

Descripción

Título de la invención: Procedimiento de fabricación de un muro de contención

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo de la fabricación de muros de contención destinados a instalarse en un suelo, que permitan especialmente reforzar dicho suelo.

 La invención se refiere especialmente a la fabricación de muros de contención en zona portuaria, por ejemplo, en muelles, esclusas, de consolidación de márgenes
10 fluviales y profundización de muelles.

Técnica anterior

 Se conocen procedimientos de fabricación de un muro de contención en un suelo en los que se fija al suelo un primer soporte longitudinal y un segundo soporte longitudinal, con cierta separación entre sí. A continuación, se conecta una primera
15 ala entre estos dos soportes longitudinales, después, dicha ala se desplaza con una traslación a lo largo de dichos soportes longitudinales para clavar dicha ala en el suelo. En ese momento se fija al suelo un tercer soporte longitudinal, y se conecta una segunda ala entre el segundo y el tercer soporte longitudinal, a continuación, se desplaza y se clava en el suelo. La instalación sucesiva de soportes longitudinales y
20 de alas continúa, a continuación, los soportes longitudinales se clavan en el suelo para obtener un muro de contención formado por una pluralidad de alas, estando cada una conectada entre dos soportes longitudinales sucesivos.

 Un inconveniente de este procedimiento es que la instalación sucesiva de soportes longitudinales y de alas es especialmente larga y compleja. En particular,
25 este procedimiento implica realizar numerosas operaciones para colocar y clavar por separado cada uno de los elementos longitudinales y cada una de las alas. Además, en la medida en que los soportes longitudinales están fijados en el suelo en el momento de la instalación de las alas, presentan muy poca libertad durante la conexión de dichas alas a dichos soportes. Es especialmente necesario colocar con
30 mucha precisión cada uno de los soportes longitudinales en el momento de su fijación al suelo, para poder conectar cada una de las alas entre dos soportes

longitudinales adyacentes. Una colocación incorrecta de un soporte longitudinal podría comprometer la conexión de un ala entre este soporte longitudinal y el uno o varios soportes directamente adyacentes. También, cuando el muro de contención está fabricado en una zona acuática, es necesario que intervengan buceadores

5 regularmente para comprobar, bajo el agua, que los soportes longitudinales estén bien colocados y correctamente alineados. En algunos casos, puede ser incluso necesario extraer del suelo un soporte longitudinal mal posicionado y, posteriormente, volver a colocarlo y fijarlo, lo que supone una pérdida de tiempo y costes adicionales importantes.

10 Por tanto, este procedimiento es especialmente limitativo y no permite fabricar rápidamente el muro de contención.

Exposición de la invención

Un objeto de la presente invención es proponer un procedimiento de fabricación
15 de un muro de contención que corrija los problemas antes mencionados.

Para ello, la invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un muro de contención diseñado para instalarse en un suelo, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:

- se proporciona al menos un primer soporte longitudinal que se
20 extiende según una primera dirección longitudinal, teniendo el primer soporte longitudinal una parte de recepción que se extiende según la primera dirección longitudinal;
- el primer soporte longitudinal se coloca transversalmente respecto al suelo, de manera que el primer soporte longitudinal comprende al menos una
25 primera parte que se extiende fuera del suelo;
- se proporciona al menos un primer módulo que comprende un elemento longitudinal que se extiende según una segunda dirección longitudinal y al menos una primera ala que sobresale desde un primer borde lateral de dicho elemento longitudinal, extendiéndose la primera ala según la segunda dirección
30 longitudinal del elemento longitudinal;
- el primer módulo se coloca en paralelo al primer soporte longitudinal;
- el primer módulo se conecta a la primera parte del primer soporte

longitudinal, de manera que la primera ala del primer módulo encaje de manera deslizante según la primera dirección longitudinal con la parte de recepción del primer soporte longitudinal; a continuación

- se desplaza dicho primer módulo con una traslación paralela al primer soporte longitudinal según la primera dirección longitudinal, y se clava dicho primer módulo en el suelo; a continuación
- se clava la primera parte del primer soporte longitudinal en el suelo de manera que se forme el muro de contención en el suelo.

El muro de contención se fabrica mediante el ensamblaje de al menos un primer soporte longitudinal y de dicho primer módulo. Está diseñado para instalarse al menos en parte en el suelo. El muro de contención está compuesto preferiblemente por una pluralidad de soportes longitudinales y de módulos.

El procedimiento de acuerdo con la invención está especialmente adaptado para la fabricación de muro de contención en zonas portuarias, por ejemplo, en muelles, esclusas, de consolidación de márgenes fluviales y profundización de muelles. De manera no limitativa, el suelo puede ser un suelo submarino, por ejemplo, el fondo de una zona acuática. El muro de contención presenta ventajosamente la forma de una cortina.

El primer soporte longitudinal se forma encima de la superficie. Preferiblemente está formado de material metálico. De manera no limitativa, durante la instalación del primer soporte longitudinal transversalmente respecto al suelo, este último se puede clavar parcialmente en el suelo, para fijarlo al suelo. En una variante, durante su instalación, el primer soporte longitudinal puede estar sobre el suelo o incluso estar soportado encima del suelo, por ejemplo, mediante una estructura de guiado. En ese caso, el primer soporte longitudinal se extiende íntegramente sobre la superficie del suelo durante su instalación.

La primera dirección longitudinal del primer soporte longitudinal se extiende transversalmente respecto al suelo cuando dicho primer soporte longitudinal se instala. Preferiblemente, el primer soporte longitudinal colocado transversalmente respecto al suelo se extiende prácticamente de forma vertical. El primer soporte longitudinal se extiende ventajosamente prácticamente en perpendicular respecto al suelo, por ejemplo, si el suelo es prácticamente horizontal.

La parte de recepción del primer soporte longitudinal se extiende ventajosamente al menos parcialmente sobre la primera parte del primer soporte longitudinal, de manera que la parte de recepción se extiende al menos en parte sobre la superficie del suelo cuando el primer soporte longitudinal está situado transversalmente respecto al suelo. La conexión entre la primera ala del primer módulo y el primer soporte longitudinal se realiza, por tanto, sobre la superficie y por encima del suelo.

El elemento longitudinal del primer módulo comprende ventajosamente un pilote. La primera ala del primer módulo se extiende radialmente desde el elemento longitudinal del primer módulo. Dicha primera ala se extiende, preferentemente, sobre una longitud inferior a la longitud de dicho elemento longitudinal. De manera no limitativa, dicha primera ala se puede extender en una longitud inferior a la mitad de la longitud de dicho elemento longitudinal. La primera ala presenta preferiblemente la forma de una hoja. El primer borde lateral de dicho elemento longitudinal se extiende según la segunda dirección longitudinal. De manera no limitativa, el elemento longitudinal del primer módulo puede ser similar al primer soporte longitudinal. Por ejemplo, el primer soporte longitudinal y el elemento longitudinal del primer módulo pueden estar formados por dos pilotes con las mismas dimensiones.

El elemento longitudinal del primer módulo tiene el papel de soporte de la primera ala y garantiza la absorción de las tensiones de empuje, mientras que la primera ala tiene el papel de blindaje y garantiza la estanqueidad del muro de contención.

De acuerdo con la invención, el ala del primer módulo coopera con el elemento longitudinal de dicho primer módulo, antes de colocar el primer módulo en paralelo al primer soporte longitudinal y antes de conectar dicho primer módulo al primer soporte longitudinal. En otras palabras, el primer módulo se fabrica encima de la superficie antes de instalarse y antes de iniciar la fabricación del muro de contención.

De manera no limitativa, durante su colocación en paralelo al primer soporte longitudinal, el primer módulo puede estar parcialmente clavado en el suelo o estar colocado sobre el suelo sin estar clavado, o incluso mantenerse por encima del suelo. Entonces, el primer módulo se extiende transversalmente respecto al suelo,

preferiblemente de forma vertical. La segunda dirección longitudinal se extiende entonces en paralelo a la primera dirección longitudinal.

5 Durante la etapa de desplazamiento del primer módulo en paralelo al primer soporte longitudinal, el primer módulo se desplaza hacia abajo, en dirección al suelo. El primer módulo se guía durante la traslación según la primera dirección longitudinal por el primer soporte longitudinal.

Preferiblemente, el primer soporte longitudinal y el primer módulo se desplazan y se clavan en el suelo mediante una técnica de hincado o de perforación, mediante vibración y/o percusión, mediante una máquina de tipo grúa provista de un martillo y/o de un vibrador. Cuando el suelo es un suelo submarino, se puede conectar un tubo de extensión al elemento longitudinal del primer módulo o con el primer soporte longitudinal, sometiéndose dicho tubo de extensión a percusión y/o vibración. Un punto interesante es tratar de introducir el martillo y/o el vibrador dentro del agua. En una variante, el martillo y/o el vibrador se pueden colocar en una campana que permita su inmersión.

20 Cuando están clavados en el suelo, el primer soporte longitudinal y el primer módulo se extienden casi totalmente en el suelo, aún más preferiblemente, totalmente en el suelo. La etapa de clavado del primer soporte longitudinal y del primer módulo tiene el objetivo de clavarlos prácticamente por completo, en oposición a un clavado inicial, o clavado previo.

Preferiblemente, aunque no de forma limitativa, cuando el muro de contención comprende varios soportes longitudinales, el primer soporte longitudinal es el último soporte longitudinal a clavarse en el suelo.

25 Preferiblemente, el muro de contención comprende una pluralidad de paneles fabricados sucesivamente. Cada uno de los paneles comprende entonces una pluralidad de soportes longitudinales y de módulos conectados entre sí y clavados en el suelo según las etapas del procedimiento de acuerdo con la invención. Cada uno de los paneles comprende, ventajosamente, un primer soporte longitudinal que es el último soporte longitudinal de dicho panel a clavarse en el suelo.

30 De acuerdo con la invención, la instalación del primer módulo permite conectarlo al primer soporte longitudinal, en una sola operación de conexión, al menos un ala y un elemento longitudinal que tiene el papel de soporte del ala. A diferencia de los

procedimientos de la técnica anterior, no es necesario realizar las etapas sucesivas de fijación de un segundo soporte al suelo y, posteriormente, de conexión de un ala entre un segundo soporte de ese tipo y el primer soporte. Por tanto, el número de operaciones y el tiempo para fabricar el muro de contención se reducen.

- 5 Además, los procedimientos según la técnica anterior prevén fijar dos soportes longitudinales al suelo y, a continuación, conectar simultáneamente un ala a los dos soportes longitudinales fijados, lo que convierte la conexión del ala en algo especialmente complicado, incluso imposible en caso de una colocación incorrecta de dichos soportes longitudinales. En la medida en que el procedimiento de acuerdo
10 con la invención no obliga a conectar simultáneamente un ala a dos soportes longitudinales sucesivos, permite superar las importantes limitaciones relativas a la precisión de la colocación de los soportes longitudinales que tenían los procedimientos según la técnica anterior y la necesidad de la intervención de buceadores para garantizar la colocación correcta de los soportes longitudinales. La
15 conexión del ala del primer módulo al primer soporte longitudinal no se verá comprometida por un error en la colocación del primer módulo. Un error de colocación del primer módulo respecto del primer soporte longitudinal implica, como máximo, ajustar la orientación del primer módulo y de su ala.

- En particular, la posición del primer módulo y de los posibles módulos y soportes
20 longitudinales consecutivos del muro de contención formado mediante el procedimiento de acuerdo con la invención depende principalmente de la posición y de la orientación del primer soporte longitudinal. También, solo es necesario que el primer soporte longitudinal esté correctamente colocado y orientado, a diferencia de los procedimientos de la técnica anterior, en los que cada soporte debe estar
25 rigurosamente colocado para permitir la conexión de las alas, de lo contrario, se deben programarse intervenciones de buceadores para comprobar y corregir la alineación y la colocación de los soportes longitudinales.

- Preferiblemente, el elemento longitudinal del primer módulo comprende una primera parte de ensamblaje que se extiende a lo largo del primer borde lateral de
30 dicho elemento longitudinal, y la primera ala del primer módulo comprende una segunda parte de ensamblaje prevista para cooperar con la primera parte de ensamblaje, comprendiendo el procedimiento una etapa anterior de ensamblaje encima de la superficie de dicho elemento longitudinal con dicha primera ala, de

manera que la primera parte de ensamblaje coopera con la segunda parte de ensamblaje. El ensamblaje de la primera ala y del elemento longitudinal se facilita en la medida de que se realiza encima de la superficie, con respecto a los procedimientos según la técnica anterior que prevén el montaje de las alas a
5 soportes fijos al menos parcialmente clavados en el suelo.

Ventajosamente, el primer soporte longitudinal comprende un pilote, un perfil o un cajón metálico, mediante el cual, el primer soporte longitudinal es especialmente resistente y tiene una vida útil prolongada. El primer soporte longitudinal está adaptado, ventajosamente, para mantenerse bajo el agua. De manera no limitativa,
10 un pilote de ese tipo, perfilado o cajón puede tener forma tubular, por ejemplo, de sección cuadrada o circular, de manera que sus dimensiones transversales sean mucho menores que su longitud. Un pilote de ese tipo, perfilado o cajón puede estar hueco o ser sólido. Un cajón metálico de ese tipo puede conformarse mediante el ensamblaje de varias tablestacas. Por perfilado, se entiende una pieza alargada de
15 sección constante, por ejemplo, una vigueta. Un perfil de ese tipo se diferencia de una tablestaca en que presenta dimensiones transversales, consideradas transversalmente a su dirección longitudinal, mucho más pequeñas que las dimensiones transversales de dicha tablestaca.

Preferiblemente, aunque no de forma limitativa, el elemento longitudinal del
20 primer módulo comprende también un pilote, un perfil o un cajón metálico.

Consideradas según una dirección transversal a la segunda dirección longitudinal, las dimensiones del elemento longitudinal del primer módulo son preferiblemente menores que las dimensiones de la primera ala.

Preferiblemente, dicha primera ala de dicho primer módulo comprende una
25 tablestaca, mediante la cual se mejoran la estanqueidad, la solidez y la vida útil del muro de contención. Una tablestaca de ese tipo tiene ventajosamente la forma de una hoja metálica ondulada que tiene bajo espesor, preferiblemente comprendida entre 8 y 20 milímetros.

De manera ventajosa, el primer soporte longitudinal comprende un alojamiento, y
30 antes o después de haber colocado el primer soporte longitudinal transversalmente respecto al suelo, se instala un mástil en el suelo de manera que una parte de anclaje del mástil se extiende en el suelo, comprendiendo el mástil además una

parte de apoyo diseñada para disponerse en dicho alojamiento del primer soporte longitudinal. Es interesante mejorar la instalación del primer soporte longitudinal transversalmente respecto al suelo, durante la fabricación del muro de contención o incluso después de la fabricación. El primer soporte longitudinal está

- 5 preferiblemente hueco. El mástil presenta ventajosamente una longitud superior a la del primer soporte longitudinal de manera que está diseñado para atravesar dicho primer soporte longitudinal.

- 10 De manera no limitativa, el mástil puede ponerse en el suelo antes de instalar el primer soporte longitudinal, en cuyo caso, el primer soporte longitudinal está embutido en dicho mástil durante la instalación transversalmente respecto al suelo.

De manera no limitativa, el mástil se puede extraer del suelo y del alojamiento del primer soporte longitudinal para retirarse, por ejemplo, después de haber clavado el primer soporte longitudinal en el suelo o después de la fabricación del muro de contención.

- 15 Ventajosamente, durante la etapa de instalación del primer soporte longitudinal transversalmente respecto al suelo, se instala dicho primer soporte longitudinal en el suelo, de manera que una segunda parte del primer soporte longitudinal se extiende en el suelo. El primer soporte longitudinal queda fijado al suelo y clavado previamente. Es interesante mantener eficazmente el primer soporte longitudinal
- 20 transversalmente respecto al suelo y evitar que no se incline ni pivote, especialmente durante la conexión con el primer módulo. Preferiblemente, la longitud de la segunda parte del primer soporte longitudinal, que se extiende en el suelo, es mucho menor que la longitud de la primera parte, que se extiende sobre la superficie del suelo.

- 25 Preferiblemente, durante la etapa de colocación del primer módulo en paralelo al primer soporte longitudinal, se inicia el clavado del elemento longitudinal de dicho primer módulo en el suelo. El elemento longitudinal queda entonces ligeramente clavado en el suelo, o previamente clavado, para quedar fijado al suelo. Es interesante fijar el primer módulo al suelo para evitar que pivote o que se desplace
- 30 durante las etapas posteriores. Esto permite especialmente mantener la conexión entre el primer módulo y el primer soporte longitudinal y facilitar el desplazamiento y el clavado del primer módulo. Al finalizar esta etapa de colocación, la longitud de la

parte del elemento longitudinal que se extiende en el suelo es ventajosamente mucho menor que la longitud de la parte del elemento longitudinal que se extiende sobre la superficie del suelo.

De acuerdo con una variante ventajosa, durante la etapa de instalación del primer soporte longitudinal transversalmente respecto al suelo, se coloca dicho primer soporte longitudinal sobre el suelo, de manera que se extiende sobre la superficie del suelo y de manera que la parte de apoyo del mástil se extiende en dicho alojamiento del primer soporte longitudinal, y durante la etapa de colocación del primer módulo en paralelo al primer soporte longitudinal, se coloca dicho primer módulo sobre el suelo, de manera que se extiende sobre la superficie del suelo. Es interesante facilitar la conexión entre el primer módulo y el primer soporte longitudinal en la medida que ambos se extienden sobre la superficie del suelo. El primer soporte longitudinal está embutido en el mástil, lo que permite mantenerlo en su sitio, sin que sea necesario fijarlo al suelo. En la medida en que el primer soporte longitudinal está sujeto por el mástil, tampoco es necesario ya fijar el primer módulo al suelo durante la conexión al primer soporte longitudinal o para permitir la conexión de otro soporte longitudinal a dicho primer módulo.

Preferiblemente, la parte de recepción del primer soporte longitudinal comprende una primera parte de cerradura que se extiende según la primera dirección longitudinal y dicha primera ala de dicho primer módulo comprende una segunda parte de cerradura que se extiende según la segunda dirección longitudinal y que está diseñada para cooperar con la primera parte de cerradura para encajar la primera ala del primer módulo de manera deslizante con dicha parte de recepción del primer soporte longitudinal. Las primera y segunda partes de cerradura tienen ventajosamente la forma de rieles provistos de una parte que forma ganchos diseñados para cooperar entre sí, de manera separable, permitiendo al mismo tiempo el deslizamiento de la segunda parte de cerradura con respecto a la primera parte de cerradura.

De acuerdo con una primera realización ventajosa, dicho primer módulo comprende, además, al menos una segunda ala que sobresale desde un segundo borde lateral de dicho elemento longitudinal, opuesto al primer borde lateral, extendiéndose la segunda ala según la segunda dirección longitudinal del elemento

longitudinal del primer módulo, de manera que dichas primera y segunda alas de dicho primer módulo se extienden a ambos lados de dicho elemento longitudinal.

En la medida en que el primer módulo comprende dos alas conectadas a un elemento longitudinal, el procedimiento de acuerdo con la invención permite evitar
 5 las etapas de conectar una primera ala y una segunda ala a un soporte instalado en el suelo. De este modo, el número de etapas para fabricar el muro de contención se reduce de manera que la fabricación es más sencilla y bastante más rápida.

Preferiblemente, la primera ala y la segunda ala se extienden en prolongación una desde la otra.

10 De manera ventajosa, antes de deslazar dicho primer módulo con una traslación en paralelo al primer soporte longitudinal, se realizan las etapas en las que:

- se proporciona al menos un segundo soporte longitudinal que se extiende según una tercera dirección longitudinal, teniendo el segundo soporte longitudinal una primera parte de recepción que se extiende según la tercera
 15 dirección longitudinal;
- el segundo soporte longitudinal se coloca transversalmente respecto al suelo, en paralelo al primer módulo, de manera que el segundo soporte longitudinal comprende al menos una primera parte que se extiende fuera del suelo;
- el primer módulo se conecta a la primera parte del segundo soporte
 20 longitudinal, de manera que la segunda ala del primer módulo encaje de manera deslizante según la tercera dirección longitudinal con la primera parte de recepción del segundo soporte longitudinal.

El primer módulo queda entonces conectado entre el primer soporte longitudinal y el segundo soporte longitudinal y montado de forma deslizante a lo largo de estos
 25 dos soportes longitudinales.

Durante la instalación del segundo soporte longitudinal transversalmente respecto al suelo, dicho segundo soporte longitudinal puede estar instalado en el suelo, o incluso estar previamente clavado en el suelo, de manera que comprende una segunda parte que se extiende en el suelo. La longitud de la segunda parte es,
 30 por tanto, mucho menor que la longitud de la primera parte. En una variante, durante dicha instalación, el segundo soporte longitudinal se puede colocar para que esté

sobre el suelo o para que se extienda por encima del suelo, por ejemplo, sostenido por una estructura de guiado.

Ventajosamente, después de haber conectado el primer módulo a la primera parte del segundo soporte longitudinal, se inicia el clavado del elemento longitudinal de dicho primer módulo en el suelo, después, se inicia el clavado de dicho segundo soporte longitudinal en el suelo. En otras palabras, el primer módulo y el segundo soporte longitudinal quedan ligeramente clavados en el suelo, o previamente clavados, a baja profundidad. Es interesante fijarlos al suelo para estabilizarlos y evitar que se desplacen o que pivoten durante las etapas posteriores, por ejemplo, durante el clavado definitivo del primer módulo o de uno de los soportes longitudinales en el suelo. La longitud de las partes del primer módulo y del segundo soporte longitudinal que se extienden en el suelo después de esta etapa de clavado es mucho menor que la longitud de las partes del primer módulo y del segundo soporte longitudinal que se extienden en el suelo después de su clavado en el suelo.

Preferiblemente, aunque no de forma limitativa, durante esta etapa de clavado inicial, o clavado previo, el primer módulo y el segundo soporte longitudinal se clavan a una misma baja profundidad.

Ventajosamente, el segundo soporte longitudinal comprende una segunda parte de recepción que se extiende según la tercera dirección longitudinal, y:

- se proporciona al menos un segundo módulo que comprende un elemento longitudinal que se extiende según una cuarta dirección longitudinal y al menos una primera ala que sobresale desde un primer borde lateral de dicho elemento longitudinal, extendiéndose la primera ala según la cuarta dirección longitudinal del elemento longitudinal del segundo módulo;
- el segundo módulo se coloca en paralelo al segundo soporte longitudinal;
- el segundo módulo se conecta a la primera parte del segundo soporte longitudinal, de manera que la primera ala del segundo módulo encaje de manera deslizante según la tercera dirección longitudinal con la segunda parte de recepción del segundo soporte longitudinal;

- se desplaza dicho segundo módulo con una traslación paralela al segundo soporte longitudinal según la tercera dirección longitudinal, y se clava dicho segundo módulo en el suelo.

El segundo soporte longitudinal permite conectar entre sí el primer módulo y el
5 segundo módulo.

De manera no limitativa, el muro de contención puede comprender una pluralidad, preferiblemente varias decenas, de soportes longitudinales y de módulos. El muro de contención está formado por una alternancia de soportes longitudinales y de módulos.

10 Preferiblemente, se clava dicho segundo soporte longitudinal en el suelo después de haber clavado el conjunto de estos módulos en el suelo. Aun preferiblemente, se clavan los soportes longitudinales en el suelo después de haber clavado los módulos en el suelo.

Preferiblemente, se clava el segundo soporte longitudinal en el suelo después de
15 haber clavado el primer soporte longitudinal en el suelo.

De acuerdo con una segunda realización ventajosa, dicho primer módulo comprende una sola ala. En esta realización no limitativa, el primer soporte longitudinal está preferiblemente provisto de un ala y aún más preferiblemente, el primer soporte longitudinal es prácticamente similar al primer módulo.

20 Preferiblemente, el elemento longitudinal del primer módulo comprende una parte de recepción que se extiende según la segunda dirección longitudinal, y:

- se proporciona al menos un segundo módulo que comprende un elemento longitudinal que se extiende según una tercera dirección longitudinal y al menos una primera ala que sobresale desde un primer borde lateral de dicho
25 elemento longitudinal, extendiéndose la primera ala según la tercera dirección longitudinal del elemento longitudinal del segundo módulo;

- antes de desplazar dicho primer módulo con una traslación en paralelo al primer soporte longitudinal, el segundo módulo se coloca en paralelo al primer módulo;

- el segundo módulo se conecta al primer módulo, de manera que la primera ala del segundo módulo encaje de manera deslizante según la segunda dirección longitudinal con la parte de recepción del primer módulo;

- se desplaza dicho segundo módulo con una traslación paralela al primer módulo según la segunda dirección longitudinal, y se clava dicho segundo módulo en el suelo.

En esta realización no limitativa, el muro de contención está compuesto por una pluralidad de módulos conectados entre sí. El muro de contención carece, por tanto, de soportes longitudinales que se extiendan entre dos módulos consecutivos.

De manera ventajosa, se proporciona una estructura de guiado que comprende al menos un orificio de guiado diseñado para recibir dicho primer módulo, se coloca dicha estructura de guiado por encima del suelo, respecto de una zona de instalación del muro de contención, y se encaja dicho primer módulo en el primer orificio de guiado antes de colocarlo en paralelo al primer soporte longitudinal, para guiar el desplazamiento de dicho primer módulo en paralelo al primer soporte longitudinal. Es interesante colocar con tanta precisión como sea posible el primer módulo, especialmente respecto del primer soporte longitudinal, y facilitar su conexión con el primer soporte longitudinal. Además es ventajoso garantizar una mejor alineación de los soportes longitudinales y de los módulos del muro de contención.

Preferiblemente, la estructura de guiado comprende una pluralidad de orificios de guiado, estando cada uno diseñado para recibir uno de los módulos o uno de los soportes longitudinales del muro de contención. Se encaja a continuación cada uno de dichos módulos, respectivamente cada uno de los soportes longitudinales, con uno de los orificios de guiado antes de colocarlos en paralelo a los soportes longitudinales, respectivamente en paralelo a los módulos, para guiar el desplazamiento de dichos módulos, respectivamente de dichos soportes longitudinales.

De manera no limitativa, la estructura de guiado se puede retirar cuando se ha iniciado el clavado del conjunto de los soportes longitudinales y módulos y por tanto cuando estos últimos están fijados en el suelo, o cuando se ha iniciado el clavado del conjunto de los soportes longitudinales y módulos de una cortina.

Preferiblemente, el procedimiento comprende una etapa anterior según la cual se fija, al menos, un medio de apoyo en el suelo diseñado para sostener dicha estructura de guiado, y se coloca dicha estructura de guiado de manera que se apoye sobre dicho medio de apoyo. El medio de apoyo comprende ventajosamente un pilote o un perfilado. De manera no limitativa, dicho medio de apoyo se puede extraer del suelo y retirarse después de la fabricación del muro de contención.

La invención también se refiere a un módulo para aplicar el procedimiento descrito anteriormente, comprendiendo al menos un segundo módulo que comprende un elemento longitudinal que se extiende según una dirección longitudinal y al menos una primera ala que sobresale desde un primer borde lateral de dicho elemento longitudinal, extendiéndose la primera ala según la dirección longitudinal del elemento longitudinal.

Ventajosamente, el elemento longitudinal comprende una primera parte de ensamblaje que se extiende a lo largo del primer borde lateral de dicho elemento longitudinal y la primera ala comprende una segunda parte de ensamblaje diseñada para cooperar con la primera parte de ensamblaje para permitir el montaje de la primera ala y del elemento longitudinal. La primera parte de ensamblaje comprende ventajosamente una primera parte de cerradura y la segunda parte de ensamblaje comprende ventajosamente una segunda parte de cerradura diseñada para cooperar con la primera parte de cerradura.

De manera ventajosa, el elemento longitudinal está provisto de al menos un calzo diseñado para bloquear la traslación de dicha primera ala con respecto al elemento longitudinal, según dicha segunda dirección longitudinal. Es interesante evitar las soldaduras para montar la primera ala y el elemento longitudinal, lo que permite conservar cierto grado de libertad que permite corregir un posible juego entre dicha primera ala y dicho elemento longitudinal durante la instalación del primer módulo.

La invención también se refiere a un muro de contención diseñado para extenderse en un suelo y que comprende al menos un primer módulo tal como se ha descrito anteriormente, y al menos un primer soporte longitudinal que se extiende según una primera dirección longitudinal y que tiene una parte de recepción que se extiende según la primera dirección longitudinal, estando diseñado el primer soporte

longitudinal para colocarse transversalmente respecto al suelo, de manera que el primer soporte longitudinal comprende al menos una primera parte que se extiende fuera del suelo, estando diseñado el primer módulo para conectarse a la primera parte del primer soporte longitudinal, de manera que la primera ala del primer módulo encaje de manera deslizante según la primera dirección longitudinal con la parte de recepción del primer soporte.

Breve descripción de los dibujos

La invención se comprenderá mejor tras la lectura de la siguiente descripción de realizaciones de la invención que se proporcionan como ejemplos no limitativos, en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

[Fig. 1] La figura 1 ilustra una etapa del procedimiento de acuerdo con la invención en la que se instalan medios de apoyo;

[Fig. 2] La figura 2 ilustra una etapa del procedimiento de acuerdo con la invención en la que se instala una estructura de guiado;

[Fig. 3] La figura 3 ilustra un soporte longitudinal y una primera realización de un módulo de acuerdo con la invención;

[Fig. 4] La figura 4 ilustra el módulo de la figura 3 en vista superior;

[Fig. 5] La figura 5 ilustra una etapa de instalación de un primer soporte longitudinal del procedimiento de acuerdo con la invención;

[Fig. 6] La figura 6 ilustra una etapa de instalación de un mástil;

[Fig. 7] La figura 7 ilustra una etapa de colocación de un primer módulo del procedimiento de acuerdo con la invención;

[Fig. 8] La figura 8 ilustra, en vista superior, la conexión entre el primer módulo y el primer soporte longitudinal de la figura 7;

[Fig. 9] La figura 9 ilustra una etapa de instalación de un segundo soporte longitudinal del procedimiento de acuerdo con la invención;

[Fig. 10] La figura 10 ilustra los módulos y los soportes longitudinales de los muros de contención previamente clavados en el suelo;

[Fig. 11] La figura 11 ilustra una etapa del procedimiento de acuerdo con la invención en la que se clavan los módulos en el suelo;

[Fig. 12]La figura **12** ilustra una etapa de la figura **11** en una vista en perspectiva;

[Fig. 13]La figura **13** ilustra una etapa del procedimiento de acuerdo con la invención en la que se clavan los soportes longitudinales en el suelo;

[Fig. 14]La figura **14** ilustra un muro de contención fabricado en el suelo mediante el
5 procedimiento de acuerdo con la invención;

[Fig. 15]La figura **15** ilustra una etapa intermedia de una variante de instalación de los módulos de los soportes longitudinales;

[Fig. 16]La figura **16** ilustra los soportes longitudinales y los módulos instalados según la variante del procedimiento mostrado en la figura **15**; y

10 [Fig. 17]La figura **17** ilustra una segunda realización de un módulo de acuerdo con la invención.

Descripción de las realizaciones

La invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un muro de
15 contención diseñado para instalarse en un suelo. Este procedimiento permite especialmente fabricar un muro de contención en zona portuaria, por ejemplo, en muelles, esclusas, de consolidación de márgenes fluviales y profundización de muelles. La invención también se refiere a un módulo para aplicar el procedimiento y sobre un muro de contención que comprende dicho módulo.

20 A continuación se va a describir una primera realización del procedimiento, de acuerdo con la presente invención, de fabricación de un muro de contención **W** diseñado para extenderse en un suelo **S**. En este ejemplo no limitativo, el suelo es un fondo marino.

Se proporciona en primer lugar una máquina de hincado **10** diseñada para
25 instalar los diferentes elementos que componen el muro de contención **W**. La máquina de hincado **10** comprende un bastidor **12** y un brazo **14** que tiene un polipasto **16** provisto de una cuerda **18** y de un martillo **19**. La máquina de hincado se dispone sobre un margen fluvial por encima del nivel del suelo submarino **S**. El martillo **19** es adecuado para ejercer un efecto de percusión o para hacer vibrar un
30 tubo.

De acuerdo con una primera etapa no limitativa, ilustrada en figura **1**, se coloca un primer medio de apoyo **20** y un segundo medio de apoyo **21** transversalmente respecto al suelo **S** y prácticamente en vertical. Se clavan ligeramente dichos medios de apoyo en el suelo, a baja profundidad, para fijarlos al suelo, a cierta
 5 distancia entre sí. En este ejemplo no limitativo, los medios de apoyo **20,21** son idénticos y cada uno de ellos comprende un pilote.

De manera no limitativa, de acuerdo con una segunda etapa ilustrada en la figura **2**, se coloca una estructura de guiado **22** por encima del suelo **S** y más precisamente por encima de una zona **Z** de instalación del muro de contención. La
 10 estructura de guiado se apoya sobre los medios de apoyo **20,21**, que permiten mantenerla por encima del suelo. La estructura de guiado **22** muestra la forma de una jaula. Está provista de una pluralidad de orificios de guiado **23** que atraviesen dicha jaula verticalmente y que se extienden prácticamente transversalmente respecto al suelo cuando dicha estructura de guiado **22** se apoya sobre los medios
 15 de apoyo **21,22**.

Se proporciona entonces un primer soporte longitudinal **24**, ilustrado en la figura **3**. El primer soporte longitudinal **24** se extiende según una primera dirección longitudinal **L1** y consiste, en este ejemplo no limitativo, en un pilote metálico tubular. Comprende además una primera parte de recepción **26** y una segunda
 20 parte de recepción **28** dispuestas a ambos lados del primer soporte longitudinal **24** y extendiéndose cada una de ellas según la primera dirección longitudinal **L1**. De manera no limitativa, el primer soporte longitudinal **24** podría comprender solamente una parte de recepción.

Se coge el primer soporte longitudinal **24** mediante la cuerda **18** de la máquina
 25 **10** y se encaja en un primer momento el primer soporte longitudinal **24** en un primer orificio de guiado **23** de la estructura de guiado **22**. Tal como se ilustra en la figura **5**, el primer soporte longitudinal **24** se desplaza entonces hacia abajo, en dirección al suelo, para colocarse transversalmente respecto al suelo **S**, mientras es guiado por la estructura de guiado **22**.

30 En este ejemplo no limitativo, el primer soporte longitudinal **24** está colocado perpendicularmente respecto al suelo **S** y está instalado en el suelo, de manera que presenta una primera parte **24a** que se extiende sobre la superficie del suelo y una

segunda parte **24b** que se extiende en el suelo. El primer soporte longitudinal **24** está ligeramente clavado, o incluso previamente clavado, en el suelo, de manera que la longitudinal de la primera parte **24a** es muy superior a la longitud de la segunda parte **24b** del primer soporte longitudinal. La verticalidad y la colocación del primer soporte longitudinal se comprueban rigurosamente. El primer soporte longitudinal se clava en el suelo mediante hincado, por percusión del martillo **19** sobre dicho soporte longitudinal.

Se proporciona entonces un primer módulo **30** prefabricado, del que se muestra en la figura **3** una primera realización. En esta primera realización, el primer módulo **30** comprende un elemento longitudinal **32** que se extiende según una segunda dirección longitudinal **L2** así como una primera ala **34** y una segunda ala **36**. En este ejemplo no limitativo, el primer elemento longitudinal **32** consiste en un pilote metálico análogo al primer soporte longitudinal **24**. Las primera y segunda alas **34,36** son tablestacas metálicas que tienen la forma de hojas onduladas. La primera ala **34** sobresale desde un primer borde lateral **31** del elemento longitudinal **32** y se extiende radialmente respecto a dicho elemento longitudinal. La segunda ala **36** sobresale desde un segundo borde lateral **33** del elemento longitudinal, opuesto al primer borde lateral **31**, y se extiende radialmente respecto a dicho elemento longitudinal.

Como se puede ver en la figura **4**, que ilustra el primer módulo en una vista superior, el primer borde lateral **31** del elemento longitudinal **32** comprende especialmente una primera parte de ensamblaje **35**, constituida en este ejemplo no limitativo por una primera parte de cerradura en forma de gancho que se extiende según la segunda dirección longitudinal **L2**. La primera ala **34** comprende un primer borde provisto de una segunda parte de ensamblaje **37**, constituida en este ejemplo no limitativo por una segunda parte de cerradura en forma de gancho, diseñada para cooperar con la primera parte de ensamblaje **35**. El primer módulo **30** se ha ensamblado encima de la superficie, en una etapa anterior a la fabricación del muro de contención, y por tanto, antes de que dicho primer módulo quede clavado o previamente clavado en el suelo. Para ello, la segunda parte de ensamblaje **37** de la primera ala **34** coopera con la primera parte de ensamblaje **35** para unir la primera ala al elemento longitudinal **32**. Análogamente, la segunda ala **36** está conectada al

segundo borde lateral **33** del elemento longitudinal. La primera y segunda alas **34,36** se extienden en prolongación una desde la otra.

En referencia de nuevo a la figura **3**, se observa que el primer módulo **30** comprende además cuatro elementos de bloqueo **39**. Dos elementos de montaje se han montado a ambos lados del elemento longitudinal **32**, por ejemplo, mediante soldadura, y se extienden respectivamente bajo la primera ala **34** y bajo la segunda ala **36**. Otros dos elementos de bloqueo **39** se han montado a ambos lados del elemento longitudinal **32**, y se extienden respectivamente por encima de la primera ala **34** y por encima de la segunda ala **36**. Estos elementos de bloqueo están diseñados para bloquear el deslizamiento de dichas alas con respecto al elemento longitudinal, según la segunda dirección longitudinal **L2**.

En esta realización, y como se puede observar en la figura **6**, se instala a continuación un mástil **46** en el suelo de manera que una parte de anclaje **47** del mástil **46** se extiende en el suelo, a una profundidad superior a la profundidad a la que se ha clavado previamente el primer soporte longitudinal **24**. Una parte de apoyo **48** del mástil se extiende sobre la superficie del suelo y atraviesa el primer soporte longitudinal **24**. El mástil **46** está dispuesto en un alojamiento **29** del primer soporte longitudinal y permite mejorar su resistencia y mantenerlo en la posición previamente clavada con más eficacia. De manera no limitativa, el mástil podría estar instalado antes de colocar el primer soporte longitudinal **24**, en cuyo caso, el primer soporte longitudinal quedaría embutido en dicho mástil **46**.

Tal como se ilustra en la figura **7**, se coge entonces el primer módulo **30** mediante la cuerda **18** de la máquina **10** y se encaja en un primer momento el primer módulo **30** en un segundo orificio de guiado **23** de la estructura de guiado **22**. El primer módulo **30** se desplaza entonces hacia abajo, en dirección al suelo, y se coloca en paralelo al primer soporte longitudinal **24**. De manera no limitativa, se inicia conjuntamente el clavado del elemento longitudinal **32** de dicho primer módulo **30** en el suelo, mediante el martillo **19**, por hincado. En otras palabras, el elemento longitudinal **32** del primer módulo **30** está clavado en el suelo a una baja profundidad, para fijar el primer módulo **30** al suelo. De manera no limitativa, el primer módulo está ahora previamente clavado en el suelo, a la misma profundidad que el primer soporte longitudinal **24**.

Además, el primer módulo **30** se conecta a la primera parte **24a** del primer soporte longitudinal **24**, tal como se ilustra en la vista superior, de la figura **8**. En este ejemplo no limitativo, la primera parte de recepción **26** del primer soporte longitudinal **24** comprende una primera parte de cerradura **25** en forma de gancho que se extiende según la primera dirección longitudinal **L1**. La primera ala **34** de dicho primer módulo **30** comprende un segundo borde provisto de una segunda parte de cerradura **27** en forma de gancho que se extiende según la segunda dirección longitudinal **L2**.

La segunda parte de cerradura **27** coopera con la primera parte de cerradura **25** para encajar la primera ala **34** del primer módulo **30** de forma deslizante con dicha parte de recepción **26** del primer soporte longitudinal **24**, según la primera dirección longitudinal **L1**.

Las etapas de colocación del primer módulo **30** en paralelo al primer soporte longitudinal **24** y de conexión del primer módulo **30** a la primera parte **24a** del primer soporte longitudinal pueden ser simultáneas o sucesivas.

Se proporciona entonces un segundo soporte longitudinal **40** que se extiende según una tercera dirección longitudinal **L3**. Este segundo soporte longitudinal **40** es prácticamente idéntico al primer soporte longitudinal **24** y al elemento longitudinal **32** del primer módulo **30**, ilustrados en la figura **3**. También comprende una primera parte de recepción **42** y una segunda parte de recepción **44** que se extiende según la tercera dirección longitudinal **L3**.

Tal como se ilustra en la figura **9**, después de haber encajado el segundo soporte longitudinal **40** en un tercer orificio de guiado **23** de la estructura de guiado **22**, se coloca el segundo soporte longitudinal **40** transversalmente respecto al suelo **S**, en paralelo al primer módulo **30** y al primer soporte longitudinal **24**. Las primera, segunda y tercera direcciones longitudinales **L1, L2, L3** ahora son paralelas entre sí. En este ejemplo no limitativo, el segundo soporte longitudinal **40** está colocado perpendicularmente respecto al suelo **S** y está instalado en el suelo, por hincado, de manera que presenta una primera parte **40a** que se extiende sobre la superficie del suelo y una segunda parte **40b** que se extiende en el suelo. El segundo soporte longitudinal está ligeramente clavado, o incluso previamente clavado, en el suelo, de manera que la longitud de la primera parte **40a** es muy superior a la longitud de la

segunda parte **40b** del primer soporte longitudinal. El segundo soporte longitudinal **40** está clavado a la misma baja profundidad que el primer soporte longitudinal **24** y que el primer módulo **30**.

A continuación el primer módulo **30** se conecta a la primera parte del segundo soporte longitudinal **40**. Para ello, la segunda ala **36** del primer módulo comprende un segundo borde provisto de una primera parte de cerradura, y la segunda parte de recepción del segundo soporte longitudinal **40** comprende una segunda parte de cerradura. Dichas primeras y segundas partes de cerradura cooperan entre sí, de manera que la segunda ala **36** del primer módulo **30** encaja de manera deslizante según la tercera dirección longitudinal **L3** con la primera parte de recepción **42** del segundo soporte longitudinal **40**.

Se proporciona entonces un segundo módulo **50** prefabricado, que se puede ver en la figura **10**, idéntico al primer módulo **30**, y que comprende especialmente un elemento longitudinal **52** y una primera ala **54**. El segundo módulo **50** se conecta a la primera parte **40a** del segundo soporte longitudinal **40**. Para ello, la primera ala **54** del segundo módulo **50** encaja de forma deslizante según la tercera dirección longitudinal **L3** con la segunda parte de recepción **44** del segundo soporte longitudinal **40**.

Las etapas anteriormente detalladas se repiten para conectar entre sí una sucesión de módulos y soportes longitudinales, con el fin de conformar una primera cortina como se ilustra en la figura **10**. La estructura de guiado se puede desplazar, y se pueden repetir las etapas anteriormente descritas para colocar mayor cantidad de módulos y soportes longitudinales y formar, así, una pluralidad de cortinas sucesivas.

En esta realización no limitativa, el clavado de los módulos y soportes longitudinales se ha iniciado y estos últimos se han clavado previamente a una baja profundidad. En una variante, dichos soportes longitudinales y dichos módulos se podrían mantener sobre la superficie del suelo durante su instalación transversalmente respecto al suelo **S**, y mantenerse por encima del suelo o colocarse sobre el suelo, como se ilustra en la variante de las figuras **15** y **16**. La estructura de guiado **22** permite mantener, en ese caso, los soportes longitudinales y los módulos en su sitio, transversalmente respecto al suelo. Además, en esta

variante, el mástil **46** permite mantener el primer soporte longitudinal **24** en su sitio, sin que sea necesario instalarlo en el suelo. En esta variante, el procedimiento carece de una etapa en la que se inicia el clavado, o el clavado previo, de dichos soportes longitudinales y de dichos módulos.

5 En referencia de nuevo a las figuras **10** y **11**, de manera no limitativa, se retira la estructura de guiado **22** y los medios de apoyo **20,21**. Entonces, se desplaza el primer módulo **30** con una traslación en paralelo al primer soporte longitudinal **24** según la primera dirección longitudinal **L1**, y se clava dicho primer módulo en el suelo **S**. Los primer y segundo soportes longitudinales **24,40** guían el
 10 desplazamiento de dicho primer módulo **30**. Se clava también el conjunto de los módulos en el suelo. Los módulos se clavan en el suelo por hincado, mediante el martillo **19**. En la posición clavada, los módulos se extienden prácticamente de forma integrada en el suelo, a una profundidad muy superior a la baja profundidad a la que se habían clavado previamente con anterioridad. Las alas de los módulos se
 15 extienden prácticamente de forma integrada en el suelo.

La figura **12** ilustra una etapa de la figura **11** en una vista en perspectiva. En esta vista, se observa que la máquina de hincado **10** está dispuesta sobre el muelle y sobresale de la zona de instalación **Z** del muro de contención.

Tal como se ilustra en la figura **13**, a continuación el conjunto de soportes
 20 longitudinales se desplaza y se clavan en el suelo por hincado, mediante el martillo **19**. Los soportes se desplazan con una traslación a lo largo de los módulos a los que están conectados, según una dirección prácticamente vertical y en paralelo a dichos módulos. De manera no limitativa, el primer soporte longitudinal **24** se podría clavar en último lugar. En una variante, el último soporte longitudinal colocado, que
 25 corresponde al soporte longitudinal de la derecha en la figura **13** se podría dejar en una posición previamente clavada, para formar un primer soporte longitudinal para una cortina suplementaria que se instalaría a continuación de la primera cortina ilustrada en dicha figura.

De manera no limitativa, el mástil **46** se podría dejar en el suelo, para que guiara
 30 el desplazamiento y el clavado del primer soporte longitudinal **24** en el suelo.

La figura **14** ilustra un muro de contención **W**, formado por una sola cortina, y fabricado en el suelo por aplicación del procedimiento de acuerdo con la invención.

Las figuras **15** y **16** ilustran dos etapas sucesivas de una variante del procedimiento de acuerdo con la invención en la que los soportes longitudinales y los módulos se colocan sobre el suelo antes de desplazarse y clavarse en el suelo.

La figura **17** ilustra una segunda realización de un módulo acuerdo con la invención. En esta realización, el módulo **30'** comprende un elemento longitudinal **32'** que se extiende según una dirección longitudinal y un único ala **34'** que sobresale desde un primer borde lateral **31'** del elemento longitudinal. El elemento longitudinal comprende además una parte de recepción **33'** que se extiende según la dirección longitudinal del elemento longitudinal. El ala **34'** está diseñada para conectarse a la parte de recepción de un soporte longitudinal o a la parte de recepción de otro módulo **30'**.

En esta segunda realización, cada módulo **30'** está diseñado para conectarse directamente a otro módulo **30'**. En particular, el ala **34'** de un segundo módulo está diseñada para conectarse a la parte de recepción **33'** de un primer módulo. En esta realización, el muro de contención carece de soportes longitudinales que se extiendan entre los módulos. Además, en esta segunda realización, el primer soporte longitudinal está formado por un módulo **30'**.