

ENCOFRADO PARA LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS DE CONCRETO

DESCRIPCIÓN

La presente invención se refiere a un encofrado para producir productos de concreto y en particular productos con un perfil curvo, por ejemplo, revestimientos para túneles o similares.

Más detalladamente, la invención se refiere a un encofrado configurado para variar la curvatura de al menos una superficie de dichos productos.

En el sector de la construcción, en particular la construcción de infraestructuras y edificios, se utilizan encofrados para producir productos de concreto; el concreto en estado fluido se vacía en estos encofrados para darle la forma deseada cuando se fija.

Estos encofrados, especialmente aquellos utilizados para producir grandes infraestructuras, tales como túneles, puentes o similares, comprende por lo menos un elemento estructural rígido que soporta un panel o lámina que contiene, denominado “obturador”.

El obturador es la pieza del encofrado directamente en contacto con la pieza fundida de hormigón y por lo tanto se destina a dar la forma geométrica de la superficie, o superficies, del producto en contacto con ella.

En su lugar, el elemento estructural tiene la tarea de transferir las fuerzas aplicadas por la pieza fundida sobre la superficie a un bastidor de soporte. En encofrados para producir superficies curvas, el elemento estructural también puede tener la tarea de dar y mantener la curvatura del panel que forma la superficie.

En general, la curvatura del panel, típicamente una lámina metálica, viene dada por un elemento intermedio rígido interpuesto entre el elemento estructural y el panel, o directamente por dicho elemento estructural.

Dicho elemento intermedio rígido, cuando se proporciona, puede comprender una placa, dispuesta paralela al elemento estructural, con un borde exterior curvo

sobre el cual descansa la superficie interna del panel o una pluralidad de puntales, teniendo cada uno una longitud dada de acuerdo con la curvatura que debe tomar el panel.

Los encofrados producidos de esta manera se describen, por ejemplo, en EP 1096105 A2, EP 2472057 A2, WO 2014141083 A2 y WO 2014180841 A2.

Estos encofrados conocidos, o por lo menos algunas de sus partes, deben por lo tanto ser especialmente contruidos de acuerdo con las especificaciones de un trabajo determinado (túnel) para ser contruidos, causan un aumento de los costos, ya que no pueden ser reutilizados salvo para túneles idénticos, y en ocasiones, siendo que todos los encofrados se deben colocar antes de iniciar las operaciones de colada de hormigón.

En el sector, también se conocen encofrados universales, es decir configurados para variar la curvatura del panel para adaptarse a perfiles de túneles con diferentes especificaciones.

Un ejemplo conocido de un encofrado de este tipo se ilustra en el Documento DE 1902971 A1 en detalle, el encofrado comprende una viga de soporte, conectada a la cual se encuentra un panel que puede ser doblado por medio de barras roscadas. Mediante el ajuste de la longitud de las citadas barras roscadas es posible así dar al panel una curvatura específica. Sin embargo, esta operación desperdicia una cantidad considerable de tiempo, ya que es necesario atornillar o desenroscar cada barra rosca hasta alcanzar el perfil deseado. También se ilustra un encofrado similar en el documento EP 2472057 A2.

Los documentos DE 401 190 7 A1 y DE 3841579 A1 muestran encofrados en los que la curvatura del panel se hace variar por medio de pistones hidráulicos o barras roscadas accionadas por motores eléctricos. Sin embargo, estos sistemas requieren un incremento considerable tanto en los costos de producción del encofrado y de costos de mantenimiento. De hecho, para obtener una curvatura dada del panel, un sistema de control es necesario para gestionar la operación de los diversos accionadores que actúan sobre los diversos puntos del panel. Además, por estas razones, los encofrados producidos de esta manera son más susceptibles de fallos que pueden causar paradas o retardos en la construcción del producto, lo que

resulta en considerables pérdidas financieras. Finalmente, la presencia de dispositivos eléctricos o electrónicos puede aumentar en algunos casos el riesgo de accidentes en el caso de mal funcionamiento.

El Documento EP 1884608 a2 describe un encofrado para producir superficies curvas que comprende una viga de soporte, conectada rígidamente a dos puntos en el área central de un panel a ser doblado, y dos bisagras, conectadas a la viga y a respectivos puntos próximos a los bordes del panel, adaptados para ejercer una fuerza de tracción en dichos puntos para curvar el panel. Sin embargo, la restricción entre la parte central del panel y la viga forma un límite para alcanzar radios de curvatura reducidos, a menos que se utilicen puntales elásticos, pero estos son incapaces de garantizar la perfecta forma del panel cuando se someten a la presión ejercida por el hormigón, especialmente en la construcción de túneles o similares.

FR 2944541 A1 describe un sistema de producción de encofrado con una curvatura ajustable que comprende un panel con una cara frontal y una cara posterior sobre la cual hay nervios rigidizadores fijos, conectados entre sí por una pluralidad de gatos adaptados para disminuir e incrementar el espacio entre las costillas para incrementar o disminuir la curvatura de la cara frontal del panel.

Por lo tanto, en el sector existe la necesidad de proporcionar un encofrado para producir productos de concreto con un perfil curvo, en particular, pero no exclusivamente, para revestimientos para túneles y similares, que supera los límites del arte previo en equipamiento.

En particular, el objeto de la presente invención es proponer un encofrado que se pueda reutilizar varias veces para producir productos con superficies curvas que tienen diferentes perfiles y curvaturas.

El objeto de la presente invención es proporcionar un encofrado que permita el ajuste del perfil y la curvatura del panel que se va a llevar a cabo rápida y prácticamente.

Otro objeto de la presente invención es producir un encofrado que permita obtener diferentes curvaturas del panel, por ejemplo con un radio constante, o con un radio variable, simétrico o asimétrico.

Otro objeto de la presente invención es producir un encofrado provisto de un mecanismo de ajuste estructuralmente simple y económico y confiable.

Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un encofrado que sea menos costoso con respecto a los encofrados conocidos.

Estos y otros objetos se consiguen mediante un encofrado que comprende al menos una viga estructural de soporte y al menos un panel, conectado a la viga de soporte, curvable alrededor de una dirección de curvatura. En detalle, dicha dirección de curvatura es transversal, y preferiblemente perpendicular a un eje principal de extensión del haz.

En lo que antecede y de aquí en adelante, el término eje principal de extensión se refiere a un eje orientado en la dirección de mayor dimensión del haz. En particular, dicho eje se extiende entre los extremos de la viga y es sustancialmente paralelo a la superficie del panel en la condición plana o no deformada.

La viga de acuerdo con la invención puede tener cualquier forma, no necesariamente rectilínea, por ejemplo, parcial o completamente curvada, ya que puede tener un perfil con una sección constante o variable en forma y tamaño.

El lado interno del panel se conecta a la viga por medio de un dispositivo de ajuste, mientras que el lado exterior está destinado a recibir la pieza fundida de concreto.

De acuerdo con la invención, dicho dispositivo de ajuste está adaptado para variar la curvatura de dicho panel entre una condición plana no deformada y una condición curvada, donde dicha superficie exterior es normalmente convexa. Sin embargo, el encofrado puede estar configurado, también o solo a obtener una curvatura opuesta, es decir, con la superficie exterior del panel cóncavo.

Además, el dispositivo de ajuste tiene la tarea de transferir la fuerza que ejerce la pieza fundida de hormigón sobre el panel a la viga de soporte.

De acuerdo con un primer aspecto ventajoso de la invención, el dispositivo de ajuste se conecta al panel al menos en un punto intermedio y al menos en un punto

de borde del panel, y actúa simultáneamente en dichos puntos para variar su posición con respecto a la viga.

Dicho punto de borde se encuentra preferentemente en o cerca de un borde lateral exterior del panel paralelo al eje de curvatura. En general, el punto de borde se localiza a una distancia desde el borde del panel inferior de menos de 40 cm y preferiblemente menos de 20 cm. En su lugar, dicho punto intermedio puede ser cualquier punto comprendido entre dicho punto de borde y la línea central del panel, incluyendo este último.

En el caso de que solo exista un punto intermedio, preferentemente en la línea central del panel. Sin embargo, los puntos intermedios pueden ser más de uno, por ejemplo, dos o más.

En lo sucesivo, los términos punto intermedio y punto de borde se refieren a un área circunscrita en el panel en la cercanía de un punto mencionado y no necesariamente en un punto específico.

El movimiento de al menos el borde y los puntos intermedios provoca el doblado del panel, al menos en la sección comprendida entre ellos. Más en detalle dicho borde y los puntos intermedios se mueven entre una posición en la que se encuentran en el mismo plano, cuando el panel no se deforma, y una posición en la que se encuentran en planos escalonados y paralelos.

Por lo tanto, el dispositivo de la presente invención permite que la operación de flexión sea simplificada como el movimiento de los dos puntos mencionados, y por consiguiente la curvatura que se deriva de la misma, tiene lugar de una manera simultánea y coordinada y, preferiblemente, de una manera predefinida.

De acuerdo con un aspecto de la invención, los tirantes se ajustan al lado interior del panel, que se extiende por una parte o toda la longitud del panel en una dirección paralela a la dirección de curvatura.

Más precisamente, el panel se proporciona con dichos tirantes al menos en dicho punto de borde y al menos en dicho punto intermedio.

El dispositivo de ajuste se puede conectar a dichos puntales para distribuir las fuerzas aplicadas al panel, en todo o sobre una parte de su longitud, y evitar la flexión de la misma también en una dirección transversal a la dirección deseada.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el dispositivo de ajuste comprende al menos un mecanismo de accionamiento adaptado para generar un movimiento simultáneo al menos del punto intermedio, a lo largo de una dirección transversal al eje de extensión de la viga, y del punto de borde, a lo largo de una dirección sustancialmente paralela o con al menos un componente paralelo al eje de extensión.

Arrancando de una condición no deformada del panel, cuando el punto intermedio se aleja de la viga y el punto de borde se mueve hacia la viga o en la línea central del panel, la superficie exterior del panel tiene una curvatura convexa. Con los movimientos de los puntos mencionados en direcciones opuestas respectivas, esta curvatura se reduce en su lugar a cero o, si es necesario, invertida.

De acuerdo con una modalidad preferida, el mecanismo impulsor se configura por lo tanto para ejercer un empuje hacia afuera en el punto intermedio simultáneamente a una tracción hacia la línea central en el punto de borde, o viceversa.

De acuerdo con una variante preferida de la invención, dicho mecanismo comprende elementos mecánicamente interconectados adaptados para provocar el movimiento simultáneo de al menos dicho punto intermedio y dicho punto de borde. Preferentemente, dichos elementos interconectados comprenden esencialmente elementos mecánicos, es decir, no eléctricos o electromecánicos.

El dispositivo producido de esta manera es más confiable y adecuado para uso prolongado en ambientes que están húmedos, sucios, con desechos, etc. el dispositivo también es más seguro de usar en ambientes en los que existe el riesgo de incendio, explosión, etc.

De acuerdo con algunas modalidades preferidas, el mecanismo comprende engranes, un sistema articulado o un sistema que es una combinación de los anteriores.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el mecanismo de impulsión comprende un miembro de control al cual se puede aplicar una fuerza o un movimiento o una torsión o una rotación, para provocar el movimiento de los puntos intermedios y de borde. De acuerdo con una posible variante, estas fuerzas o movimientos son preferiblemente, pero no necesariamente, en una dirección sustancialmente transversal o sustancialmente paralela al eje de extensión del brazo de soporte.

Estas fuerzas o movimientos se transfieren desde el mecanismo de accionamiento al menos hasta el punto intermedio y al punto de borde para mover dichos puntos y curvar el panel. Estos movimientos y rotaciones son, si es necesario, variados en anchura y transformados cuando sea necesario, por ejemplo, en el caso de un movimiento giratorio del elemento de control que se transforma en una traslación de los puntos del panel.

Por lo tanto, actuando sobre un solo elemento de control, es posible provocar el movimiento simultáneo de al menos dos o más, o si es necesario de todos, los puntos del panel con respecto al haz, doblarlo. Por lo tanto, el mecanismo de accionamiento es capaz de dar la curvatura deseada a una parte o a la totalidad de la superficie del panel, actuando sobre el elemento de control.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el dispositivo de ajuste puede comprender un par de mecanismos de accionamiento, actuando cada uno sobre al menos un punto intermedio del panel y en un punto de borde de respectivos bordes laterales opuestos. Preferentemente, dichos puntos intermedios y de borde son simétricos con respecto a la línea central del panel.

Dichos mecanismos de accionamiento pueden ser controlados de una manera coordinada, para obtener un perfil del panel que tiene una curvatura simétrica con respecto a la línea central, o independientemente, para obtener un perfil que tiene una curvatura asimétrica y diferente para los dos lados del panel.

Según otro aspecto de la invención, el mecanismo de accionamiento comprende al menos un primer elemento de accionamiento, conectado al punto intermedio, y al menos un segundo elemento de accionamiento, conectado al punto de borde.

Dichos primeros y segundos elementos de accionamiento están conectados entre sí por medio de un elemento de transmisión.

El elemento de control, en general, se conecta a uno de los elementos de accionamiento que se interconectan, permite que la acción, fuerza o movimiento aplicado al elemento de control sea transferido a varios puntos del panel.

En una variante de la invención, el primer elemento de accionamiento comprende una primera corredera deslizante a lo largo de una dirección sustancialmente perpendicular al eje de extensión de la viga y el segundo elemento de accionamiento comprende una segunda corredera deslizante a lo largo de una dirección sustancialmente paralela a dicho eje de extensión. Las direcciones antes mencionadas de deslizamiento son por lo tanto sustancialmente perpendiculares entre sí.

Dichas correderas se montan sobre la viga por medio de guías, manguitos o similares.

Además, las correderas están conectadas directa o indirectamente al panel, más precisamente en el punto intermedio y en el punto de borde, con el fin de provocar su movimiento para variar la curvatura del panel.

Típicamente, las correderas están conectadas a los tirantes situados en los respectivos puntos intermedios y de borde.

La corredera se puede conectar al puntal por medio de una bisagra o los dos elementos pueden descansar simplemente uno contra el otro. Típicamente, la primera corredera, que actúa en el punto intermedio, se apoya simplemente contra el puntal, mientras que la segunda corredera, que actúa en el punto de borde, se articula al puntal respectivo.

En una primera realización, el elemento de transmisión comprende una primera y una segunda cremallera, asociadas respectivamente con la primera y con la segunda corredera, y al menos una rueda dentada o un engranaje, que gira sobre el brazo, que se acopla a ambas cremalleras antes mencionadas.

Las translaciones de las dos correderas son por lo tanto mutuamente restringidas entre sí por el engranaje. En particular, un movimiento de la primera corredera hacia el lado interior del panel corresponde a un movimiento de la segunda corredera hacia la línea central del panel, y viceversa.

Aplicando un empuje directo hacia la superficie interna del panel a la primera corredera, el punto intermedio se aleja del haz mientras el punto de borde se mueve hacia la línea central. Por lo tanto, la superficie del panel se curva de una manera convexa. En esta variante, el elemento de control está conectado al extremo inferior de la primera corredera o es una parte del mismo.

En la variante que comprende dos mecanismos de accionamiento, estos están dispuestos de manera simétrica con respecto a la línea central del panel.

Mediante la aplicación de un empuje sobre ambos, es posible obtener una curvatura completa del panel. Las primeras correderas también se pueden formar integrales entre sí, por ejemplo, por medio de varillas o similares, de manera que, al actuar sobre un solo punto de empuje, es posible obtener un movimiento idéntico de todas las correderas y por lo tanto una curvatura completa y simétrica del panel.

De acuerdo con otra variante de la invención, la primera y la segunda cremallera pueden estar conectadas por un tren de engranajes. De esta manera, es posible introducir una relación de engranajes entre el movimiento de la primera y la segunda corredera. Al reemplazar algunos o todos los engranajes, es posible variar la relación de engranaje con el fin de obtener diferentes geometrías del perfil del panel, por ejemplo, un radio constante o un radio variable, de acuerdo con los requisitos.

De acuerdo con otra variante de la invención, el dispositivo de ajuste comprende un mecanismo de accionamiento provisto de una primera corredera, conectado al panel en el punto intermedio, y dos segundas correderas, cada uno conectado en un punto de borde.

El mecanismo, en esta variante, comprende al menos un par de engranajes, o de trenes de engranajes, acoplados simultáneamente en la cremallera de la primera corredera y sobre las dos cremalleras de las dos segundas correderas. También en

este caso, un movimiento de la primera corredera provoca movimientos iguales y opuestos de las dos segundas correderas.

De acuerdo con otra variante de la invención, el elemento de transmisión comprende una primera rueda de engranaje cónico, integral en rotación con dicha primera corredera, y una segunda rueda dentada biselada, que acopla la primera rueda dentada. La primera corredera es giratoria alrededor de un eje coincidente con o paralelo a la dirección de deslizamiento.

La segunda rueda dentada gira integralmente con una barra roscada y ambas giran alrededor de un eje paralelo a la dirección de deslizamiento de la segunda corredera. Un tornillo de avance que acopla la barra roscada se monta sobre la segunda corredera. Por lo tanto, la rotación de la barra roscada provoca una traslación de la segunda corredera a lo largo de la dirección de deslizamiento.

Preferentemente, la primera corredera comprende un eje, cuya superficie exterior está provista de un perfil deslizante en la primera rueda dentada, a lo largo de su eje de rotación.

El eje puede tener, por ejemplo, un perfil acanalado o una sección poligonal, por ejemplo, cuadrada, rectangular o hexagonal, en cualquier caso no circular, de manera que se acople con un asiento respectivo en la primera rueda de engranaje cónico y para limitar dichos elementos a la rotación.

En esta variante, el elemento de control está conectado a dicha primera corredera o es integral con el mismo. Preferentemente, el elemento de control comprende un pasador roscado que puede enroscarse en un asiento de la viga. Dicho pasador es móvil, como resultado de su apriete o aflojamiento, a lo largo de una dirección paralela a la dirección de deslizamiento de la primera corredera. Típicamente, el pasador roscado se conecta al extremo inferior del eje.

Al aplicar un par de torsión o una rotación en una dirección al miembro de control, es decir, el pasador roscado, la primera corredera, es decir, el eje, se gira y se empuja hacia la superficie interna del panel. De manera simultánea, la primera rueda dentada, girada por la primera corredera, hace girar la segunda rueda dentada y la barra roscada. Esta barra roscada, a su vez, provoca el movimiento del

tornillo de avance y consecuentemente la traslación de la segunda corredera hacia la línea central del panel.

De esta manera, el punto intermedio del panel se aleja del haz, mientras que el punto de borde se mueve hacia la línea central para obtener una curvatura convexa de la superficie exterior del panel.

Con la rotación del elemento de control en una dirección opuesta, la curvatura convexa se reduce o, si es necesario, se invierte.

De acuerdo con otra variante de la invención, el mecanismo de accionamiento comprende varillas articuladas conectadas a un elemento de control.

En detalle, dicho mecanismo de accionamiento comprende:

- Una primera barra articulada al panel en el punto intermedio;
- Una segunda varilla articulada al panel en el punto de borde;
- Una tercera varilla articulada a la viga de soporte y, en un punto intermedio, a la primera varilla;
-

De manera más precisa, dicha primera varilla y dicha segunda varilla están conectadas a los tirantes situados respectivamente en el punto intermedio y en el punto de borde.

El elemento de control se conecta a la segunda varilla y a la tercera varilla y se puede mover a lo largo de una dirección sustancialmente paralela al eje de extensión de la viga.

En un aspecto de la invención, el elemento de control comprende un puntal deslizante o, preferentemente, una barra roscada que puede ser enroscada en un soporte conectado a la viga.

Cuando el elemento de control se mueve hacia la línea central del panel, provoca el movimiento de la segunda barra, que a su vez ejerce una acción de tracción en el punto de borde, que se mueve hacia la línea central del panel, doblándola.

Típicamente, dicho punto de borde se mueve hacia la viga también en una dirección sustancialmente transversal al eje de extensión.

De acuerdo con las alturas geométricas de las tres varillas, la tercera varilla puede girar moviendo la primera varilla hasta un grado mayor o menor de extensión, lo que a su vez puede mover el punto intermedio del panel. Este movimiento puede llevarse a cabo lejos de o, si es necesario, también hacia el haz. La curvatura del panel es, en cualquier caso, generada por el movimiento relativo de dichos puntos intermedios y de borde.

La variación de las alturas geométricas de las varillas y de los puntos de bisagra permite también una curvatura del panel de radio constante o variable.

De acuerdo con esta variante, los mecanismos de ajuste pueden ser activados independientemente por elementos de control separados, o de una manera coordinada por un único elemento de control, para obtener una curvatura simétrica del panel.

Características y ventajas adicionales de la presente invención serán más evidentes a partir de la descripción de un ejemplo de una modalidad preferida, pero no exclusiva, de un encofrado como se ilustra en las figuras anexas, en donde:

- La Figura 1 es una vista frontal de un encofrado de acuerdo con una variante de la invención, con el panel en estado plano o no deformado;
- La Figura 2 es una vista del encofrado de la Figura 1 con el panel curvado;
- La Figura 3 es una vista frontal de un encofrado de acuerdo con otra variante de la invención, con el panel en estado plano o no deformado;
- La Figura 4 es una vista del encofrado de la Figura 3 con el panel curvado;
- La Figura 5 es una vista frontal de un encofrado de acuerdo con una variante adicional de la invención, con el panel en estado plano o no deformado;
- La Figura 6 es una vista del encofrado de la Figura 5 con el panel curvado;

- La Figura 7 es una vista frontal de un encofrado de acuerdo con una variante adicional de la invención, con el panel curvado;
- La Figura 8 es una vista frontal de un encofrado de acuerdo con una variante adicional de la invención, con el panel curvado;
- La Figura 9 es una vista frontal de un encofrado de acuerdo con una variante adicional de la invención, con el panel curvado;
- La Figura 10 es una vista frontal de un encofrado de acuerdo con una variante adicional de la invención, con el panel curvado;
- La Figura 11 es una vista frontal de un equipo para producir productos curvados que comprende encofrados de acuerdo con la variante de La Fig. 3

Con referencia a las figuras anexas, el número 1 indica en su totalidad un encofrado para producir productos de concreto, o materiales de construcción equivalentes, que tiene al menos una superficie curva.

El encofrado 1 comprende al menos una viga de soporte 10 y al menos un panel 20 que define el "obturador " adaptado para dar dicha superficie del producto su forma curva.

En el ejemplo ilustrado, la viga 10 comprende un perfil rectilíneo que se extiende a lo largo de un eje principal X Preferentemente, dicho perfil tiene una sección constante, por ejemplo con perfil de UPN de reverso-a-reverso, u otras formas usadas comúnmente en ingeniería mecánica y construcción.

De esta manera, es posible utilizar los materiales fuera de anaquel suministrados por la mayoría de los proveedores, limitando los costos de producción.

Sin embargo, la viga puede tener cualquier forma, por ejemplo parcial o totalmente curvada o con uno o más lados curvos. En este caso, el eje de la prolongación X se sitúa en la dirección de la mayor dimensión de la viga y es paralelo al panel 20, cuando este último es plano.

Preferentemente, la viga 10 está hecha de metal u otros metales adecuados para soportar las tensiones transmitidas por la pieza fundida de concreto al panel. De acuerdo con la disposición del encofrado durante el uso, estas fuerzas se generan

por el empuje hidrostático de la pieza fundida o, en el caso de producir bóvedas de túnel o similares, también por su peso.

El panel 20 comprende una lámina plana que tiene un espesor que difiere como función del material con el que se hace. Típicamente, el panel está hecho de metal, por ejemplo, acero, pero también puede estar hecho de madera o materiales plásticos laminados. En cualquier caso, este espesor es tal que permite que el panel se use sin ser dañado y al mismo tiempo soportar la presión ejercida por la pieza fundida sin deformarse.

Típicamente, el panel 20 tiene una forma rectangular o cuadrada, con un borde frontal 21 y un borde posterior, no visible en la figura, paralelo al eje X de la viga 10 y dos bordes laterales 22a, 22b sustancialmente perpendiculares a dicho eje X.

Las dimensiones del panel 20 son variables de acuerdo con los requisitos. En general, el panel tiene una anchura, en la dirección X, comprendida entre 0,3 metros y 3 metros, y una longitud comprendida entre 0,5 metros y 6 metros.

Como función de la longitud del panel 20, el encofrado 1 puede comprender una sola viga 10, por ejemplo, en el centro del panel en la dirección de la longitud, dos vigas 10, respectivamente en los bordes frontal y posterior del panel, o vigas adicionales 10 dispuestas entre dichos bordes frontal y posterior.

El panel 20 se conecta a la viga 10 en una superficie interior 23b, con una cara hacia abajo en las figuras anexas. En su lugar, la superficie exterior 23a está destinada a entrar en contacto con la pieza fundida de hormigón.

Como ya se mencionó anteriormente, el panel 20 se conecta al haz 10 a través de un dispositivo de ajuste, indicado como un todo con el número 30, que permite la variación de la curvatura del panel 20 alrededor de una dirección Transversal Y con respecto al eje X de la viga 10, Y la transferencia de las fuerzas aplicadas por la pieza fundida a dicha viga.

En el ejemplo ilustrado, el panel 20, partiendo de una condición plana o no deformada visible en las Figuras 1, 3, 5 y 7, puede doblarse de manera que la superficie exterior 23a sea convexa, como es visible en las Figuras 2,4,6, 8, 9 y 10.

Esta curvatura puede ser continua o no y puede implicar toda o parte de dicha superficie exterior 23-a.

Según una realización de la invención, ilustrada en las Figuras 1 a 6, el dispositivo de ajuste 30 comprende un primer mecanismo de accionamiento 31a y un segundo mecanismo de accionamiento 31b.

Cada mecanismo de accionamiento comprende al menos un primer elemento de accionamiento 32, conectado al panel 20 en un punto intermedio 24a, 24b y al menos un segundo elemento de accionamiento 33, conectado al panel en un punto de borde 25a, 25b.

En una primera variante de la invención, ilustrada en las Figuras 1 y 2, el primer elemento de accionamiento comprende una primera corredera 32, montada en una guía 12 sobre la viga 10. Dicha guía 12 permite que la corredera 32 se deslice a lo largo de una dirección Z_a sustancialmente transversal, y preferiblemente perpendicular al eje X de la viga 10.

El segundo elemento de accionamiento comprende una segunda corredera 33 montada en una guía 13 respectiva sobre la viga 10. La guía 13 permite que la corredera 33 se deslice a lo largo de una dirección X_a sustancialmente paralela al eje X de la viga 10.

El movimiento de las correderas 32, 33 es manejado por un elemento de transmisión que incluye dos cremalleras 34, 35, cada una asociada con una corredera, adaptada para cooperar con una rueda dentada 36 articulada en la viga 10. Como el módulo de la cremallera y de dicho engranaje es idéntico, las dos correderas 32, 33 están configuradas para llevar a cabo movimientos de la misma amplitud en las respectivas direcciones Z_a , X_a .

De preferencia, la primera corredera 32 tiene una porción inferior 32a que se proyecta desde el lado inferior de la viga 10 y que puede conectarse a un miembro de control, no ilustrado en la figura, sobre la que se aplica un empuje a la primera corredera 32. Dicho elemento de control puede comprender una parte de dicha corredera, en el caso de la mano del extremo inferior, o puede ser un elemento separado que coopere con dicha primera corredera.

En su lugar, el extremo superior 32b de la corredera 32 descansa sobre el punto intermedio 24a, 24b del panel 20.

De acuerdo con una variante preferida, los tirantes 26a, 26b, 27a, 27b se ajustan en la superficie interior 23b del panel 20, que se extiende de manera preferente para la totalidad de la longitud del panel 20 entre el borde frontal y el borde posterior. Dichos tirantes pueden comprender perfiles con una sección hueca, abierta o sólida, hecha preferentemente de metal o madera u otros materiales suficientemente fuertes.

De acuerdo con la invención, dichos tirantes 26a, 26b, 27a, 27b están fijados al panel al menos en los respectivos puntos intermedios 24a, 24b y en los puntos de borde 25a, 25b.

En la variante ilustrada, se fija un soporte angular 37 en el extremo superior 32b de la corredera 32, adaptado para entrar en contacto y descansar contra la parte inferior del puntal 24a, 24b.

Un tornillo 37b se monta sobre el soporte angular 36 y es ajustable para proyectarse en una extensión mayor o menor hacia un lado del puntal 26a, 26b para evitar cualquier movimiento transversal del panel 20.

En su lugar, la segunda corredera 33 se articula al puntal 27a, 27b en los puntos de borde 25a, 25b.

Cuando la primera corredera se traslada en la dirección Za hacia la superficie interior 23b del panel 20, por ejemplo, aplicando una fuerza sobre el extremo inferior 32b, el punto intermedio 24a, 24b se aleja del haz 10, hacia arriba en la Figura 2.

Simultáneamente, la rueda dentada 36, que acopla ambas cremalleras 34, 35, se hace girar tirando de la segunda corredera 33 hacia la línea central del panel 20, que a su vez mueve el punto de borde 25a, 25b.

El efecto obtenido es una curvatura del panel 20 en el que la superficie exterior 23a es convexa.

Cuando ambos mecanismos de accionamiento 31a, 31b son accionados de una manera coordinada, los movimientos del intermedio y de los puntos de borde son simétricos con respecto a la línea central del panel, como en el ejemplo de la Figura 2.

Aplicando una fuerza en una dirección opuesta sobre las primeras correderas 32, dicha primera y segunda correderas se trasladan en direcciones opuestas respectivas reduciendo la curvatura del panel 20.

En general, el panel es suficientemente elástico para permitir un retorno a la posición no deformada o plana cuando se retira la fuerza F, como se indica en las figuras.

Por esta razón, el mecanismo de accionamiento 31a, 31b se equipa preferentemente con medios de bloqueo para limitar la traslación de al menos la primera corredera 32 después de alcanzar la curvatura deseada.

Las figuras 3 y 4 ilustran una variante del encofrado de las Figuras 1 y 2.

Operación del mecanismo de accionamiento es sustancialmente idéntica a la descrita anteriormente.

En este caso, sin embargo, las dos cremalleras están conectadas por un tren de engranajes 36a, 36b, 36c. Un primer engrane 36a, articulado sobre la viga 10, se acopla con la cremallera 34 de la primera corredera 32. Un segundo engrane 36b se monta coaxial e integral en rotación con el primer engrane 36a. Un tercer engrane 36c se acopla con el segundo engrane 36b y con la cremallera 35 de la segunda corredera 33.

La relación de transmisión entre el movimiento de la primera y segunda corredera, en este caso, puede ser diferente a 1. Como función del número de dientes de los diversos engranajes, es posible variar dicha relación con el fin de obtener una curvatura con un radio constante o, si se desea, con un radio variable.

Las figuras 5 y 6 ilustran otra variante preferida de la invención provista de un elemento de transmisión diferente.

En esta variante, el mecanismo de accionamiento 31a, 31b comprende de nuevo una primera corredera 32, que se desliza a lo largo de una dirección Za sustancialmente transversal, y preferiblemente perpendicular al eje X de la viga 10, y una segunda corredera 33, que se desliza a lo largo de una dirección Xa sustancialmente paralela al eje X de la viga 10. Las correderas están conectadas respectivamente a los respectivos puntos intermedios 24a, 24b y los puntos de borde 25a, 25b.

En esta variante, la primera corredera 32 tiene la forma de un eje estriado, o forma equivalente, que gira alrededor del eje Za. El eje ranurado gira integralmente con una primera rueda de engranaje cónico 39a y se desliza con respecto al mismo a lo largo del eje Za. La primera rueda de engranaje cónico 39a está a su vez acoplada con una segunda rueda dentada biselada 39b que gira alrededor de un eje paralelo a la dirección de deslizamiento Xa de la segunda corredera 33. La segunda rueda de engranaje 39b está conectada a y gira integralmente con una barra roscada 39c que, a su vez, se acopla en un tornillo de avance 39d montado en la segunda corredera 33.

El extremo inferior del eje ranurado 32 está conectado a un pasador roscado 38a, que se puede atornillar en un asiento respectivo 38b obtenido en el brazo o ajustado al mismo. El pasador roscado 38a actúa como elemento de control. Preferentemente, dicho pasador roscado 38a gira integralmente con el eje estriado 32.

Al girar el pasador roscado 38a en una dirección, el eje ranurado 32 se gira de este modo tanto alrededor del eje Za como hacia el empuje hacia la superficie interna del panel. La rotación del eje ranurado se transmite a la barra roscada 39c por medio de las dos ruedas de engranaje cónico 39a, 39b. Esta barra roscada 39c, a su vez, coactúa con el tornillo de avance 39d, controla la traslación de la segunda corredera 33 hacia la línea central del panel.

Las figuras 7 a 8 ilustran otra variante del encofrado de acuerdo con la invención.

En esta variante, el mecanismo de accionamiento 41, 42 comprende un primer vástago 43 articulado en un extremo 43'al puntal 26a, 26b y una segunda varilla 44 articulada en un extremo 44'al puntal 27a, 27b. Una tercera varilla 45 está articulada

en un extremo 45'a la viga 10 y en el extremo opuesto 45 "al otro extremo 44" de la segunda varilla 44. Dicha tercera varilla 45, en un punto intermedio, está articulado al extremo 43 " de la primera varilla 43.

Los extremos 44 "y 45" de la segunda varilla y de la tercera varilla están conectados a un elemento de control 47 que comprende una barra roscada 47a que se puede atornillar en un manguito roscado 14 montado en rotación sobre la viga 10.

La rotación del manguito 14 alrededor de un eje Xa, paralelo al eje X de la viga 10, provoca el movimiento de la barra roscada 47a a lo largo del eje lejos de o hacia la línea central del panel 20.

Este movimiento, a su vez, mueve las varillas 43, 44, 45 que varían la posición de los puntos intermedios y de los puntos de borde, doblando el panel 20.

En la variante ilustrada en las Figuras 7 y 8, las barras roscadas 47a de ambos mecanismos motrices 41, 42, se alojan en el mismo manguito 14. La rotación del manguito provoca la traslación simultánea de las barras roscadas en direcciones opuestas para asegurar una curvatura simétrica del panel.

De acuerdo con otra variante, no ilustrada, el elemento de control puede comprender un bloque roscado conectado a los extremos 44 "y 45" de la segunda varilla y de la tercera varilla. La barra roscada 47a se aloja en su lugar en un soporte con la posibilidad de girar alrededor del eje Xa. De acuerdo con esta variante, la rotación de la barra roscada 47a provoca el movimiento del bloque roscado, por lo tanto, de la segunda varilla 44 y de la tercera varilla 45 y, en consecuencia, de la primera varilla 43.

Por lo tanto, el movimiento de las barras roscadas 47a puede ser coordinado o independiente, para obtener perfiles de curvatura asimétricos.

La figura 9 ilustra otra variante del encofrado 1 de acuerdo con la invención. El dispositivo de ajuste 30 comprende un único mecanismo de accionamiento 31 conectado a un puntal 26a, en un punto intermedio 24a, y a dos tirantes 27a, 27b en los respectivos puntos de borde 25a, 25b.

En detalle, el mecanismo de accionamiento 31 comprende una primera corredera 32, montada en una guía 12 sobre la viga 10, con la posibilidad de deslizarse a lo largo de una dirección Z_a sustancialmente transversal, y preferiblemente perpendicular, al eje X de dicha viga 10. El mecanismo de accionamiento comprende además un par de segundas correderas 33, cada uno montado en una guía 13 respectiva sobre la viga 10, y que se desliza a lo largo de una dirección X_a sustancialmente paralela al eje X de dicha viga 10.

La primera corredera 32 y la segunda corredera 33 están conectadas respectivamente al puntal 26a y a los tirantes 27a, 27b.

Dos cremalleras 34, asociados con la primera corredera 32, se conectan por medio de un par de engranajes 36 a cremalleras respectivas 35 en cada segunda corredera 33.

En esta variante, la primera corredera 32 y las dos segundas correderas 33 están restringidas para llevar a cabo movimientos de la misma amplitud en las respectivas direcciones Z_a , X_a , las segundas correderas 33 en direcciones opuestas entre sí.

Con esta variante, más sencilla con respecto a las variantes precedentes, es posible obtener una curvatura completa y simétrica del panel 20 desplazando la primera corredera 32 en la dirección Z_a .

La misma variante también se puede implementar equipar el mecanismo de accionamiento 31 con una pareja de trenes de engranajes en lugar de engranajes simples 36.

La figura 10 ilustra una variante simplificada adicional del encofrado 1 de acuerdo con la presente invención. En esta variante, el mecanismo de ajuste comprende un mecanismo de accionamiento 31 conectado a un puntal 26a, en un punto intermedio 24a, y más precisamente en la línea central del panel 20, y a un puntal 27a en el punto de borde 25a.

El puntal 27b, en el punto de borde opuesto 25b, se articula en su lugar a la viga 10.

El mecanismo de accionamiento 31 es sustancialmente idéntico al de la variante ilustrada en las Figuras 1 y 2.

La primera corredera 32 y la segunda corredera 33 están conectadas por un engranaje 36 o por un tren de engranajes, como los descritos anteriormente.

A diferencia de las otras variantes, en esta variante solamente uno de los dos puntos de borde se conecta al mecanismo de accionamiento 31, que actúa moviéndola a lo largo de una dirección Xa Sustancialmente paralela al eje X De la viga 10. El Punto de bisagra entre el puntal 27b y la viga 10 en su lugar permanece fijo.

Por lo tanto, la deformación del panel 20 tiene lugar por medio del empuje de la primera corredera 32 en el punto intermedio 24a y simultáneamente de la tracción del punto de borde 25a, por la segunda corredera 33, hacia el borde opuesto del panel 20.

La figura 11 ilustra un ejemplo de equipo 100 para producir un producto, en este caso el revestimiento R de un túnel G, donde este equipo 100 comprende varias formas 1, de acuerdo con la variante de las Figuras 3 y 4, unidas entre sí. El equipo se fabrica con encofrados de acuerdo con cualquiera de las variantes descritas.

La conexión de dos extremos de máscaras 1 adyacentes se implementa preferentemente por medio de placas 101. Las placas 101 se proporcionan con por lo menos un agujero 102 y por lo menos una ranura 103 para permitir el paso T vigas que se van a unir entre sí en diferentes posiciones angulares y en cualquier caso permiten la adhesión de los bordes laterales de los paneles 20 adyacentes, para crear un obturador continuo con una curvatura uniforme.

Los moldes 101, durante la etapa de colada, están soportados por un bastidor de soporte 104 de tipo conocido, mostrado esquemáticamente en la figura.

A partir de la descripción anterior, se puede ver que el encofrado producido de acuerdo con la presente invención permite un ajuste más sencillo y más rápido de la curvatura del panel con respecto al de los sistemas manuales conocidos.

Debido al ejercicio simultáneo de acciones de empuje y tracción en al menos un punto intermedio y al menos un punto de borde, es posible reducir las acciones de control manual de que un operador requiere llevar a cabo el encofrado para un trabajo dado.

Con las dos primeras variantes, Figuras 1-4, es suficiente mover simultáneamente ambos de las primeras correderas 32, por ejemplo, por medio de un empuje o de otra manera, para obtener una curvatura continua y constante del panel en la totalidad de la superficie exterior.

La misma operación puede llevarse a cabo para las variantes de las Figuras 9 y 10, moviendo la única primera corredera 32 para curvar uniformemente la superficie exterior del panel.

Este ajuste de la curvatura se puede llevar a cabo sobre el suelo, antes de montar el encofrado sobre el bastidor de soporte 104, o posteriormente, antes de la colada.

En el segundo caso, el empuje sobre las correderas 32, si es necesario, se puede aplicar haciendo uso de elementos móviles provistos en T en las cremalleras y utilizados normalmente para adaptar dichas cremalleras a las dimensiones y a la forma del túnel.

En su lugar, en la variante de las Figuras 5 y 6, es suficiente actuar sobre el elemento de control, es decir, girar los pasadores de rosca 38a, hasta alcanzar la curvatura deseada.

También en la variante de las Figuras 7 y 8, es posible girar el manguito para curvar el panel hasta alcanzar el perfil deseado.

Ventajosamente, los mecanismos de accionamiento, en todas las variantes, pueden proporcionarse con índices asociados con las partes móviles adaptadas para indicar el radio de curvatura alcanzado por el panel, si esta es constante. Esto hace que el uso del encofrado sea incluso más práctico e inmediato.

Debido al hecho de que el encofrado de la invención comprende dispositivos completamente mecánicos, es robusto, confiable y económico de producir.

Además, debido al mecanismo de accionamiento, que actúa simultáneamente y de una manera coordinada en varios puntos del panel, la operación de flexión es más sencilla y más rápida de realizar con respecto al arte previo en encofrado.

La invención se ha descrito para propósitos ilustrativos y no limitativos de acuerdo con algunas modalidades preferidas de la misma. Los expertos en la técnica pueden encontrar numerosas otras modalidades y variantes, que caen dentro del alcance de protección de las reivindicaciones a continuación.