

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 655**

51 Int. Cl.:

E21D 11/18 (2006.01)

E21D 11/28 (2006.01)

E21D 11/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2010** **E 10425019 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2017** **EP 2354447**

54 Título: **Método para soportar y reforzar una excavación con un arco**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.07.2017

73 Titular/es:

OFFICINE MACCAFERRI ITALIA S.R.L. (100.0%)
Via Kennedy, 10
40069 Zola Predosa (BO), IT

72 Inventor/es:

CRISTIANO, BONOMI y
ANTONIO, FRULLANI

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 621 655 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para soportar y reforzar una excavación con un arco

5 Campo de la invención

La presente invención cae dentro del alcance de la producción de elementos para soportar una excavación, tal como un ferrocarril, una autopista u otro tipo de túnel. Más precisamente, la presente invención se relaciona con un método para soportar y reforzar una excavación con base en el uso de uno o más arcos.

10

Estado de la Técnica

15 Como se sabe, para soportar las excavaciones, tales como túneles de autopistas o ferrocarril, se utilizan bóvedas de refuerzo denominadas "arcos". En particular, un arco generalmente comprende una pluralidad de elementos de acero moldeados mutuamente conectados en una configuración de "bóveda". Estos elementos están formados por perfiles "abiertos" con sección transversal H, INP o T doble (en el caso de perfiles múltiples o dobles) y se hacen integrales entre sí por un elemento de conexión, a saber placa metálica con perforaciones. En la mayoría de los casos, los perfiles se conectan mutuamente en la excavación para ser reforzados, después de haber sido moldeados por metalurgia. Después de que se ensamblan, cada arco se conecta a aquellos adyacentes a través de cadenas de conexión, cuyos extremos se acoplan a soportes soldados a lo largo del cuerpo de los perfiles de los arcos. El espacio entre dos arcos consecutivos y la pared de excavación usualmente se refuerza con hormigón lanzado (hormigón proyectado).

20

25 El uso de perfiles con sección transversal abierta (H, C o T doble) ha mostrado diversos inconvenientes, el primero de los cuales se refiere a la resistencia mecánica ofrecida. De hecho, estos perfiles tienen una dirección a lo largo de la cual se castigan las propiedades estáticas. De hecho, las secciones transversales de perfiles abiertos no tienen simetría axial y por lo tanto no son muy adecuadas para trabajar en condiciones de carga que da lugar a tensiones diferentes de la simple tensión de flexión. En particular, estos perfiles tienen pobre resistencia a las tensiones de torsión. Estas tensiones se pueden generar, por ejemplo, debido a malas condiciones de contacto del perfil con la pared de excavación (ala de la sección de barra a tierra) o debido a operaciones para avanzar en la excavación. En general, el comportamiento impredecible de la tierra no es bien tolerado por los arcos con perfiles H y aún peor por aquellos con perfiles de T doble. Para superar este problema se acostumbra a aumentar las dimensiones de los perfiles (en términos de sección transversal resistente) cuando se pronostican condiciones operativas particularmente difíciles. Sin embargo, esta opción lleva a altos costes y dificultades de montaje significativos debido al alto peso de los perfiles utilizados.

30

35 Otro inconveniente asociado con los perfiles abiertos, sobre todo aquellos que están acoplados, se encuentra en la etapa de refuerzo que utiliza hormigón proyectado. De hecho, las formas de los perfiles (todas las secciones transversales H superiores) impiden que el hormigón cubra por completo las superficies del arco (externa e interna). En otras palabras, se forman bolsillos vacíos alrededor de algunas partes de la sección transversal del perfil o perfiles, lo que limita claramente la efectividad del refuerzo. A esto se agrega el hecho de que la forma abierta de las secciones transversales hace particularmente complicada la soldadura de los soportes a los que se acoplan las cadenas de conexión. Obviamente, esto incrementa los tiempos y costes de fabricación de los arcos. También se observa que desde el punto de vista de la instalación del arco, las operaciones para conectar los perfiles también son relativamente difíciles de nuevo debido a la configuración de la sección transversal de los perfiles.

40

45 El documento FR1.101.491 divulga una alternativa para perfiles abiertos.

Sobre la base de estas consideraciones, el objetivo de la presente invención es proporcionar un arco para soportar y reforzar una excavación que permite superar los inconvenientes anteriormente mencionados.

50 Dentro de este objetivo, un objeto de la presente invención es proporcionar un arco con altas propiedades de resistencia, que pueda por lo tanto también ser utilizado en condiciones de terreno particularmente difíciles.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un arco que se pueda instalar fácilmente en la proximidad de la excavación y cuyos elementos se puedan conectar fácilmente con tiempos y costes limitados.

55

Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un arco para soporte y refuerzo que sea confiable y fácil de fabricar a costes competitivos. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar una estructura y un método para soportar y reforzar una excavación a través de uno o más arcos de acuerdo con la presente invención.

60 Resumen de la invención

La presente invención se relaciona con un método para soportar y reforzar una excavación con un arco, en el que el arco comprende por lo menos un elemento estructural y dicho elemento se proporciona con un cuerpo tubular, preferiblemente con una sección transversal circular, provista con una cavidad interna adaptada para ser completamente llenada con hormigón después de la instalación del arco. El elemento estructural se proporciona con un dispositivo de llenado acoplado de forma operativa a medios de inyección de hormigón.

65

El arco preferiblemente comprende un elemento de apoyo conectado a una segunda porción de extremo del primer elemento estructural. El elemento de apoyo preferiblemente se acopla al primer elemento estructural con el fin de permitir un movimiento relativo de este después de inyección presurizada del hormigón dentro de la cavidad interna.

De acuerdo con una realización preferida, el arco de acuerdo con la invención comprende un segundo elemento estructural provisto con un cuerpo tubular, preferiblemente con una sección transversal circular, que define una cavidad interna adaptada para ser llenada con hormigón después de la instalación del arco. Las cavidades internas de los elementos estructurales preferiblemente están en comunicación mutua con el fin de utilizar el dispositivo de llenado del primer elemento para introducir hormigón en la cavidad de ambos elementos.

La presente invención también se relaciona con un método para soportar y reforzar una excavación, caracterizado porque éste comprende las etapas de instalar un primer arco y de llenar las cavidades internas de los elementos estructurales de dicho primer arco con hormigón, por lo menos hasta que se completa el llenado del mismo y prolongar el llenado, aumentando la presión interna del hormigón. El método preferiblemente comprende la etapa de instalar un segundo arco, de acuerdo con la presente invención, conectar dicho primer arco a dicho segundo arco, a través de por lo menos una cadena de conexión, y llenar las cavidades de los elementos estructurales del segundo arco con hormigón por lo menos hasta que se completa el llenado de estas cavidades.

El método de acuerdo con la invención preferiblemente incluye conectar el primer arco al segundo arco a través de una pluralidad de cadenas de conexión. Cada cadena de conexión se acopla en extremos opuestos a un par de anillos proporcionados cada uno a la misma altura de uno de los dos arcos.

Lista de figuras

Otras características y ventajas de la presente invención serán evidente a partir de la descripción de las realizaciones, que se muestra a modo de ejemplo no limitante en los dibujos adjuntos, en los que:

- La Figura 1 es una vista delantera de una primera realización de un arco de refuerzo que se puede utilizar en la presente invención;

- La Figura 2 es una vista de una porción del arco de refuerzo de la Figura 1;

- Las Figuras 3, 3A y 3B son vistas relacionadas con una primera realización de un elemento de apoyo de un arco que se puede utilizar en la presente invención;

- La Figura 4 es una vista relacionada con medios de unión de dos elementos estructurales del arco de la Figura 1;

- Las Figuras 5 y 5A son vistas relacionadas con una primera porción de extremo de un elemento estructural del arco de la Figura 1;

- Las Figuras 6 y 6A son vistas ortogonales de una longitud de un elemento estructural del arco de la Figura 1;

- La Figura 7 es una vista de una segunda realización de un elemento de apoyo de un arco que se puede utilizar en la presente invención;

- La Figura 8 es una vista de una segunda posible realización de un arco que se puede utilizar en la presente invención;

- La Figura 9 es una vista de un elemento de apoyo del arco de la Figura 7;

- La Figura 10 es una vista relacionada con una estructura de refuerzo de una excavación que comprende una pluralidad de arcos;

- Las Figuras 11, 11A y 11B se relaciona con un anillo de conexión de un arco;

- La Figura 12 se relaciona con una cadena para conexión de dos arcos de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada

La Figura 1 muestra una posible realización de un arco para soportar y reforzar (en lo sucesivo se indicará simplemente con el término "arco") que se puede utilizar en el método de la presente invención que se indicará a través de la descripción con la referencia 1. El arco 1 se forma de uno o más elementos 5A, 5B, 5C estructurales preferiblemente hechos de material metálico, tal como acero estructural (Fe 430 o similares). El arco 1 tiene una configuración simétrica con respecto a un plano de simetría S. En general, esta configuración se asemeja a la configuración de la porción de la excavación que se va a reforzar por el arco.

El arco 1 en la Figura 1 comprende un primer elemento 5A estructural, un segundo elemento 5B estructural conectado al primer elemento 5A y tercer elemento 5C estructural conectado al segundo elemento 5B estructural. Como se muestra, el primer elemento 5A y tercer elemento 5C estructural sustancialmente tienen una posición de imagen especular con respecto al plano de simetría S del arco 1. El segundo elemento 5B preferiblemente se extiende simétricamente entre el primer elemento 5A y tercer elemento 5C con respecto al mismo plano de simetría S. Alternativamente, el arco de acuerdo con la invención se puede formar por un elemento estructural único o incluso por un número de elementos estructurales mayor de tres.

El primer elemento 5A estructural se forma por un cuerpo tubular provisto con una primera porción 51 de extremo conectada de forma operativa a una primera porción 81 terminal del segundo elemento 5B y una segunda porción 52 de extremo destinada a ser conectada a un elemento 90 de apoyo del arco 1. El cuerpo tubular del primer elemento 5A tiene una sección transversal, preferiblemente circular, que define una cavidad 9A interna que se extiende por toda la longitud del cuerpo. Esta cavidad 9A interna está destinada a ser completamente llena con hormigón después de la instalación del arco 1. La sección transversal del cuerpo tubular también puede asumir otras formas cerradas, además de circular, tal como cuadrada o rectangular.

El cuerpo del primer elemento 5A tubular también comprende un dispositivo 7 de llenado acoplado de forma operativa a medios para inyectar hormigón en la cavidad 9A interna de este cuerpo. En otras palabras, el dispositivo 7 de llenado tiene la función de permitir que el hormigón fluya en la cavidad 9A y de forma simultánea evite que el hormigón fluya fuera después de la terminación de este llenado. Se puede introducir el hormigón utilizando una bomba de inyección u otros medios funcionalmente equivalentes.

El tercer elemento 5C estructural tiene una estructura sustancialmente equivalente a aquella del primer elemento 5A. En particular, el tercer elemento 5C también comprende un cuerpo tubular preferiblemente con una sección circular que define una cavidad 9C interna relativa destinada a ser completamente llena con hormigón después de la instalación del arco 1. Preferiblemente, el tercer elemento 5C también comprende un dispositivo 77 de llenado asociado con el cuerpo tubular del elemento. Una primera porción 71 de extremo del tercer elemento 5C se destina para ser conectada a una segunda porción 82 terminal del segundo elemento 5B estructural. En cambio una segunda porción 72 de extremo del tercer elemento 5C estructural se destina a ser conectada a un elemento 90 de apoyo adicional del arco 1.

El segundo elemento 5B también tiene un cuerpo tubular con una sección transversal preferiblemente, pero no necesariamente, equivalente en términos de forma y dimensiones, a aquel del primer elemento 5A. Por lo tanto, también el segundo elemento 5B preferiblemente tiene una sección transversal sustancialmente circular que define una cavidad 9B interna (véase Figura 2) que se extiende por toda la longitud del elemento. Una primera porción 81 terminal del segundo elemento 5B se conecta a la primera porción 51 de extremo del primer elemento 5A estructural a través de primeros medios 61 de unión, mientras que una segunda porción 82 terminal se conecta al primer extremo 71 del segundo elemento 5B estructural a través de segundos medios 62 de unión. En particular, el primer medio 61 y el segundo medio 62 de unión se configuran de tal manera que la cavidad 9B interna del segundo elemento 5B está en comunicación con aquellos del primer elemento 5A y del tercer elemento 5C estructural. A través de esta solución el hormigón inyectado en la cavidad interna del primer elemento 5A y del tercer elemento 5C estructural (a través de los dispositivos 7, 77 de llenado relativos) también puede alcanzar de forma ventajosa la cavidad 9B interna del segundo elemento 5B para permitir el llenado del mismo.

De acuerdo con las indicaciones anteriores, los elementos 5A, 5B y 5C estructurales del arco 1 se llenan de forma ventajosa con hormigón después de la instalación del arco dentro de la porción de excavación que se va a soportar y reforzar, es decir después de conexión mutua de los elementos 5A, 5B, 5C estructurales. En otras palabras, los elementos 5A, 5B y 5C estructurales se conectan entre sí in situ (es decir en la excavación) y posteriormente se llenan con hormigón.

La Figura 2 muestra la porción del arco de la Figura 1 a la izquierda con respecto al plano de simetría S. Las consideraciones siguientes también son válidas para la parte derecha del arco 1 como resultado de la simetría que lo distingue. Como se indicó anteriormente, la segunda porción 52 de extremo del primer elemento 5A estructural se conecta a un elemento 90 de apoyo, cuya primera realización se muestra en las Figuras 3 a 3B. En particular, de acuerdo con esta realización, el elemento 90 de apoyo comprende una placa 91 base que está soldada a la sección terminal del cuerpo tubular C del primer elemento 5A estructural. Una pluralidad de placas 93 de refuerzo están soldadas a la placa 91 de base y la superficie externa del cuerpo tubular C. La vista de plano de la Figura 3 muestra la disposición de las soldaduras 99 que sujetan de forma permanente la placa 91 de base al cuerpo tubular y las placas 93 de refuerzo a esta placa de base. Las Figuras 3A y 3B muestran también la disposición de las soldaduras 99B que sujetan de forma permanente las placas 93 de refuerzo al cuerpo tubular del primer elemento 5A.

Las Figuras 3 y 3A también muestran una posible realización del dispositivo 7 de llenado indicada anteriormente, más visible en las Figuras 6 y 6A que son vistas de la longitud del cuerpo tubular C indicada con la referencia T1 en la Figura 2. El dispositivo 7 de llenado comprende una abertura 7A definida sobre el cuerpo C del elemento 5A estructural y un elemento 7B de cierre de dicha abertura 7A móvil entre una posición cerrada y una posición abierta. En el caso específico ilustrado, el elemento 7B de cierre se forma de una placa que se desliza a lo largo de la superficie externa del cuerpo tubular C a través de guías 7C laterales apropiadas soldadas al cuerpo. Durante el llenado de las cavidades 9A,

9B, 9C internas de los elementos 5A, 5B, 5C estructurales, el elemento 7B de cierre mantiene una posición abierta para permitir la inserción de medios de inyección apropiados en la abertura 7A. Después de la terminación del llenado de la cavidad, los medios de inyección se retiran y el elemento 7B de cierre se toma en posición cerrada para evitar sobreflujo del hormigón no fraguado.

5

La Figura 4 muestra una vista detallada de la longitud del arco 1 indicada en las Figuras 1 y 2 con la referencia T2. Esta longitud se relaciona con la conexión entre el primer elemento 5A y el segundo elemento 5B estructural. En particular, la Figura 4 muestra en detalle una posible realización de los medios 61 de unión que conectan la primera porción 51 de extremo del primer elemento 5A estructural a la primera porción 81 terminal del segundo elemento 5B estructural. Estos primeros medios 61 de unión comprenden un par de placas 85A, 85B de unión destinadas a ser conectadas mutuamente a través de pernos o otros medios funcionalmente equivalentes. Las Figuras 5 y 5A muestran específicamente una posible configuración de las placas 85A, 85B.

10

Una primera placa 85A de unión está soldada al cuerpo tubular C del primer elemento 5A estructural en una sección terminal ST relativa. Más precisamente, la placa 85A de unión se suelda al cuerpo tubular C a través de placas 86 de refuerzo soldadas sobre un lado a la placa y sobre el otro lado a la superficie externa del cuerpo tubular C. En el caso específico mostrado, la placa 85A de unión tiene una configuración sustancialmente rectangular y comprende dos series de agujeros 86A, 86B opuestos para conexión de pernos de cierre (no mostrados en las figuras). La placa 85A también comprende una abertura circular con un diámetro D que corresponde a aquel de la sección terminal ST del cuerpo tubular C. La placa 85A se suelda al cuerpo tubular C de tal manera que esta abertura circular es concéntrica con la sección terminal del cuerpo circular.

15

20

La segunda placa 85B de unión tiene una estructura equivalente a aquella de la primera placa 85A de unión y se conecta a la sección terminal del segundo elemento 5B estructural en exactamente la misma forma como se describió anteriormente para la primera placa 85A con referencia a la conexión con el primer elemento 5A. Las dos placas 85A, 85B se conectan de tal manera que las aberturas circulares relativas son coaxiales y se comunican con las dos cavidades 9A, 9B internas de los dos elementos 5A, 5B estructurales.

25

Con referencia de nuevo a la Figura 1, la longitud del arco 1 indicada con la referencia T4 es relativa a la conexión entre el segundo elemento 5B estructural y el tercer elemento 5C estructural. Como se indicó anteriormente, se proporcionan segundos medios 62 de unión para este propósito, que son equivalentes preferiblemente desde un punto de vista estructural a los primeros medios 61 de unión descritos anteriormente con referencia a la longitud T2 del arco 1. Por lo tanto, las indicaciones con respecto a los primeros medios 61 también se deben considerar válidos para los segundos medios 62 de unión.

30

35

Sobre la base de las indicaciones anteriores, el primer 61 y el segundo medio 62 de unión, conectan de forma permanente los elementos 5A, 5B y 5C estructurales del arco 1 de tal manera que se define aquí una cavidad "continua" que se extiende sustancialmente en la extensión completa de la misma. Por lo tanto esta cavidad se forma mediante una pluralidad de longitudes, que cada una corresponde a una cavidad 9A, 9B, 9C interna de un elemento 5A, 5B y 5C estructural relativo. En otras palabras, los medios 61, 62 de unión preferiblemente hacen las cavidades internas de los elementos de comunicación individuales.

40

De nuevo con referencia a la Figura 1, se proporciona el arco 1 con medios de ventilación para permitir el sobreflujo de aire durante el llenado de la cavidad continua indicada anteriormente. Para este propósito, los medios de ventilación se colocan de forma operativa en proximidad de la porción más alta del arco 1 (indicada con la referencia T5 en la Figura 1) con respecto a un plano de la referencia P sobre la cual descansa. En la realización mostrada en las figuras, los medios de ventilación comprenden una abertura 6 (véase Figura 2) producida sobre el cuerpo tubular C2 del segundo elemento 5B estructural. Como se muestra, una vez se ha completado la instalación del arco 1, la abertura de 6 ventilación se ubica en el punto más alto de la "bóveda" definida por el arco.

45

50

De acuerdo con una realización preferida de acuerdo con la invención, el arco 1 comprende un par de elementos 90 de apoyo cada uno acoplado a un elemento 5A, 5C estructural relativo con el fin de permitir un movimiento relativo de los elementos 5A, 5B, 5C estructurales del arco 1 después de inyección presurizada de hormigón. Esta última expresión indica inyección prolongada de hormigón más allá del tiempo requerido para llenado completo de las cavidades 9A, 9B, 9C internas de los elementos 5A, 5B, 5C estructurales. En otras palabras se entiende "inyección presurizada" como una inyección de hormigón que tiene lugar a una presión por encima de la presión atmosférica o con los medios de ventilación cerrados, por ejemplo a través del uso de una válvula. Desde un punto de vista operativo esta última condición permite que se incremente la presión interna del hormigón, en sustancia que somete el arco 1 a precarga. De hecho, la inyección presurizada provoca un aumento en la presión interna del hormigón que se traduce en un sistema de fuerzas que se transfieren a las paredes internas de los elementos 5A, 5B, 5C estructurales que inducen sobre esta un movimiento relativo con respecto a los elementos 90 de apoyo, cuya posición permanece invariada.

55

60

El movimiento de los elementos 5A, 5B, 5C estructurales permite un aumento del efecto de soporte y refuerzo de la excavación, ya que el sistema de fuerzas se transfiere desde las paredes de los elementos estructurales a la pared de la excavación. De hecho, la inyección presurizada de hormigón se puede prolongar hasta que el arco 1 se adhiere a la excavación con una cierta "presión", que será directamente proporcional a la presión interna del hormigón. Por lo tanto,

65

la inyección prolongada permite ventajosamente que el arco 1 se "active" en relación con el refuerzo. En otras palabras, los arcos convencionales se comportan de forma pasiva.

Se observa que la posterior solidificación del hormigón mantiene ventajosamente el estado de tensión alcanzado entre el arco 1 y la excavación después de inyección prolongada de hormigón. A través de esta configuración especial de los elementos 90 de apoyo, el arco 1 es sustancialmente "expansible" entre una primera y una segunda configuración, respectivamente característica de llenado normal y de llenado a presión. Desde un punto de vista operativo, esto se traduce en la posibilidad de producir el arco 1 con una mayor tolerancia con respecto a las dimensiones de la excavación. En otras palabras, el arco 1 puede tener unas dimensiones ligeramente más pequeñas con respecto a la excavación con la ventaja de una fácil conexión de los elementos 5A, 5B, 5C estructurales o instalación operacional más fácil. Más aún, se observa que la inyección de hormigón, opcionalmente fibra reforzada, en la cavidad de los elementos 5A, 5B, 5C estructurales del arco 1 aumenta la resistencia mecánica no sólo a la flexión, sino también a las tensiones de torsión como resultado de la sección cerrada de los cuerpos tubulares de estos elementos. Esto, de hecho, hace que el arco 1 sea utilizable en cualquier condición.

La Figura 7 muestra en detalle una posible realización de los dos elementos 90 de apoyo del arco 1 que permiten un movimiento relativo de los elementos 5A, 5B, 5C estructurales. En particular, se hace referencia adelante al elemento 90 de apoyo conectado al primer elemento 5A estructural, pero las consideraciones siguientes también deben ser consideradas válidas para el que está conectado al tercer elemento 5C estructural. El elemento de apoyo en la Figura 7 comprende por lo menos una porción tubular con sección circular acoplada ligeramente a la primera porción 51 de extremo del primer elemento 5A estructural. Más precisamente, la sección de la porción tubular tiene una forma que corresponde a aquella de la porción 52 de extremo del elemento 5A, 5C estructural relativo (circular en los ejemplos mostrados).

El elemento 90 de apoyo comprende una placa 91 de base y placas 98 de refuerzo conectadas, preferiblemente mediante soldadura, a una porción 94 tubular externa con sección circular (de forma similar a la solución en las Figuras 3 a 3B). El elemento 90 de apoyo también comprende una porción 95 tubular interna con una sección circular y coaxial con la porción 94 externa. La porción 95 tubular interna se acopla de una forma telescópica a la segunda porción 52 de extremo del primer elemento 5A estructural (estas consideraciones se deben considerar válidas para la conexión entre el tercer elemento 5C estructural y el elemento 40 de apoyo relativo). La cavidad 9A interna del primer elemento 5A estructural se comunica con la cavidad 9D interna de la porción interna 95 tubular del elemento 90 de apoyo con el fin de permitir el llenado de la misma a través de inyección de hormigón. En esta inyección de solución de hormigón se realiza a través del dispositivo de llenado asociado con el elemento estructural relativo (primero 5A o tercero 5C de acuerdo con el elemento de apoyo considerado).

La Figura 8 se refiere a realización adicional de un arco 1 de acuerdo con la presente invención, que difiere de la de la Figura 6 debido a una configuración diferente de los elementos 90 de apoyo, uno de las cuales se muestra en la Figura 9. Más precisamente, con respecto a la realización en la Figura 7, el elemento 90 de apoyo comprende una porción 96 tubular de conexión externa acoplada de manera telescópica a la porción 94 tubular interna. Esta porción 96 de conexión está conectada a la segunda porción 52, 72 de extremo del elemento estructural relativo (primero 5A o tercera 5C dependiendo del elemento de apoyo considerado) a través medios 66 de unión y cierre. Estos últimos se configuran de modo que se mantenga la cavidad 9A, 9C interna del elemento 5A, 5C estructural relativo separado de la cavidad 9D interna definida por el elemento 94 interna y por la porción 96 de conexión. Los medios 66 de unión y cierre hacen que la porción 96 de conexión sea integral con el elemento 5A, 5C estructural del arco 1 definiendo de forma simultánea una pared 68A de obstrucción superior que delimita el fondo de la cavidad 9A, 9C del elemento 5A, 5C relativo y una pared 68B de obstrucción inferior que delimita la parte superior de la cavidad 9D definida por las porciones 96, 95 tubulares del elemento 90 de conexión.

De acuerdo con esta realización, se proporciona cada elemento 90 de apoyo con un dispositivo 7C de llenado relativo de la cavidad 9D interna definida sobre una longitud (indicada con la referencia T1') de la porción 94 interna tubular. El llenado de los elementos 5A, 5B, 5C estructurales con hormigón en cambio se realiza a través de un par de dispositivos 7, 77 de llenado asociados con el primero elemento 5A y con el tercer elemento 5C de acuerdo con las indicaciones anteriores. Desde un punto de vista operacional, la inyección prolongada de hormigón en la cavidad 9D (es decir, más allá del llenado normal) aumenta la presión interna del hormigón determinando un empuje F sobre una pared 68B de obstrucción inferior definida por los medios 66 de unión y cierre. Este empuje F provoca el levantamiento de los elementos 5A, 5B, 5C estructurales con respecto a los elementos 90 de apoyo. De esta manera los elementos 5A, 5B, 5C estructurales se adhieren a la superficie interna del soporte y refuerzo de excavación a través de una acción activa. Se observa que en la realización de la Figura 9, los elementos 5A, 5B, 5C estructurales simplemente se pueden llenar, pero que también es posible inyección presurizada de hormigón prolongada en este caso de acuerdo con los principios establecidos anteriormente en relación con el arco 1 en la Figura 7.

La presente invención también se refiere a una estructura 2 de refuerzo de una excavación que comprende uno o más arcos de acuerdo con la presente invención. Para este propósito, la figura 10 muestra una estructura que comprende tres arcos (indicado con las referencias 1, 1A, 1B) que se conectan mutuamente mediante el uso de cadenas 45A, 45B de conexión, un ejemplo del cual se muestra en la Figura 12. Cualquier arco está conectado a un arco instalado

previamente antes de que se llene uno cualquiera de dichos arcos con hormigón utilizando los posibles métodos descritos anteriormente.

5 Cada conexión 45A, 45B de cadena se acoplan, con un primer extremo, a un primer anillo 48A de conexión asociado con un primer arco (indicado con la referencia 1) y con un segundo extremo a un segundo anillo 48B de conexión asociado con un segundo arco (indicado con la referencia 1A). Para cada arco1, 1A, 1B los anillos 48A, 48B de conexión se conectan, preferiblemente mediante soldadura, a intervalos predeterminados a lo largo de los cuerpos tubulares C que definen los elementos 5A, 5B, 5C estructurales. Cada cadena 45A, 45B de conexión conecta anillos 48A, 48B de conexión pertenecientes a arcos adyacentes 1,1A, pero dispuestos a la misma altura H con respecto a un plano de referencia que puede, por ejemplo, ser el plano P en el que el que descansan los arcos (véase Figura 1).

15 Las Figuras 11, 11A y 11B permiten la observación de una realización preferida de los anillos 48A, 48B de conexión. En particular, la Figura 11 se refiere a una de las secciones transversales del arco 1 (indicado en figuras.1, 2 con la referencia T3) en el que se suelda uno de dichos anillos de conexión. Como se muestra, cada anillo 48A, 48B comprende un par de porciones 49 conformadas en las figuras (que se muestra en las Figuras 11A, 11B) dispuestos en lados opuestos con respecto al centro de la sección circular del cuerpo C del elemento 5A, 5B, 5C estructural relativo. Cada porción 49 formada tiene una estructura sustancialmente en forma de U con el arco moldeado lateral 49B central con una curvatura que corresponde a aquella superficie externa del cuerpo C. Los dos lados 49C opuestos de la porción 49 formada se extienden en posición mutuamente paralela.

20 La configuración de la porción 49 formada particularmente ventajosa desde un punto de vista operativo, ya que facilita las operaciones de conexión, es decir, la soldadura de esta porción al cuerpo C. De hecho, la curvatura en el lado 49B central permite que se mantenga fácilmente la posición de soldadura correcta. Para este propósito, en la Figura 11 los distintos cordones de soldadura se indican con la referencia Sa. También se observa que la configuración de las porciones 49 con forma en sustancia define cuatro áreas A de acoplamiento cada una de las cuales se definen entre el cuerpo tubular C y los lados 49B, 49C de esta porción. Como se puede ver en la Figura 10, esta solución permite que se utilicen dos cadenas 45A, 45B para conectar dos arcos 1, 1A o 1A, 1B adyacentes. Esto aumenta ventajosamente la resistencia de la conexión y aumenta las propiedades globales de resistencia mecánica de la estructura 2 de refuerzo.

25 De nuevo con referencia a la Figura 10, también se observa que dos cadenas 45A, 45B conectan dos arcos adyacentes, de manera que estas cadenas asumen una posición mutuamente "cruzada" con respecto a un plano de observación ortogonal a los ejes de los elementos de los arcos, es decir, con respecto al punto de observación de la vista en la Figura 10. Esta disposición, por un lado permite un aumento del efecto de conexión que se va obtener y por el otro no obstruye la aplicación de hormigón entre los arcos. Para este propósito, en la Figura 10 las dos líneas discontinuas delimitan el volumen V de dos arcos adyacentes destinados a ser llenados con hormigón (por ejemplo, hormigón proyectado).

30 Se puede observar que la forma circular del cuerpo tubular C de los diversos elementos 5A, 5B, 5C estructural permite una mejor distribución del hormigón entre los arcos 1, 1A, 1B, ya que puede rodear completamente la superficie exterior de cada arco sin dejar regiones no cubiertas como, por ejemplo, ocurre en los arcos con sección H o T doble. Por otra parte, la sección circular de los elementos estructurales 5A, 5B, 5C estructurales ofrece mayor resistencia a tensiones de torsión con respecto a aquellos posibles con secciones abiertas (H, C o T doble). Con las mismas tensiones, este hecho se traduce en la posibilidad de limitar las dimensiones y material del arco, es decir, los costes de producción.

35 La presente invención por lo tanto también se relaciona con un método para soportar y reforzar una excavación que comprende por lo menos las etapas de:

- instalar un primer arco 1 de acuerdo con la presente invención;
- 40 - llenar las cavidades 9A, 9B, 9C internas de los elementos 5A, 5B, 5C estructurales del arco con hormigón por lo menos hasta que se completa el llenado del mismo.

45 Para los objetos de la presente invención, la expresión "instalar un arco" sustancialmente indica colocar de forma operativa el arco por debajo de la excavación que se va a soportar y reforzar. Preferiblemente, el método proporciona el uso de un arco cuyos elementos estructurales comprenden cuerpos tubulares con sección transversal circular. El método preferiblemente proporciona la instalación de un arco 1 provisto con elementos 90 de apoyo acoplados a los elementos 5A, 5B estructurales relativos con el fin de permitir un movimiento 5A, 5B, 5C relativo de acuerdo con las indicaciones anteriores. En la presencia de dichos elementos de apoyo para el arco, el método preferiblemente proporciona el llenado de las cavidades 9A, 9B, 9C internas de los elementos estructurales con hormigón presurizado con el fin de producir un refuerzo activo de la excavación de acuerdo con los métodos y objetivos indicados anteriormente.

50 Después de la instalación del primer arco (es decir llenado de la cavidad con hormigón en condiciones normales o presurizadas), el método preferiblemente proporciona las etapas de:

- 55 - instalar un segundo arco 1A de acuerdo con la presente invención;

- conectar el primer arco 1 al segundo arco 1A a través de por lo menos una cadena de conexión;

5 - llenar las cavidades internas de los elementos estructurales del segundo arco 1A con hormigón por lo menos hasta que se completa el llenado del mismo.

10 Preferiblemente, el método proporciona la conexión del segundo arco 1A al primero 1 a través de una pluralidad de cadenas de conexión acopladas en extremos respectivos a anillos de conexión proporcionados sobre los dos arcos 1, 1A a una altura correspondiente H (véase Figura 1). En particular, las cadenas se conectan preferiblemente a pares de anillos posicionados a alturas correspondientes H, sobre arcos adyacentes, de tal manera que se "cruzan" como se muestra en la Figura 12.

15 Las soluciones técnicas adoptadas para el arco y para el método para soportar y reforzar una excavación permiten que el objetivo y objetos en conjunto se cumplan completamente. En particular, el uso de arcos con elementos estructurales "tubulares" combinados con el uso de hormigón permite que se alcancen altos rendimientos mecánicos con un uso limitado de material. Para este propósito, el uso de elementos con una sección transversal "cerrada", preferiblemente circular, permite se varié el rendimiento al variar la relación de acero a hormigón (es decir, el grosor de los elementos) con las mismas dimensiones externas (es decir, con el mismo diámetro externo en el caso de secciones transversales circulares). Esto, obviamente, es ventajoso para tiempos y costes de instalación. El uso de la sección transversal circular también permite que se resuelva ventajosamente el problema en relación con la aplicación de hormigón (hormigón proyectado) entre dos arcos adyacentes, ya que la superficie externa de los elementos puede estar completamente cubierta con hormigón sin que se formen espacios vacíos.

20 El arco, la estructura y el método para soporte y refuerzo así concebidos son susceptibles de numerosas modificaciones y variantes, todas ellas caen dentro del alcance del concepto de la invención; más aún, todos los detalles se pueden reemplazar por otros detalles técnicamente equivalentes.

25 En la práctica, los materiales utilizados y las dimensiones contingentes y formas pueden ser cualesquiera, de acuerdo con los requisitos y el estado de la técnica.

30

Reivindicaciones

1. Un método para soportar y reforzar una excavación, que comprende las etapas de:

- 5 - instalar un primer arco (1) para soportar y reforzar una excavación, dicho primer arco (1) comprende por lo menos un primer elemento (5A) estructural en el que ese dicho primer elemento (5A) estructural comprende un cuerpo tubular (C) provisto con una cavidad (9A) interna y medios de ventilación, dicho primer elemento (5A) estructural comprende un dispositivo (7) de llenado acoplado de forma operativa a medios para inyectar hormigón en dicha cavidad (9A);
- 10 - inyectar hormigón a una presión por encima de la presión atmosférica con el fin de llenar las cavidades internas de por lo menos el primer elemento (5A) estructural de dicho primer arco (1) por lo menos hasta que se completa el llenado del mismo,
- 15 - prolongar la inyección de hormigón con los medios de ventilación cerrados con el fin de aumentar la presión interna del hormigón.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho método comprende las etapas de:

- 20 - instalar un segundo arco (1A) en una posición adyacente a dicho primer arco (1), dicho segundo arco (1A) comprende por lo menos un primer elemento (5A) estructural en el que ese dicho primer elemento (5A) estructural comprende un cuerpo tubular (C) provisto con una cavidad (9A) interna y medios de ventilación, dicho primer elemento (5A) estructural comprende un dispositivo (7) de llenado acoplado de forma operativa a medios para inyectar hormigón en dicha cavidad (9A);
- 25 - conectar dicho primer arco (1) a dicho segundo arco (1A) a través de uno más cadenas (45A, 45B) de conexión
- llenar las cavidades de los elementos estructurales de dicho segundo arco (1A) con hormigón por lo menos hasta que se completa el llenado de estas cavidades.

30 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que dicho dispositivo (7) de llenado comprende una abertura (7A) definida sobre dicho cuerpo (C) de dicho elemento (5A) estructural y un elemento (7B) de cierre de dicha abertura (7A), dicho elemento (7B) de cierre se puede mover entre una posición cerrada y una posición abierta.

35 4. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 o 3, en el que dicho cuerpo tubular (C) de dicho elemento (5A) estructural tiene una sección transversal sustancialmente circular

40 5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque comprende un segundo elemento (5B) estructural que comprende una primera porción (81) terminal conectada a una primera porción (51) de extremo de dicho primer elemento (5A) estructural.

45 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho segundo elemento (5B) estructural comprende un cuerpo tubular (C2) provisto con una cavidad (9B) interna adaptada para ser llenada con hormigón después de la instalación de dicho arco (1), y en el que dicha cavidad (9A) interna de dicho primer elemento (5A) estructural se comunica con la cavidad (9B) interna de dicho segundo elemento (5B) estructural.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho arco (1) comprende un elemento (90) de apoyo conectado a una porción (52) de extremo de dicho primer elemento (5A) estructural.

50 8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, comprende adicionalmente la etapa de aumentar la presión interna del hormigón en dicha cavidad interna de dicho primer elemento (5A) estructural, provocando un movimiento relativo entre dicho elemento (90) de apoyo y el primer elemento (5A) estructural.

55 9. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho arco comprende un tercer elemento (5C) estructural que comprende un cuerpo tubular provisto con una cavidad (9C) interna adaptada para ser llenada con hormigón después de la instalación de dicho arco (1), y en el que dicho tercer elemento (5C) estructural comprende una porción (71) de extremo conectada a una segunda porción terminal (82) de dicho segundo elemento (5B).

60 10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicha cavidad (9B) interna de dicho segundo elemento (5B) estructural se comunica con la cavidad (9C) interna de dicho tercer elemento (5C) estructural.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho tercer elemento (5C) estructural comprende una porción (72) de extremo conectada a un elemento (90) de apoyo de dicho arco (1).

65 12. El método de acuerdo con la reivindicación 11 comprende adicionalmente la etapa de aumentar la presión interna del hormigón en dicha cavidad interna de dicho tercer elemento (5C) estructural, provocando un movimiento relativo entre dicho elemento (90) de apoyo y el tercer elemento (5C) estructural.

5 13. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que cada arco comprende una pluralidad de anillos (48A, 48B) de conexión dispuestos en intervalos predeterminados a lo largo de los elementos estructurales relativos, cada cadena (45A, 45B) de conexión se acopla con los extremos a anillos de conexión dispuestos sobre diferentes arcos y una altura correspondiente (H).

14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que cada anillo (48A, 48B) de conexión se configura con el fin de permitir el acoplamiento de por lo menos dos cadenas (45A, 45B) de conexión.

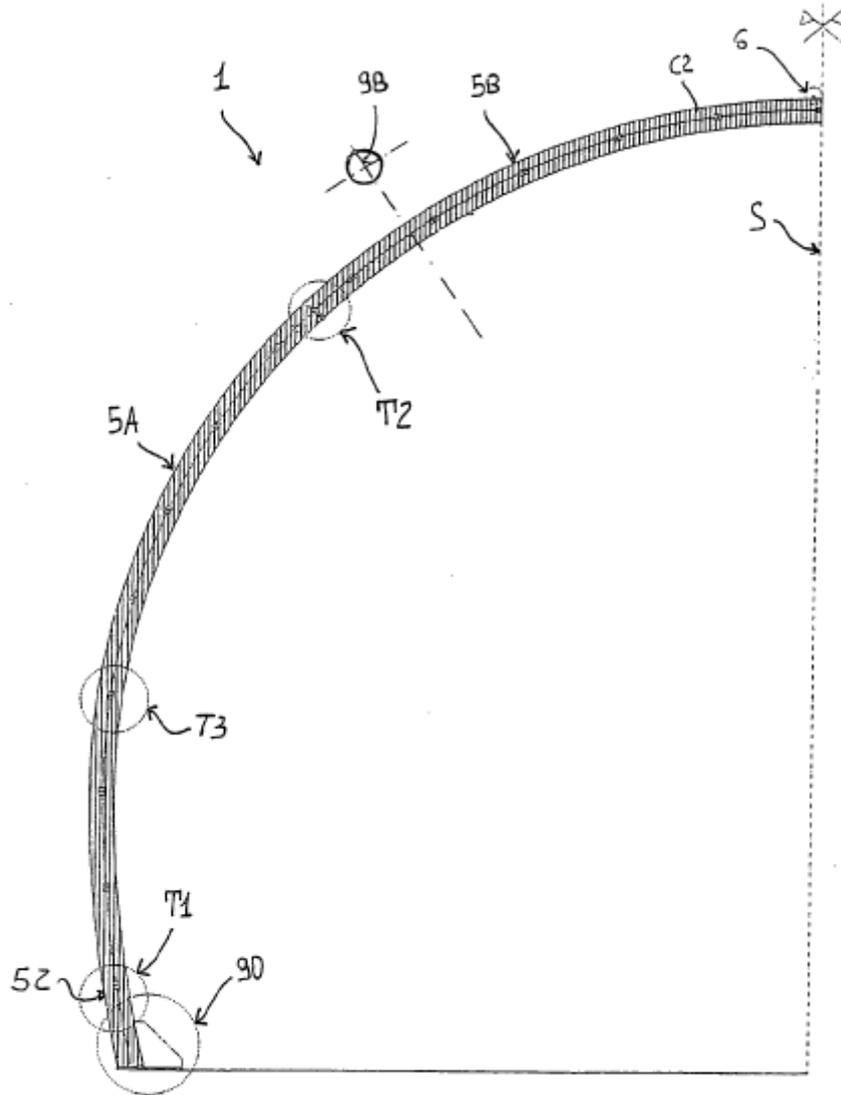


FIG. 2

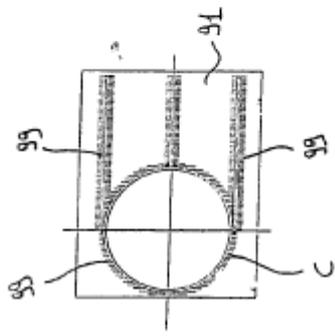


FIG. 3

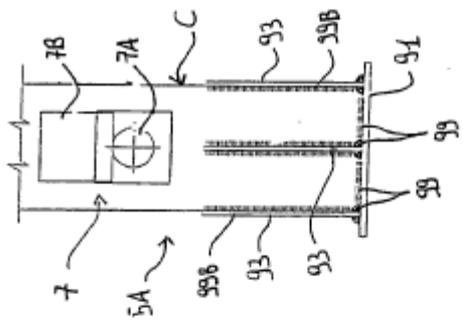


FIG. 3A

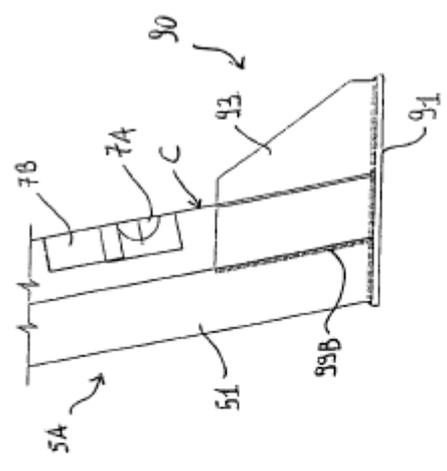
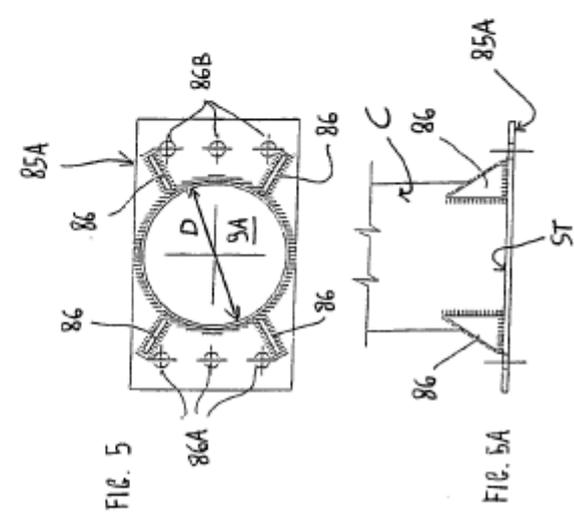
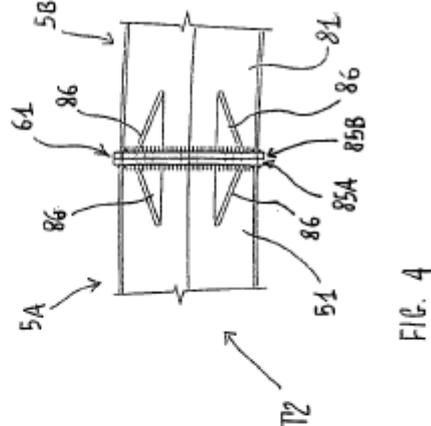
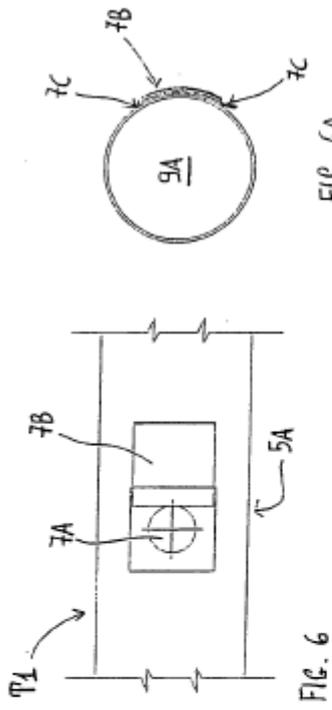


FIG. 3B



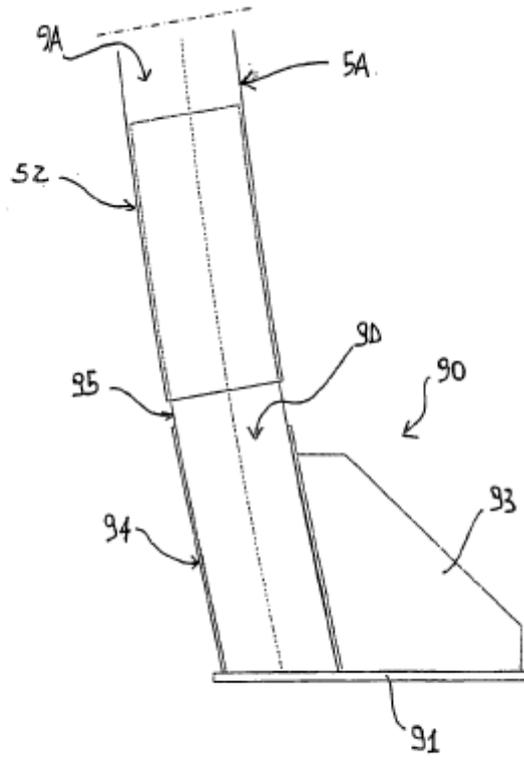


FIG. 7

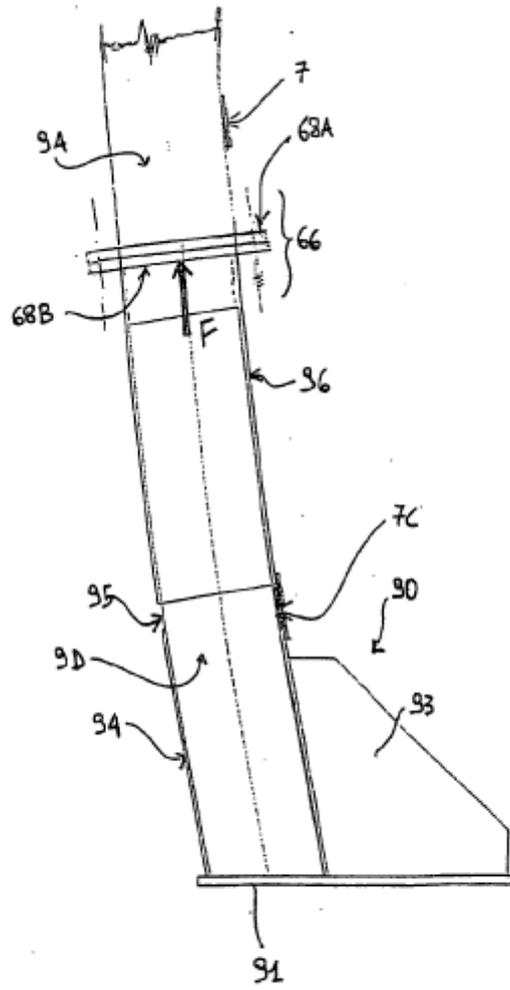


FIG 9

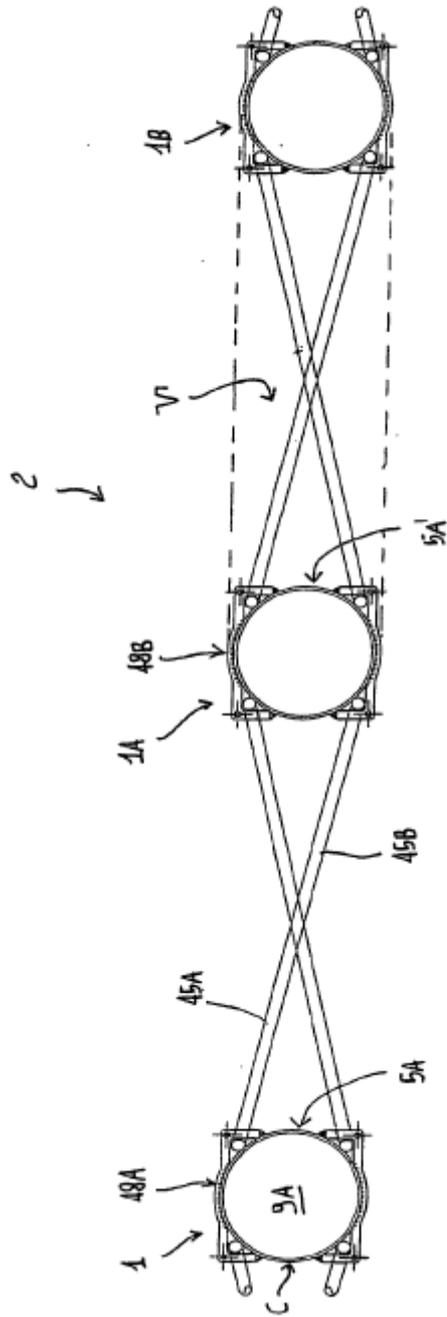


FIG. 10

