

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 818**

51 Int. Cl.:

E21D 9/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2014 PCT/IB2014/066897**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015 WO15087311**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2014 E 14830649 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019 EP 3080395**

54 Título: **Procedimiento para la construcción de pasajes cruzados en túneles de doble conducto**

30 Prioridad:

13.12.2013 IT MO20130343

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

17.02.2020

73 Titular/es:

SWS ENGINEERING S.P.A. (100.0%)

Via della Stazione, 27

38123 Trento (TN) Frazione Mattarello, IT

72 Inventor/es:

CUCINO, PAOLO

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

ES 2 742 818 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

Procedimiento para la construcción de pasajes cruzados en túneles de doble conducto

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento para la construcción de infraestructuras de transporte subterráneo, principalmente líneas para el transporte masivo urbano y metropolitano realizado bajo tierra en configuración de doble conducto, cada una con una única vía de transporte unidireccional.

10

Antecedentes de la técnica

Como es sabido, la mayor demanda de movilidad, la creciente urbanización del territorio, el apremiante desarrollo tecnológico, el creciente valor del suelo urbano y la capacidad de inversión de las instituciones han resultado en un desarrollo considerable donde respecta a la construcción de infraestructuras de transporte masivo, del tipo de carreteras, autopistas, ferrocarriles y ferrocarriles subterráneos.

15

Dichas infraestructuras ocupan principalmente un espacio subterráneo que ofrece áreas disponibles para el desarrollo sostenible de las infraestructuras.

20

Este desarrollo también se ha visto facilitado por el desarrollo tecnológico exponencial de los equipos de excavación que permite realizar trabajos que antes eran prohibitivos, en tiempos fiables y a precios fiables, a la vez que respetan y salvaguardan totalmente la seguridad, el territorio y las preexistencias.

25

Esto ha dado lugar y permitido la construcción, planificación y diseño de grandes infraestructuras en términos de complejidad y eficiencia, con el objetivo de minimizar los riesgos y maximizar la seguridad del usuario.

Además, la búsqueda de mejoras continuas en las infraestructuras de transporte, no solo en términos de capacidad operativa y gestión, sino también de la seguridad de los usuarios durante la operación, implica desarrollos adicionales en instalaciones y accesorios tecnológicos que aumentan el valor del trabajo.

30

A este respecto, se subraya el hecho de que las infraestructuras de transporte subterráneo que se extienden por largas distancias (más de 2.000 m) basan su concepto de seguridad durante la operación en la configuración de doble conducto, cada uno de los cuales es unidireccional, conectados por pasos transversales llamados «derivaciones» o «pasajes cruzados».

35

En caso de accidente, incendio u otro acontecimiento catastrófico que involucre uno de los conductos, los pasajes transversales permiten colocar todos los entornos del túnel en comunicación para usar el otro conducto como un lugar seguro y/o vía de escape.

40

La construcción del túnel de derivación generalmente se lleva a cabo después de que se hayan realizado los dos conductos principales, que se excavaron mediante máquinas perforadoras mecánicas especiales para soportar el frente equilibrado.

45

Este equipo hace que la excavación de los conductos principales de los túneles sea eficiente y segura con costes de construcción fiables y bajos.

Por otro lado, la construcción de túneles de derivación no tiene una alternativa de excavación comparable utilizando sistemas mecanizados similares a las máquinas perforadoras para excavar los túneles principales.

50

La construcción de los «pasajes cruzados», en la mayoría de las instalaciones, requiere la realización de excavaciones mediante el procedimiento tradicional, es decir, remover la tierra con medios mecánicos apropiados (excavadoras, desgarradoras, excavadoras de cangilones, ...) después de un tratamiento preliminar del suelo para mejorar sus características mecánicas.

55

Las operaciones de excavación se realizan siguiendo una secuencia de tiempo definida que pretende:

- excavar los dos conductos principales generalmente realizada mediante máquinas tuneladoras donde la excavación y el revestimiento de los túneles se realiza de forma automatizada. El revestimiento consta de anillos de hormigón armado que consisten en un cierto número de segmentos prefabricados ensamblados *in situ*;

60

- realizar trabajos de preconsolidación en el esquema de la futura sección de derivación con el fin de mejorar las características mecánicas del material que se va a excavar. Dichos trabajos deben realizarse desde uno o ambos túneles principales, a menudo en presencia de espacios muy reducidos para acomodar el equipo necesario para realizar dichos trabajos o, si es posible, trabajar desde la superficie;

65

- instalar una estructura para soportar el revestimiento del segmento, que generalmente consiste en secciones de perfil de metal, que en parte deben ser demolidas para crear la abertura desde donde se acerque a la excavación de

derivación;

- después de la demolición de parte del revestimiento del túnel, una excavación de derivación, que se realiza utilizando excavadoras y otras máquinas para huecos de aproximadamente un metro, seguido de la instalación del revestimiento de primera fase, que generalmente consiste en hormigón proyectado reforzado con secciones de perfil de metal, conocido como centrado;

- después de completar la excavación de derivación con la demolición del revestimiento del túnel de llegada, la instalación del sistema de impermeabilización de derivación, que se aplica directamente en el revestimiento de la primera fase y consiste en membranas hechas de láminas de material plástico o rociadas, posteriormente revestidas con una fundición de hormigón armado *in situ* y generalmente;

- preparar los acabados y sistemas de ingeniería de planta dentro de la derivación que permiten iniciar su operación.

Dichas infraestructuras se utilizan habitualmente en los dos ámbitos siguientes:

- construcción de túneles de pasajes cruzados o pasajes subterráneos de elevaciones morfológicas más o menos importantes de más de 2.000 m de largo, realizadas predominantemente en masas rocosas con características mecánicas discretas en contextos generalmente no muy urbanizados con impactos generalmente bastante limitados en el contexto. La sensibilidad del ámbito del edificio con respecto a la construcción de la instalación es bastante baja y la complejidad del edificio generalmente no está vinculada a las características del ámbito geológico-geotécnico-hidrogeológico, sino a los factores desconocidos intrínsecamente involucrados;

- túneles conectados al pasaje subterráneo de contextos urbanos e infraestructuras vinculadas a redes metropolitanas de transporte masivo, que generalmente se realizan en un contexto fuertemente urbanizado sensible y susceptible a interferencias con las operaciones de excavación. Consisten en instalaciones bastante complejas, principalmente debido a la concurrencia de dos factores dominantes, es decir, el contexto geológico-geotécnico-hidrogeológico y la sensibilidad del medio ambiente a la excavación. Estas instalaciones generalmente se realizan dentro de suelos sueltos con malas características mecánicas, a menudo ubicados por debajo del nivel de la capa freática con una cubierta reducida entre la corona del túnel y el nivel del suelo, y a veces también con la presencia de gas (natural).

Por lo tanto, es fácil apreciar que la construcción de infraestructuras de transporte subterráneas completas con túneles de derivación es una actividad muy compleja y problemática, en particular cuando se realiza en contextos urbanos y metropolitanos, y se siente la necesidad de encontrar tecnología de vanguardia y soluciones innovadoras como para permitir la construcción de las partes de instalación anteriores de una manera eficiente, segura y fácilmente repetible, para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos, sobre todo cuando se hace referencia a la fase de construcción del túnel de derivación.

El procedimiento de excavación y construcción de derivación más utilizado hasta la fecha, de hecho, no alcanza el nivel de mecanización e industrialización aplicable para la excavación de los túneles principales.

Los procedimientos utilizados, sobre todo en el caso de las excavaciones de trabajo y, en consecuencia, los pasajes cruzados que involucran suelos sueltos, debajo de la capa freática, en contextos urbanos particularmente sensibles, son bastante complejos, y se localizan en las áreas de referencia trabajos de consolidación del suelo y de impermeabilización particularmente difíciles (congelación, inyecciones mediante hormigón y/o mezclas químicas) para permitir la excavación de túneles de derivación en condiciones de seguridad para los trabajadores y el contexto urbano.

Los trabajos anteriores implican una serie de dificultades/situaciones cruciales, que se enumeran a continuación:

- entorno de trabajo particularmente restringido para llevar a cabo los trabajos de excavación y consolidación;

- alta sensibilidad y dependencia de las operaciones de excavación y estabilidad del cable en el éxito de los trabajos de consolidación;

- riesgos relacionados con el éxito imperfecto de los trabajos de impermeabilización de cables debido al efecto de los trabajos de inyección;

- bajo nivel de industrialización de los procesos de construcción que puede reducir el nivel de seguridad y calidad del proceso de construcción.

Los procedimientos ejemplares para hacer tales túneles de derivación se muestran en DE 38 10 398 A1 y en JP 2000 257 372.

Descripción de la invención

El objetivo principal de la presente invención es proporcionar un procedimiento para la construcción de infraestructuras de transporte subterráneo que permita introducir procedimientos de excavación fuertemente desarrollados y tecnológicamente avanzados que tengan una técnica de tipo industrial para garantizar, por lo tanto, calidad y seguridad.

Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un procedimiento para la construcción de infraestructuras de transporte subterráneo donde sea posible controlar, de manera constante y rigurosa, el proceso de montaje de la obra en términos de estabilidad estructural, minimizar los impactos e interferencias en el contexto, maximizar la

seguridad de los trabajadores y todo lo que interfiere con la excavación, y garantizar el cumplimiento de los plazos y costes.

5 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para la construcción de infraestructuras de transporte subterráneo que permita superar los inconvenientes mencionados del estado de la técnica dentro del ámbito de una solución simple, racional, fácil de usar y de bajo coste.

10 Los objetos mencionados anteriormente se logran mediante el presente procedimiento para la construcción de infraestructuras de transporte subterráneo que tienen las características mencionadas en la reivindicación 1 adjunta.

Breve descripción de los dibujos

15 Otras características y ventajas de la presente invención se harán más evidentes a partir de la descripción de una realización preferida pero no exclusiva de un procedimiento para la construcción de infraestructuras de transporte subterráneo, ilustrado a modo de ejemplo indicativo, pero no limitativo, en los dibujos adjuntos, donde:

La figura 1 es una vista en planta, esquemática y parcial, de una infraestructura realizada mediante el procedimiento según la invención;

20 la figura 2 es una vista despiezada de un detalle del equipo utilizado en el procedimiento según la invención; las figuras 3 a 6 son una secuencia de vistas en sección transversal, esquemática y parcial, que ilustran las diversas etapas del procedimiento según la invención.

Realizaciones de la invención

25 Mediante el procedimiento según la presente invención, por ejemplo, se pueden construir infraestructuras de transporte tales como carreteras, autopistas, ferrocarriles y ferrocarriles subterráneos, que se construyen bajo tierra en la configuración de doble conducto, donde cada conducto está dedicado a una única vía de transporte unidireccional.

30 El procedimiento, en particular, comprende un primer paso que consiste en excavar al menos un túnel de transporte subterráneo 1, 2, es decir, un túnel capaz de albergar una de las infraestructuras de transporte anteriores.

El túnel de transporte subterráneo 1, 2 comprende un primer conducto 1 y un segundo conducto 2 sustancialmente paralelos entre sí.

35 La excavación de los conductos 1, 2 se puede realizar mediante procedimientos tradicionales (mediante el uso de dinamita y/o excavadora), pero preferiblemente se realiza mediante el procedimiento mecanizado (mediante máquinas tuneladoras de tipo TBM o EPB).

40 La adopción del procedimiento mecanizado permite conformar los conductos 1, 2 con una sección circular sustancialmente constante, con un diámetro aproximadamente igual al diámetro de la máquina perforadora, excepto por el revestimiento interno 3 de los propios conductos.

45 Solo a modo de ejemplo, se especifica que la excavación de los conductos 1, 2 se puede realizar con máquinas perforadoras que tienen un diámetro de alrededor de 6-9 metros.

En la realización mostrada en las ilustraciones, por ejemplo, el diámetro de la máquina perforadora utilizada para la excavación de las tuberías 1, 2 es preferiblemente igual a aproximadamente 6,5 m.

50 La excavación de los dos conductos 1, 2 se realiza para definir una dirección longitudinal D1, D2 para cada conductos 1, 2, es decir, un camino que puede ser rectilíneo, curvilíneo o mixto rectilíneo-curvilíneo.

55 Más detalladamente, la excavación de los dos conductos 1, 2 se realiza para que éstos se extiendan sustancialmente horizontalmente; en otras palabras, la inclinación de las direcciones longitudinales D1, D2 con respecto a un plano horizontal es sustancialmente igual a 0 ° o, en cualquier caso, contenido en un intervalo bastante reducido, por ejemplo, entre 0 ° y 25 °.

60 No debe olvidarse, de hecho, que los conductos 1, 2 son parte de una infraestructura de transporte del tipo de carretera o ferrocarril y, por lo tanto, la posibilidad de que el túnel de transporte subterráneo 1, 2 tenga un gradiente muy acentuado o, absurdamente, un gradiente vertical, deberá descartarse por completo.

Una vez que se ha completado la construcción del primer conducto 1 y del segundo conducto 2, el procedimiento según la invención proporciona la etapa de hacer al menos un túnel de derivación 4 que conecta el primer conducto 1 y el segundo conducto tubo 2.

65 Con referencia a la realización mostrada esquemáticamente en la figura 1, los túneles de derivación 4 a realizar son más de uno, pero es fácil apreciar que su número final depende sustancialmente de la longitud del túnel de transporte

ES 2 742 818 T3

subterráneo 1, 2.

La fase de construcción de cada túnel de derivación 4 comprende los siguientes pasos:

- 5 - introducir una cámara de emisión 5 a lo largo del primer conducto 1 hasta una primera posición predefinida P1 elegida a lo largo de la dirección longitudinal D1 del primer conducto 1. La cámara de emisión 5 puede poner en marcha al menos una máquina tuneladora 6;
- 10 - introducir una cámara de llegada 7 a lo largo del segundo conducto 2 hasta una segunda posición predefinida P2 elegida a lo largo de la dirección longitudinal D2 del segundo conducto 2. La cámara de llegada 7 puede recibir la máquina tuneladora 6;
- excavar el túnel de derivación 4 haciendo que la máquina tuneladora 6 se mueva hacia adelante desde la cámara de emisión 5 a la cámara de llegada 7 a lo largo de una dirección transversal T al primer conducto 1 y al segundo conducto 2.

- 15 La cámara de emisión 5 comprende una primera plataforma base 8 donde está instalado un sistema de empuje 13, 14.

La primera plataforma base 8 tiene un primer lado 8a que, en uso, se gira hacia una primera porción 1a del primer conducto 1 a través del cual pasará la máquina tuneladora 6 para excavar el túnel de derivación 4.

- 20 La primera plataforma base 8 también tiene un segundo lado 8b, opuesto al primer lado 8a.

El sistema de empuje 13, 14 tiene dos actuadores lineales 13, del tipo de dos gatos hidráulicos montados horizontalmente a una altura predefinida con respecto a la primera plataforma base 8, y un bloque de empuje 14, ajustable en los actuadores lineales 13 y movable con ellos.

Los actuadores lineales 13 están asociados con la primera plataforma base 8 en correspondencia con el segundo lado 8b, donde la cámara de emisión 5 también tiene una pared de reacción conformada 9 que coincide sustancialmente con una segunda porción 1b del primer conducto 1.

30 La segunda porción 1b consiste en un tramo del primer conducto 1 que es diametralmente opuesto a la primera porción 1a y es el que, en uso, es adyacente al segundo lado 8b de la primera plataforma base 8.

35 En la práctica, según la conformación del primer conducto 1 en correspondencia con la primera porción predefinida P1, la pared de reacción 9 tiene un contorno correspondiente.

En la realización mostrada en las ilustraciones, donde el primer conducto 1 tiene una forma de conducto con una sección transversal circular, la pared de reacción 9 consiste en un estiramiento circular del cilindro.

40 La cámara de llegada 7 consiste esencialmente en una segunda plataforma base 16 que tiene un tercer lado 16a que, en uso, se gira hacia una tercera porción 2a del segundo conducto 2 a través del cual pasará la máquina tuneladora 6 para excavar el túnel de derivación 4.

45 La segunda plataforma base 16 también tiene un cuarto lado 16b, opuesto al tercer lado 16a y diseñado para colocarse cerca de una cuarta porción 2b del segundo conducto 2, diametralmente opuesto a la tercera porción 2a.

La máquina tuneladora 6 consiste en un escudo metálico externo 21 con forma de cilindro recto y que tiene, en un extremo axial, una cabeza giratoria 22 que sostiene las herramientas de excavación reales 23.

50 La máquina tuneladora 6 está dimensionada para permitir su introducción y desplazamiento a lo largo de los conductos 1, 2.

55 En la realización mostrada en las ilustraciones, por ejemplo, donde la sección transversal de los conductos 1, 2 tiene un diámetro aproximado de 6,5 m, la máquina tuneladora 6 tiene un diámetro aproximado de 4 m y una longitud en dirección axial de menos de 3 m, más precisamente unos 2,7 m.

Dentro del escudo metálico exterior 21 hay un compartimento 24 donde se recoge el material excavado y está diseñado para ser transportado fuera del túnel de transporte subterráneo 1, 2.

60 El material excavado por la máquina tuneladora 6 puede extraerse tal cual o mezclarse con un líquido portador, del tipo de lodo de bentonita.

65 Sin embargo, se hace hincapié en que, preferiblemente, la descarga del material excavado se obtiene por medio de un sistema 25 del tipo «lodo», es decir, un sistema que permite bombear el líquido portador fuera del escudo metálico exterior 21 directamente sobre el material para ser excavado.

- 5 Durante la excavación, el líquido portador se mezcla con el material de excavación fuera de la máquina tuneladora 6, llena el espacio entre el escudo metálico exterior 21 y el perfil del terreno y se mantiene a una presión tal que garantiza la estabilidad del frente y evita la penetración de agua subterránea, si está presente, lo que asegura la capacidad y seguridad de la excavación.
- 10 Por lo tanto, el material excavado mezclado con el líquido portador se descarga a través de un sistema de tuberías, que no se muestra en las ilustraciones.
- 15 Antes de comenzar la fase de excavación real, por lo tanto, el procedimiento según la invención implica una fase adicional que consiste en la impermeabilización de la cámara de emisión 5 al primer conducto 1.
- 20 En la práctica, en correspondencia con el primer lado 8a de la primera plataforma base 8, la construcción está prevista de una primera estructura de impermeabilización 10, que evita que el líquido portador bombeado por la máquina tuneladora 6 inunde el primer conducto 1.
- 25 La primera estructura de impermeabilización 10 consiste, por ejemplo, en una primera pared conformada 11 que coincide sustancialmente con la primera porción 1a del primer conducto 1.
- 30 La primera pared 11 tiene un primer sello 12, de forma circular, a través del cual pasa la máquina tuneladora 6.
- 35 Además, con la primera pared 11, se puede asociar útilmente un primer sistema de presurización, que no se muestra en detalle en las ilustraciones, que presuriza la primera estructura de impermeabilización 10 para asegurar su sellado durante el cruce de la máquina tuneladora 6.
- 40 De manera similar, el procedimiento prevé una fase adicional idéntica que consiste en la impermeabilización de la cámara de llegada 7 al segundo conducto 2, que se implementa al pretender la construcción, en correspondencia con el tercer lado 16a de la segunda plataforma base 16, de una segunda estructura de impermeabilización 17, que evita que el líquido portador bombeado por la máquina tuneladora 6 inunde el segundo conducto 2.
- 45 La segunda estructura de impermeabilización 17 consiste, por ejemplo, en una segunda pared conformada 18 que coincide sustancialmente con la tercera porción 2a del segundo conducto 2.
- 50 La segunda pared 18 tiene un segundo sello 19, de forma circular, a través del cual pasa la máquina tuneladora 6.
- 55 Con la segunda pared 18, se puede asociar útilmente un segundo sistema de presurización, que no se muestra en detalle en las ilustraciones, que presuriza la segunda estructura de impermeabilización 17 para asegurar su sellado durante el cruce de la máquina tuneladora 6.
- 60 La fase de excavación del túnel de derivación 4 se produce empujando la máquina tuneladora 6 a lo largo de la dirección transversal T por medio del sistema de empuje 13, 14 presente en la cámara de emisión 5.
- 65 Para este fin, la máquina tuneladora 6 está montada en la primera plataforma base 8 con el cabezal giratorio 22 girado hacia la primera porción 1a (figura 3), y así es empujada por los actuadores lineales 13 para romper la primera porción 1a en sí (figura 4).
- La excavación del túnel de derivación 4 también comprende una fase adicional que consiste en transportar una pluralidad de segmentos prefabricados 26 a lo largo del primer conducto 1 hasta la cámara de emisión 5 y colocar los segmentos prefabricados 26 uno por uno entre la máquina tuneladora 6 y el sistema de empuje 13, 14.
- Los segmentos prefabricados 26 tienen una forma de anillo cilíndrico con un eje central A.
- Los segmentos prefabricados 26 tienen una longitud y un diámetro bastante reducidos ligeramente inferiores a los de la máquina tuneladora 6; en la realización mostrada en las ilustraciones, por ejemplo, la longitud de los segmentos prefabricados 26 es igual a aproximadamente 1,2-1,5 m, mientras que el diámetro es de 3,96 m.
- Cuando los segmentos prefabricados 26 se interponen entre la máquina perforadora de túneles 6 y el sistema de empuje 13, 14, se disponen coaxialmente entre sí para formar un tubo que se extiende a lo largo de la dirección transversal T.
- El procedimiento de excavación continúa así con movimientos graduales hacia adelante sustancialmente iguales a la longitud de los segmentos prefabricados 26 (como se ha mencionado, igual, por ejemplo, a 1,2-1,5 m) operados por el sistema de empuje 13, 14 que empuja tanto los segmentos prefabricados 26 como la máquina tuneladora 6 (figuras 5 y 6).
- Gracias al sistema 25 del tipo «lodo», durante el movimiento hacia adelante de la máquina tuneladora 6 a lo largo de la dirección transversal T, se prevé una fase de bombeo del líquido portador sobre el material para excavar a través

de la máquina tuneladora 6 y un fase de descarga del material a excavar mezclado con el líquido portador.

5 Cuando la máquina tuneladora 6 llega al segundo conducto 2, se rompe a través de la tercera porción 2a del segundo conducto y descansa sobre la segunda plataforma 16 de base. Así, la excavación del túnel de derivación 4 se completa. Las cámaras 5, 7 y la máquina tuneladora 6 se retiran desplazándolas a lo largo de las tuberías 1, 2 hasta el exterior del túnel de transporte subterráneo 1, 2, o hasta que se reposicionen al acercarse al próximo túnel de derivación 4.

10 Cada túnel de derivación 4 excavado de esta manera está diseñado para acoger los futuros trabajos de acabado y conexión al revestimiento de los conductos 1, 2.

Se ha encontrado en la práctica cómo la invención descrita logra los objetos previstos.

En particular, se subraya el hecho de que el procedimiento según la invención permite:

- 15 - estandarizar las geometrías de los túneles de derivación (p. ej., mismo tipo de sección y estandarización detallada);
- aumentar los estándares de calidad del trabajo terminado;
- aumentar los estándares de seguridad relacionados con las operaciones de excavación con referencia a la seguridad de los trabajadores durante la fase de construcción y la seguridad con respecto a los impactos en el entorno exterior/circundante;
- 20 - reducir los tiempos necesarios para hacer los túneles de derivación;
- reducir los costes para hacer los túneles de derivación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la construcción de infraestructuras de transporte subterráneo, que comprende los pasos de:

- 5
- excavar al menos un túnel de transporte subterráneo (1, 2) que comprende un primer conducto (1) y un segundo conducto (2) sustancialmente paralelos entre sí; y
 - hacer al menos un túnel de derivación (4) que conecte dicho primer conducto (1) y dicho segundo conducto (2);

10 donde dicha realización de al menos un túnel de derivación (4) comprende los pasos secundarios de:

- introducir una cámara de emisión extraíble (5) a lo largo de dicho primer conducto (1) hasta una primera posición predefinida (P1) elegida a lo largo de la dirección longitudinal (D1) de dicho primer conducto (1), dicha cámara de emisión (5) configurada para poner en marcha al menos una máquina tuneladora (6);
- 15 - introducir una cámara de llegada extraíble (7) a lo largo de dicho segundo conducto (2) hasta una segunda posición predefinida elegida a lo largo de la dirección longitudinal (D2) de dicho segundo conducto (2), dicha cámara de llegada (7) configurada para recibir dicha máquina tuneladora (6) puesta en marcha por dicha cámara de emisión (5);
- excavar dicho túnel de derivación (4) haciendo que dicha máquina tuneladora (6) avance de dicha cámara de emisión (5) a dicha cámara de llegada (7) a lo largo de una dirección transversal (T) a dicho primer conducto (1) y a dicho
- 20 segundo conducto (2); y
- retirar, una vez que se haya completado la excavación del túnel de derivación (4), las cámaras de emisión y llegada (5, 7) y la máquina tuneladora (6) desplazándolas a lo largo de los conductos (1, 2) hasta el exterior de los túneles de transporte subterráneos (1, 2) o hasta que se reubiquen en la aproximación al siguiente túnel de derivación a excavar

25 y donde dicha excavación del túnel de derivación (4) comprende:

- empujar dicha máquina tuneladora (6) a lo largo de dicha dirección transversal (T) por medio de un sistema de empuje (13, 14) presente en dicha cámara de emisión extraíble (5),

30 dicho procedimiento **caracterizado porque** comprende los pasos:

- transportar una pluralidad de segmentos prefabricados (26) a lo largo de dicho primer conducto (1) hasta dicha cámara de emisión (5);
- colocar dichos segmentos prefabricados (26) uno por uno entre dicha máquina tuneladora (6) y dicho sistema de empuje (13, 14);
- 35 - excavar dicho túnel de derivación (4) con movimientos progresivos hacia adelante, sustancialmente iguales a la longitud de dichos segmentos prefabricados (26), operados por el sistema de empuje (13, 14), empujando tanto los segmentos prefabricados (26) como la máquina tuneladora (6); y
- bombear un líquido portador sobre el material para excavar a través de dicha máquina tuneladora (6) y descargar dicho material para excavar mezclado con dicho líquido portador;

40 donde el procedimiento comprende adicionalmente, antes de comenzar la fase de excavación de dicho túnel de derivación (4) por medio de la máquina tuneladora (6), la impermeabilización de dicha cámara de emisión (5) a dicho primer conducto (1), incluida la construcción de una primera estructura de impermeabilización (10) que consiste en

45 una primera pared conformada (11) que coincide sustancialmente con una porción (1a) del primer conducto (1) y evita que el líquido portador bombeado por la máquina tuneladora (6) inunde el primer conducto (1), y la impermeabilización de dicha cámara de llegada (7) a dicho segundo conducto (2), incluida la construcción de una segunda estructura de impermeabilización (17) que consiste en una segunda pared conformada (18) que coincide sustancialmente con una

50 parte (2a) del segundo conducto (2) y evita que el líquido portador bombeado por la máquina tuneladora (6) inunde el segundo conducto (2),

55 donde la primera pared conformada (11) tiene un primer sello (12), de forma circular, a través del cual pasa la máquina tuneladora (6) cuando se mueve desde dicha cámara de emisión (5) para excavar dicho túnel de derivación (4), y la segunda pared conformada (18) tiene un segundo sello (19), de forma circular, a través del cual pasa la máquina tuneladora (6) cuando llega a dicha cámara de llegada (7) mientras excava dicho túnel de derivación (4), por lo que dicha segunda estructura de impermeabilización (17) evita que el líquido portador bombeado por la máquina tuneladora (6) inunde el segundo conducto (2); y

60 donde dicha cámara de emisión extraíble (5) comprende una pared de reacción conformada (9), asociada con dicho sistema de empuje (13, 14), donde dicha pared de reacción conformada (9) coincide sustancialmente con una porción de dicho primer conducto (1) en correspondencia con dicha primera posición predefinida (P1).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichos segmentos prefabricados (26) tienen una forma de anillo cilíndrico y un eje central (A), y dicha colocación de los segmentos prefabricados (26) comprende su disposición coaxial entre sí para formar un tubo que se extiende a lo largo de dicha dirección transversal (T).

65

3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** dicho primer conducto (1) y dicho segundo conducto (2) se extienden sustancialmente horizontalmente.
- 5 4. Procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, donde dicho sistema de empuje (13, 14) tiene la forma de dos actuadores lineales (13), asociados con dicha pared de reacción conformada (9) de la cámara de emisión (5), y un bloque de empuje (14) que se ajusta a los actuadores lineales y se puede mover con ellos.

Fig. 1

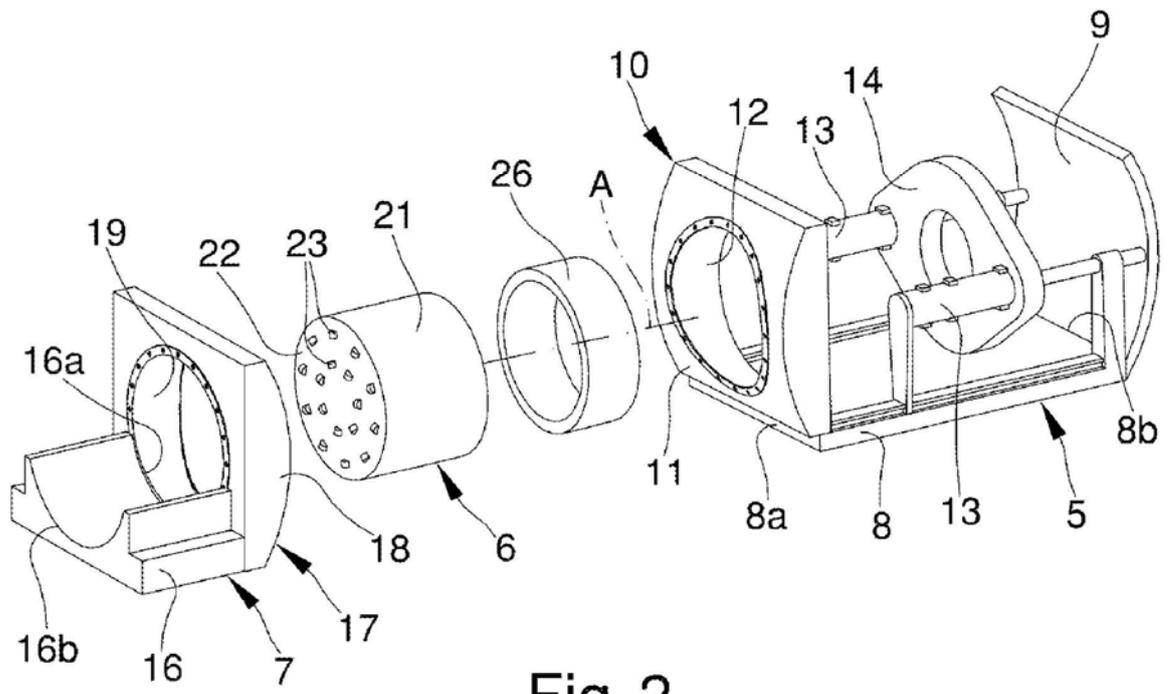
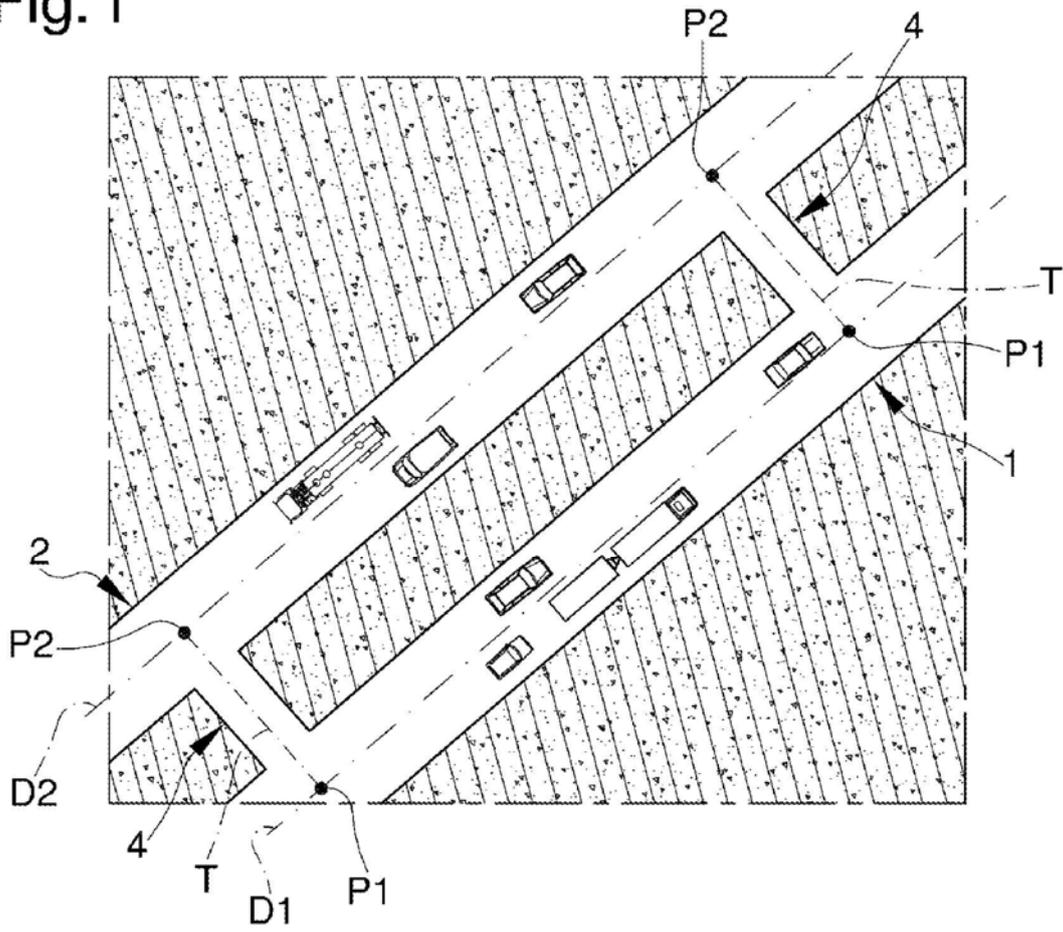


Fig. 2

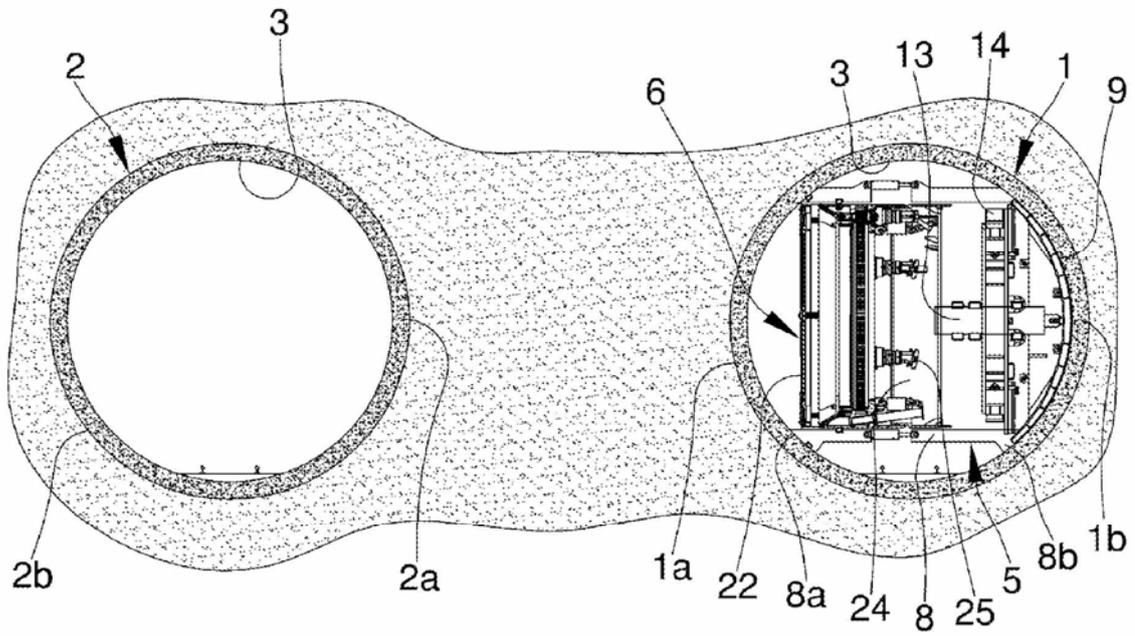


Fig. 3

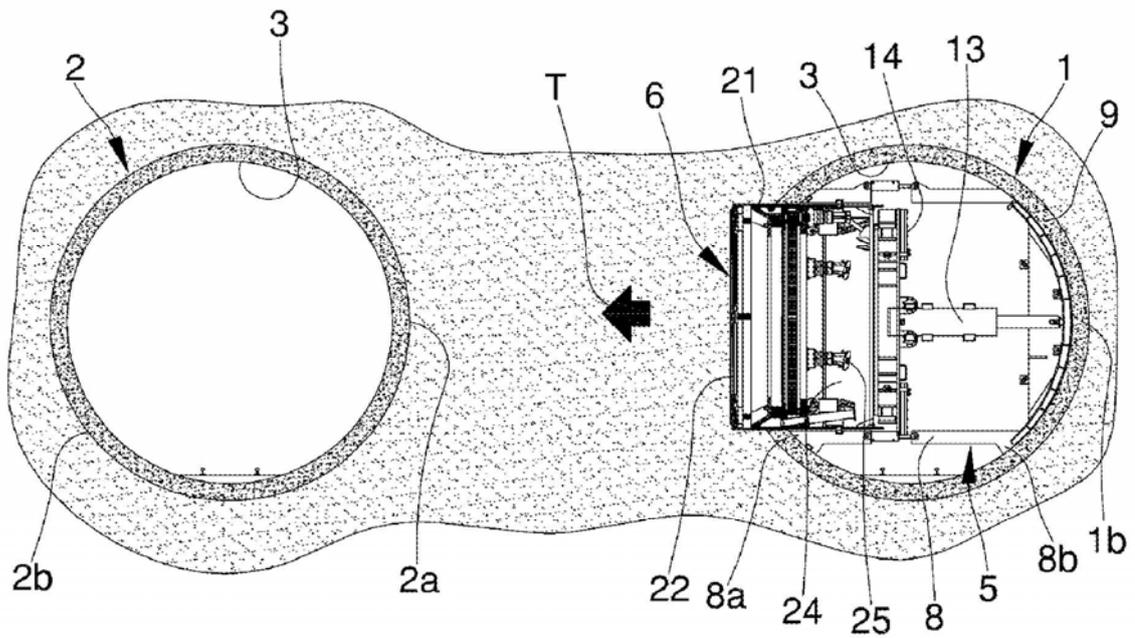


Fig. 4

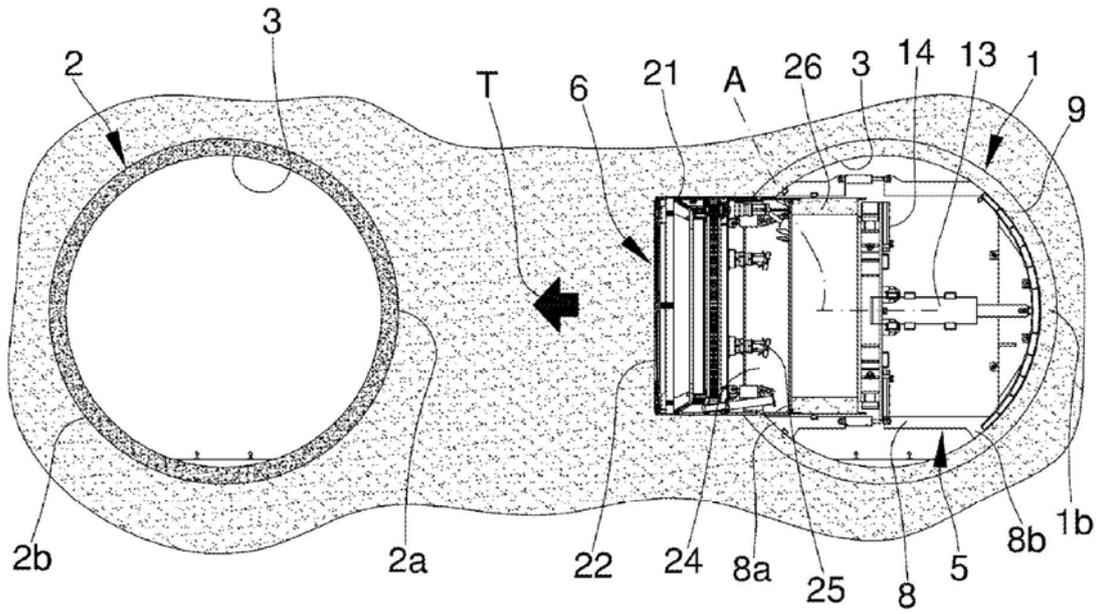


Fig. 5

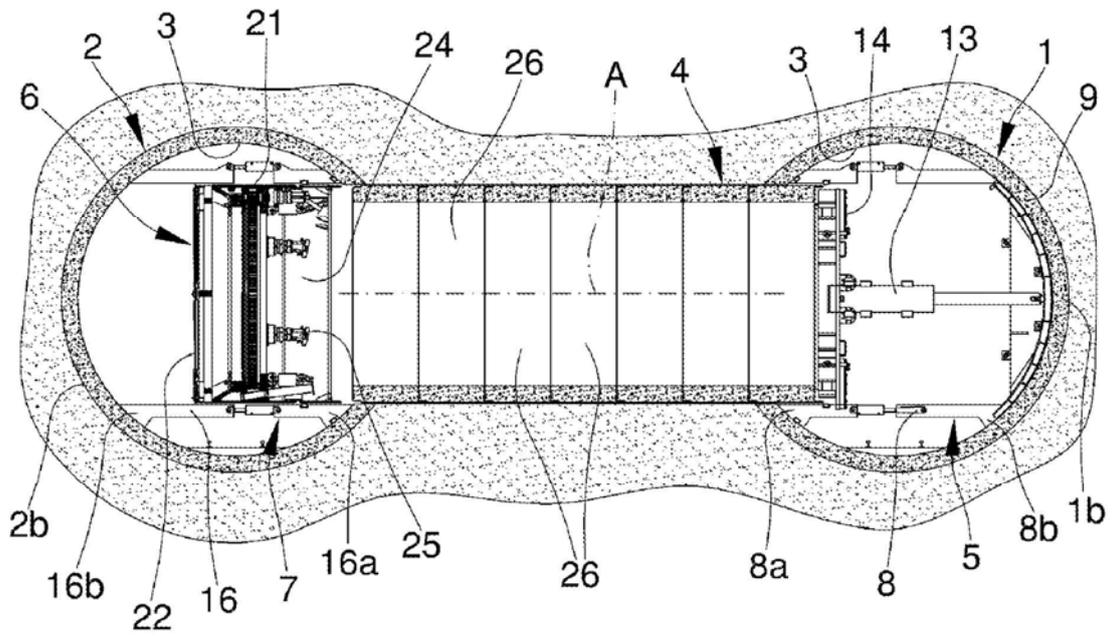


Fig. 6