

SISTEMA Y MÉTODO DE REPARACIÓN

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0001] Esta sección está destinada a presentar al lector diversos aspectos de la técnica que pueden estar relacionados con diversos aspectos de la presente divulgación, que se describen a continuación. Se cree que este análisis es útil para proporcionar al lector información de antecedentes para facilitar una mejor comprensión de los diversos aspectos de la presente divulgación. En consecuencia, debe entenderse que estas declaraciones deben leerse en este sentido y no como admisiones del estado de la técnica.

[0002] En algunos lugares, los operadores de oleoductos podrían sufrir el robo de combustible a través de tomas ilegales de los oleoductos. Los ladrones pueden robar el combustible al cavar para llegar a un oleoducto enterrado y luego perforar un orificio en la tubería. La liberación de combustible a través del orificio puede recogerse con mangueras y baldes para que la usen los ladrones o venderse en el mercado negro. Estas tomas ilegales generan pérdidas y derrames de combustible que dañan el medio ambiente y pueden afectar la integridad estructural de los oleoductos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[0003] La siguiente breve descripción se proporciona para introducir una selección de conceptos, los cuales se describen más adelante en la descripción detallada. Esta breve descripción no tiene la intención de identificar características clave o esenciales del tema reivindicado, ni pretende ser utilizado como una ayuda para limitar el alcance del tema reivindicado.

[0004] En lugar de o además de excavar un oleoducto o cavar nuevas zanjas para instalar un nuevo oleoducto, se puede instalar una tubería flexible en la infraestructura de oleoducto existente. De hecho, la tubería flexible es duradera y operativa en condiciones de funcionamiento difíciles y puede adaptarse a altas presiones y temperaturas. Sin embargo, en el caso de que incluso la tubería flexible esté pinchada o dañada, se pueden reparar los orificios en la tubería flexible después de la instalación dentro de otra infraestructura de oleoducto.

[0005] En un ejemplo, la divulgación describe un método para reparar una tubería flexible dentro de una tubería portadora. Luego, el método aumenta una primera área de un primer orificio en la tubería portadora. El método luego dobla una primera capa de la tubería flexible alrededor de un segundo orificio en la primera capa. Luego, el

método repara un tercer orificio en una segunda capa de la tubería flexible.

[0006] En otro ejemplo, la divulgación describe un sistema de tubería que incluye una tubería portadora y una tubería flexible dentro de la tubería portadora. La tubería flexible incluye una primera capa de material y una segunda capa de material que rodea la primera capa de material. La segunda capa de material incluye metal. Un sistema de sellado sella un primer orificio en la tubería portadora. El sistema de sellado incluye un cuerpo de sellado que se acopla a la tubería portadora. El cuerpo de sellado define un primer puerto y un segundo puerto. El primer puerto recibe un material que llena un anillo formado entre la tubería portadora y la tubería flexible. El segundo puerto libera gas entre la tubería flexible y la tubería portadora.

[0007] En otro ejemplo, la divulgación describe un sistema de sellado que incluye un cuerpo de sellado que se acopla a una tubería portadora. El cuerpo de sellado define un primer puerto y un segundo puerto. El primer puerto recibe un material que llena un anillo formado entre la tubería portadora y una tubería flexible. El segundo puerto libera gas entre la tubería flexible y la tubería portadora a medida que el anillo se llena con el material.

[0008] Otros aspectos y ventajas de la materia objeto reivindicada serán evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0009] La Figura 1 es una vista en perspectiva en sección transversal de una tubería flexible instalada dentro de una tubería portadora, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

[00010] La Figura 2 es una vista lateral en sección transversal de una tubería flexible dentro de una tubería portadora con un orificio perforado a través de la tubería portadora y la tubería flexible, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

[00011] La Figura 3 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible dentro de la tubería portadora visto en la Figura 1 después de ensanchar el orificio en la tubería portadora, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

[00012] La Figura 4 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible dentro de la tubería portadora visto en la Figura 3 con la capa de metal de la tubería flexible tirada o doblada fuera del orificio, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

[00013] La Figura 5 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible dentro de la tubería portadora visto en la Figura 4 con un tapón instalado en el orificio

de la capa más interna de la tubería flexible, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

[00014] La Figura 6 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible dentro de la tubería portadora visto en la Figura 4 con un parche de electrofusión o soldado que cubre el orificio de la capa más interna de la tubería flexible, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

[00015] La Figura 7 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible dentro de la tubería portadora visto en la Figura 4 con una junta sobre el orificio de la capa más interna de la tubería flexible y asegurada en su lugar con una abrazadera de banda, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

[00016] La Figura 8 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible dentro de la tubería portadora visto en la Figura 5 con sellos colocados alrededor de la tubería flexible corriente arriba y corriente abajo del orificio, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

[00017] La Figura 9 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible dentro de la tubería portadora visto en la Figura 8 con sellos colocados alrededor de la tubería flexible corriente arriba y corriente abajo del orificio y un sistema de sellado acoplado a una superficie exterior de la tubería portadora, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

[00018] La Figura 10 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible dentro de la tubería portadora visto en la Figura 9 con el espacio anular entre la tubería flexible y la tubería portadora lleno con un material, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

[00019] La Figura 11 es una vista lateral en sección transversal de una tubería flexible dentro de una tubería portadora visto en la Figura 5 con un sistema de sellado dentro de un espacio anular entre la tubería flexible y la tubería portadora, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

[00020] La Figura 12 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible dentro de la tubería portadora visto en la Figura 11 con el espacio anular entre la tubería flexible y la tubería portadora lleno con un material, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

[00021] La Figura 13 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible dentro de la tubería portadora visto en la Figura 5 con una tubería de detección de fugas en el espacio anular entre la tubería flexible y la tubería portadora, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

[00022] La Figura 14 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible dentro de la tubería portadora visto en la Figura 13 con una tubería de detección de fugas en el espacio anular entre la tubería flexible y la tubería portadora y el espacio anular lleno con un material, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

[00023] La Figura 15 es un diagrama de flujo de un método de reparación de un orificio en una tubería flexible, de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[00024] Ciertas formas de realización acordes en alcance con la presente divulgación se resumen a continuación. Estas formas de realización no pretenden limitar el alcance de la divulgación, sino que estas formas de realización están destinadas únicamente a proporcionar un breve resumen de ciertas formas de realización divulgadas. De hecho, la presente divulgación puede abarcar una variedad de formas que pueden ser similares o diferentes de las formas de realización expuestas a continuación.

[00025] Como se usa en la presente, el término "acoplado" o "acoplado a" puede indicar el establecimiento de una conexión directa o indirecta, y no se limita a ninguno de los dos a menos que se mencione expresamente como tal. El término "conjunto" puede referirse a uno o más elementos. Siempre que sea posible, se utilizan números de referencia iguales o idénticos en las figuras para identificar elementos comunes o iguales. Las figuras no están necesariamente a escala y ciertas características y ciertas vistas de las figuras pueden mostrarse exageradas en escala para fines de aclaración.

[00026] Además, cuando se introducen elementos de diversas formas de realización de la presente divulgación, los artículos "un", "una" y "el", "la" pretenden significar que hay uno o más de los elementos. Los términos "que comprende", "que incluye" y "que tiene" tienen la intención de ser inclusivos y significan que puede haber elementos adicionales distintos a los elementos enumerados. Además, debe entenderse que las referencias a "una forma de realización" de la presente divulgación no deben interpretarse como excluyentes de la existencia de formas de realización adicionales que también incorporan las características enumeradas. Además, la frase A "en función de" B pretende significar que A se basa al menos parcialmente en B. Además, a menos que se indique expresamente lo contrario, el término "o" pretende ser inclusivo (por ejemplo, OR lógico) y no exclusivo (por ejemplo, XOR lógico). En

otras palabras, la frase A "o" B significa A, B o tanto A como B.

[00027] Como se explicó anteriormente, los operadores de oleoductos podrían sufrir el robo de combustible a través de tomas ilegales de los oleoductos. Estas tomas ilegales generan pérdidas, derrames de combustible que dañan el medio ambiente, y pueden afectar la integridad estructural de los oleoductos. Sin embargo, en lugar de excavar el oleoducto existente o cavar nuevas zanjas para instalar un nuevo oleoducto, se instala una tubería flexible dentro del oleoducto existente. El oleoducto existente se convierte entonces en una tubería portadora que proporciona un conducto para el despliegue rápido de la tubería flexible. Sin embargo, la capacidad de sellar orificios en la tubería flexible presenta un desafío importante. Específicamente, la estructura de la tubería flexible puede limitar el tipo de reparaciones que se pueden realizar. Como se explicará a continuación, la tubería flexible puede consistir en múltiples capas de polímeros (por ejemplo, polietileno de alta densidad) que recubren una o más capas de tiras de metal (por ejemplo, acero). En consecuencia, el parcheado de una toma ilegal presenta el reto de sellar un orificio a través de múltiples capas de materiales diferentes. Por el contrario, las tuberías de acero existentes pueden repararse simplemente al soldar una placa a la tubería de acero sobre el orificio. La divulgación a continuación describe un sistema y método de reparación que permite la reparación de la tubería flexible, tal como cuando la tubería flexible está dispuesta dentro de una tubería portadora existente. Y como se explicará con mayor detalle, el método de reparación y el sistema de reparación utilizan la disposición única de tubería flexible dentro de una tubería portadora para permitir el sellado y la reparación de la tubería flexible.

[00028] La Figura 1 es una vista en perspectiva en sección transversal de una tubería flexible 10 (por ejemplo, un conducto) instalada dentro de una tubería portadora 12 (por ejemplo, un conducto) para formar una infraestructura de oleoducto o un sistema de tubería 14. La tubería portadora 12 define un hoyo 16 que recibe la tubería flexible 10 durante la instalación. La colocación de la tubería flexible 10 dentro de una tubería existente puede ahorrar tiempo y dinero al reducir y/o eliminar la construcción de zanjas y/u otra infraestructura para colocar la tubería flexible. En algunas situaciones, la tubería portadora 12 ya puede estar enterrada debajo de la superficie. Sin embargo, los ladrones de combustible aún pueden perforar orificios 18 en la tubería portadora 12 para robar combustible. Una vez que los ladrones se dan cuenta de que la tubería portadora 12 está seca, pueden perforar la tubería flexible 10 para acceder al combustible. Perforar a través de la tubería flexible 10 implica perforar

a través de múltiples capas de material. Por ejemplo, la tubería flexible 10 puede incluir una primera capa o una capa interior 20 que puede estar fabricada a partir de un termoplástico (por ejemplo, polietileno de alta densidad (HDPE)). La capa interior 20 define un hoyo 22 que transporta un fluido (por ejemplo, combustible). Rodeando la capa interior 20 hay una segunda capa o capa intermedia 24 que puede estar fabricada a partir de un metal o metales (por ejemplo, tiras de acero) que proporcionan resistencia a la tubería flexible 10. Y rodeando la capa intermedia 24 puede haber una tercera capa o capa exterior 26 fabricada a partir de un termoplástico (por ejemplo, HDPE). La capa interior 20 y la capa exterior 26 pueden proteger la capa intermedia de los fluidos dentro del hoyo 22 así como de los fluidos y sustancias fuera de la tubería flexible 10. Por ejemplo, la capa interior 20 y la capa exterior 26 pueden proteger la capa intermedia 24 de la corrosión.

[00029] Debe entenderse que la tubería flexible 10 es un tubo que transporta o transfiere agua, gas, petróleo o cualquier tipo de fluido adecuado. La tubería flexible 10 puede estar fabricada a partir de cualquier tipo de materiales, incluidos plásticos, metales, compuestos (por ejemplo, compuestos reforzados con fibras) y/u otros materiales adecuados. La tubería flexible 10 puede incluir una tubería flexible adherida o no adherida, tubería compuesta flexible (FCP), tubería compuesta termoplástica (TCP) o tubería termoplástica reforzada (RTP). La tubería FCP o RTP puede estar compuesta generalmente de varias capas. En una o más formas de realización, una tubería flexible puede incluir un revestimiento termoplástico o una funda de presión interna que tiene una capa de refuerzo y una capa de cubierta exterior termoplástica. En una o más formas de realización, el termoplástico puede ser polietileno de alta densidad (HDPE). Por lo tanto, la tubería flexible puede incluir diferentes capas que pueden estar fabricadas a partir de una variedad de materiales y también pueden proporcionar resistencia a la corrosión. Por ejemplo, en una o más formas de realización, la tubería utilizada para formar una bobina de tubería puede tener una capa de cubierta exterior de protección contra la corrosión que está dispuesta sobre otra capa de refuerzo de acero. En esta forma de realización, se pueden colocar tiras de acero enrolladas helicoidalmente sobre un revestimiento fabricado a partir de tubería termoplástica. La tubería flexible puede diseñarse para manejar una variedad de presiones. En consecuencia, la tubería flexible puede ofrecer características y beneficios únicos en comparación con las tuberías de acero/acero al carbono en el área de resistencia a la corrosión, flexibilidad, velocidad de instalación y reutilización. Otro tipo de tubería flexible o enrollable es la tubería enrollada o tubería en carrete,

que puede estar fabricada a partir de acero y tener una capa protectora contra la corrosión.

[00030] La Figura 2 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible 10 dentro de la tubería portadora 12. La tubería portadora 12 define una abertura u orificio 18 y la tubería flexible 10 define de manera similar orificios u orificios 40, 42 y 44 que tienen un área de sección transversal o un diámetro 46 dentro de las respectivas capas 20, 24 y 26 (por ejemplo, primera capa, segunda capa, tercera capa). Estos orificios 18, 40, 42 y 44 pueden formarse por un ladrón que perfora un orificio para acceder al combustible transportado en el hoyo 22 de la tubería flexible 10. Después de que el ladrón perfora los orificios 18, 40, 42 y 44 a través de la tubería portadora 12 y la tubería flexible 10, los orificios 18, 40, 42 y 44 pueden tener un área de sección transversal o diámetro similar. Como se explicará a continuación, el método de reparación de la tubería flexible 10 implica cambiar estos diámetros iniciales.

[00031] La Figura 3 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible 10 dentro de la tubería portadora 12 visto en la Figura 1. El método de reparación de la tubería flexible 10 puede comenzar con el aumento de un área de sección transversal o diámetro 60 del orificio 18 para formar un puerto de acceso o ventana. El aumento del tamaño del orificio 18 facilita el acceso y la inserción de herramientas o equipos en el hoyo 16 de la tubería portadora 12. El tamaño del orificio 18 puede aumentarse al cortar la tubería portadora 12 mediante técnicas de corte en frío o en caliente. En algunas situaciones, puede ser deseable cortar en frío la tubería portadora 12 cuando se aumenta el tamaño del orificio 18 para bloquear o reducir la combustión de combustible o gases dentro de la tubería flexible 10 o la tubería portadora 12. En algunas formas de realización, después de aumentar el tamaño del orificio 18, el método de reparación implica aumentar un área de sección transversal o diámetro 62 del orificio 44. La remoción del material de la capa exterior 26 expone el material (por ejemplo, metal, tiras de acero) de la capa intermedia 24 que rodea el orificio 42.

[00032] La Figura 4 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible 10 dentro de la tubería portadora 12 visto en la Figura 3. Después de remover/retirar el material de la capa exterior 26 que rodea el orificio 44, el material de la capa intermedia 24 puede doblarse o tirarse. Por ejemplo, la capa intermedia 24 puede ser un metal (por ejemplo, acero, tiras de acero). Al doblar o tirar del material de la capa intermedia 24 se forman protuberancias 70 que sobresalen de la capa exterior 26 y aumentan el tamaño del orificio 42. Estas protuberancias 70 pueden extenderse una distancia 72 (por ejemplo, 0,5-5 pulgadas, 1-3 pulgadas, 1-2 pulgadas, 0,5 pulgadas)

más allá de la superficie más exterior de la capa exterior 26. Como se explicará a continuación, las protuberancias 70 pueden permitir que la tubería flexible 10 maneje cargas de tracción mientras transporta un fluido presurizado (por ejemplo, combustible).

[00033] La Figura 5 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible 10 dentro de la tubería portadora 12 visto en la Figura 4. El método de reparación visto en la Figura 4 continúa en la Figura 5 al bloquear el orificio 40. En algunas formas de realización, se puede instalar un tapón de tubería cónico o roscado 80 para sellar el orificio 40. El método de reparación también puede incluir preparar el orificio 40 al perforar o recortar la capa interior 20 alrededor de la abertura. Por ejemplo, perforar o recortar alrededor del orificio 40 puede dimensionar y/o preparar la capa interior 20 para recibir el tapón de tubería 80.

[00034] La Figura 6 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible 10 dentro de la tubería portadora 12 visto en la Figura 4. En algunas formas de realización, el método de reparación puede implicar la electrofusión o soldadura de un parche 90 para sellar el orificio 40. En algunas formas de realización, el parche 90 puede extenderse más allá del área de sección transversal del orificio 40 donde el parche 90 se acopla a la superficie exterior 92 de la capa interior 20.

[00035] La Figura 7 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible 10 dentro de la tubería portadora 12 visto en la Figura 4. En algunas formas de realización, el método de reparación puede asegurar una junta 100 sobre el orificio 40. Por ejemplo, la junta 100 se puede asegurar en su lugar con una abrazadera 102. La abrazadera 102 puede ser una abrazadera de banda que se extiende alrededor de la tubería flexible 10 para mantener la junta 100 en su lugar. En algunas formas de realización, para colocar la abrazadera 102 alrededor de la tubería flexible 10, algunas de las protuberancias 70 (por ejemplo, protuberancias circunferenciales) pueden recortarse o cortarse para facilitar el contacto entre la abrazadera 102 y la junta 100. De esta manera, la abrazadera 102 puede proporcionar la fuerza de compresión para sellar la junta 100 contra la capa interior 20.

[00036] La Figura 8 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible 10 dentro de la tubería portadora 12 visto en la Figura 5. Como se explicará en las Figuras 9 y 10, con el fin de mantener el sello sobre el orificio 40 así como para desalentar nuevos intentos de reabrir el orificio 40, se puede inyectar un material (por ejemplo, cemento, epoxi) en el hoyo 16 entre la tubería flexible 10 y la tubería portadora 12. Para evitar que el material fluya excesivamente corriente arriba y/o

corriente abajo desde la ubicación del orificio 40, el método de reparación incluye colocar sellos temporales 110 en el hoyo 16. Los sellos 110 se colocan corriente arriba y corriente abajo del orificio 40 y se extienden circunferencialmente alrededor de la superficie exterior 74 de la capa exterior 26 para formar un sello entre la tubería portadora 12 y la tubería flexible 10. Por ejemplo, los sellos 110 pueden colocarse de 1 a 6 pulgadas, 1 a 12 pulgadas, 1 a 24 o más tanto corriente arriba como corriente abajo del eje del orificio 40. Los sellos 110 pueden ser un sello de caucho, un sello de plástico, un sello de espuma, un sello hinchable (por ejemplo, polímero absorbente), entre otros. Los sellos 110 de la Figura 8 pueden ser sellos de espuma o hinchables que se expanden para llenar el hoyo 16 entre la tubería flexible 10 y la tubería portadora 12. En algunas formas de realización, se pueden hacer aberturas 112 en la tubería portadora 12 para facilitar la colocación de los sellos temporales 110 en el hoyo 16. En otras formas de realización, los sellos 110 pueden insertarse a través del orificio 18 y colocarse con herramientas.

[00037] La Figura 9 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible 10 dentro de la tubería portadora 12 observado en la Figura 8. Como se ilustra, los sellos 110 forman un sello entre la tubería flexible 10 y la tubería portadora 12. Por ejemplo, los sellos de espuma pueden haberse expandido y endurecido o los sellos hinchables pueden haber absorbido un fluido que les permitió expandirse y endurecerse. Una vez que los sellos 110 están en su lugar y han formado un sello entre la tubería flexible 10 y la tubería portadora 12, el método de reparación continúa al acoplar un sistema de sellado 120 sobre el orificio 18 en la tubería portadora 12. El sistema de sellado 120 incluye un cuerpo de sellado 121 que se acopla a la superficie exterior 122 y en algunas formas de realización puede envolver la circunferencia de la tubería portadora 12. En otra forma de realización, el cuerpo de sellado 121 puede soldarse a la tubería portadora 12. En aun otras formas de realización, el cuerpo de sellado 121 puede atornillarse a la tubería portadora 12 con pernos 124.

[00038] El cuerpo de sellado 121 define un primer puerto 126 y un segundo puerto 128. En funcionamiento, el primer puerto 126 permite bombear material 129 (por ejemplo, cemento, epoxi) en el anillo 130 formado entre los sellos 110 y entre la tubería flexible 10 y la tubería portadora 12. A medida que el anillo 130 se llena con el material 129, el aire dentro del anillo 130 escapa (por ejemplo, se libera) a través de una válvula 132 (por ejemplo, válvula unidireccional, válvula de retención). El material 129 se bombea o inyecta en el anillo desde una fuente de material 134 que se acopla al primer puerto 126 con una manguera 136.

[00039] La Figura 10 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible 10 dentro de la tubería portadora 12 observado en la Figura 9 con el anillo 130 lleno con el material 129. Después de la inyección del material 129 en el anillo 130, el primer puerto 126 se puede sellar o cerrar con una tapa 152 para bloquear el escape del material 129. El material 129 (por ejemplo, cemento, epoxi) luego se puede curar dentro del anillo 130, lo que proporciona una barrera protectora alrededor del orificio 40 en la tubería flexible 10.

[00040] Como se explicó anteriormente, el método de reparación implica doblar la capa intermedia 24 (por ejemplo, capa de metal, tiras de metal) para formar protuberancias 70 que sobresalen de la capa exterior 26 y aumentan el tamaño del orificio 42. Una vez que el material 129 se endurece en el anillo 130 y alrededor de las protuberancias 70, el material 129 endurecido interactúa con las protuberancias 70 para soportar cargas de tracción que actúan sobre la tubería flexible 10 en respuesta a un fluido presurizado en el hoyo 22. En otras palabras, el material 129 endurecido bloquea el movimiento de las protuberancias 70 en las direcciones 154 y 156 así como circunferencialmente en la dirección 158 en respuesta a cargas de presión. Si no se contrarrestan, las cargas de presión excesivas alrededor del orificio 40 pueden permitir que el fluido escape de la capa interior 20 de la tubería flexible 10.

[00041] La Figura 11 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible 10 dentro de la tubería portadora 12 observado en la Figura 5 con un cuerpo de sellado 168 de un sistema de sellado 170 colocado dentro de la tubería portadora 12. En funcionamiento, el sistema de sellado 170 permite bombear un material 171 (por ejemplo, epoxi, cemento) en un anillo 172 mientras se forma simultáneamente un sello alrededor del orificio 18 en la tubería portadora 12. El anillo 172 se forma circunferencialmente entre la tubería flexible 10 y la tubería portadora 12 y longitudinalmente entre los sellos 174.

[00042] Los sellos 174 bloquean o reducen el flujo del material 171 más allá de una distancia deseada desde el orificio 40. Los sellos 174 se colocan corriente arriba y corriente abajo del orificio 40 y se extienden circunferencialmente alrededor de la superficie exterior 74 de la capa exterior 26 para formar un sello entre la tubería portadora 12 y la tubería flexible 10. Los sellos 174 pueden ser un sello de caucho, un sello de plástico, un sello de espuma, un sello hinchable (por ejemplo, polímero absorbente), entre otros.

[00043] Una vez que los sellos 174 están en su lugar y han formado un sello entre la tubería flexible 10 y la tubería portadora 12, el método de reparación continúa al

insertar el cuerpo de sellado 168 a través del orificio 18. Después de la inserción, el cuerpo de sellado 168 se reorienta para cubrir el orificio 18. El cuerpo de sellado 168 incluye un primer puerto 176 y un segundo puerto 178. En funcionamiento, el primer puerto 176 permite bombear el material 171 (por ejemplo, cemento, epoxi) en el anillo 172 formado entre los sellos 174 y entre la tubería flexible 10 y la tubería portadora 12. A medida que el anillo 172 se llena con el material 171, el aire dentro del anillo 172 puede escapar (por ejemplo, liberarse) a través de una válvula 180 (por ejemplo, válvula unidireccional, válvula de retención) acoplada al segundo puerto 178. El material 171 se bombea o inyecta en el anillo 172 desde una fuente de material 182 que se acopla al primer puerto 176 con una manguera 184.

[00044] Antes de la inyección del material 171, el cuerpo de sellado 168 se mantiene en su lugar mediante el uso de brazos 186 que están acoplados de manera pivotante al cuerpo de sellado 168 con una junta de pivote 188. Después de insertar y orientar el cuerpo de sellado 168, los brazos 186 se giran de una posición vertical a una posición en ángulo que entra en contacto con la superficie exterior 190 de la tubería portadora 12. De esta manera, los brazos 186 suspenden el cuerpo de sellado 168 dentro de la tubería portadora 12 mientras se llena el anillo 172 con el material 171. En algunas formas de realización, el cuerpo de sellado 168 puede suspenderse y mantenerse en su lugar con correas o cadenas que se acoplan a anclajes en el cuerpo de sellado 168 hasta que el material 171 llena el anillo 172 y bloquea el movimiento del cuerpo de sellado 168.

[00045] La Figura 12 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible 10 dentro de la tubería portadora 12 observado en la Figura 11 con el anillo 172 entre la tubería flexible 10 y la tubería portadora 12 y lleno con el material 171. Después de la inyección del material 171 en el anillo 172, el primer puerto 176 se puede sellar o cerrar con una tapa 200 para bloquear el escape del material 171. El material 171 (por ejemplo, cemento, epoxi) luego se puede curar dentro del anillo 172, lo que proporciona una barrera protectora alrededor del orificio 40 en la tubería flexible 10 así como el bloqueo del movimiento del cuerpo de sellado 168.

[00046] Como se explicó anteriormente, el método de reparación implica doblar la capa intermedia 24 (por ejemplo, capa de metal, tiras de metal) para formar protuberancias 70 que sobresalen de la capa exterior 26 y aumentan el tamaño del orificio 42. Una vez que el material 171 se endurece en el anillo 130 y alrededor de las protuberancias 70, el material 171 endurecido interactúa con las protuberancias 70 para soportar cargas de tracción que actúan sobre la tubería flexible 10 a medida que

un fluido presurizado fluye a través del hoyo 22. En otras palabras, el material 171 endurecido bloquea el movimiento de las protuberancias 70 en las direcciones 202 y 204 y circunferencialmente en la dirección 206 en respuesta a una carga de presión de la tubería flexible 10 del fluido presurizado que fluye a través del hoyo 22. Al restringir el movimiento de las protuberancias 70, el material 171 reduce el movimiento de la capa intermedia 24 (por ejemplo, capa de metal), que a su vez bloquea o reduce el tamaño del orificio 40, lo que podría permitir que el fluido escape.

[00047] La Figura 13 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible 10 dentro de la tubería portadora 12 observado en la Figura 5. Como se explicó anteriormente, los ladrones de combustible pueden pinchar la tubería portadora 12 y la tubería flexible 10 para acceder al combustible transportado en el hoyo 22. Para detectar estas tomas ilegales, los dispositivos de detección de presión controlan la presión dentro del hoyo 16 de la tubería portadora 12. Estos dispositivos de detección de presión controlan las fluctuaciones en la presión del hoyo 16. Cuando un ladrón perfora un orificio en la tubería portadora 12, la presión dentro de la tubería portadora 12 se iguala rápidamente con la presión del entorno que rodea a la tubería portadora 12. Este cambio de presión se detecta mediante dispositivos de detección de presión instalados a lo largo de la tubería portadora 12 que permite a los operadores de oleoductos detectar y determinar rápidamente la ubicación de la toma ilegal. Desafortunadamente, si el hoyo 16 se sella y se llena con material (por ejemplo, epoxi, cemento) en una o más ubicaciones a lo largo de la tubería portadora 12, se interrumpe la comunicación de presión. Por ejemplo, el hoyo 16 puede sellarse y llenarse a partir de una reparación previa de la tubería flexible 10, los dispositivos de detección de presión pueden no detectar tomas ilegales adicionales. Por lo tanto, el método de reparación puede incluir instalar una o más tuberías de detección de fugas 220 (por ejemplo, 1, 2, 3 o más) en el hoyo 16 de la tubería portadora 12. En funcionamiento, la tubería de detección de fugas 220 permite la comunicación de presión a través de un sitio de reparación. En otras palabras, el fluido (por ejemplo, aire) puede fluir a través de la tubería de detección de fugas 220 desde un punto corriente abajo del lugar de reparación hasta una posición corriente arriba del sitio de reparación o viceversa, lo que permite la transmisión de cambios de presión.

[00048] La Figura 14 es una vista lateral en sección transversal de la tubería flexible 10 dentro de la tubería portadora 12 observado en la Figura 13 con la tubería de detección de fugas 220 que se extiende a través de un espacio anular 222 del sitio de reparación 223. El espacio anular 222 se forma entre los sellos 224 y entre la

tubería flexible 10 y la tubería portadora 12. Como se ilustra, la tubería de detección de fugas 220 se extiende a través de los sellos 224, lo que permite la comunicación fluida entre las posiciones corriente arriba y corriente abajo de los sellos 224. Como se explicó anteriormente, el espacio anular 222 se llena con un material 226 (por ejemplo, epoxi, cemento) al bombear el material 226 a través de un sistema de sellado 228. El material 226 envuelve y protege la tubería de detección de fugas 220 a través del sitio de reparación 223. El sistema de sellado 228 incluye un cuerpo de sellado 229. El cuerpo de sellado 229 incluye un primer puerto 230 y un segundo puerto 232. En funcionamiento, el primer puerto 230 permite bombear el material 226 (por ejemplo, cemento, epoxi) en el espacio anular 222 al mismo tiempo que sella el orificio 18 en la tubería portadora 12. A medida que el espacio anular 222 se llena con el material 226, el aire dentro del espacio anular 222 puede escapar (por ejemplo, liberarse) a través de una válvula 234 (por ejemplo, válvula unidireccional, válvula de retención) acoplada al segundo puerto 232. Después de llenar el espacio anular 222, el primer puerto 230 se cierra con una tapa 236. De esta manera, el método de reparación permite reparar el orificio 40 al mismo tiempo que permite la instalación de una tubería de detección de fugas 220.

[00049] La Figura 15 es un diagrama de flujo de un método 260 de reparación de un orificio en una tubería flexible (por ejemplo, tubería flexible 10). El método 260 puede comenzar al aumentar el área de un orificio en una tubería portadora (por ejemplo, tubería portadora 12), etapa 262. Aumentar el área del orificio en la tubería portadora facilita el acceso a la tubería flexible. Después de acceder a la tubería flexible, el método 260 puede doblar una primera capa (por ejemplo, capa de tira de metal) de la tubería flexible lejos de un orificio en la primera capa, etapa 264. Luego, el método 260 repara un orificio en una segunda capa (por ejemplo, capa interior 20) de la tubería flexible, etapa 266. Después de reparar el orificio en la segunda capa, se colocan el primer y el segundo sellos (por ejemplo, sellos 110) en un anillo o espacio anular entre la tubería flexible y la tubería portadora, etapa 268. Con los sellos en su lugar, el método 260 inyecta material (por ejemplo, hormigón, epoxi) en el anillo entre los sellos para formar un sello que mantiene el parche en su lugar, etapa 270. El método 260 divulgado en la presente incluye varias etapas representadas por bloques. Aunque el diagrama de flujo ilustra las etapas en una cierta secuencia, debe entenderse que las etapas pueden realizarse en cualquier orden adecuado y ciertas etapas pueden realizarse simultáneamente, cuando sea apropiado. Además, se pueden agregar u omitir etapas del método 260. Por ejemplo, el método 260 puede

incluir etapas adicionales como se describió anteriormente en la descripción de las Figuras 2-14.

[00050] Los efectos técnicos de la invención incluyen la capacidad de sellar orificios en una tubería flexible colocada dentro de una tubería portadora.

[00051] Como se usa en la presente, los términos "interno" y "externo"; "arriba y abajo"; "superior e inferior"; "hacia arriba" y "hacia abajo"; "arriba" y "abajo"; "hacia adentro" y "hacia afuera"; y otros términos similares, como se usan en la presente, se refieren a posiciones relativas entre sí y no pretenden indicar una dirección u orientación espacial particular. Los términos "acoplar", "acoplado", "conectar", "conexión", "conectado", "en conexión con" y "conectando" se refieren a "en conexión directa con" o "en conexión con a través de uno o más elementos o miembros intermedios".

[00052] La descripción anterior, con fines explicativos, se ha descrito con referencia a formas de realización específicas. Sin embargo, los análisis ilustrativos anteriores no pretenden ser exhaustivos ni limitar la divulgación a las formas precisas divulgadas. Son posibles muchas modificaciones y variaciones en vista de las enseñanzas anteriores. Además, el orden en el que se ilustran y describen los elementos de los métodos descritos en la presente puede reorganizarse y/o pueden aparecer dos o más elementos simultáneamente. Las formas de realización se eligieron y describieron con el fin de explicar mejor los principios de la divulgación y su aplicación práctica para permitir así a otras personas del oficio de nivel medio utilizar mejor la divulgación y diversas formas de realización con diversas modificaciones que sean adecuadas para el uso particular contemplado.

[00053] Las técnicas presentadas y reivindicadas en la presente están referenciadas y aplicadas a objetos materiales y ejemplos concretos de carácter práctico que mejoran de manera demostrable el presente campo técnico y, como tales, no son abstractas, intangibles o puramente teóricas. Además, si alguna de las reivindicaciones adjuntas al final de esta especificación contiene uno o más elementos designados como "medios para [realiz]ar [una función]..." o "etapa para [realiz]ar una [función]...", se pretende que tales elementos deben ser interpretados conforme a 35 U.S.C. 112(f). Sin embargo, para cualquier reivindicación que contenga elementos designados de cualquier otra manera, se pretende que dichos elementos no se interpreten conforme a 35 U.S.C. 112(f).