



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 803**

51 Int. Cl.:  
**E21B 7/04** (2006.01)  
**E21B 15/02** (2006.01)  
**E21B 15/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04782642 .5**  
96 Fecha de presentación : **30.08.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1784555**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.05.2007**

54 Título: **Procedimiento y sistema para instalar y mantener una tubería a la vez que se minimiza la perturbación del terreno asociado.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**13.05.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**13.05.2011**

73 Titular/es:  
**ANADARKO PETROLEUM CORPORATION**  
**1201 Lake Robbins Drive**  
**The Woodlands, Texas 77380, US**

72 Inventor/es: **Millheim, Keith, K. y**  
**Kadaster, Ali, G.**

74 Agente: **Fàbrega Sabaté, Xavier**

ES 2 358 803 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).

Procedimiento y sistema para instalar y mantener una tubería a la vez que se minimiza la perturbación del terreno asociado

## DESCRIPCIÓN

### Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere generalmente a tecnologías de mantenimiento e instalación de tuberías, y en un modo de realización específico, no limitativo, a un procedimiento y a un sistema para instalar y mantener una tubería sin excavar zanjas o de otro modo perturbar significativamente las superficies del terreno asociado.

### Antecedentes

- 10 Una amplia variedad de aplicaciones industriales necesitan el acceso a conductos de transporte fabricados por el hombre con el fin de practicar de modo seguro y eficiente las tecnologías asociadas. Por ejemplo, los servicios de transporte de líquido y gas, los servicios públicos, instalaciones de comunicaciones y potencia, fibras ópticas, y las estaciones de transporte de fangos y agua requieren todos ellos acceso a tuberías con el fin de llevar a cabo sus diversas operaciones.

- 15 Otros campos técnicos que requieren instalaciones de tuberías incluyen la producción y exploración de petróleo y gas. Sin embargo, muchos emplazamientos potenciales de producción y exploración de petróleo y gas están limitados de modo significativo por regulaciones medioambientales y otras circunstancias especiales que hacen difícil o imposible conseguir fácilmente el transporte, instalación y mantenimiento del equipamiento de tubería.

- 20 Por ejemplo, las reservas de petróleo y gas se encuentran a menudo en terrenos con acumulaciones de agua próximas a la superficie, tales como pantanos, lagos cautivos, estuarios, líneas de costa, y regiones de permafrost. En el caso de los pantanos, el terreno es generalmente demasiado blando para soportar de modo seguro camiones y otro equipamiento pesado necesario para suministrar e instalar equipo de soporte y excavación de zanjas para tuberías. Los lagos cautivos son igualmente problemáticos, especialmente cuando se disponen entre puntos terminales de una instalación de tubería; en tales casos, la tubería tiene que ser generalmente reconducida alrededor del lago, lo que aumenta enormemente la complejidad y coste de la operación. Cerca de estuarios y líneas de costa, la interfaz tierra-agua asociada es a menudo inadecuada para soportar el equipo de instalación de tuberías, mientras que en las regiones de permafrost, la instalación de equipo pesado sólo puede ser soportada durante ciertos meses del año, esto es, aquellos meses de invierno en los que la superficie del terreno está congelada de modo seguro. Todavía en otras regiones, por ejemplo, cerca de desfiladeros y cañones, características del terreno interferentes impiden a menudo de modo efectivo la perforación y producción eficientes en
- 25 30 costes de reservas de petróleo y gas.

- Bajo ciudades y pueblos, los aspectos técnicos de la instalación y mantenimiento de tuberías son generalmente más directos, ya que las superficies del terreno asociado son habitualmente más firmes y capaces de soportar múltiples instalaciones de conductos e infraestructuras que las regiones silvestres; sin embargo, los costes asociados con derechos de paso y la competición por recursos físicos compartidos pueden disminuir enormemente el valor de una
- 35 potencial operación de tuberías. A la inversa, las regiones de línea de costa a menudo imponen importantes retos de construcción y mantenimiento para operaciones de tuberías, y las limitaciones medioambientales pueden impactar significativamente la localización de una ruta de tubería y los medios mediante los cuales se instala y mantiene.

- Muchas regiones en las cuales se disponen de reservas de petróleo y gas son asimismo vulnerables medioambientalmente, y el acceso en superficie por vehículos de transporte pesado puede dañar seriamente el
- 40 terreno subyacente y/o afectar a áreas de cría de vida salvaje y a trayectorias de migración. Tales problemas son particularmente agudos en las regiones de tundra ártica y permafrost, en las que a menudo la construcción de carreteras está prohibida o limitada a accesos estacionales temporales, y las operaciones se ven a menudo entorpecidas por la fauna salvaje y aspectos regulatorios. Donde quiera que se perfore y produzca un pozo, el petróleo y gas resultantes deben ser transportados eventualmente de la cabecera del pozo bien a una instalación de transporte o de almacenamiento. Actualmente, el procedimiento más común para transportar petróleo y gas es por
- 45 medio de una tubería. Bajo circunstancias normales, las tuberías discurren por encima del terreno y fijadas a una serie de abrazaderas situadas en zanjas excavadas en una superficie del terreno. Otras tuberías, incluyendo aquellas que recorren distancias más cortas bajo obstáculos tales como edificios o ríos, se llevan a cabo típicamente bien mediante operaciones de tunelamiento o tecnología de perforación en horizontal. Sin embargo, las operaciones
- 50 de tunelamiento son mucho más caras y complicadas que la tecnología de zanjas, y por tanto las tuberías se disponen generalmente por encima de zanjas superficiales siempre que sea posible.

- El documento US 3 724 224 divulga una tubería submarina de doble pared instalada entre plataformas marinas en aguas relativamente poco profundas, y un procedimiento para instalar dicha tubería. Por ello, una serie de tubos externo se instala sobre la superficie del terreno. Tras inundar la serie de tubos externo se tira de una serie de tubos interno lleno de aire hasta su posición dentro de la serie de tubos externo. No se puede evitar un daño accidental por
- 55 anclas, cadenas, cables, dragas y similares.

Finalmente, el documento US 4 553 879, que se considera como el estado de la técnica anterior más próximo, muestra y describe un sistema para instalar y mantener una tubería, comprendiendo dicho sistema una nave de construcción de tubería-perforación móvil dispuesta en un primer emplazamiento de perforación; un segundo emplazamiento de perforación; un primer equipo de perforación direccional dispuesto sobre dicha nave de construcción de tubería-perforación móvil; un primer medio de perforación dispuesto sobre dicha nave de construcción de tubería-perforación móvil, siendo adecuada dicho primer equipo de perforación direccional para empujar dicho primer medio de perforación de dicho primer emplazamiento de perforación hacia dicho segundo emplazamiento de perforación de un modo tal que dicho primer medio de perforación perfora una trayectoria subterránea para instalar segmentos de tubería entre dicha nave de construcción de tubería-perforación móvil y dicho segundo emplazamiento de perforación. Por ello, la construcción de la tubería podría llevarse a cabo desde dos o más sitios simultáneamente, si estuviera disponible más de una nave de construcción de tuberías. La cooperación entre dos o más naves de construcción de tubería-perforación móviles no se menciona en este documento del estado de la técnica anterior.

Dado que el tunelamiento es generalmente la solución de transporte de fluidos más cara y complicada, y dado que emplazar zanjas en las localizaciones de mejor calidad buscadas por las empresas perforadoras y de exploraciones es con frecuencia prohibitivamente difícil y caro de conseguir, existe en el momento presente una necesidad generalizada de un sistema y un procedimiento para instalar y mantener una tubería que sea independiente tanto de las tecnologías de zanjas como de tunelamiento, y especialmente de un sistema y un procedimiento que evite excavar zanjas y tunelar a la vez que minimice la perturbación sobre las superficies del terreno asociado durante las operaciones de instalación y mantenimiento de tuberías. Partiendo del estado de la técnica anterior más próximo, el problema técnico que debe resolver la invención es, por lo tanto, proporcionar un sistema y un procedimiento para instalar y mantener una tubería, que permita perforar el orificio subsuperficial hasta un diámetro deseado y mejore así la estabilidad y uniformidad del orificio de perforación durante el proceso de perforación para alojar mejor la instalación de tubos acoplados o cubiertas de tubo.

## 25 **Resumen de la invención**

De acuerdo con la invención, el problema anterior se resuelve mediante un sistema y un procedimiento para instalar y mantener una tubería como se divulga en las reivindicaciones independientes 1 y 12. El sistema comprende una primera plataforma fuente dispuesta en un primer emplazamiento de perforación; una primera plataforma de recepción dispuesta en un segundo emplazamiento de perforación; un primer equipo de perforación direccional dispuesto sobre dicha primera plataforma fuente; y un primer medio de perforación dispuesto sobre dicha primera plataforma fuente, en el que dicho primer equipo de perforación direccional es adecuado para empujar dicho primer medio de perforación desde dicho primer emplazamiento de perforación hacia dicho segundo emplazamiento de perforación de modo tal que dicho primer medio de perforación perfora un orificio subsuperficial para instalar un tubo o cubierta de tubo de una tubería entre dicha primera plataforma fuente y dicha primera plataforma de recepción. Asimismo se proporcionan diversos ejemplos representativos de plataformas de perforación, equipos de perforación direccionales, y medios de perforación adecuados para la práctica de la invención.

El procedimiento comprende disponer una primera plataforma fuente en un primer emplazamiento de perforación; disponer una primera plataforma de recepción en un segundo emplazamiento de perforación; disponer un primer equipo de perforación direccional sobre dicha primera plataforma fuente; disponer un primer medio de perforación sobre dicha primera plataforma fuente; y utilizar dicho primer equipo de perforación direccional para empujar dicho primer medio de perforación desde dicho primer emplazamiento de perforación hacia dicho segundo emplazamiento de perforación de un modo tal que dicho primer medio de perforación perfora un orificio subsuperficial para instalar un tubo o cubierta de tubo de una tubería entre dicha primera plataforma fuente y dicha primera plataforma de recepción. Asimismo que se proporcionan diversos ejemplos representativos de procedimientos para disponer y utilizar las diversas plataformas de perforación, equipos de perforación direccionales, y medios de perforación divulgados aquí.

## **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 muestra una primera etapa de la invención, en la que un primer equipo de vaivén dispuesto sobre una primera plataforma fuente inicia la perforación de un orificio subsuperficial en la dirección de una primera plataforma de recepción; entretanto, una segunda plataforma de recepción está siendo montada más abajo en la línea para su uso cuando el segmento de tubería establecido entre la primera plataforma fuente y la primera plataforma de recepción haya sido completado.

La figura 2 muestra la primera plataforma fuente y la primera plataforma de recepción mostradas en la figura 1, en donde el orificio subsuperficial perforado entre la primera plataforma fuente y la primera plataforma de recepción ha sido completado, y un segundo equipo de vaivén dispuesto sobre la primera plataforma de recepción recibe el medio para perforar un orificio empujado desde el primer equipo de vaivén.

La figura 3 muestra la primera plataforma fuente y la primera plataforma de recepción mostradas en la figura 1, en donde el segundo equipo de vaivén dispuesto sobre la primera plataforma de recepción empuja el medio de

perforación (que ahora se encuentra equipado con una barrena de perforación mayor que la barrena de guía utilizada para perforar el orificio de inicio) de vuelta hacia la primera plataforma fuente, mientras que el primer equipo de vaivén tira del medio de perforación de vuelta hacia la primera plataforma fuente, agrandando por ello el diámetro del orificio de inicio.

- 5 La figura 4 muestra la primera plataforma fuente y la primera plataforma de recepción mostradas en la figura 1, en donde el diámetro del orificio subsuperficial ha sido agrandado lo suficiente para que el primer equipo de vaivén pueda empujar un primer segmento de cubierta de tubo o tubo acoplado de vuelta hacia la primera plataforma de recepción; en un modo de realización preferido, el segundo equipo de vaivén tira asimismo de la cubierta de tubo o tubo acoplado de vuelta hacia la primera plataforma de recepción.
- 10 La figura 5 muestra la primera plataforma fuente y la primera y segunda plataformas de recepción mostradas en la figura 1, en donde un primer segmento de tubería ha sido completado entre la primera plataforma fuente y la primera plataforma de recepción. La primera plataforma de recepción se convierte entonces en una segunda plataforma fuente, utilizada para perforar un segundo orificio subsuperficial en la dirección de la segunda plataforma de recepción. El proceso descrito en las figuras 1-4 se repite a continuación entre la segunda plataforma fuente y la
- 15 segunda plataforma de recepción hasta que se haya completado un segundo segmento de tubería entre ambas. El proceso descrito anteriormente se continúa hasta que la totalidad de la longitud de la tubería haya sido instalada.

### **Descripción detallada de la invención**

- 20 En referencia a continuación a la figura 1, se proporciona un modo específico de realización de la invención, no limitativo, en el que una primera plataforma fuente 11 se dispone en proximidad geográfica conveniente con una primera plataforma de recepción 12. Un primer equipo de perforación 13 y un primer medio de perforación 14 capaz de perforar un orificio subsuperficial 18 entre la plataforma fuente y la plataforma de recepción se instala sobre la plataforma fuente 11, y un segundo equipo de perforación 15 que tiene un segundo medio de perforación 16 se instala sobre la primera plataforma de recepción 12.

- 25 El primer equipo de perforación 13 es un equipo de vaivén modificado, capaz de perforar un orificio subsuperficial 18 utilizando medio de perforación 14. El segundo equipo de perforación 15 es igualmente un equipo de vaivén, capaz de atrapar un primer medio de perforación 14 y unirlo a un segundo medio de perforación 16, de modo que los medios de perforación primeros y segundos 14 y 16 puedan ser empujados y estirados hacia adelante y hacia atrás en un modo de escariado transversal una vez que los medios de perforación 14 y 16 han sido unidos. En un modo de realización preferente actualmente, el medio de perforación 14 es una longitud de tubo enrollado que es empujado por un primer equipo de vaivén 13 hacia la primera plataforma de recepción 12, y a continuación se fija a una segunda longitud de tubo enrollado dispuesto sobre la plataforma de recepción una vez que el orificio de inicio ha sido completado.

- 35 Aquellos expertos en la técnica podrán apreciar, sin embargo, que muchos otros medios de perforación, tales como una cubierta de tubo o tubo acoplado de perforación, etc., pueden ser utilizados en lugar de un tubo enrollado sin alejarse del ámbito de la invención. Igualmente, la invención puede ser practicada asimismo con otros tipos de equipos de perforación, por ejemplo, equipos de perforación horizontales (especialmente en casos en los que se empleen como medios de perforación tubos de perforación o de cubierta), y los tubos de perforación o de cubierta acumulados se pueden apilar o almacenar de otra manera sobre las plataformas en lugar de recogerlas o arrollarlas sobre carretes.

- 40 La invención puede ser practicada asimismo reemplazando el segundo medio de perforación 16 con un carrete o bobina vacío; en tales casos, un primer medio de perforación 14 se recoge y arrolla alrededor del carrete, y el medio de perforación 14 se enrolla y desenrolla entre las plataformas fuente y de recepción.

- 45 Un segundo equipo de vaivén 15 se utiliza para empujar el tubo de perforación o cubierta de tubo de vuelta a través del orificio subsuperficial hacia la primera plataforma fuente 11. En un modo de realización de ejemplo un primer medio de perforación 14 se une directamente al tubo de perforación o cubierta de tubo de modo que la primera plataforma fuente 11 contribuye a alimentar el tubo a través del orificio subsuperficial tirando del tubo de vuelta hacia la plataforma fuente mientras que la plataforma de recepción se utiliza para empujar el tubo en el orificio subsuperficial y a través del mismo.

- 50 La barrena de guía utilizada para facilitar la perforación del orificio subsuperficial 18 se retira del primer medio de perforación 14 una vez que el primer medio de perforación 14 surge de la superficie 17 del terreno asociado en la proximidad de la primera plataforma de recepción 12. La barrena de guía se sustituye a continuación por un miembro de fijación (por ejemplo, un eslabón giratorio o miembro de agarre, etc.) y se une a una barrena mayor instalada sobre el segundo medio de perforación 16, de modo que la barrena mayor sea estirada de vuelta a través del orificio subsuperficial 18 por el primer equipo de vaivén 13 mientras que el segundo equipo de vaivén 15 empuja
- 55 la barrena mayor en el orificio. En otros modos de realización, el proceso de escariado transversal es asistido por un motor dentro del pozo, que suministra potencia adicional para el avance de la barrena mayor de modo que se reduce la potencia de tiro requerida por el primer equipo de vaivén 13 y la potencia de empuje requerida por el segundo

equipo de vaivén 15; tal modo de realización contribuye asimismo a mejorar la estabilidad del orificio de perforación durante el proceso de perforación, ya que las fuerzas verticales aplicadas a los medios de perforación primero y segundo 14 y 16 por los equipos de vaivén primero y segundo 13 y 15, respectivamente, se minimizan a favor de la fuerza lateral aplicada a la barrena mayor por el motor dentro del pozo (no mostrado).

- 5 De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, el procedimiento de la invención se inicia ajustando una longitud de tubo enrollado 14 con una barrena de guía 20, y utilizando a continuación el primer equipo de vaivén 13 para empujar o perforar la barrena en una superficie 17 del terreno asociado. De este modo, se establece un orificio subsuperficial 18 en la superficie 17 del terreno entre la primera plataforma fuente 11 y la primera plataforma de recepción 12 a través del cual se hacen avanzar de modo continuo longitudes adicionales de tubo enrollado 14.
- 10 Durante las operaciones, se puede extraer una longitud avanzada de tubo enrollado 14 desde un orificio de inicio 18, si es necesario, para reconfigurar la tubería con una barrena de perforación diferente, por ejemplo, como pudiera ser necesario si la primera barrena de perforación se rompiera. Asimismo, puede ser necesario sustituir la barrena de guía 20 utilizada para cortar el orificio de inicio 18 con una barrena que tenga un borde de ataque más duro en los casos en los que las características del terreno encontradas por la barrena de guía se hagan más duras o rocosas a medida que el orificio de inicio se hace más profundo y avanza en la superficie 17 del terreno asociado.

15 En algunos modos de realización, tanto la primera plataforma fuente 11 como la primera plataforma de recepción 12 comprenden además una pluralidad de módulos de plataforma multifuncionales, interconectados, al menos uno de los cuales está equipado con medio adecuados para enrollar una longitud de tubo enrollado 14 acumulada. Sin embargo, tanto la primera plataforma fuente 11 como la primera plataforma de recepción 12 pueden ser sustituidas por otras plataformas de perforación convencionales (por ejemplo, por plataformas de equipo de perforación horizontales conocidas), que se instalan y se soportan típicamente sobre una zona de grava, una estera, una zona de hielo, un tractor u otra estructura de soporte adecuada.

20 La distancia que separa la primera plataforma de recepción 12 de la primera plataforma fuente 11, y la profundidad y ángulo de declinación a los que se perfora el orificio de inicio 18 con relación a la superficie 17 del terreno asociado, dependen principalmente de consideraciones tácticas impuestas por la naturaleza del emplazamiento de perforación y relativas a asuntos de permisos y accesos. Por ejemplo, si una operación de perforación exige instalar un sistema de tuberías por debajo de una característica de terreno de interferencia (por ejemplo, un lago, una ciudad, o una acumulación de agua pantanosa), es deseable calcular cuidadosamente tanto la profundidad mínima a la cual el orificio superficial en el que finalmente se dispondrá la tubería y el ángulo mínimo en el que la línea debe ser trazada con relación a la superficie de terreno, de modo que se establezca de modo seguro y conservador la distancia de separación entre la primera plataforma fuente 11 y la primera plataforma de recepción 12. Generalmente, se necesita asimismo una estimación cuidadosa de la profundidad inicial a la cual se debe perforar el orificio de inicio 18. A los propósitos de visualización, es deseable en algunos casos disponer una o más balizas direccionales (no mostradas) a intervalos adecuados a lo largo de la superficie 17 del terreno con el fin de asegurar que la línea subsuperficial está siendo establecida de modo seguro dentro de los parámetros operacionales predeterminados.

25 Por otro lado, en una operación dificultada principalmente por controles regulatorios antes que por características del terreno particularmente difíciles, o en la cual un permiso de perforación tan sólo requiere que una tubería sea completamente sumergida por debajo de la superficie del terreno, la profundidad de perforación y el ángulo de declinación pueden ser ligeramente menos importantes, en tanto en cuanto las condiciones del permiso o los controles regulatorios (esto es, que la tubería quede completamente enterrada por debajo de la superficie del terreno) sean satisfechas.

30 En algunos modos de realización, mientras que se lleva a cabo la actividad de perforación entre la primera plataforma fuente 11 y la primera plataforma de recepción 12, se inicia igualmente la construcción de una segunda plataforma de recepción 19. En un modo de realización tal, la construcción de la segunda plataforma de recepción 19 (incluyendo un sistema de bobina y de equipo de vaivén) se completa alrededor del momento en el que el primer segmento de tubería establecido entre la primera plataforma fuente 11 y la primera plataforma de recepción 12 se completa.

35 En referencia a continuación a la figura 2, una vez que el orificio de inicio ha sido establecido en la dirección de una primera plataforma de recepción 22, se utiliza un primer equipo de vaivén 23 como equipo de empuje para hacer avanzar el tubo enrollado 24 a través de la superficie 27 del terreno hasta que una barrena de guía 28 emerge finalmente en la proximidad geográfica de la primera plataforma de recepción 22. Como se mencionó, el recorrido inicial de la distancia entre la primera plataforma fuente 21 y la primera plataforma de recepción 22 se lleva a cabo utilizando una barrena de guía 28 que tiene un diámetro relativamente pequeño, que a los efectos de la presente discusión se definirá aquí como diámetro d1.

40 En algunos modos de realización, la profundidad vertical del orificio subsuperficial con relación a la superficie 27 del terreno asociado se selecciona de modo que se proporcione una buena estabilidad de la roca o del suelo subsuperficial. En otros modos de realización, por ejemplo, en sistemas de tuberías instalados en regiones árticas, el orificio subsuperficial debe ser dispuesto a buena distancia por debajo de la zona de deshielo, de modo que se

asegure que la tubería permanecerá sumergida cuando el hielo superficial se funde en las estaciones más cálidas. De acuerdo con un modo de realización, la profundidad del orificio superficial es inferior a, aproximadamente, 152 m (500 pies), mientras que en otros modos de realización la profundidad será superior a, aproximadamente, 152 m (500 pies).

5 De acuerdo a un modo de realización actualmente preferido, el orificio subsuperficial se dispone en el subsuelo a una profundidad de entre 6 m (20 pies) y 91 m (300) pies aproximadamente, medida con relación a la superficie 27 del terreno asociado. Todavía en otros modos de realización, la profundidad del orificio subsuperficial se selecciona teniendo en consideración principalmente preocupaciones medioambientales o de seguridad. Por ejemplo, en algunos modos de realización, el orificio subsuperficial se perfora bien entre o por debajo de formaciones impermeables del terreno, con el fin de contener cualquier fuga de la tubería que pueda tener lugar, de modo que la contaminación no invada la superficie 27 del terreno asociado.

10 En cualquier caso, cuando el orificio subsuperficial entre plataformas se completa, el tubo enrollado se ajusta para encaminar el orificio de vuelta hacia la superficie, de modo que la barrena de guía 28 aflore en proximidad geográfica con la primera plataforma de recepción 22. En algunos modos de realización, la barrena de guía 28 se retira del tubo enrollado 24 y es sustituido por un miembro de fijación, que se fija a longitudes unidas de tubo o cubierta de tubo y a continuación se tira de vuelta a través del orificio por medio de un primer equipo de vaivén 23; en otros modos de realización, un segundo equipo de vaivén 25 empuja igualmente el tubo o cubierta de tubo a través del orificio mientras que el tubo o cubierta de tubo es estirado por el primer equipo de vaivén 23 de vuelta hacia la primera plataforma fuente 21. Todavía en otros modos de realización, la barrena de guía 28 se retira del tubo enrollado 24 de modo que el tubo enrollado 24 pueda ser recogido por el segundo equipo de vaivén 25 y a continuación enrollado alrededor de un carrete de recepción 26 vacío; en un modo de realización, el tubo enrollado 24 se enrolla y desenrolla entonces entre un primer equipo de vaivén 23 y un segundo equipo de vaivén 25 para agrandar el diámetro del orificio subsuperficial.

15 A medida que el proceso de establecer el orificio subsuperficial entre la primera plataforma fuente 21 y la primera plataforma de recepción 22 alcanza su fin, la construcción de la segunda plataforma de recepción 29 debe estar igualmente cerca de su finalización. Como se ve en el modo de realización descrito en la figura 2, el montaje de los módulos de plataforma utilizados para formar la segunda plataforma de recepción 29 se completa y la plataforma se equipa con un tercer equipo de vaivén alrededor del mismo momento en el que el orificio subsuperficial establecido entre la primera plataforma fuente 21 y la primera plataforma de recepción 22 ha sido completamente perforado.

20 Como se ve en el modo de realización mostrado en la figura 3, una vez que el orificio subsuperficial establecido entre la primera plataforma fuente 31 de la primera plataforma de recepción 32 es completado y el primer medio de perforación 34 ha emergido de la superficie 37 del terreno, la barrena de guía se retira y se sustituye por un primer miembro de fijación (por ejemplo, un eslabón giratorio o un miembro de agarre giratorio). Un segundo medio de perforación 36 se desenrolla a continuación desde una primera plataforma de recepción 32; en un modo de realización preferido, el segundo medio de perforación 36 es una segunda longitud de tubo enrollado equipado con un conjunto de escariado. En algunos modos de realización, el segundo medio de perforación 36 comprende un segundo miembro de fijación (de nuevo, un eslabón giratorio o un miembro de agarre giratorio de algún tipo) y una barrena mayor que tiene un diámetro  $d_2$ , y el segundo miembro de fijación se une al primer miembro de fijación dispuesto en el extremo de la primera longitud de tubo enrollado.

25 En otros modos de realización, el conjunto de escariado comprende además un motor dentro del pozo, utilizado para ayudar al avance de una barrena de perforación 38 mayor y el tubo enrollado unido de vuelta a través del orificio subsuperficial. Como las dos longitudes de tubo enrollado están unidas, se utiliza un segundo equipo de vaivén 35 para empujar la serie conectada en el orificio subsuperficial y de vuelta hacia la primera plataforma fuente 31. El avance de la serie se facilita adicionalmente utilizando el primer equipo de vaivén 33 para tirar de la serie unida de vuelta a través del orificio subsuperficial hacia la primera plataforma fuente 31.

30 En cualquier caso, el diámetro del orificio subsuperficial es agrandado todavía más a continuación mediante recorridos subsiguientes del tubo enrollado hacia adelante y hacia atrás a lo largo del orificio. En un modo de realización preferido actualmente, el procedimiento de agrandamiento del orificio subsuperficial comprende además retirar la barrena de guía que tiene un diámetro  $d_1$  una vez que ha sido establecido un segmento completo del orificio subsuperficial, y sustituir la barrena de guía por una barrena 38 mayor que tiene un diámetro  $d_2$ . En este modo de realización, se utiliza un primer equipo de vaivén 31 como equipo de tiro con el fin de tirar de la barrena 38 unida al tubo enrollado de vuelta hacia la primera plataforma fuente 31, mientras que la primera plataforma de recepción 32 se utiliza como un equipo empujador para empujar la barrena 38 mayor de vuelta hacia la primera plataforma fuente 31, ya sea con o sin la asistencia de un motor dentro del pozo (no mostrado). Si es necesario, el proceso de escariado transversal hacia delante y hacia atrás descrito anteriormente se repite utilizando barreras de perforación cada vez mayores, por ejemplo, barrenas que tienen un diámetro  $d_3, d_4, \dots, d_n$ , hasta que el orificio subsuperficial establecido entre la primera plataforma fuente 31 y la primera plataforma de recepción 32 sea perforado hasta un diámetro deseado, y el orificio subsuperficial sea lo suficientemente estable y uniforme para albergar la instalación de un tubo unido o cubierta de tubo.

- Volviendo ahora a la figura 4, una vez que el orificio subsuperficial ha sido perforado hasta un diámetro deseado, se utiliza un primer equipo de vaivén 43 para empujar segmentos de tubo de perforación unido o cubierta de tubería dentro del orificio en la dirección de la primera plataforma de recepción 42. En un modo de realización preferido, la barrena de perforación final utilizada para ensanchar el orificio se retira del segundo medio de perforación 46 y se sustituye por un miembro de fijación, por ejemplo un eslabón giratorio u otros medios de agarre adecuados, y se fija al extremo del tubo o cubierta 48. De este modo, el segundo equipo de vaivén 45 contribuye a instalar el tubo o cubierta 48 al tirar de ello de vuelta hacia la primera plataforma de recepción 42, mientras que el primer equipo de vaivén 41 empuja el tubo o cubierta 48 alejándolo de la primera plataforma fuente 41 y más hacia el interior del orificio subsuperficial.
- En algunos modos de realización, es deseable instalar un número de segmentos de tubería más pequeños, interconectados, de modo que la línea sea algo flexible, y no tan susceptibles a fuerzas de cizalla horizontales provocadas por movimientos del terreno o similares como lo sería una única longitud de tubería rígida. En otros modos de realización, se instalan segmentos de tubo concéntricos, de modo que cualquier fuga que pueda tener lugar en la línea sea contenida, y las porciones más interiores de la línea estén mejor aisladas contra la helada, etcétera.
- En el modo de realización mostrado en la figura 4, el equipamiento restante requerido para que la segunda plataforma de recepción participe en la siguiente etapa del proceso de instalación se suministra y monta como instalación del tubo o cubierta 48 a medida que avanza el orificio subsuperficial. Por ejemplo, un tercer carrete 44 de tubo enrollado o una bobina vacía adecuada para recoger y enrollar el tubo enrollado se monta ahora a continuación de un equipo de vaivén, y la segunda plataforma de recepción espera tan sólo que se complete el primer segmento de tubería antes de comenzar las operaciones.
- En un modo de realización preferido, la bobina o carrete 44 instalada sobre la segunda plataforma de recepción es igualmente la primera bobina o carrete utilizada anteriormente sobre la primera plataforma fuente 41 durante el proceso de perforación inicial; de este modo, el número total de componentes requeridos en el sistema se reduce, ya que los carretes y equipos, etc., se reutilizan una y otra vez en etapas sucesivas del proceso de instalación a medida que los segmentos de la tubería se perforan y completan.
- En el modo de realización mostrado en la figura 5, un segmento de tubería completo ha sido perforado e instalado entre la primera plataforma fuente y la primera plataforma de recepción 52, y la primera plataforma fuente se convierte para ser usada como una plataforma de producción. El primer equipo de vaivén dispuesto previamente sobre la primera plataforma fuente se desplaza más hacia abajo en la línea, a medida que comienza la construcción de plataformas de recepción subsiguientes. Como anteriormente, el equipamiento y los módulos de plataforma se transportan a continuación utilizando vehículos de tierra, aire o acuáticos modificados, o de otro modo más convencional, como dicte el entorno operativo y/o las limitaciones medioambientales y regulatorias.
- En el modo de realización de la figura 5, el equipo de vaivén usado anteriormente sobre la primera plataforma fuente se desplaza hasta una tercera plataforma de recepción 51, y se instala otro equipo de vaivén 53 de modo que la tercera plataforma de recepción 51 quede preparada para comenzar las operaciones cuando el segmento de tubería que se va a instalar entre una segunda plataforma fuente 52 (que fue considerada previamente como la primera plataforma de recepción) y una segunda plataforma de recepción 61 se complete.
- En este momento, se utiliza un segundo medio de perforación 56 (por ejemplo, tubo enrollado, cubierta de tubo, tubo de perforación, etc.) para perforar un orificio de inicio en la dirección de una segunda plataforma de recepción 61. Como anteriormente, una longitud extendida de tubo enrollado equipado con una barrena de guía establece un orificio subsuperficial de una longitud deseada entre la segunda plataforma fuente 52 y la segunda plataforma de recepción 61. Una vez que el orificio subsuperficial es completado utilizando los procedimientos de perforación transversal descritos anteriormente, se instalan segmentos adicionales de tubo o de cubierta de tubo, de modo que se complete otro segmento completo de la tubería. La segunda plataforma de recepción 61 se convierte entonces en una tercera plataforma fuente a los efectos de instalar un tercer segmento de la tubería en la dirección de la tercera plataforma de recepción 51.
- El proceso se repite a continuación y se continúa hasta que se completa la ruta de tubería deseada en la dirección de una tubería principal o un terminal de almacenamiento, o hacia algún otro destino final adecuado para el fluido que se va a transportar. De acuerdo con un modo de realización de la invención, las conexiones entre segmentos de tubería se llevan a cabo en la superficie, para permitir el acceso a la línea a limpiadores de servicio, y para permitir inspecciones de seguridad, etc. Sin embargo, las conexiones se pueden disponer asimismo en hoyos, estanques u otras localizaciones subterráneas, de modo que toda la línea quede dispuesta por debajo de la superficie 57 del terreno asociado.
- En algunos modos de realización, se dejan puertos de acceso y seguridad a lo largo de la línea (por ejemplo, puede ser deseable dejar un puerto de acceso o seguridad en una o más localizaciones de la plataforma a medida que se instala la línea), de modo que se puedan llevar a cabo operaciones de mantenimiento y seguridad una vez que la tubería ha sido completada y las operaciones de transporte de fluido han comenzado. En otros modos de

realización, se dejan plataformas parciales en puntos a lo largo de la línea para alojar válvulas de control o montajes para lanzar y recuperar equipos de limpieza e inspección de tuberías, y para proporcionar puntos de acceso intermedios en los cuales se puede entrar en la línea a los efectos de mantenimiento y seguridad.

5 Aquellos expertos en la técnica apreciarán que aunque la invención ha sido descrita e ilustrada anteriormente como un proceso en serie en el cual se perforan una sucesión de orificios subsuperficiales y se instalan secuencialmente segmentos de tubería entre una sucesión de localizaciones fuente y localizaciones de recepción, la invención puede ser practicada igualmente como un proceso en paralelo, en el cual se perforan un número de orificios subsuperficiales y se rellenan con segmentos de tubería simultáneamente entre y en medio de múltiples localizaciones geográficas.

10 En resumen, el sistema y procedimiento para la instalación y mantenimiento de una tubería divulgado aquí proporciona el montaje de numerosos módulos de plataforma interconectables en una plataforma de perforación a partir de la cual se instalan de modo flexible porciones de una tubería segmentada, de modo que las plataformas pueden ser transportadas a continuación a varias otras localizaciones a lo largo de la ruta de la tubería y montadas por encima de las mismas. Segmentos adicionales de la línea se construyen de modo similar, ya sea  
15 simultáneamente o en etapas, utilizando las técnicas de perforación direccional modificadas y los procesos de perforación transversal divulgados aquí. Finalmente, una larga serie de segmentos de tubería contiguos se instalan a lo largo de la ruta de la tubería deseada, mientras que las superficies de terreno asociado sufren sólo una perturbación mínima y temporal.

20 La descripción anterior se proporciona tan sólo a efectos ilustrativos, y no se pretende que describa todos los posibles aspectos de la presente invención. Además, aunque la invención ha sido mostrada y descrita en detalle con respecto a varios modos de realización ejemplares, aquellos expertos en la técnica apreciarán que se pueden hacer cambios menores a la descripción, e igualmente se pueden hacer diversas otras modificaciones, omisiones y adiciones, sin alejarse del ámbito de la misma.

25

30

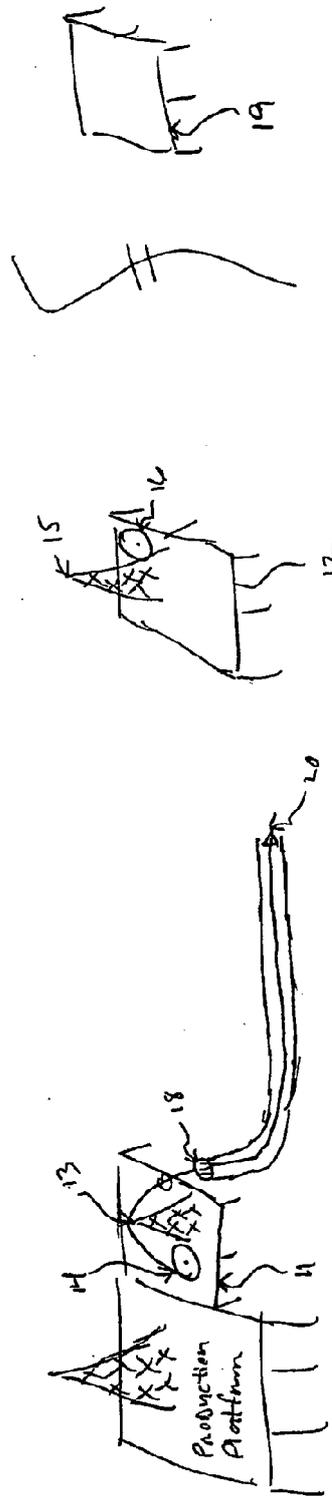
35

40

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema para instalar y mantener una tubería, comprendiendo dicho sistema:
  - una primera plataforma fuente (11; 21; 31; 41) dispuesta en un primer emplazamiento de perforación;
  - 5 una primera plataforma de recepción (12; 22; 32; 42) dispuesta en un segundo emplazamiento de perforación;
  - un primer equipo de perforación direccional (13; 23; 33; 43) dispuesto sobre dicha primera plataforma fuente (11; 21; 31; 41) y diseñado como un equipo de vaivén;
  - 10 un primer medio de perforación (14; 24; 34) que comprende una barrena de guía (20) dispuesta sobre dicha primera plataforma fuente (11; 21; 31; 41), siendo adecuada dicho primer equipo de perforación direccional (13; 23; 33; 43) para empujar dicho primer medio de perforación (14; 24; 34) de dicho primer emplazamiento de perforación hacia dicho segundo emplazamiento de perforación de un modo tal que dicho primer medio de perforación (14; 24; 34) perfora un orificio subsuperficial (18) para instalar un tubo o cubierta de tubo (48) de una tubería entre dicha primera plataforma fuente (11; 21; 31; 41) y dicha primera plataforma de recepción (12; 22; 32; 42); y
  - 15 un segundo equipo de perforación direccional (15; 25; 35; 45) diseñado como un equipo de vaivén dispuesto sobre dicha primera plataforma de recepción (12; 22; 32; 22);
  - 20 siendo capaz dicho segundo equipo de perforación direccional de sustituir la barrena de guía (20) por una barrena de perforación (38) mayor, atrapando dicho primer medio de perforación (14; 24; 24) y uniéndolo a un segundo medio de perforación (16; 26; 36; 46; 56) dispuesto sobre dicha primera plataforma de recepción, de modo que dichos primeros y segundos medios de perforación puedan ser empujados y estirados hacia adelante y hacia atrás en un modo de escariado transversal en dicho orificio subsuperficial (18).
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que dicho primer equipo de vaivén (13) tira de una o más de cualquiera de un tubo o un cubierta de tubo dispuesto sobre dicha primera plataforma de recepción (12) de vuelta hacia dicha primera plataforma fuente (11) a través de dicho orificio subsuperficial (18) perforado por dicho primer medio de perforación (14).
- 25 3. El sistema de la reivindicación 1, en el que uno o más de dicho primer medio de perforación (14) y de dicho segundo medio de perforación (16) comprenden una longitud de tubo enrollado.
4. El sistema de la reivindicación 1 en el que uno o más de dicho primer medio de perforación (14) y de dicho segundo medio de perforación (16) comprenden además un miembro de fijación.
- 30 5. El sistema de la reivindicación 4 en el que dicho primer medio de perforación (14) comprende además un primer miembro de fijación, y dicho segundo medio de perforación (16) comprende además un segundo miembro de fijación.
6. El sistema de la reivindicación 5, en el que uno o más de dicho primer miembro de fijación y dicho segundo miembro de fijación comprenden además un eslabón giratorio.
- 35 7. El sistema de la reivindicación 5, en el que uno o más de dicho primer miembro de fijación y dicho segundo miembro de fijación comprenden además un miembro de agarre.
8. El sistema de la reivindicación 1, en el que dicho segundo medio de perforación (16) comprende además un conjunto de escariado.
9. El sistema de la reivindicación 8, en el que dicho conjunto de escariado comprende además una barrena de perforación que tiene un diámetro mayor que el diámetro de dicha barrena de guía (20).
- 40 10. El sistema de la reivindicación 8, en el que dicho conjunto de escariado comprende además un miembro de fijación.
11. El sistema de la reivindicación 8, en el que dicho conjunto de escariado comprende además un motor dentro del pozo.
- 45 12. Un procedimiento para instalar y mantener una tubería, comprendiendo dicho procedimiento:
  - disponer una primera plataforma fuente (11; 21; 31; 41) en un primer emplazamiento de perforación;

- disponer una primera plataforma de recepción (12; 22; 32; 42) en un segundo emplazamiento de perforación;
- disponer un primer equipo de perforación direccional (13; 23; 33; 43) diseñado como un equipo de vaivén sobre dicha primera plataforma fuente (11; 21; 31; 41);
- 5 disponer un primer medio de perforación (14; 24; 34) que comprende una barrena de guía (20) dispuesto sobre dicha primera plataforma fuente (11; 21; 31; 41);
- 10 utilizar dicho primer equipo de perforación direccional (13; 23; 33; 43) para empujar dicho primer medio de perforación (14; 24; 34) de dicho primer emplazamiento de perforación hacia dicho segundo emplazamiento de perforación de un modo tal que dicho primer medio de perforación (14; 24; 34) perfora un orificio subsuperficial para instalar un tubo o cubierta de tubo (48) de una tubería entre dicha primera plataforma fuente (11; 21; 31; 41) y dicha primera plataforma de recepción (12; 22; 32; 42); y
- disponer un segundo equipo de perforación direccional (15; 25; 35; 45) diseñado como un equipo de vaivén sobre dicha primera plataforma de recepción (12,22; 32; 42);
- sustituir la barrena de guía (20) por una barrena de perforación (38) mayor;
- 15 atrapar dicho primer medio de perforación (14; 24; 24);
- unirlo a un segundo medio de perforación (16; 26; 36; 46; 56) dispuesto sobre dicha primera plataforma de recepción; y
- empujar y tirar hacia adelante y hacia atrás de dichos primeros y segundos medios de perforación en un modo de escariado transversal en dicho orificio subsuperficial (18).
- 20 13. El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende además utilizar dicho equipo de vaivén para tirar de uno o más de cualquiera del tubo o cubierta de tubo dispuestos sobre dicha primera plataforma de recepción de vuelta hacia dicha primera plataforma fuente a través de dicho orificio subsuperficial perforado por dicho primer medio de perforación.
- 25 14. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que dicho disponer dicho primer medio de perforación y dicho disponer un segundo medio de perforación comprende además disponer una longitud de tubo enrollado.
15. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que uno o más de dicho disponer un primer medio de perforación y dicho disponer un segundo medio de perforación comprende además disponer un miembro de fijación.
- 30 16. El procedimiento de la reivindicación 15, en el que dicho disponer un primer medio de perforación comprende además disponer un primer miembro de fijación, y dicho disponer un segundo medio de perforación comprende además disponer un segundo miembro de fijación.
- 35 17. El procedimiento de la reivindicación 16, en el que uno o más de dicho disponer un primer miembro de fijación y dicho disponer un segundo miembro de fijación comprende además disponer un eslabón giratorio.
18. El procedimiento de la reivindicación 16, en el que uno o más de dicho disponer un primer miembro de fijación y dicho disponer un segundo miembro de fijación comprende además disponer un miembro de agarre.
19. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que dicho disponer un segundo medio de perforación comprende además disponer un conjunto de escariado.
- 40 20. El procedimiento de la reivindicación 19, en el que dicho disponer un conjunto de escariado comprende además disponer una barrena de perforación que tenga un diámetro mayor que el diámetro de dicha barrena de guía.
21. El procedimiento de la reivindicación 19, en el que dicho disponer un conjunto de escariado comprende además disponer un miembro de fijación.
22. El procedimiento de la reivindicación 19, en el que dicho disponer un conjunto de escariado comprende además disponer un motor dentro del pozo.



17

Fig.1

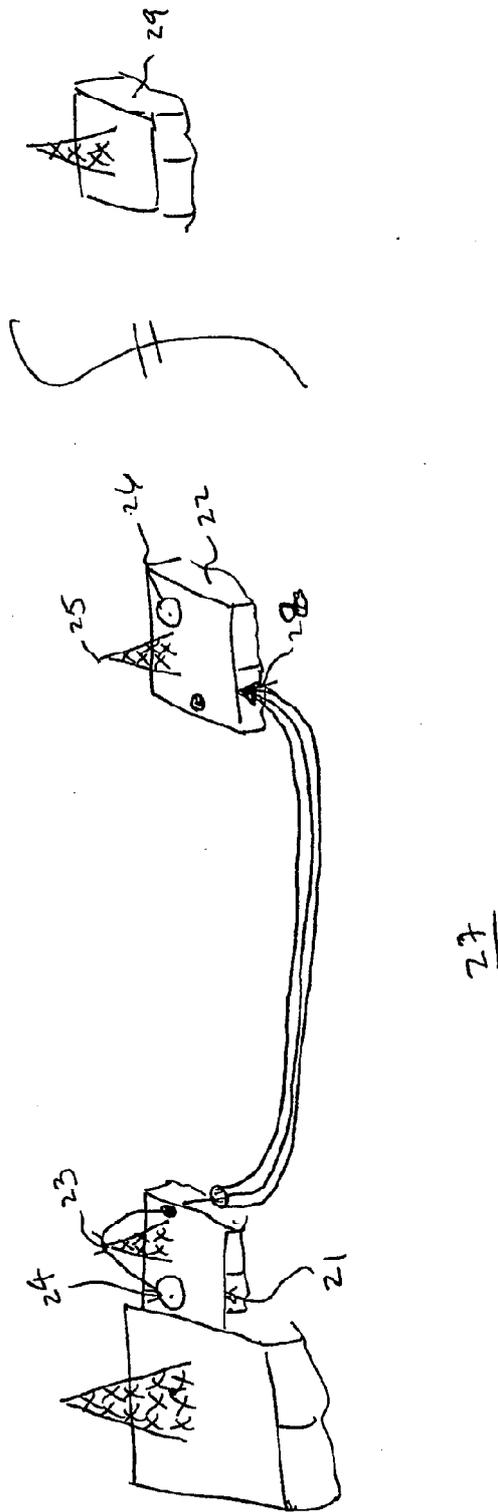


Fig.2

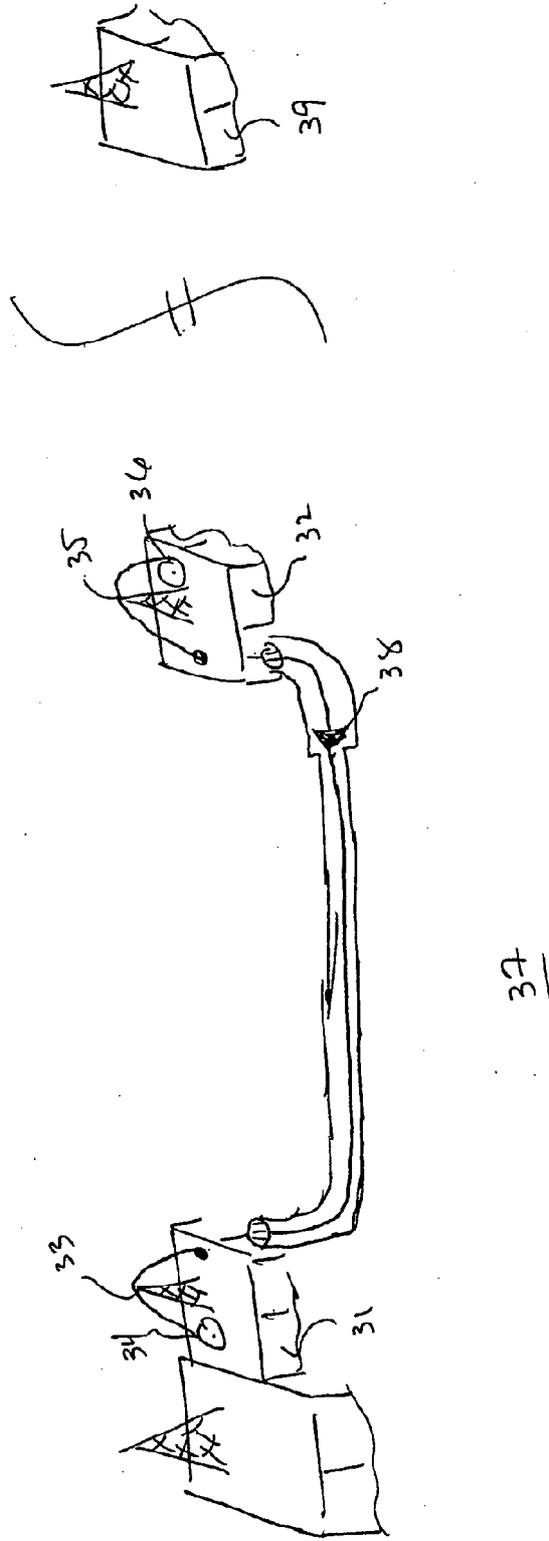


Fig.3

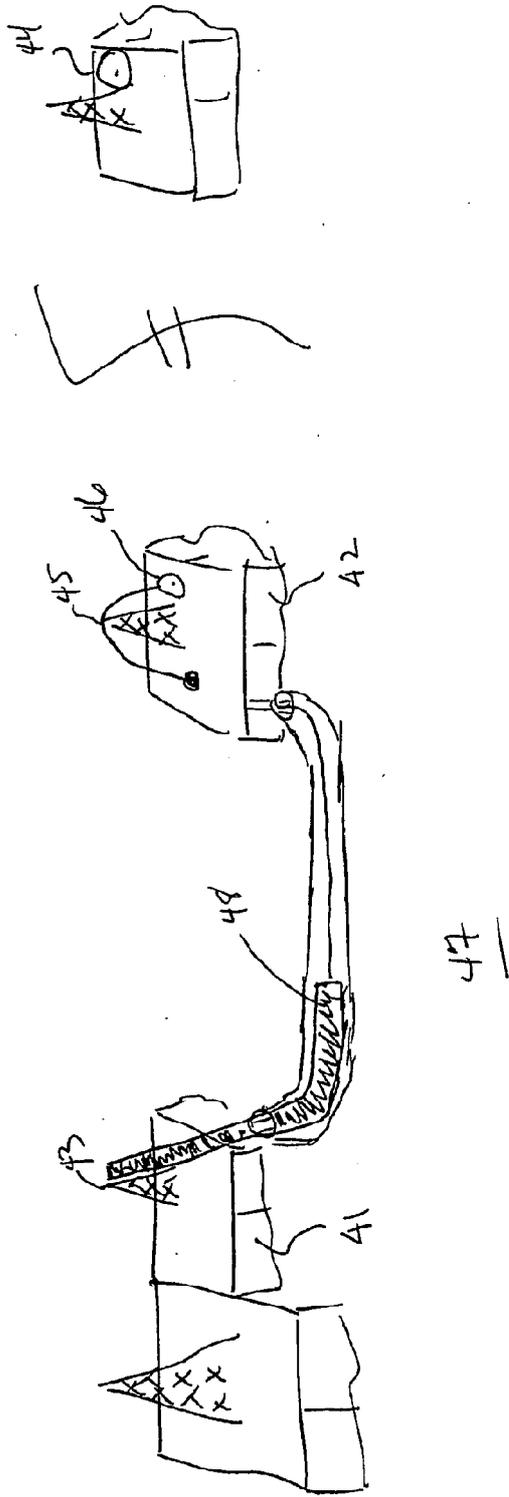


Fig.4

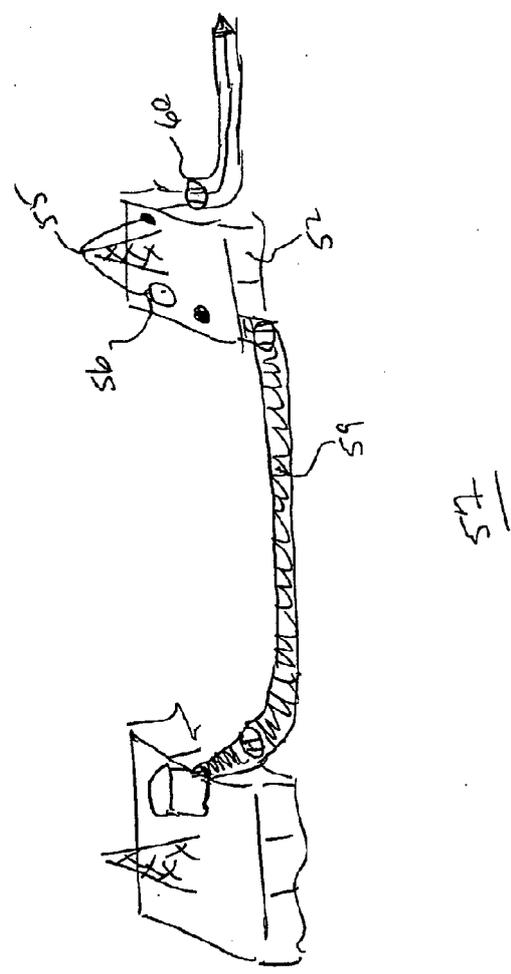
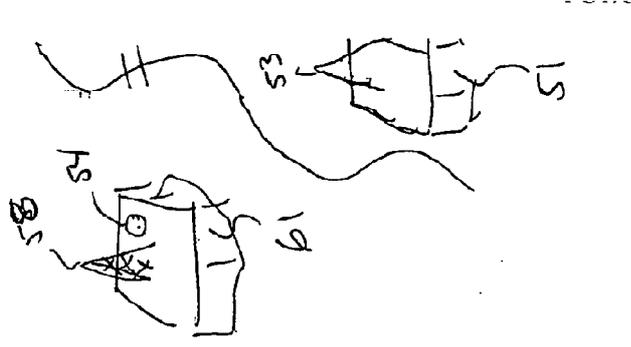


Fig.5