La segunda cámara de aire inflable 145 en la región que rodea el bloque de tracción insertado 28 se pliega o ajusta posteriormente (como se muestra en la Figura 9b) sobre el bloque de tracción 28, asegurando un ajuste lo suficientemente apretado para permitir el inflado de la segunda cámara de aire inflable 145 más adelante en el procedimiento. Durante la preparación del extremo de instalación 24, la correa 46 está firmemente incorporada en los pliegues de la segunda cámara de aire inflable 145, o en el encintado utilizado para mantener de forma segura esta disposición en el extremo de instalación 24, tal y como se muestra en la Figura 9b. El extremo de inflado 26 se prepara de forma similar (no mostrado), sustituyendo el bloque de inflado 30 por el bloque de tracción 28 del extremo de instalación 24. Similar al extremo de instalación 24, la correa 46 está firmemente incorporada en los pliegues o encintado en el extremo de inflado 26.

El revestimiento tubular 42 se retira del segmento de revestimiento, y la superficie exterior texturizada 148 se forma después en la superficie exterior de la primera cámara de aire inflable 144. En esta realización, la superficie exterior texturizada 148 es una superficie rugosa y está formada por abrasión mecánica (no mostrada) de la superficie exterior de la primera cámara de aire inflable 144 mediante lijado con papel de lija. Una vez que se ha formado la superficie exterior texturizada 148, el revestimiento tubular 42 se vuelve a colocar después sobre el segmento de revestimiento.

Los extremos 24, 26 del conjunto de revestimiento 20 se preparan adicionalmente insertando, entre la primera cámara de aire inflable 144 y la segunda cámara de aire inflable 145, próximo a cada extremo 24, 26, los manguitos de retención 52, 54 (no mostrados). Cada manguito de retención 52, 54 se corta a una longitud que comienza en el borde delantero del engranaje de instalación (es decir, el bloque de tracción 28 o el bloque de inflado 30) y se extiende dentro de la primera cámara de aire inflable 144 al menos aproximadamente 15 cm (6"). En cada extremo 24, 26, el manguito de retención 52, 54 se pliega, sobre los extremos encintados previamente preparados y encintados. Cada extremo 24, 26 se asegura adicionalmente utilizando abrazaderas 56 adecuadas para asegurar un ajuste apretado alrededor de los bloques colocados en el mismo. En esta realización, las abrazaderas son abrazaderas de engranajes.

Con el conjunto de revestimiento 20 sellado en ambos extremos 24, 26 con el equipo de instalación adecuado, el revestimiento tubular exterior 42 se impregna con una resina apropiada (es decir, epoxi). El proceso de impregnación del revestimiento tubular exterior 42 se denomina habitualmente "humectación". En esta realización, el revestimiento tubular exterior 42 se humedece suministrando resina al espacio entre el revestimiento tubular exterior 42 y la primera cámara de aire inflable 144 en uno de los extremos 24, 26. Después se utilizan rodillos (no mostrados) para mover la resina a lo largo del revestimiento tubular 42, tal y como se conoce en la técnica. Para asegurar la completa humectación del revestimiento tubular 42, la resina se puede aplicar en ambos extremos 24, 26. Como se entenderá, la humectación completa del revestimiento tubular 42 da como resultado la humectación completa de la superficie exterior texturizada 148 de la primera cámara de aire inflable 144, que se pone en contacto íntimo con el revestimiento tubular 42 durante el uso de los rodillos.

Después de que el revestimiento tubular 42 y la superficie exterior texturizada 148 se hayan humedecido, el envainado de plástico 50 se ranura para facilitar la migración de la resina fuera del revestimiento tubular 42. El contacto de la resina con la tubería que se está reparando asegura que el revestimiento que se está instalando quede fijo en su lugar. Después, se limpia la superficie exterior del envainado de plástico para asegurar una superficie limpia y seca. El conjunto de revestimiento 20 se pliega después longitudinalmente y se encinta a intervalos 58 de aproximadamente 30 a aproximadamente 46 cm (aproximadamente 12" a 18") para retener esta disposición doblada.

Para facilitar la entrada y/o el movimiento del conjunto de revestimiento 20 en una tubería, el borde delantero del revestimiento tubular 42 se encinta después para formar una configuración ahusada 62. Un cable de cabestrante 66 se fija al bloque de tracción 28 en el extremo de instalación 24. En esta realización, se utilizan horquillas 68 para fijar el cable de cabestrante 66 al bloque de tracción 28. Una línea de aire 70 se fija al bloque de inflado 30 del extremo de inflado 26.

Las Figuras 10a a 10c muestran la instalación del conjunto de revestimiento 20 que incluye el segmento de revestimiento 122 en una sección de la tubería P. Durante la instalación, el cabestrante (no mostrado) se utiliza para tirar del conjunto de revestimiento 20 hacia la tubería P a través del cable de cabestrante 66, como se muestra en la Figura 10a. El conjunto de revestimiento 20 se coloca dentro de la sección de tubería que se va a reparar o reforzar. Una vez que el conjunto de revestimiento 20 esté en la posición deseada, se hace funcionar una bomba de aire (no mostrada) para suministrar aire a través de la línea de aire 70 conectada al bloque de inflado 30. El aire suministrado a través de la línea de aire 70 pasa a través del bloque de inflado 30 y entra en el depósito interno 172 de la segunda cámara de aire inflable 145. La segunda cámara de aire inflable 145 se infla a su vez hasta que el conjunto de revestimiento 20 se expande hasta el punto en el que el revestimiento tubular 42 contacta firmemente con la superficie interior 74 de la tubería, tal y como se muestra en la Figura 10b. Durante el inflado, las porciones encintadas del conjunto de revestimiento 20 se sueltan, permitiendo que el conjunto de revestimiento y el envainado de plástico circundante 50 se expandan y entren en contacto con la superficie interior 74. El conjunto de revestimiento 20 se mantiene después en este estado durante un período de tiempo suficiente para permitir que el revestimiento tubular de fieltro exterior humedecido 42 se cure, junto con la primera cámara de aire inflable 144 en contacto con el mismo.

Después del curado, el aire dentro del depósito interno 172 se libera a través del bloque de inflado 30 y la línea de aire 70 (véase la Figura 10c). Para facilitar este proceso, la bomba de aire se puede utilizar para evacuar el aire del depósito interno 172, permitiendo que la segunda cámara de aire inflable 145 recupere su estado plano natural. Una vez evacuado, la segunda cámara de aire inflable 145 se retira después de la tubería P a través del cable de cabestrante 66, dejando el revestimiento tubular curado 42 y la primera cámara de aire inflable 144 en posición dentro de la tubería.

La presión de aire apropiada para inflar la segunda cámara de aire inflable 145 depende del diámetro del conjunto de revestimiento. Por lo general, los conjuntos de revestimiento que tienen un diámetro que varía de aproximadamente 7,5 cm a aproximadamente 30 cm (3" a 12") se inflan a una presión de aproximadamente 83 a aproximadamente 103 kPa (aproximadamente 12 a 15 libras por pulgada cuadrada (psi)). Los conjuntos de revestimiento de menor diámetro (es decir, revestimientos de aproximadamente 4 cm y aproximadamente 5 cm) (1½" y 2") se inflan a una presión de

aproximadamente 165 kPa (aproximadamente 24 psi). Durante el inflado, la presión del aire debe ser suficiente para romper la cinta 32 separada a lo largo del conjunto de revestimiento plegado longitudinalmente 20, permitiendo que el conjunto de revestimiento 20 llene la sección de tubería que se está reparando o reforzando.

- 5 Aunque en las realizaciones descritas anteriormente, la superficie exterior texturizada es una superficie rugosa formada por abrasión mecánica de la superficie exterior de la cámara de aire inflable con una herramienta o material abrasivo, en otras realizaciones, la superficie exterior texturizada puede ser como alternativa una superficie rugosa formada por abrasión química, como al exponer la superficie exterior de la cámara de aire inflable a una o más sustancias químicas, como por ejemplo disolventes, ácidos, bases y similares. En otras realizaciones, la superficie exterior texturizada puede ser tanto una superficie rugosa como una superficie porosa. La superficie porosa puede comprender porosidad de célula abierta o cerrada. En una realización de este tipo, la cámara de aire inflable puede comprender además porosidad justo debajo de la superficie exterior de la cámara de aire inflable. En una realización de este tipo, la superficie porosa puede formarse por exposición a una o más sustancias químicas, como por ejemplo disolventes, ácidos, bases y similares. En otra realización, la porosidad se puede crear en la cámara de aire inflable durante la fabricación de la cámara de aire inflable. En otras realizaciones adicionales, la superficie exterior texturizada puede ser tanto una superficie desgastada mecánicamente como una superficie tratada químicamente.

- 20 Aunque en las realizaciones descritas anteriormente, la cámara de aire inflable maleable está fabricada de caucho, en otras realizaciones, la cámara de aire inflable maleable se puede fabricar como alternativa de silicona. En otras realizaciones adicionales, la cámara de aire inflable maleable puede fabricarse como alternativa de cualquier material maleable, duradero adecuado. Como se apreciará, el material del que está fabricada la cámara de aire inflable maleable puede seleccionarse para que tenga las propiedades de material deseadas, como la resistencia química, resistencia al desgaste erosivo, idoneidad para la manipulación de alimentos y similares.

- 25 Aunque la instalación del conjunto de revestimiento se ha mostrado con respecto a una sección lineal de tubería, el conjunto de revestimiento se puede utilizar también para instalar un revestimiento en una sección doblada de la tubería. La capacidad del conjunto de revestimiento para adaptarse a las curvas (es decir, 22°, 45°, 90°) es proporcionada por la naturaleza maleable de la cámara de aire inflable 44 utilizada en el conjunto de revestimiento. A medida que el conjunto de revestimiento se infla en un área de transición, la cámara de aire no solo se estira para adaptarse a la presión del aire que contiene, sino que se ajusta a la curva para asegurar que el revestimiento impregnado de resina se fuerce a entrar en contacto con todas las superficies del área de transición. La cámara de aire inflable logra esto al permitir un estiramiento variable, es decir, se estira menos en el borde interior mientras que se estira más en el borde exterior de la curva. Los sistemas de la técnica anterior que usaban sistemas de cámara de aire de vinilo o nailon tejido no podían lograr este estiramiento variable, resultando finalmente en la formación de arrugas y/o pliegues en el revestimiento curado resultante e impregnado con resina. Adicional y ventajosamente, se ha descubierto que la porción unida de la cámara de aire inflable (o la primera cámara de aire inflable) que se deja en posición dentro de la tubería alisa eficazmente cualquier cresta y/o pliegue formado en el revestimiento curado resultante. La reducción y/o eliminación de estos pliegues da como resultado un mayor flujo de fluido en la sección reparada y también una reducción en la probabilidad de retención de escombros y posible obstrucción.

- 40 Aunque en las realizaciones descritas anteriormente, la cámara de aire inflable tiene una longitud requerida de revestimiento que se determina insertando y moviendo una cámara de video conectada a una línea de cámara de video a lo largo del interior de la tubería, en otras realizaciones, la longitud requerida del revestimiento se puede determinar como alternativa utilizando otros métodos.

- 45 Aunque en las realizaciones descritas anteriormente, la longitud requerida de revestimiento que se determina insertando y moviendo una cámara de video conectada a una línea de cámara de video a lo largo del interior de la tubería, en otras realizaciones, la longitud requerida del revestimiento se puede determinar como alternativa utilizando otros métodos.

- 50 Aunque en las realizaciones descritas anteriormente, durante la preparación del extremo de instalación, la correa está firmemente incorporada en los pliegues de la cámara de aire inflable o el encintado utilizado para mantener de forma segura esta disposición, en otras realizaciones, como alternativa, la correa puede estar firmemente sujeta al bloque de tracción, con la cámara de aire inflable plegada o ceñida de forma similar a la descrita anteriormente.

- 55 Aunque en las realizaciones descritas anteriormente, los extremos del segmento de revestimiento se sellan alrededor del equipo de instalación en dos etapas, es decir, mediante encintado y sujeción, en otras realizaciones, cada uno de los extremos del segmento de revestimiento se puede sellar como alternativa alrededor del equipo de instalación de cualquier manera para lograr extremos sustancialmente sellados.

- 60 Aunque en las realizaciones descritas anteriormente, el revestimiento tubular está fabricado con un material de fieltro, en otras realizaciones, el revestimiento tubular se puede fabricar como alternativa de otro material.

- 65 Aunque en las realizaciones descritas anteriormente, la correa no estirable está fabricada de nailon tejido, en otras realizaciones, la correa no estirable puede fabricarse como alternativa de vinilo tejido. En otras realizaciones adicionales, la correa no estirable puede fabricarse como alternativa de cualquier material no estirable, duradero



adecuado.

5 Aunque en las realizaciones descritas anteriormente, los manguitos de retención están fabricados de nailon tejido, en otras realizaciones, los manguitos de retención pueden como alternativa estar fabricados de vinilo tejido. En otras realizaciones adicionales, los manguitos de retención pueden fabricarse como alternativa de cualquier material no estirable, duradero adecuado.

10 Aunque en las realizaciones descritas anteriormente se emplea una correa para inhibir la sobreexpansión longitudinal del conjunto de revestimiento y se emplean manguitos para inhibir la sobreexpansión radial del conjunto de revestimiento, los expertos en la materia apreciarán que se pueden emplear estructuras o elementos alternativos para lograr esta funcionalidad.

15 Aunque en las realizaciones descritas anteriormente, se opera una bomba de aire para suministrar aire a través de la línea de aire conectada al bloque de inflado para inflar la cámara de aire con aire, en otras realizaciones, otra bomba de fluido se puede operar como alternativa para suministrar otro fluido a través de la línea de aire conectada al bloque de inflado para inflar la cámara de aire con el otro fluido, en el que el otro fluido puede ser cualquier fluido como, por ejemplo, cualquier gas, cualquier mezcla de gases, cualquier líquido, cualquier mezcla líquida o cualquier mezcla de los mismos.

20 Aunque se han descrito las realizaciones preferidas, los expertos en la materia apreciarán que se pueden realizar variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance de las mismas como se define en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un método de instalación de un conjunto de revestimiento (20) para reparar o reforzar tuberías (P), comprendiendo el método:

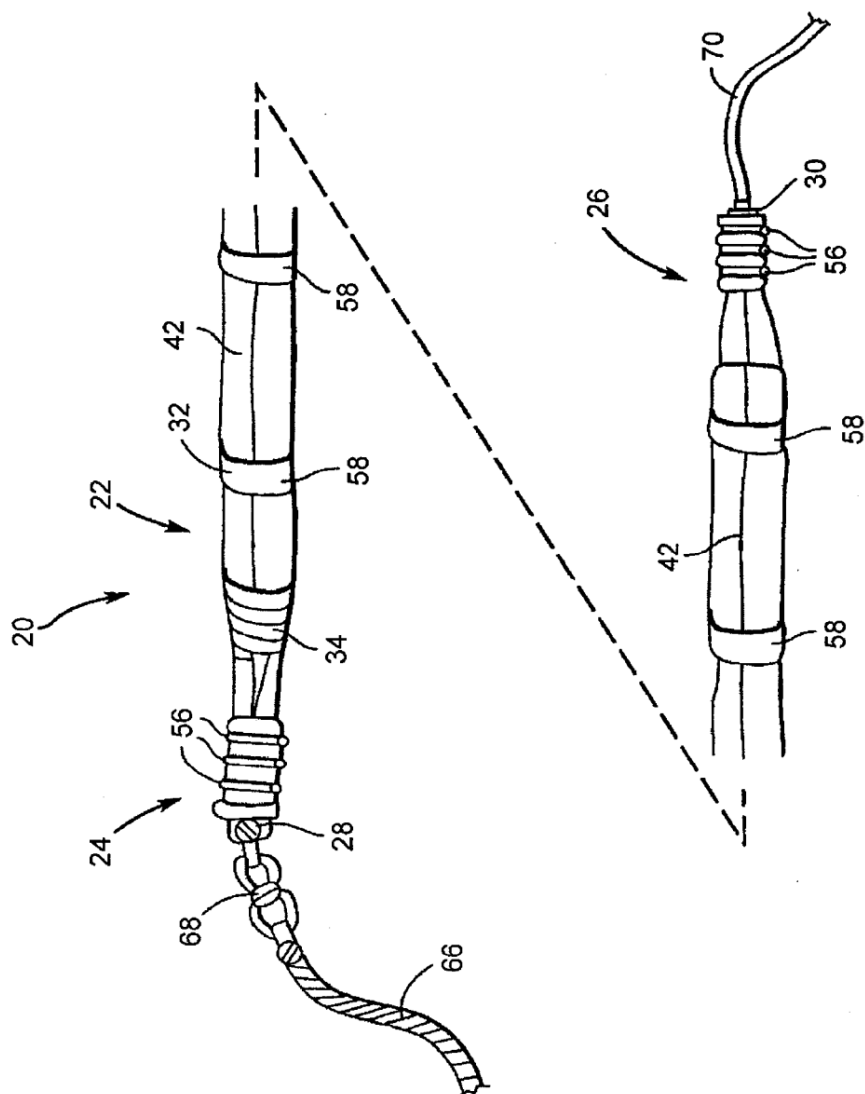
5 arrastrar un conjunto de revestimiento preparado (20) a su posición en la tubería (P), incluyendo el conjunto de revestimiento un revestimiento tubular exterior (42), una cámara de aire inflable maleable interior (44, 144, 145) fabricada de un material elástico y colocada longitudinalmente dentro del revestimiento tubular (42), y un equipo de instalación que comprende un bloque de tracción (28) asegurado de forma hermética a un extremo de  
10 instalación (24) de la cámara de aire inflable (44) y un bloque de inflado (30) asegurado de forma hermética a un extremo de inflado (26) de la cámara de aire inflable (44), teniendo la cámara de aire inflable (44, 144) una superficie exterior texturizada (48, 148) configurada para unirse al revestimiento tubular (42) y una superficie interior (49, 149) configurada para proporcionar una superficie resiliente en el interior de la tubería (P), siendo la superficie exterior texturizada (48, 148) una superficie rugosa, estando la superficie exterior texturizada (48, 148) formada por una o más de abrasión mecánica y abrasión química después de asegurar el engranaje de instalación a los  
15 extremos (24, 26) de la cámara de aire inflable (44), humedeciéndose el revestimiento tubular (42) y la superficie exterior texturizada (48, 148) con un compuesto curable; introducir fluido en la cámara de aire inflable (44, 145) de forma que la cámara de aire inflable (44, 144, 145) se expanda para llevar el revestimiento tubular (42) en firme contacto con una superficie interior (74) de la tubería (P);  
20 mantener el conjunto de revestimiento (20) en un estado inflado durante un período de tiempo suficiente para que el revestimiento tubular (42) y la superficie exterior (48, 148) de la cámara de aire inflable (44, 144) se curen; y desinflar la cámara de aire inflable (44, 145) y recuperar al menos una porción del conjunto de revestimiento (20) de la tubería (P).

25 2. El método de la reivindicación 1, en el que recuperar al menos la porción del conjunto de revestimiento (20) de la tubería (P) comprende recuperar una porción sin unir de la cámara de aire inflable (44) de la tubería (P).

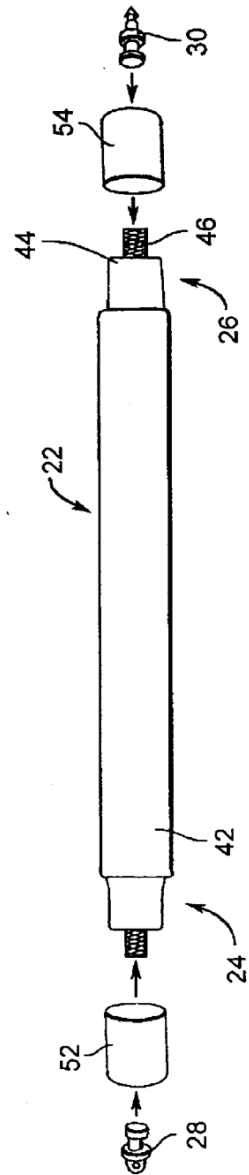
3. El método de la reivindicación 2, que comprende, además:

30 antes de dicha recuperación, cortar las porciones sin unir de la cámara de aire inflable (44) de una porción unida de la cámara de aire inflable (44) utilizando una herramienta de corte.

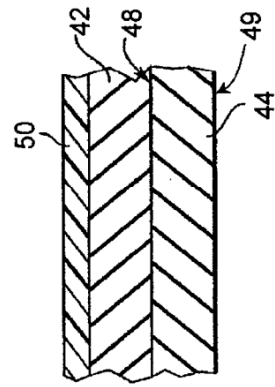
4. El método de la reivindicación 1, en el que la  
cámara de aire inflable (144) que tiene la superficie exterior texturizada (148) es una primera cámara de aire inflable (144), y el conjunto de revestimiento comprende una segunda cámara de aire inflable (145) situada longitudinalmente  
35 dentro de la primera cámara de aire inflable (144), en donde introducir fluido comprende introducir fluido en la segunda cámara de aire inflable (145), en donde mantener el conjunto de revestimiento (20) en el estado inflado comprende mantener el conjunto de revestimiento (20) en el estado de inflado durante un período de tiempo suficiente para que curen el revestimiento tubular (42), la superficie exterior (148) de la primera cámara de aire inflable (144) y el compuesto curable,  
40 en donde desinflar la cámara de aire inflable (145) comprende desinflar la segunda cámara de aire inflable (145), y en donde recuperar al menos la porción del conjunto de revestimiento (20) de la tubería (P) comprende recuperar la segunda cámara de aire inflable (145) de la tubería (P).



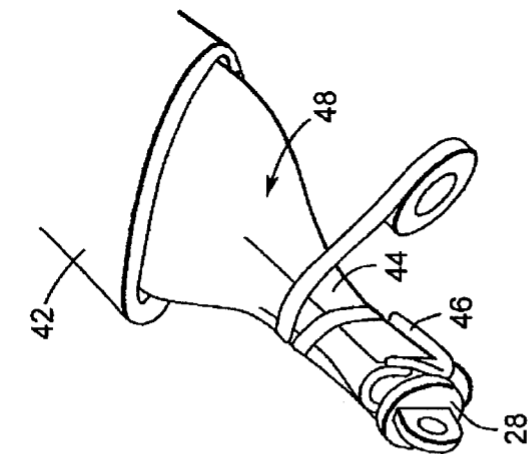
**Figure 1**



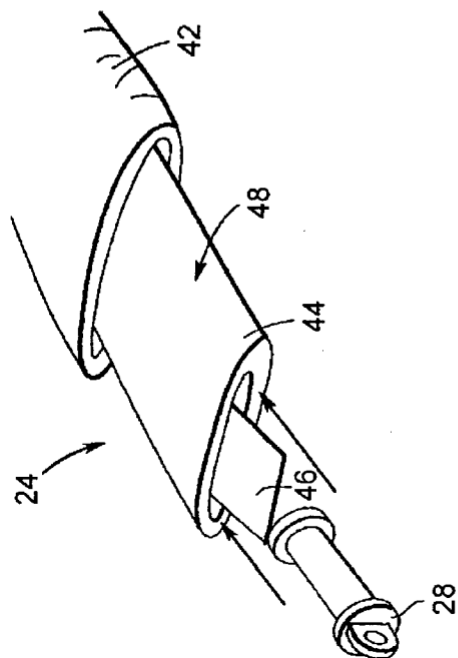
**Figure 2**



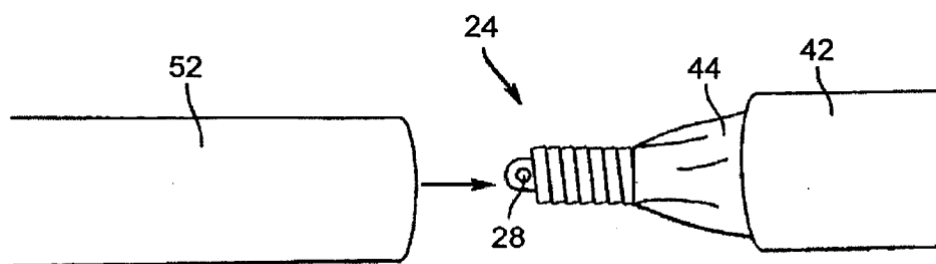
**Figure 3**



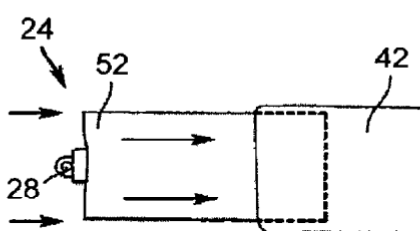
**Figura 4b**



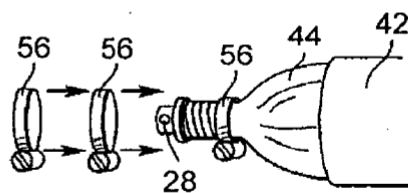
**Figura 4a**



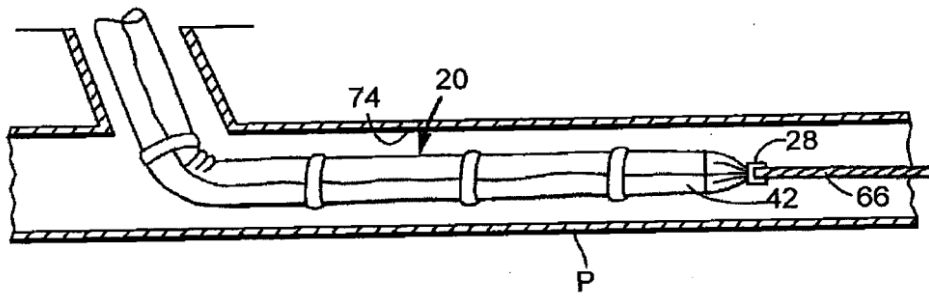
**Figura 5a**



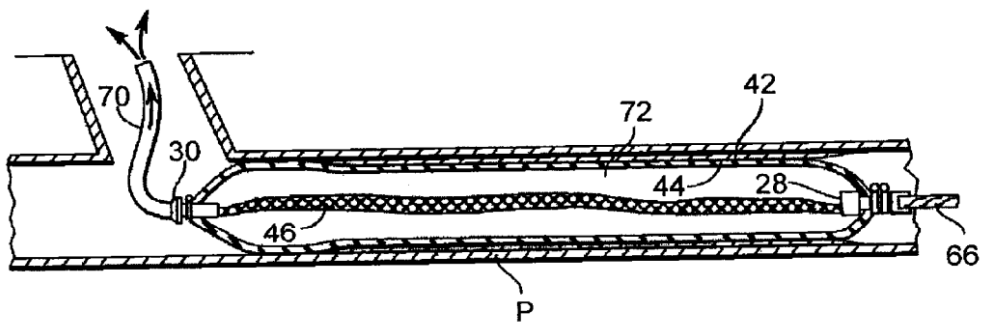
**Figura 5b**



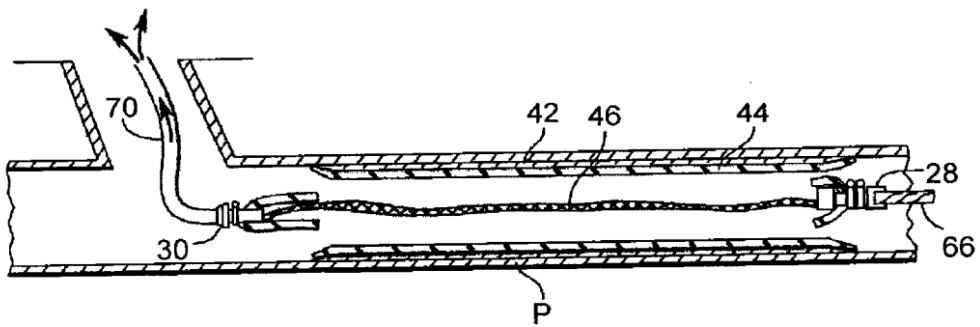
**Figura 5c**



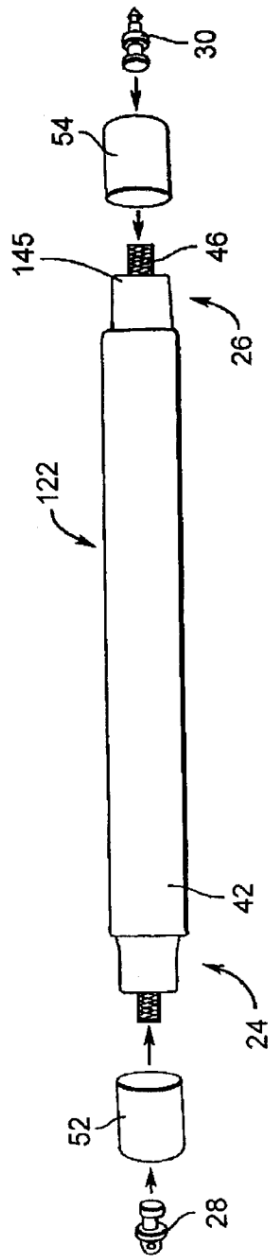
**Figura 6a**



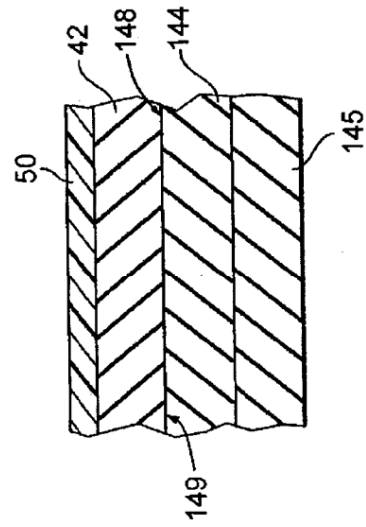
**Figura 6b**



**Figura 6c**

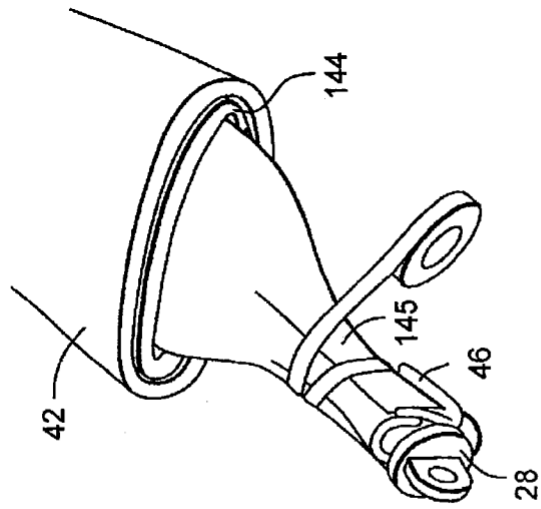


**Figure 7**

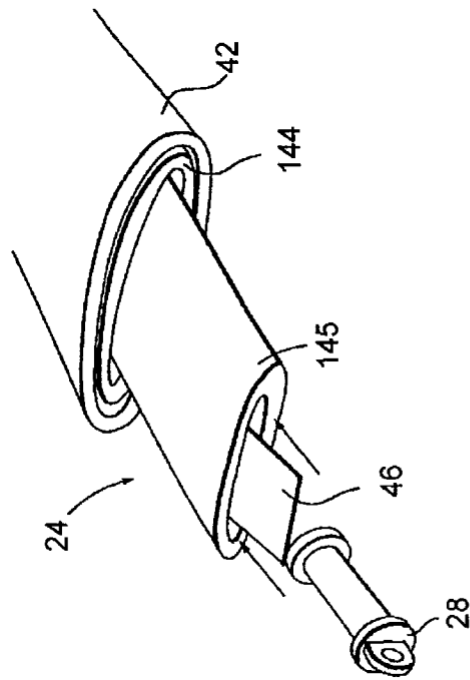


**Figure 8**

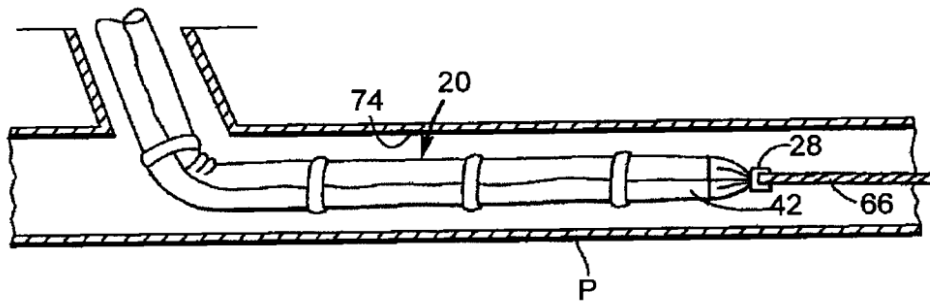




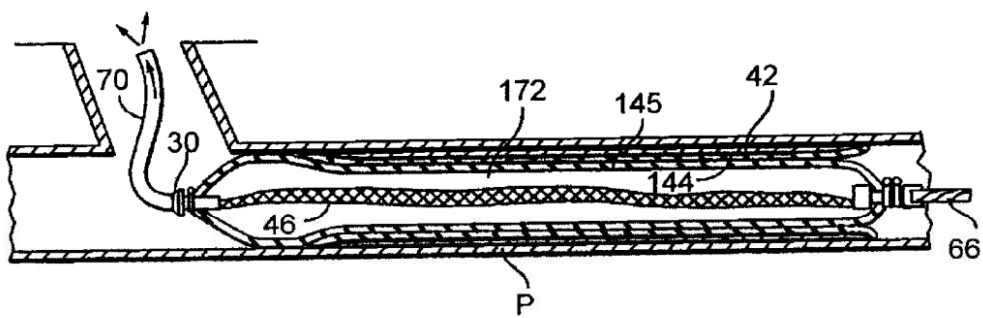
**Figura 9b**



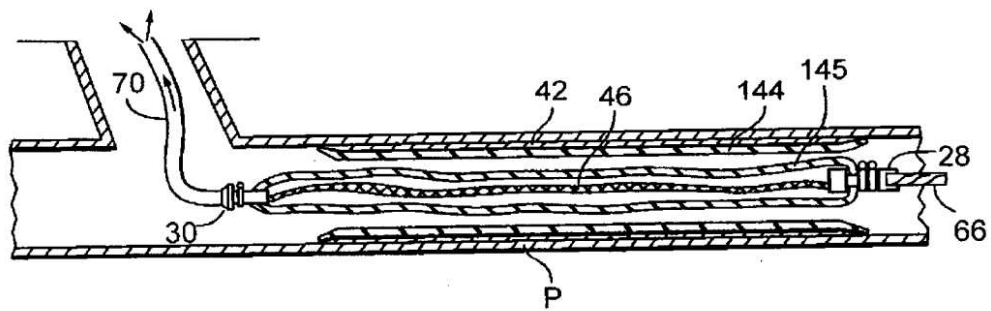
**Figura 9a**



**Figura 10a**



**Figura 10b**



**Figura 10c**