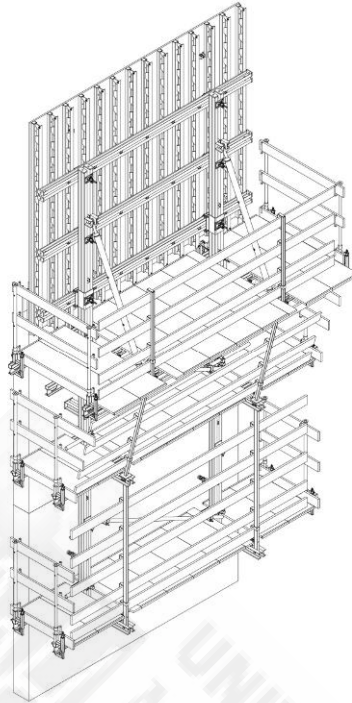


TRABAJO FIN DE MASTER



PROCEDIMIENTOS SEGUROS EN LOS TRABAJOS CON ENCOFRADOS TREPANTES

AUTOR: JAIME GUARDIOLA CRESPO

AÑO 2015

DIRECTOR DEL PROYECTO: D. MARIANO NAHARO ALARCON

MASTER EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

“PROCEDIMIENTOS SEGUROS EN LOS TRABAJOS CON ENCOFRADOS TREPANTES”

ÍNDICE

1- Introducción y antecedentes.	03
1.1. Definiciones	04
1.2. Normativa aplicable	07
1.3. Consideraciones generales	10
2. Motivación y/o justificación	10
3. Objetivos	11
4. Información necesaria sobre el sistema	12
4.1. Elementos del sistema	12
4.2. Riesgos y factores de riesgo	19
4.3. Requisitos de seguridad del propio sistema	20
4.4. Etapas de la ejecución de los muros	26
5. Caso Práctico: Ejecución del sistema y aplicación del procedimiento de seguridad en un edificio de viviendas situado en Calpe	29
5.1. Montaje del sistema	36
5.2. Cambios sucesivos y desmontaje	49
5.3. Consideraciones de seguridad	55
5.4. Comprobaciones a realizar durante los trabajos	61
5.5. Medidas Preventivas	66
5.6. Conclusiones	76
6. Bibliografía	77

7- Agradecimientos	78
---------------------------	----

8- Anejos

Anejo 1. Cuadro completo de elementos y componentes del sistema	79
-----------------------------------------------------------------	----

Anejo 2. Documentación relativa al replanteo del sistema para la obra estudiada	91
---------------------------------------------------------------------------------	----



1.- Introducción y Antecedentes.

El presente trabajo consiste en analizar el procedimiento y los sistemas de seguridad utilizados con un sistema de encofrado trepante.

Cuando en el ámbito de una obra de construcción se requiere la ejecución de muros a gran altura y resulta imposible ejecutar de una sola vez, pueden utilizarse sistemas o equipos de encofrado trepante. Estos sistemas disponen de una estructura que sirve de conexión entre el encofrado y el hormigón de la última tongada, utilizando este último como soporte para realizar la tongada siguiente. Esta estructura se denomina consola trepante y se sujeta al hormigón por medio de unos anclajes que suelen ser recuperables.

En este sistema existen riesgos que pueden ser muy graves, ya que se puede dar el caso del colapso del mismo por fallo de sus sistemas de anclaje al muro que se está ejecutando. Resulta por tanto de vital importancia proponer una serie de medidas o recomendaciones que eviten, o al menos minimicen dicho riesgo.

Se definen por tanto, las mejores prácticas y soluciones, adaptadas a una obra concreta, con el fin de analizar todas las protecciones colectivas y propias del sistema para conseguir un sistema de encofrado trepante seguro.

Aunque se trata de un sistema industrializado, que cumple con estándares de calidad y seguridad, estos sistemas no siempre se ajustan a la geometría y a la arquitectura del diseño a construir. Razón por la cual, es necesario estudiar cada caso con la ayuda de la documentación de proyecto y con los catálogos y fichas del fabricante para conseguir el máximo nivel de seguridad, proporcionando un medio de trabajo que se ajusta a las necesidades del trabajador y a la tarea a realizar.

Se analizará un caso real en el que se describirá el procedimiento que se ha seguido en la ejecución de la estructura con este sistema.

Se pretende realizar una guía que pueda servir de base o ayuda para otras obras similares.

1.1 Definiciones

El sistema de trepado es un conjunto de piezas que, con el sistema de encofrado adecuado, tiene como objetivo la obtención de muros a grandes alturas. El procedimiento se basa en la realización del muro mediante la construcción de diferentes tramos en altura, usando la parte de muro construida y curada como base para el encofrado del tramo superior.

Además de constituir un punto de apoyo para el encofrado superior, permite la obtención de una superficie de trabajo razonablemente amplia. Esta superficie es útil para realizar las operaciones necesarias sobre el encofrado.

El encofrado va unido al sistema de trepado, se mueve todo en una sola operación y puede pivotar respecto la consola y retirarse del muro.

Ventajas del sistema

Este sistema de etapas sucesivas para encofrado de muro a grandes alturas tiene las siguientes ventajas:

- Facilita la construcción de encofrados a gran altura.
- El encofrado va unido al sistema de trepado y se mueve todo en una sola operación.
- El encofrado puede pivotar respecto la consola y retirarse del muro.
- Evita grandes montajes para alcanzar alturas considerables.
- Permite el ajuste fino de la altura del encofrado respecto el muro hormigonado.
- Sistemas de protección perimetral total en todas las plataformas de trabajo.
- Uso de plataformas intermedias de recuperación para poder acceder de una manera segura de una plataforma a otra.
- Con el tirante de estanqueidad se minimizan las coqueras en la parte inferior del muro.
- Permite disponer de una superficie de trabajo con un perímetro cerrado de seguridad, sea cual sea la altura.
- Sistema de anclaje seguro y fiable además de ser recuperable.

- Sistema de planchada seguro y fácil de montar que da rigidez al conjunto.
- Permite la utilización del sistema de trepado para muros a partir de 200mm de espesor, con el cono recuperable.

Además se consiguen varios objetivos:

- Evitar altas presiones de hormigonado.
- Reutilizar y amortizar el material del encofrado.
- Adaptar el ritmo de hormigonado de los muros al proceso constructivo general de la obra (ferrallado,..).

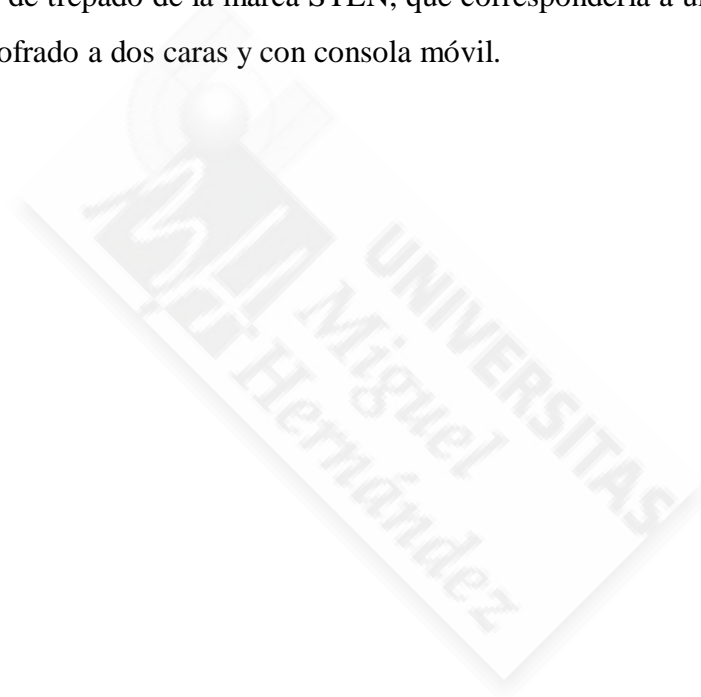
Existen varios tipos de encofrado trepante, que de forma resumida pueden clasificarse de tres formas diferentes:

- a) Clasificación de sistemas trepantes por tipo de movimiento.
 - Plataforma de trabajo y encofrado se mueven de una fase a otra por separado o conjuntamente por medio de una grúa
 - Mediante medios hidráulicos acoplados a las plataformas. Sin necesidad de grúa. Sistemas Autotrepantes.
- b) Clasificación de sistemas trepantes por tipo de encofrado.
 - Sistemas trepantes a dos caras: la presión de hormigonado es absorbida por anclajes pasantes que atan los encofrados de las caras opuestas del elemento a hormigonar. En este caso la plataforma de trabajo, únicamente soporta el peso propio y las sobrecargas de uso que incluyen las debidas al viento y según las circunstancias pueden llegar a ser superiores a su peso propio.
 - Sistemas trepantes a una cara: cuando una de las caras no existe o la distancia entre las caras opuestas es tan grande que hace inviable la utilización de anclajes pasantes, la plataforma ha de soportar, además de las cargas descritas en el caso anterior, el empuje del hormigón fresco.

c) Clasificación de sistemas trepantes por tipo de consola de trepado.

- Consola fija: Sólo permite el retranqueo de los paneles lo necesario para realizar el desencofrado de éstos.
- Consola móvil: Permite el retranqueo de los paneles lo necesario para además de realizar el desencofrado realizar labores de mantenimiento como la limpieza.

En este trabajo se describe el sistema de encofrado desarrollado en el caso práctico, en concreto el sistema de trepado de la marca STEN, que correspondería a un sistema de trepado mediante grúa, encofrado a dos caras y con consola móvil.



1.2 Normativa aplicable:

Estos equipos no disponen de una reglamentación legal específica aplicable, la información que aporta el fabricante de los mismos resulta crucial y por tanto ésta debe ser suficiente y adecuada para que las empresas usuarias del sistema sean capaces de utilizarlo en las debidas condiciones de seguridad. Por tanto, resulta de capital importancia que estos manuales aporten toda la información relevante para que pueda ser aprovechada en una segura utilización de dichos equipos de trabajo.

En el presente trabajo se han tenido en cuenta, las recomendaciones e indicaciones en materia de seguridad, reflejadas en documentos reconocidos y las obligaciones que en este sentido impone el artículo 41 de la LPRL.

Además, conviene aclarar algunas prescripciones legales de suma importancia. En primer lugar, el artículo 41 de la LPRL en el que se regulan las obligaciones de los fabricantes, importadores y suministradores. En el primer párrafo del apartado 1 de dicho artículo se indica que *“Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo están obligados a asegurar que éstos no constituyan una fuente de peligro para el trabajador, siempre que sean instalados y utilizados en las condiciones, forma y para los fines recomendados por ellos.”*. Asimismo, el párrafo tercero del mismo apartado indica expresamente que *“Los sujetos mencionados en los dos párrafos anteriores deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deben tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal, como su manipulación o empleo inadecuado”*. Por último, el párrafo quinto del mismo apartado anterior es del siguiente tenor *“Los fabricantes, importadores y suministradores deberán proporcionar a los empresarios, y éstos recabar de aquéllos, la información necesaria para que la utilización y manipulación de la maquinaria, equipos, productos, materias primas y útiles de trabajo se produzca sin riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, así como para que los empresarios puedan cumplir con sus obligaciones de información respecto a los trabajadores”*.

Como consecuencia de lo anterior resulta claro que la información que debe suministrar el fabricante no puede limitarse al uso normal de la consola trepante sino que, además, debe tener en cuenta la manipulación o empleo inadecuado de la misma.

Es el fabricante quien mejor conoce la consola trepante que fabrica y/o comercializa y por tanto quien puede y debe proporcionar dicha información tanto para el uso normal como para el uso inadecuado previsible.

En definitiva, en relación con los sistemas de anclaje, los manuales de instrucciones que proporcionan los fabricantes de consolas trepantes deben incluir información clara y precisa sobre, entre otros posibles, los siguientes aspectos:

- Descripción, tanto gráfica como escrita de cada una de las configuraciones de anclaje permitidas por el fabricante y los elementos necesarios para conseguir dicha configuración de forma adecuada.
- Descripción exhaustiva y secuenciada de las operaciones de montaje, en su uso normal, tanto gráfica como escrita. Esta información debe ser precisa y pormenorizada y debe incluir, entre otras, información sobre aspectos concretos como:
 - i. Características precisas de todos los elementos que conforman el sistema.
 - ii. Información relevante referida al modo de utilización de los elementos anteriores con la inclusión de las advertencias que procedan.
- Advertencias relativas a los modos de montaje de los sistemas de anclaje que no deben emplearse y que, por experiencia puedan presentarse durante las operaciones normales de montaje, es decir, la caracterización precisa de las posibles desviaciones al montaje ideal que previsiblemente pudieran acontecer. El manual debe recoger todas estas contingencias y describir pormenorizadamente las acciones para resolver todas estas situaciones. El manual debe aclarar, en primer lugar el o los motivos que pueden dar lugar a la misma, en segundo lugar que acciones deben tomarse para impedir que se produzca dicha desviación y, por último, si aun así se verificara dicha desviación,

descripción detallada de las acciones que debe realizar la empresa montadora para solucionar de forma adecuada dicha contingencia.

- Información sobre los posibles riesgos residuales que pudieran existir a pesar del diseño inherentemente seguro del equipo, con indicación de todas aquellas medidas preventivas complementarias que resulte conveniente adoptar.
- Para cada una de las posibles configuraciones de anclaje que recoge el manual deben darse las pautas y criterios a seguir en las verificaciones y/o inspecciones que debe realizarse a los efectos de comprobar el correcto montaje, estableciendo criterios de aceptación o rechazo de los mismos. Sólo de esta forma podrán los montadores proceder a las comprobaciones a las que obliga el RD 1215/1997, relativo a la utilización de los equipos de trabajo.
- Descripción de todas aquellas operaciones de mantenimiento susceptibles de ser realizadas por la empresa usuaria de la consola trepante.
- Instrucciones relativas a la formación y capacitación del personal montador de la consola trepante.

1.3 Consideraciones generales:

Cada obra tiene su documentación de seguridad específica para el sistema constructivo utilizado. El empresario tiene la responsabilidad de evaluar los puntos de peligro en cada obra mediante un informe detallado y documentado con las indicaciones para las medidas de precaución necesarias y la revisión de las mismas. Sus empleados están legalmente obligados de aplicar todas estas indicaciones y medidas.

Los encofrados son un medio de trabajo destinado exclusivamente al uso profesional. Ha de ser utilizado únicamente por operarios instruidos en su uso y bajo vigilancia de personal cualificado. El manual de montaje y utilización forma parte del sistema de encofrado. Como mínimo debe contener instrucciones para la seguridad, indicaciones para su uso y aplicación reglamentarios así como la descripción exacta del sistema de encofrado. Las indicaciones técnicas (reglamentarias) en el manual de montaje y utilización han de ser seguidas minuciosamente. Ampliaciones, variaciones o modificaciones de las mismas constituyen un riesgo potencial y están supeditados a una hoja justificativa especial (con una evaluación de riesgos y peligros) dentro del manual de montaje, además de respetar todas las leyes y normas de seguridad.

2. Motivación y justificación

La razón de este trabajo reside en la importancia, la necesidad y el valor que tiene el definir un procedimiento seguro para evitar riesgos y accidentes laborales. Aplicable a toda persona que desempeñe tareas en los mismos y a terceros, que accedan a los sectores en los que se desarrollan estas tareas.

3. Objetivos

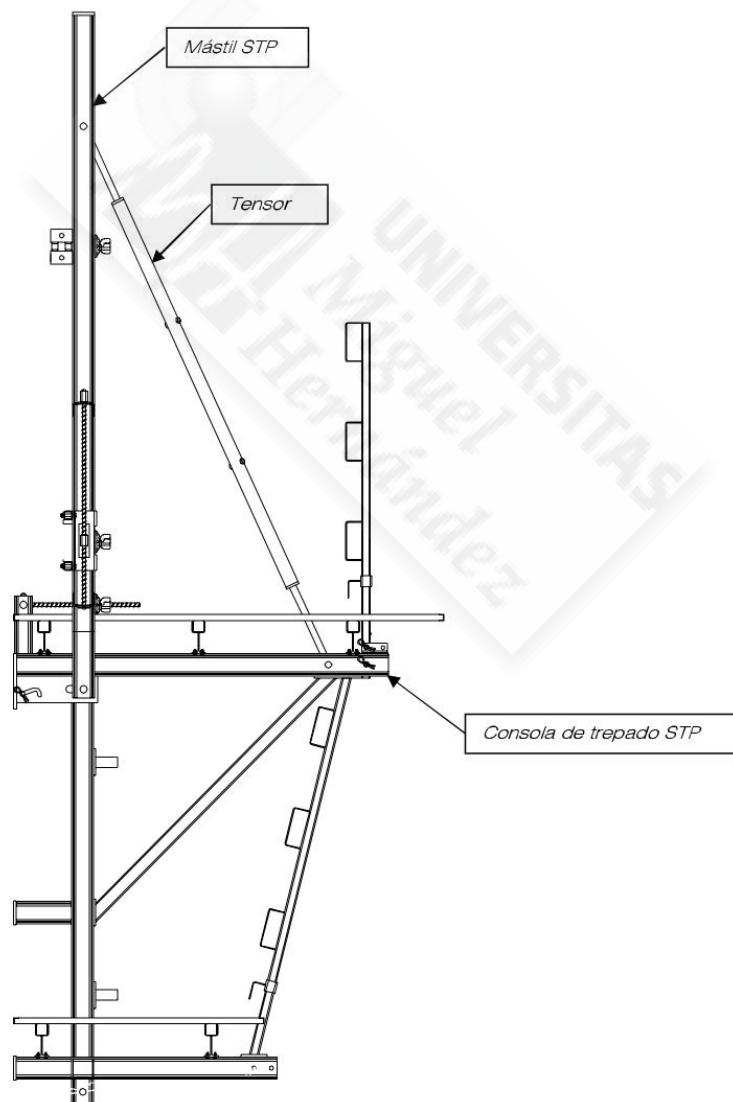
El objetivo principal del presente trabajo es describir los componentes generales del encofrado trepante, los riesgos y factores de riesgo así como las medidas de prevención y protección a aplicar en su montaje y utilización de los mismos en obra. Para ello se contempla, de forma resumida, el montaje seguro de los principales sistemas trepantes y las medidas de prevención y protección frente a los riesgos específicos descritos, estableciendo los principales requisitos y condiciones de seguridad que deben reunir los sistemas de anclaje utilizados para la sustentación de las consolas trepantes y definiendo un procedimiento que sirva para inspeccionar y hacer seguimiento de los sistemas de seguridad utilizados en este sistema con el objeto de evitar riesgos y accidentes.

4. Conocimientos necesarios sobre el sistema

4.1. Elementos del sistema.

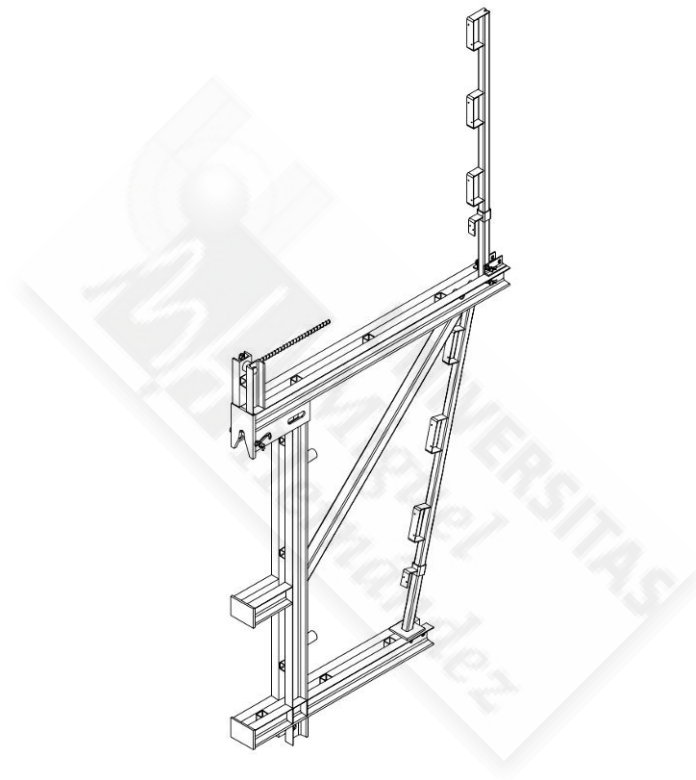
- Conjunto consola de trepado

Es el conjunto principal del sistema de trepado. Está dividido en tres elementos: La consola, el mástil donde se ancla el muro y el tensor para aplomar y hacer pivotar el muro.



- Consola de trepado

Es el núcleo del sistema, en ella montamos el mástil y el tensor mediante bulones. Lleva incorporada un montante guardacuerpos para instalar las barandillas. En la parte superior se monta la superficie de trabajo principal. En la parte inferior montamos una superficie de trabajo que utilizaremos como paso para descender de una manera segura a la consola de recuperación y para activar o desactivar el seguro de la consola.



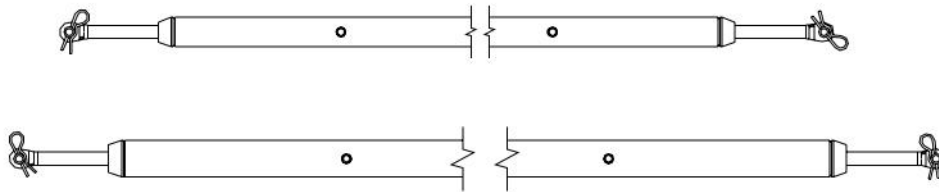
- Mástil

Conjunto de unión entre el encofrado y la consola. Incorpora un carro de desplazamiento vertical para el ajuste fino de la altura del encofrado que facilita la utilización de berenjenos horizontales.

En la parte superior incorpora un redondo para colgar el sistema con la grúa.

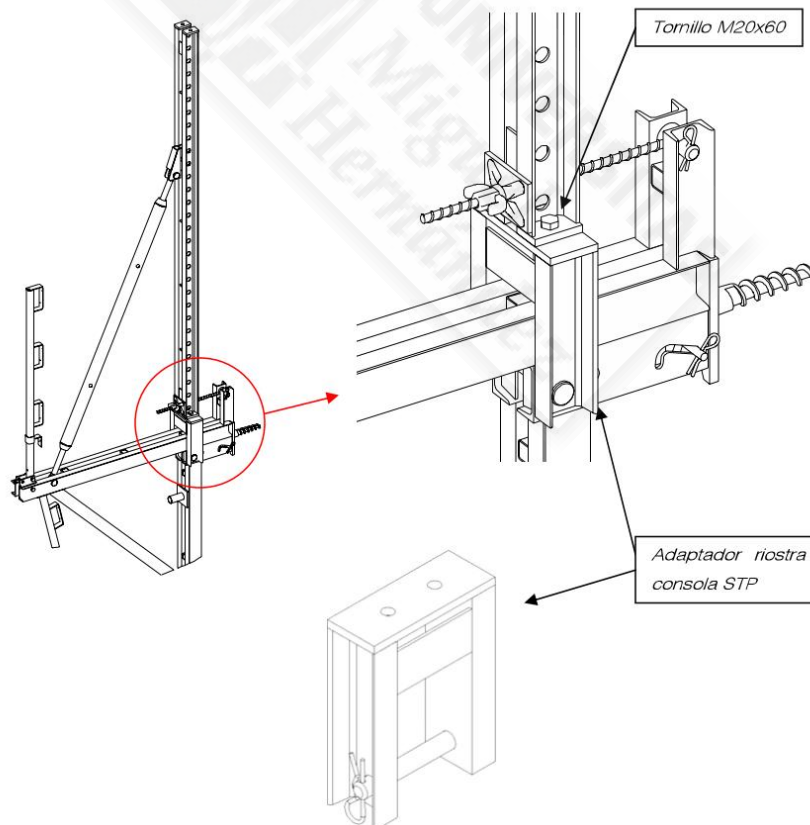
- Conjunto tensor

El conjunto tensor soporta esfuerzos a tracción y compresión. Sirve para aplomar el muro y posicionarlo a la inclinación deseada.



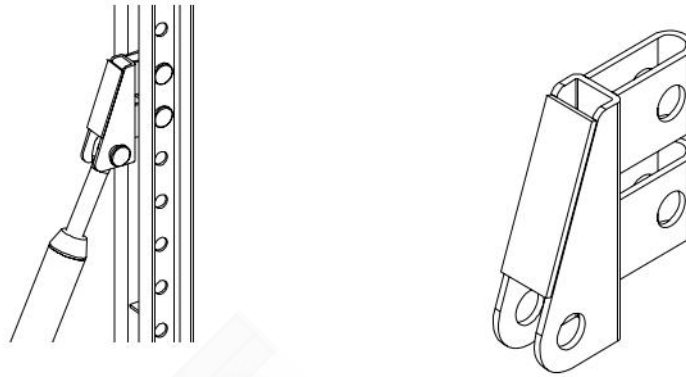
- Adaptador riostra-consola

El adaptador riostra - consola se utiliza si en lugar de utilizar el Mástil se utilizan unas riostras que, unidas al adaptador mediante dos tornillos y una tuerca, haría la función de mástil



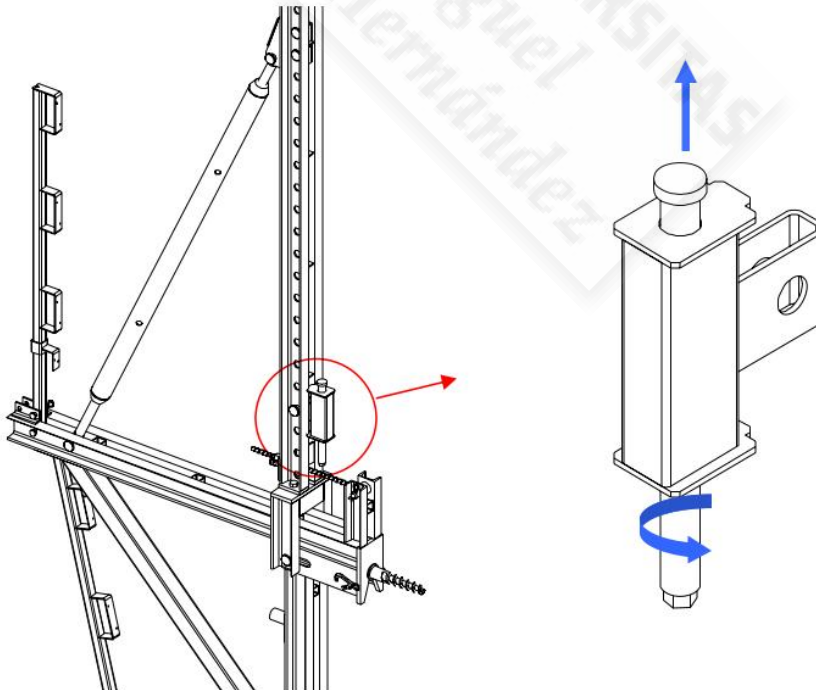
- Adaptador riostra-tensor

El adaptador se utiliza para unir el conjunto tensor a una riostra, tal y como se observa en la siguiente figura. Se monta fácilmente, ya que va unido con la riostra y el tensor con bulones.



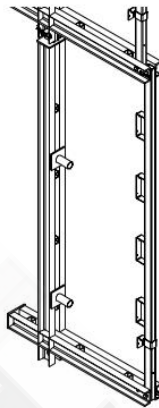
- Conjunto ascensor

El conjunto ascensor es un elemento que se utiliza para regular la posición de las riostras horizontales.



- Conjunto consola de recuperación

La consola de recuperación es un elemento que queda suspendido de la consola de trepado. Proporciona una superficie de trabajo a un nivel inferior. Su principal uso es recuperar el anclaje de la consola al muro utilizado en la última operación de trepado pero también se utiliza para realizar operaciones de acabado en el hormigón.

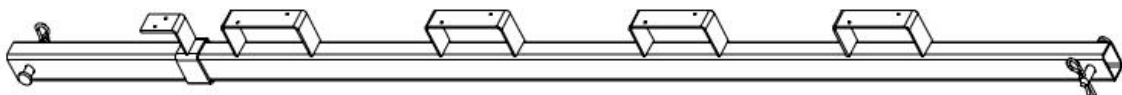


- Consola de recuperación

Lleva incorporado un bulón y un pasador en R para colgarla de la consola de trepado. Incorpora casquillos para embridar las barras horizontales y diagonales que arriostran las consolas.

- Conjunto montante guardacuerpos

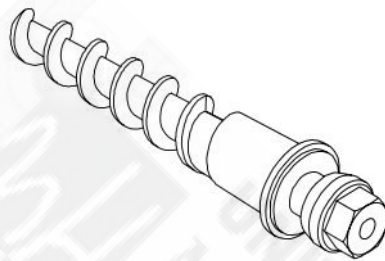
Barandilla de seguridad que cubre toda la altura de la consola de recuperación. Lleva incorporado dos bulones y pasadores en R para anclarla. Incorpora alojamientos para insertar tabloncillos a modo de barandillas y rodapié y que éstos se puedan clavar.



- Conjunto anclaje al muro
- Ovillo con cono recuperable

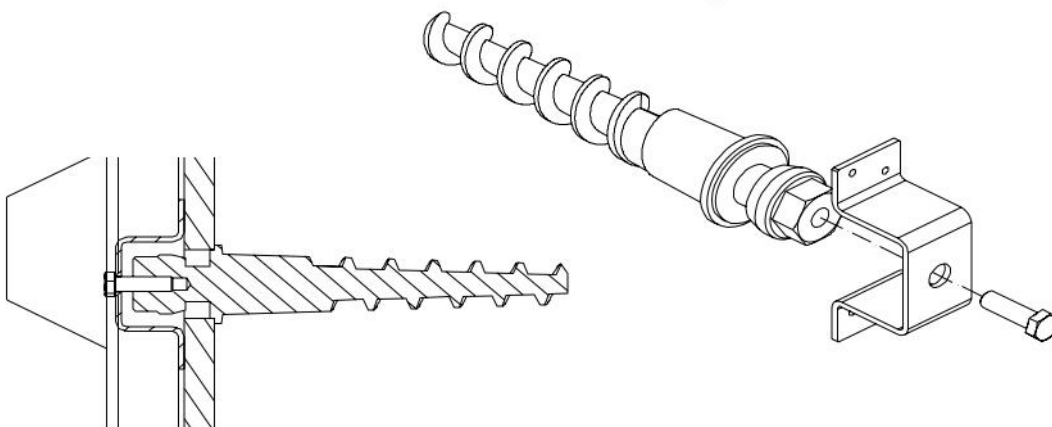
Es el elemento de anclaje de la consola a muros, es el más importante del sistema porque de él cuelga todo el conjunto.

El Ovillo con cono recuperable es un producto recuperable y que incorpora el ovillo al que se ancla la trepa. Tiene una cabeza hexagonal de entre caras 36 mm para poder desenroscarlo del muro fácilmente con una llave fija. Su utilización es para muros de espesor de 300mm en adelante.



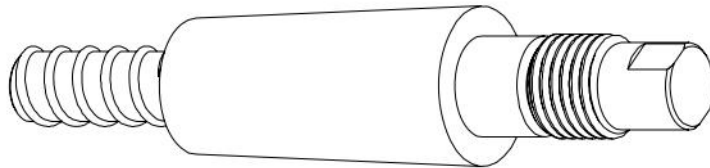
- U anclaje ovillo contra fenólico

Para posicionar el ovillo al encofrado existe la 'U anclaje ovillo contra fenólico' y un tornillo que permite un grueso de fenólico



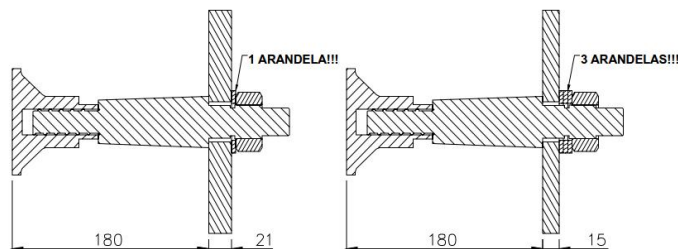
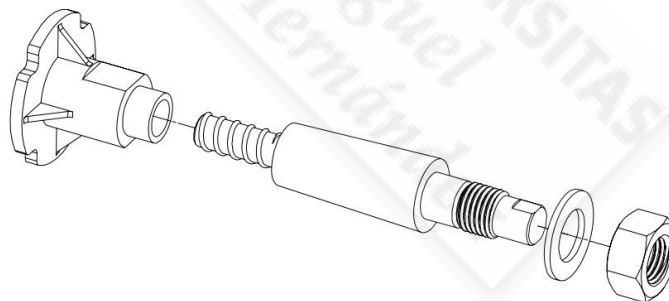
- Cono recuperable

El cono recuperable es más corto que el OviIlo con cono recuperable. El 'Cono recuperable es un producto recuperable dejando en el interior del muro el anclaje pie perdido. Tiene dos caras planas en la cabeza de entre caras 22 mm para poder desenroscarlo del muro fácilmente con una llave fija.



- Anclaje del cono recuperable contra fenólico

El sistema para anclar el cono recuperable contra el fenólico consiste en apretar la tuerca y la arandela contra el fenólico a la vez que el cono se rosca en el anclaje pie perdido.



4.2 Riesgos y factores de riesgo

Los riesgos y factores de riesgo específicos más importantes que se presentan en las fases de montaje y utilización de los sistemas trepantes describen a continuación. Los riesgos y medidas preventivas específicos asociados a la utilización de equipos y maquinaria están desarrollados en el Plan de seguridad de cada obra.

Caídas a distinto nivel al transitar por las plataformas de los encofrados debidas a:

- Durante las fases de montaje y utilización por no disponer de los sistemas de protección perimetral completos.
- Existencia de huecos entre las plataformas.
- Acceso a las plataformas trepando por el encofrado.

Caídas al mismo nivel sobre las plataformas debidas a:

- Existencia de derrames de desencofrante.
- Existencia de materiales depositados sobre las mismas, etc.

Caída de objetos desprendidos en las operaciones de trepado debidas a:

- Existencia de objetos sobre las plataformas.
- Sobrecarga.
- Utilización incorrecta de accesorios de elevación.
- Utilización de métodos de elevación incorrectos .

Caída de objetos por desplome o derrumbamiento debidas a:

- Posicionado de los paños en el sistema de trepado, dejando de sujetar estos con la grúa antes de unir los elementos estabilizadores con la consola.
- Aflojar la sujeción del sistema de trepa antes de estar posicionada correctamente.
- Subir a las consolas sin estar colocadas y estabilizadas.
- Montar un nuevo conjunto sin estar amarrado el anterior.
- Dejar algunos elementos montados parcialmente.
- Trepas sin comprobar la resistencia del hormigón ya vertido.

Atrapamientos por o entre objetos al aproximar los paños al hormigón de solape debidos a:

- Situar alguna extremidad entre los paños o entre éstos y el hormigón.
- Los engranajes, cremalleras, etc. del sistema de retranqueo/carro de desplazamiento, desprotegidos.

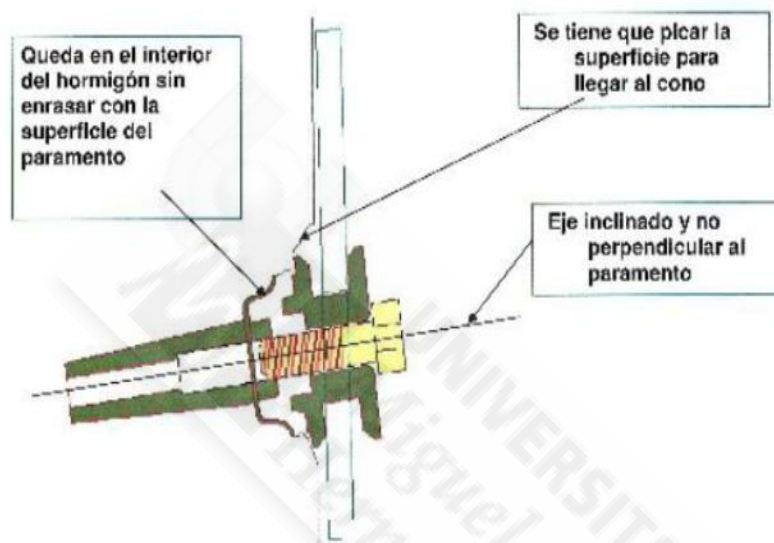
4.3 Requisitos de seguridad del propio sistema

El requisito principal y necesario para poder definir un procedimiento de trabajo seguro y así evitar riesgos y accidentes, es que el sistema esté bien instalado. Es por esto la importancia de disponer de un manual de montaje del fabricante lo más claro y preciso que sea posible

Se debe verificar el perfecto estado del material antes de utilizarlo. No se deben emplear piezas defectuosas o deformadas, debilitadas por el desgaste o la corrosión y el montaje deben realizarlo empleados que cuenten con la correspondiente cualificación.

Uno de los fallos más comunes en el proceso es la desviación en el montaje del sistema de anclaje que puede dar lugar al fallo del anclaje. La desviación se produce en la fase de hormigonado y vibrado del muro. Debido a la fuerza que ejerce el hormigón en su caída sobre el sistema de anclaje, en ocasiones el conjunto tirante perdido+cono pierde en parte su

fijación al fenólico porque los clavos que fijan el disco posicionador al fenólico pierden, debido a esta fuerza, su posición de clavado inicial. En consecuencia, debido a este hecho, una vez acabada la operación de hormigonado y fraguado, cuando posteriormente se retira el panel de encofrado los montadores encuentran, en el mejor de los casos, que el cono se encuentra retraído con respecto a la cara exterior del muro, a la vez que ha perdido la ortogonalidad con dicha cara. En el peor de los casos, todo el conjunto tirante perdido+cono se ha perdido en el interior del muro.



Desviación producida en el anclaje, donde se observa el retraimiento del cono y su pérdida de ortogonalidad con respecto a la pared del muro

Implicaciones de la desviación descrita desde el punto de vista de la seguridad

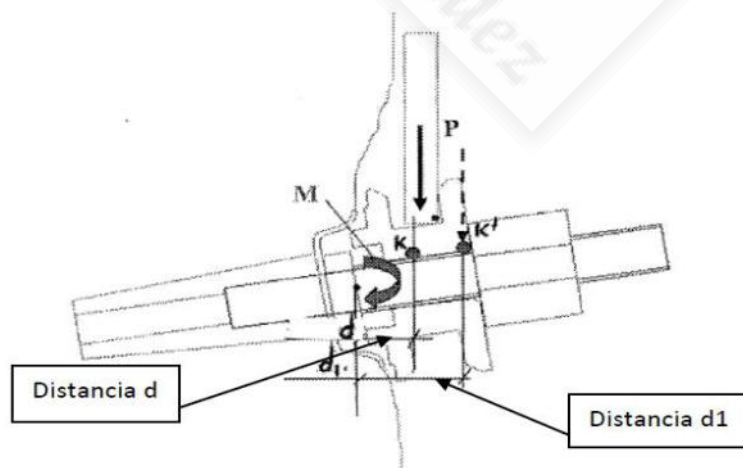
En el sistema de anclaje, el elemento de fijación está sometido a esfuerzos de tracción, cortante y flexión. Éste último depende directamente del brazo de flexión, es decir, de la distancia que hay entre el punto donde se aplica la fuerza vertical, debida a todo el peso que transmite la consola trepante, y el punto de empotramiento o punto en el que el elemento de fijación rosca con el cono metal. A medida que aumenta dicho brazo de flexión aumenta el par en la sección de empotramiento.

En definitiva, el estado tensional al que se somete al elemento de fijación depende, y mucho, de dicho esfuerzo de flexión, que aumenta conforme aumenta el brazo de flexión.

Se ha comprobado que para unos pocos centímetros del brazo de flexión, el estado tensional en la sección de empotramiento puede alcanzar el límite elástico del material constituido por el elemento de fijación, lo que podría provocar el fallo del mismo y el colapso de todo el sistema.

Producida la desviación, debido al retraimiento del cono con respecto a la pared del muro se produce un aumento del brazo de flexión que será tanto mayor cuanto mayor sea el grado de retraimiento. Esto provoca un aumento del esfuerzo de flexión y por tanto un mayor estado tensional en la sección de empotramiento.

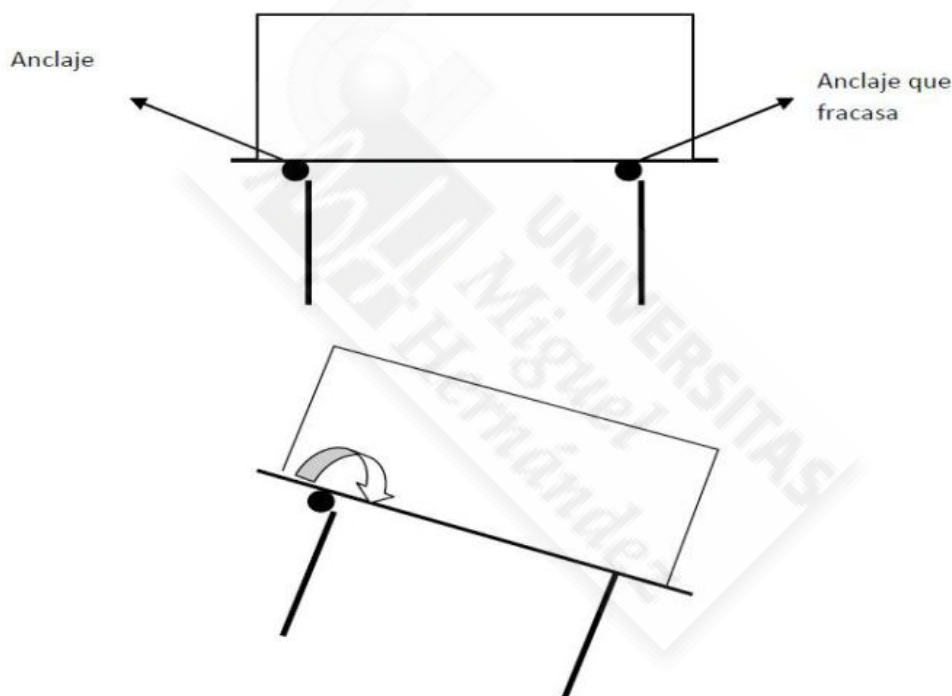
Además, la pérdida de ortogonalidad (entre el eje de revolución del cono y el plano de la pared del muro) cambia la configuración de reacciones en el elemento de fijación y agrava todavía más el estado tensional de dicho elemento en su sección de empotramiento. Por otro lado, dicha pérdida de ortogonalidad hace, además, que el contacto entre el anillo trepante y el propio cono se reduzca prácticamente a un solo punto, no consiguiéndose un rozamiento mínimo que colabore a soportar la carga vertical transmitida.



Si se produjera el fallo en alguno de los dos anclajes de los que disponen las consolas trepantes, se produciría el colapso de ésta.

El fallo en uno de los anclajes provoca que la consola trepante, con todos los equipos de trabajo dispuestos en su plataforma, además de los trabajadores que pudieran estar ubicados en la misma, quede sin sustentación en dicho anclaje. Esta situación provoca el pivotaje o giro de todo el conjunto con centro de rotación en el anclaje que no ha fracasado.

El movimiento brusco de giro de toda la consola y el propio peso de ésta sería soportado en esta situación únicamente por el único anclaje que todavía fija la consola al muro. No obstante, en esta situación tan desfavorable, serían transmitidos unos esfuerzos a dicho punto de anclaje que seguramente éste no sería capaz de soportar lo que provocaría casi con toda seguridad el fallo del mismo y la consecuente caída al vacío de todo el sistema y la de los trabajadores que se situaran en la plataforma del mismo.



Secuencia de colapso del sistema

Requisitos de seguridad del sistema de anclaje. Medidas preventivas.

La desviación comentada, es un hecho de cierta repetitividad que, si bien con carácter excepcional, tiene lugar, como ya se ha indicado, en el montaje de los sistemas de anclaje mediante cono embebido en el muro y que deriva de la propia operativa de ejecución de dichos anclajes y de la fase posterior de hormigonado del muro, motivada por una ineficaz fijación del cono metal al fenólico del panel de encofrado. Es decir, se trata de una contingencia derivada del propio sistema.

Esta circunstancia se agrava por el hecho de que tal desviación no suele ser contemplada de forma expresa en los manuales de montaje de los proveedores del sistema y por tanto no se proporciona, en dichos manuales, la solución alternativa adecuada correspondiente ante tal desviación.

Uno de los principios de la acción preventiva que recoge el artículo 15 de la Ley 31/1995, de prevención de riesgos laborales (LPRL), es el de “combatir los riesgos en su origen”. Habida cuenta las implicaciones que para la seguridad del sistema tiene la aparición de la desviación explicada y teniendo en cuenta el principio anterior, resulta del todo procedente realizar las siguientes recomendaciones:

- En el caso que nos ocupa, el origen del riesgo de colapso de la consola trepante reside en la aparición de una desviación al montaje ideal del anclaje contemplado en los manuales de montaje de los proveedores. A su vez, la causa de esta desviación tiene su origen en una deficiente fijación del cono metal al fenólico, constatada en ocasiones cuando se emplea el sistema de fijación mediante cono posicionador clavado al fenólico. En consecuencia, para evitar la aparición de la desviación explicada en apartados anteriores procede recomendar el estudio y revisión de dicho tipo de fijación por parte de los fabricantes del sistema e introducir las modificaciones que resulten oportunas que garanticen una fijación robusta capaz de aguantar los esfuerzos transmitidos por el hormigón en su caída en la fase de hormigonado, además de incluir todas aquellas medidas complementarias al montaje que resulten adecuadas para garantizar dicha robustez y que, como resulta del todo procedente, deben aparecer en los correspondientes manuales de montaje.

- Mientras no pueda cumplirse con la condición anterior, debe recomendarse la fijación del cono metal al fenólico utilizando el sistema de fijación mediante tornillo, agujereando el fenólico e introduciendo dicho tornillo por la cara exterior del mismo, tal y como se ha explicado en un punto anterior. En este sistema resulta necesaria la utilización de placas o arandelas a colocar entre la cabeza del tornillo y la cara exterior del encofrado fenólico con un doble objetivo, por un lado repartir la carga del apriete sobre el fenólico y no romper este último y por otro garantizar que el cono queda perfectamente enrasado y ajustado a la cara interior del fenólico. Con este sistema, y de esta forma, garantizamos que el cono no sufre ningún desplazamiento en las posteriores operaciones de hormigonado y vibrado, y por tanto que no va a producirse la desviación que puede originar el colapso de la consola trepante. No obstante lo dicho, en cualquier caso resulta necesaria una adecuada formación del personal montador, impartida preferente por personal técnico y experimentado de la empresa proveedora del sistema, a pie de obra en las primeras puestas y con todo el material a utilizar en el montaje (no se utilizarán elementos de distinta fabricación o con otra procedencia) dispuesto en el tajo. Dicha formación, además de incluir la sistemática normal del montaje ideal y las medidas complementarias que resulten pertinentes, debe incluir todas aquellas desviaciones que puedan producirse a dicho montaje ideal y por supuesto, la desviación puesta de manifiesto en el presente trabajo, así como aquellas medidas que resulte adecuado adoptar ante dichas desviaciones que deberán ser conformes a lo previsto en el manual de montaje del equipo. Asimismo, la formación debe incluir aquellas medidas de prevención que resulte apropiado adoptar durante las sucesivas fases de montaje, así como aquellas comprobaciones o verificaciones que resulte necesario realizar en cada ejecución de anclajes, dando criterios de aceptación/rechazo otra vez más congruentes con lo previsto en el manual de montaje.

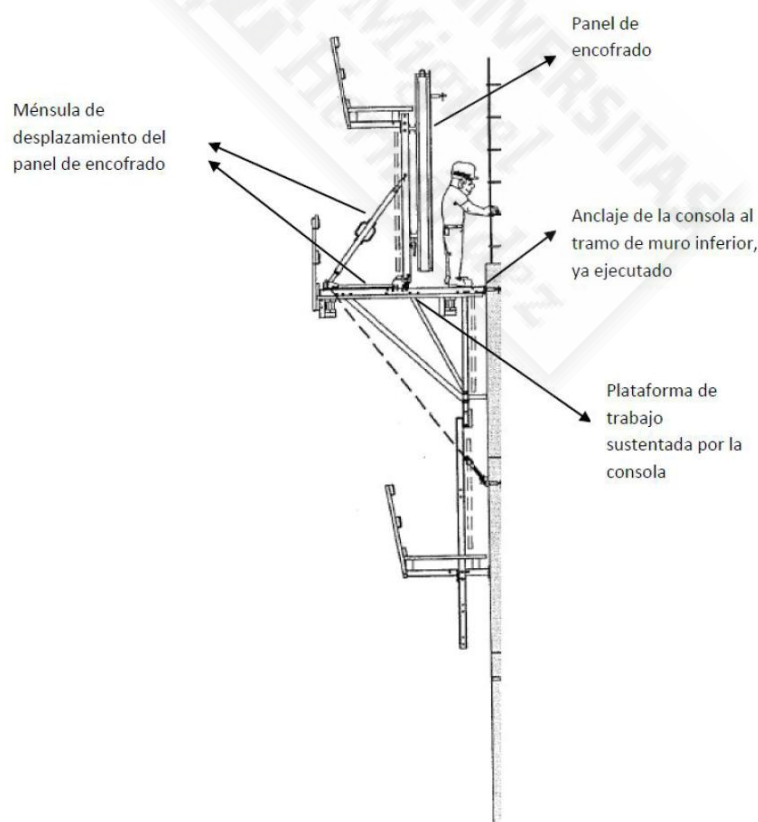
En cualquier caso, ante cualquier problema o desviación no prevista durante la fase de ejecución, debe ser requerido el proveedor del sistema para que en su caso se adopten las soluciones más adecuadas. No debemos olvidar que es el fabricante o proveedor quien mejor conoce las características de la consola trepante que comercializa, además de contar con personal técnico capacitado, y por tanto el más indicado para aportar las soluciones técnicas correspondientes, descartando de esta forma la adopción de

soluciones improvisadas (tan propias de las obras de construcción) que pueden no ser seguras.

4.4 Etapas en la ejecución de los muros

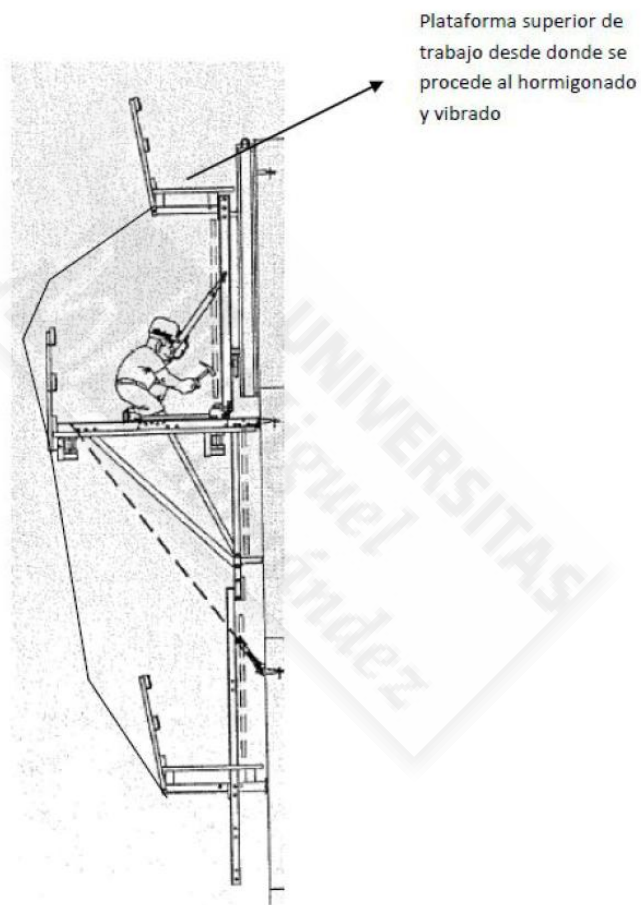
De forma general, la sistemática que se sigue en la ejecución de los muros consiste básicamente en cuatro etapas: ferrallado, encofrado, hormigonado y desencofrado.

- Trabajos de ferralla: La primera operación consiste en la colocación sobre el muro de la ferralla para el armado de éste, procediendo posteriormente a tareas de atado y soldadura de aquella. En esta etapa, el panel de encofrado (fenólico) se sitúa retirado de la pared del muro, tal y como puede observarse en la siguiente figura.



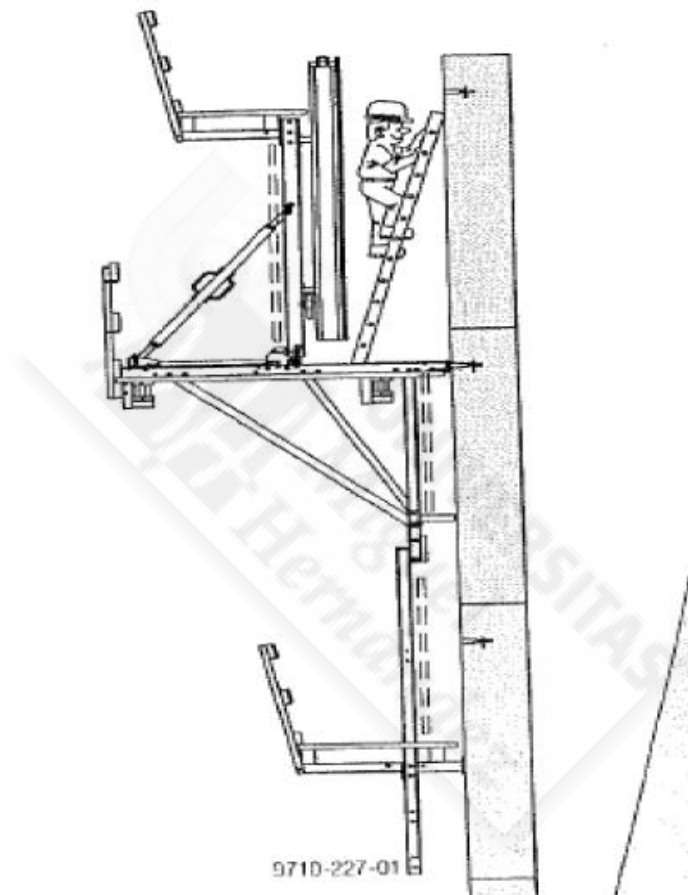
Trabajos de ferralla.

- Trabajos de encofrado y hormigonado: Una vez se ha colocado definitivamente la ferralla, se desplaza y posiciona el panel de encofrado, utilizando para ello la ménsula de desplazamiento de encofrado, hasta situarlo en su posición final previa al hormigonado (enrasado con la pared del muro) y se procede al hormigonado y vibrado del muro desde la plataforma de trabajo superior, tal y como puede observarse en la siguiente figura.



Encofrado y hormigonado del muro.

- Trabajos de desencofrado: Una vez se ha hormigonado el tramo de muro, se procede al desencofrado del mismo tal y como se observa en la figura siguiente, utilizando la ménsula de desplazamiento y se procede a trepar el sistema para la ejecución del siguiente tramo superior, en la misma forma explicada.



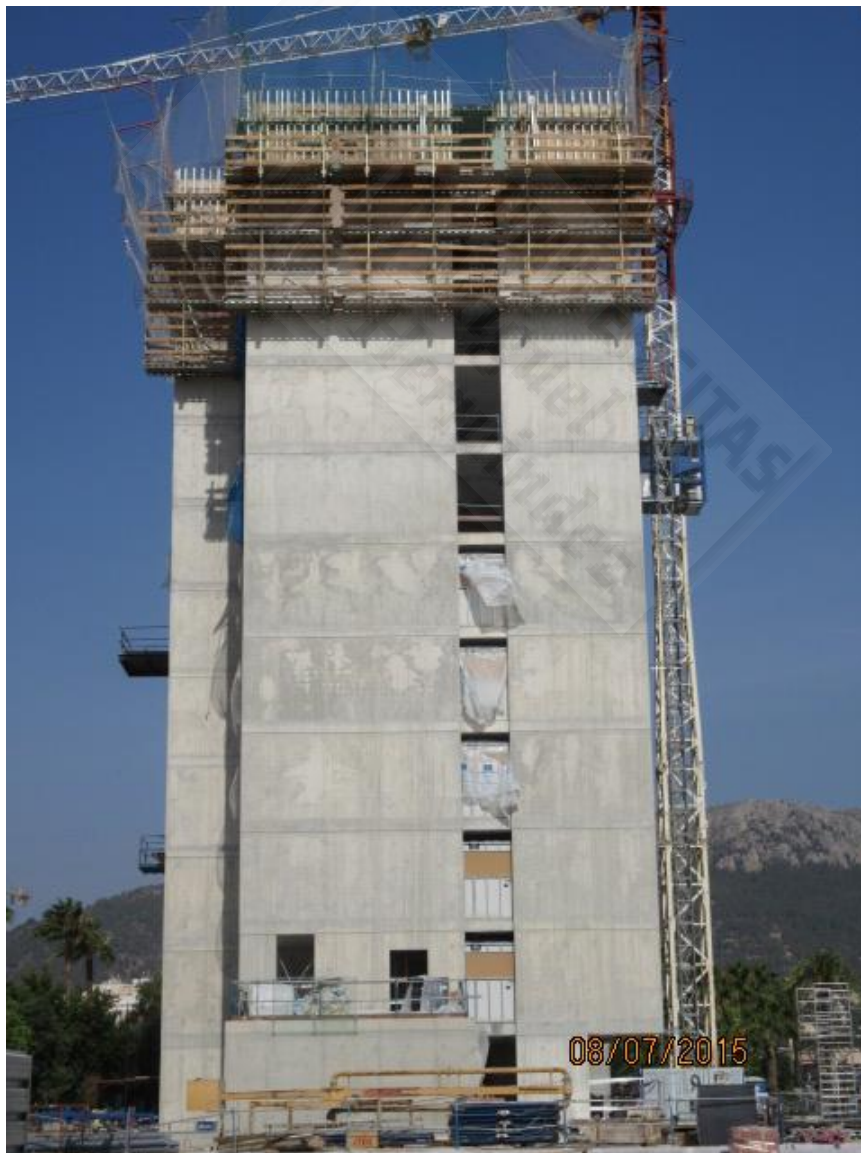
Desencofrado del muro una vez hormigonado

CASO PRÁCTICO

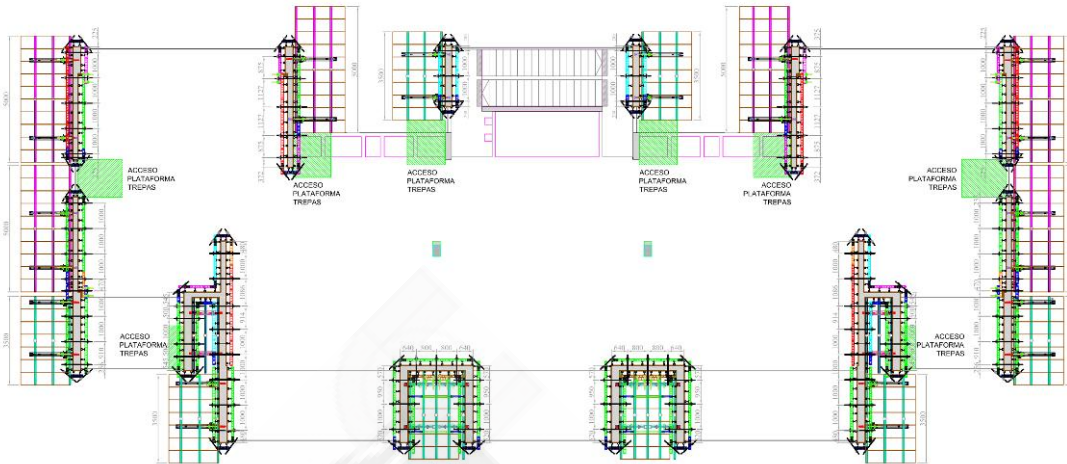
5- Caso Práctico: Ejecución del sistema y aplicación del procedimiento de seguridad en un edificio de viviendas situado en Calpe

En este trabajo se ha analizado un caso real de una obra que actualmente se está ejecutando en la localidad de Calpe, Alicante.

En dicha obra se está ejecutando una estructura con pantallas de hormigón armado vistas y el sistema de encofrado es un trepante.

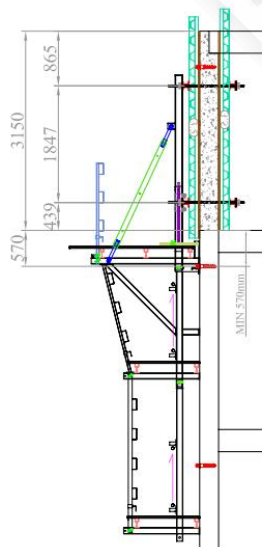


Se trata de un edificio de viviendas de planta rectangular, en el que en gran parte de su perímetro existen pantallas de hormigón armado. Todas estas pantallas (muros) que se encuentran en la parte exterior se ejecutan con sistema de encofrado trepante.



REPLANTEO TREPAS PLANTA ACCESOS
Cotas en mm

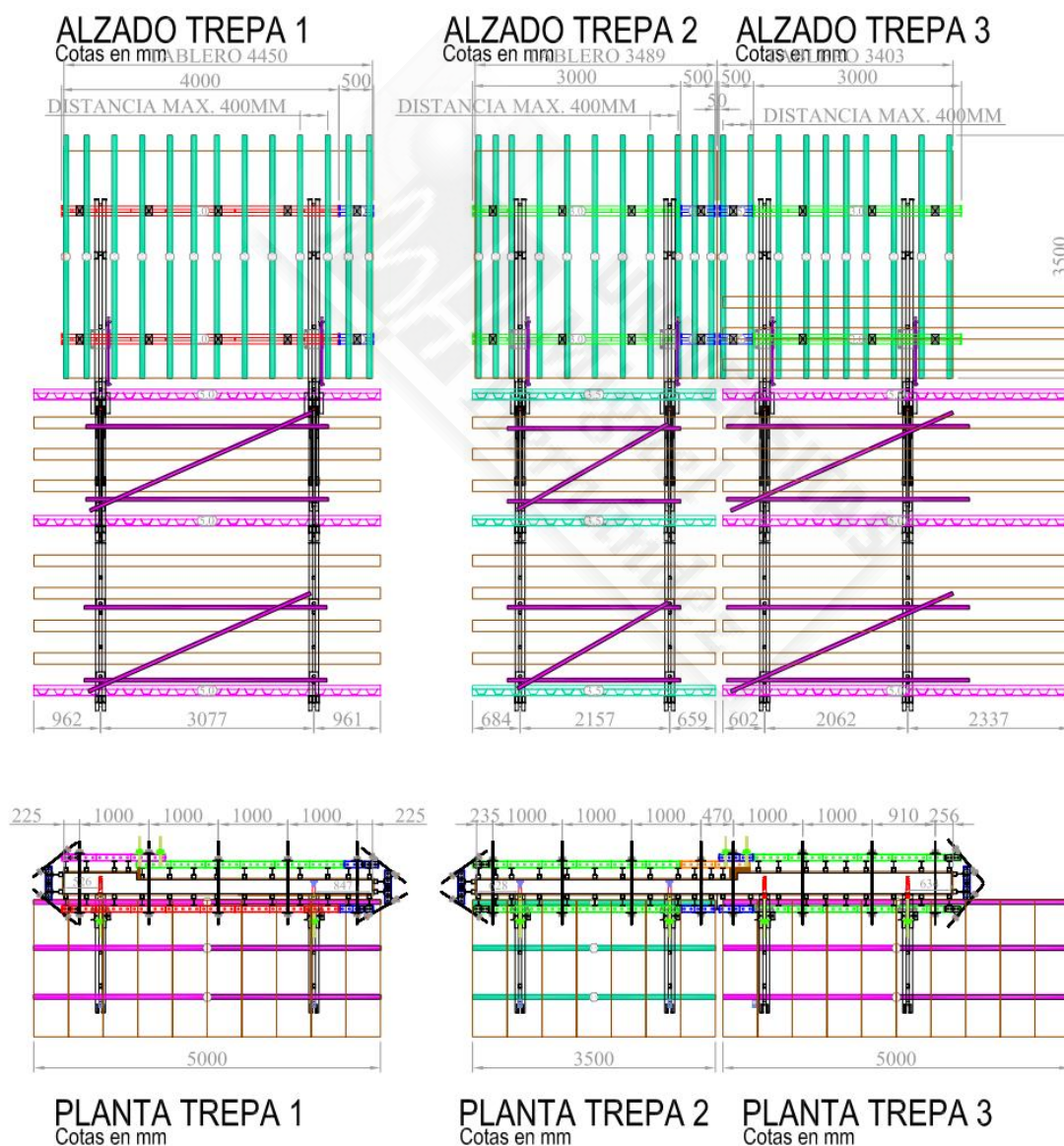
Como podemos ver en una sección tipo de los encofrados de la obra, los elementos de los que se compone son los que se han comentado en apartados anteriores



SECCIÓN TIPO
Cotas en mm

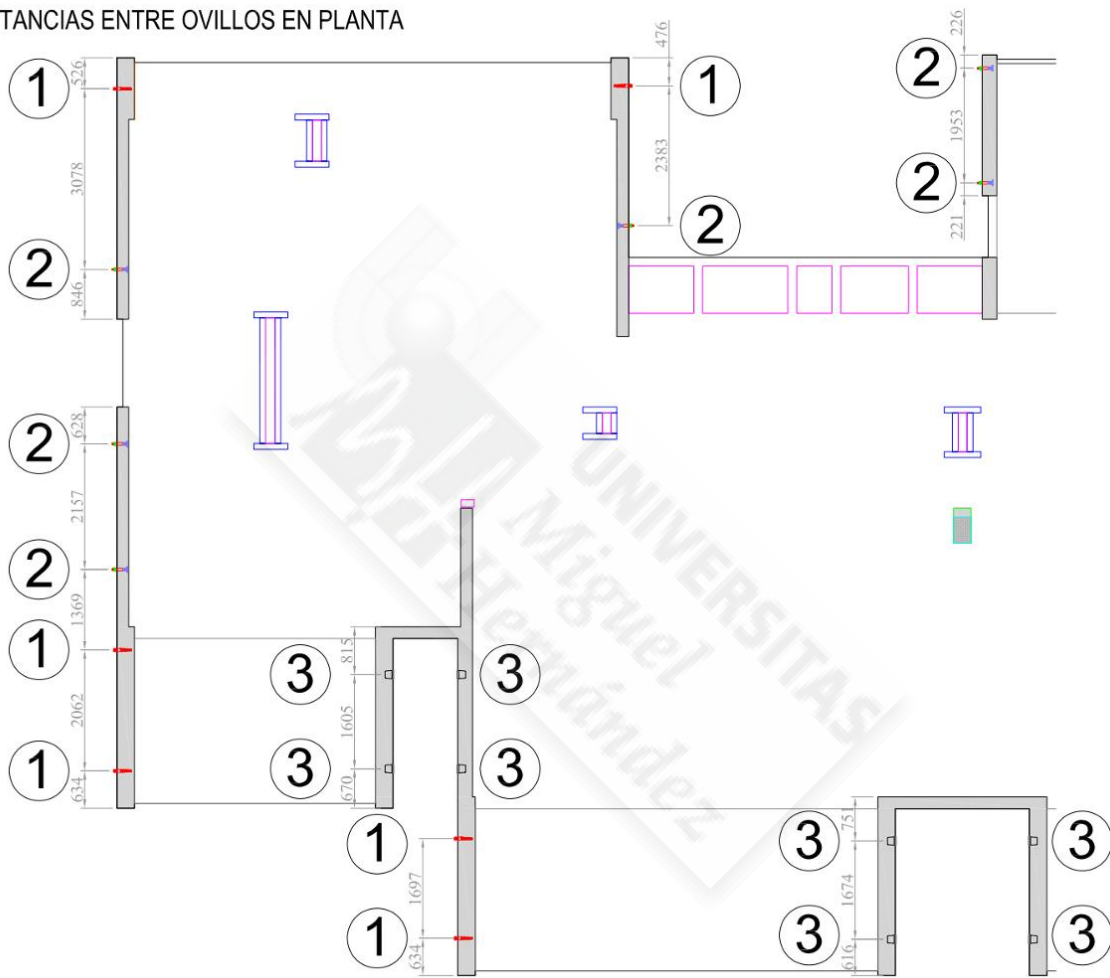
Existen en los dos lados cortos del edificio, grandes pantallas de hormigón que requieren la utilización de más paneles de encofrado que otras pantallas de menores dimensiones, por lo que lo primer paso es el replanteo de paneles y de las consolas que van a soportarlos.

En este caso tenemos seis tipos de trepas. Las tres primeras corresponden a las pantallas más grandes



La situación de los ovillos o de los puntos donde estarán colgados los encofrados también se han estudiado para garantizar el mejor reparto de cargas posible.

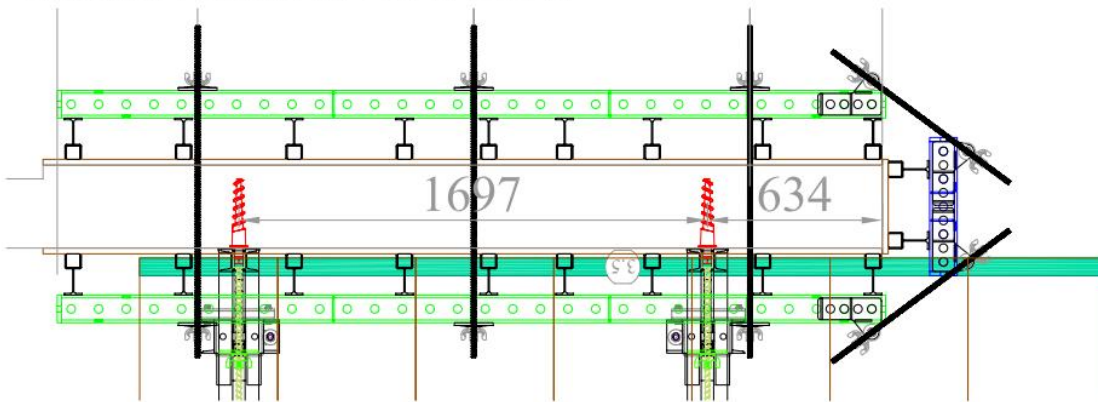
DISTANCIAS ENTRE OVILLOS EN PLANTA



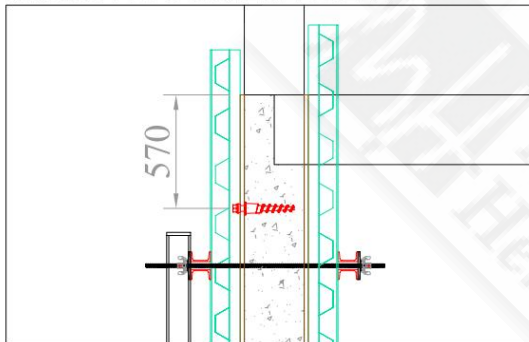
En Las siguientes imágenes se puede observar el ovrillo antes de la colocación y una vez colocado en la pantalla de hormigón para la sujeción de la trepa



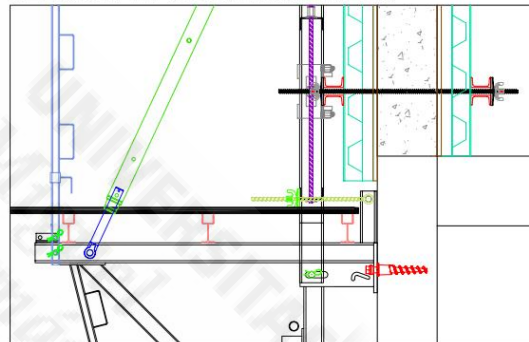
DETALLE PLANTA CIERRES TREPA



SECCIÓN TIPO SISTEMA TREPA



SECCIÓN TIPO SISTEMA TREPA



Todo este proceso es necesario realizarlo con la colaboración de los Técnicos de la empresa suministradora del sistema, ya que son los que más experiencia tienen a la hora de calcular el material necesario, de la elaboración de los despieces de materiales, de las recomendaciones sobre pesos y dimensiones máximas de las trepas, etc...

Una vez realizado el estudio de distribución de paneles, con todos los componentes necesarios, se calcula el material que será necesario y una vez suministrado se procede al montaje del sistema.

5.1 Montaje del sistema

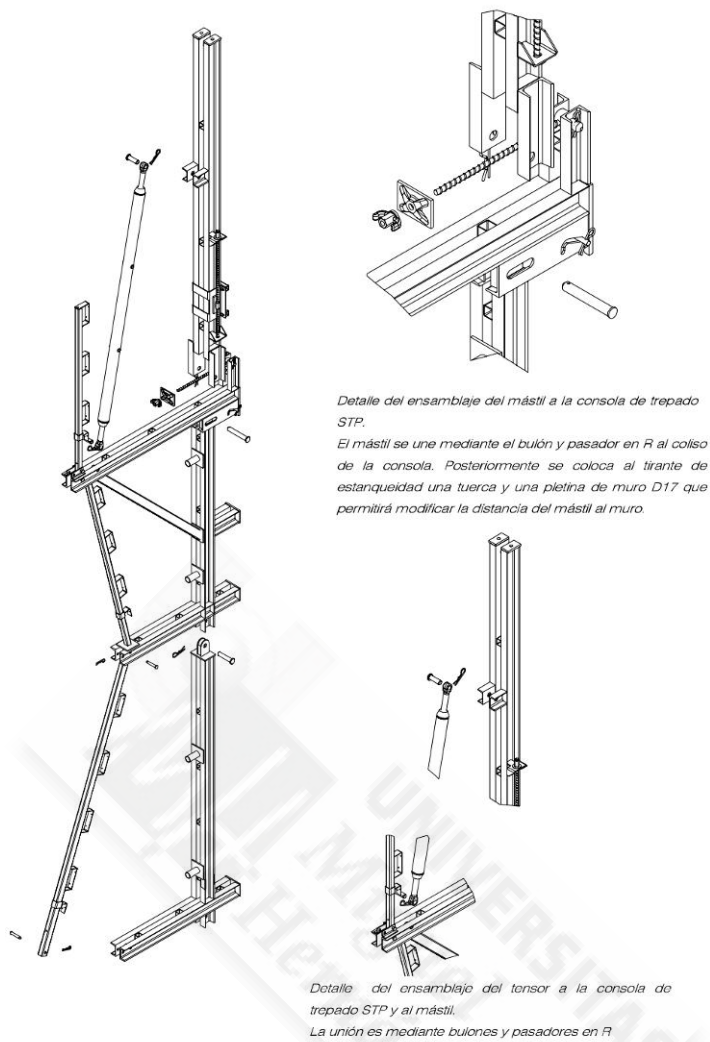
Una vez replanteados los módulos y elementos necesarios del sistema en cada una de las pantallas existentes en el edificio, se procederá al montaje del conjunto consola de trepado y consola de recuperación

Para realizar el montaje del conjunto tenemos que preparar la consola de trepado que incorpora el montante guarda cuerpos unido mediante pasadores. Para reducir espacio de almacenamiento los montantes llegan plegados, cambiando la ubicación de los pasadores podemos colocar los montantes en su posición de trabajo.



Consola de trepado





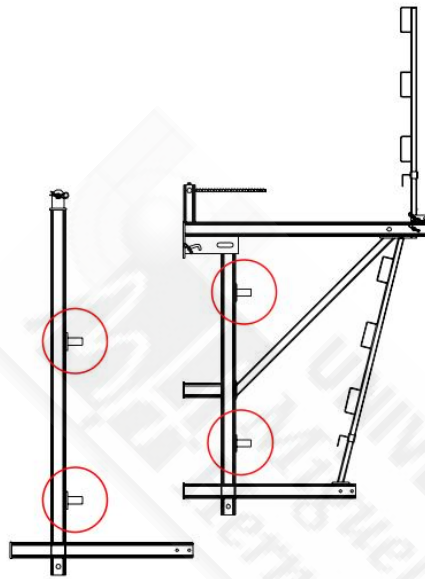
Se utilizan en el montaje los siguientes componentes:

- Consola de trepado
- Mastil
- Riostra
- Conjunto tensor
- Consola de recuperación
- Conjunto montante guardacuerpos
- Adaptadores, bulones, pasadores, tornillos, tuercas y arandelas.

Todos estos componentes homologados y suministrados por la empresa propietaria del sistema de encofrado

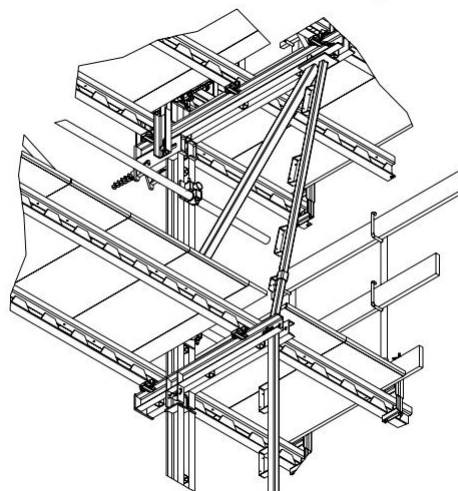
Elementos de arriostrado entre consolas

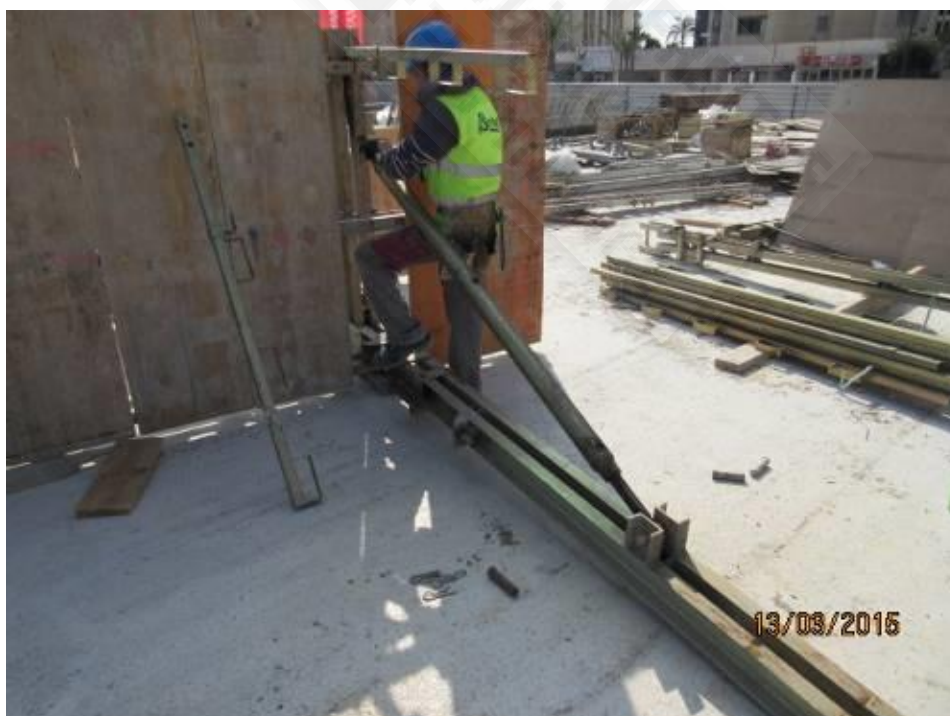
Para Conseguir una estructura rígida donde se pueda trabajar con seguridad es necesario arriostrar las consolas entre ellas. Tanto la Consola de trepado como la de recuperación incorporan un casquillo soldado a la estructura que permite mediante bridas unir las consolas con tubos horizontales y diagonales.



Instalación de las superficies de apoyo y tránsito

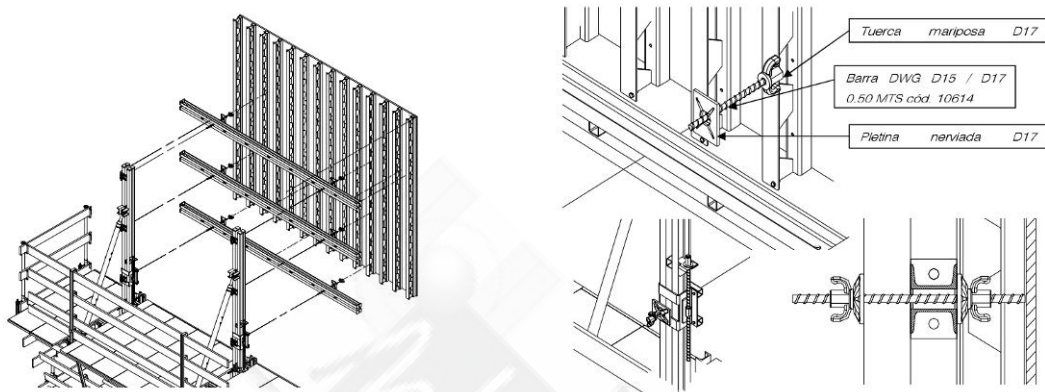
La superficie de trabajo que se fija sobre la consola de trepado y sobre la consola derecuperación esta formada de tableros y correas. Para la Consola de trepado se utilizan tableros de 1,97m y para la consola derecuperación tableros de 1 45m. Los tableros se deben clavar a las Correas. Las correas que se montan sobre las consolas son de estructura de acero y perfil superior de madera para poder clavar los tableros. La unión al perfil UPN de las consolas se realiza mediante pinzas que se fijan fácilmente con un golpe de martillo. La unión fija entre las consolas y las correas ayuda al arriostrado del conjunto y ofrece una superficie de trabajo sólida y fiable que da una gran seguridad.





Montaje del encofrado a la consola de trepado

La unión entre el encofrado y la Consola de trepado se hace uniendo las riostras del encofrado al mástil mediante 2 tuercas mariposa, 2 pletinas nerviadas y una barra DWG. Antes de montar la riostra con las correas se recomienda premontar la barra DWG con una pletina y una tuerca. Con la otra tuerca y la otra pletina se unirá el conjunto al mástil.

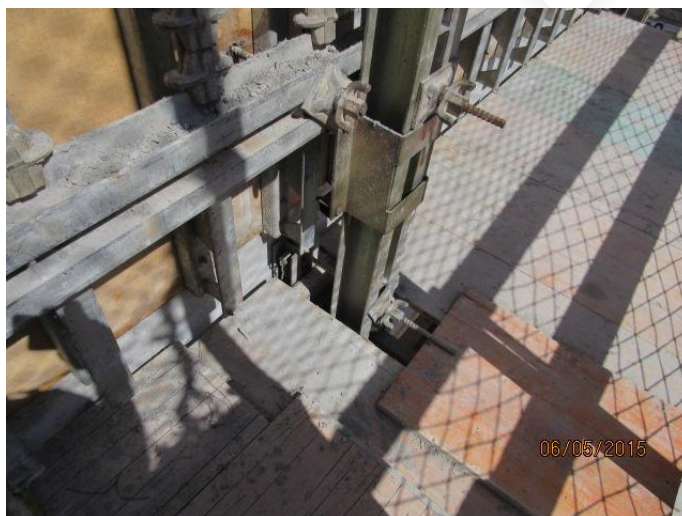
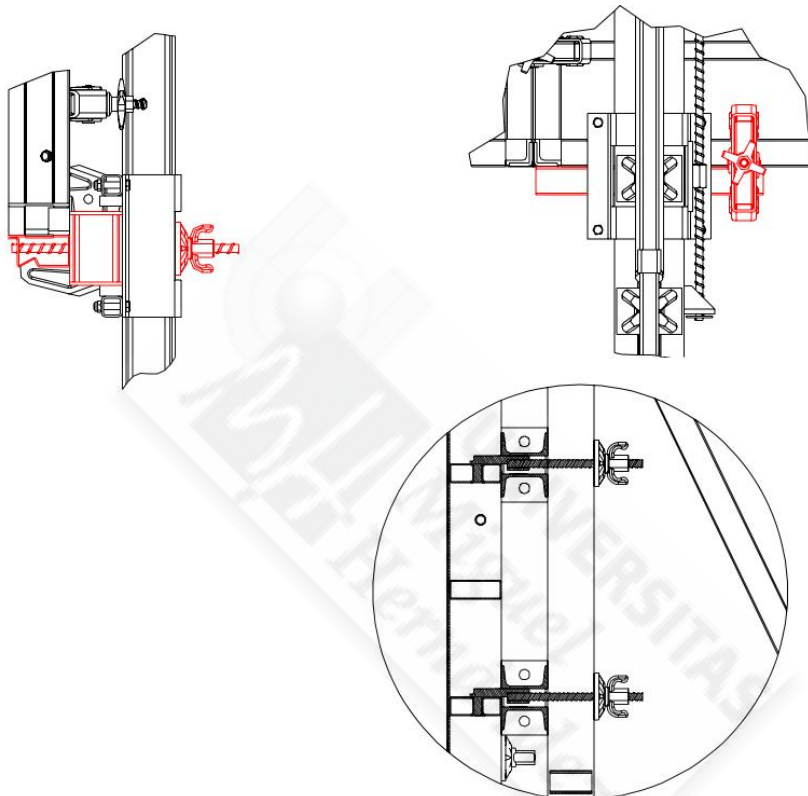


Montaje del encofrado de paneles de muro fenólico

El encofrado de muro también se puede utilizar con el sistema de trepado. Preferiblemente se usan los que tienen la superficie encofrante fenólica porque es necesario agujerear la madera para colocar el ovillo con cono recuperable para anclar la consola de trepado.

Para sujetar el conjunto de paneles al mástil se usa dos elementos: el Soporte inferior panel mástil y el Enganche panel mástil. El soporte inferior panel mástil se une al conjunto de paneles mediante una mordaza de muro fija y se une al mástil de la trepa con una tuerca y una pletina.

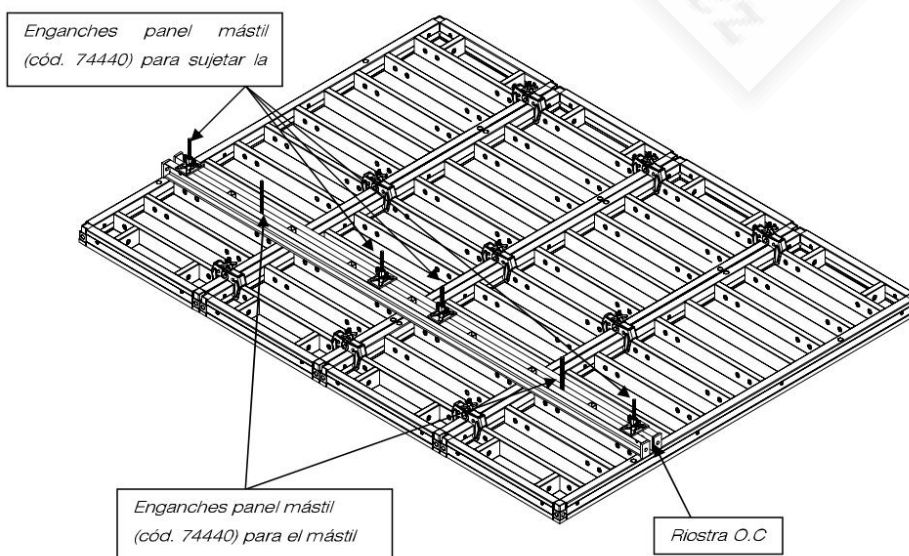
El enganche panel mástil une el conjunto de paneles con el mástil, y necesariamente pasa a través de una riostra que da rigidez al conjunto de paneles.



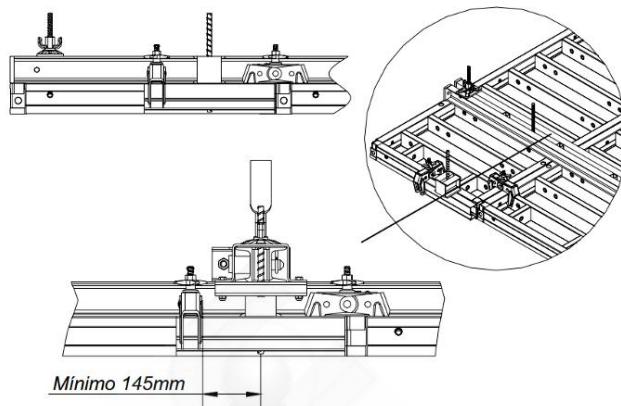


Procedimiento de montaje:

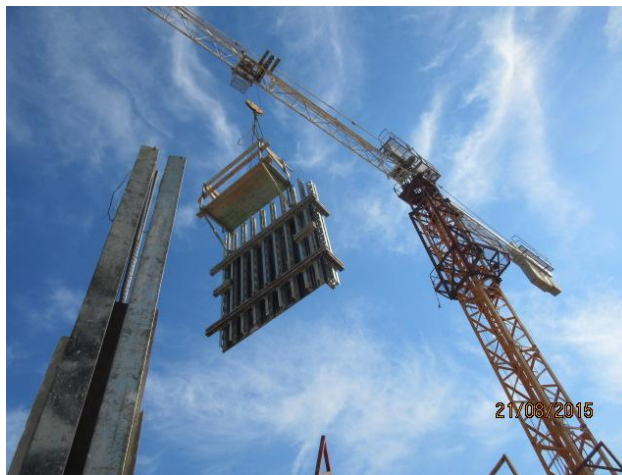
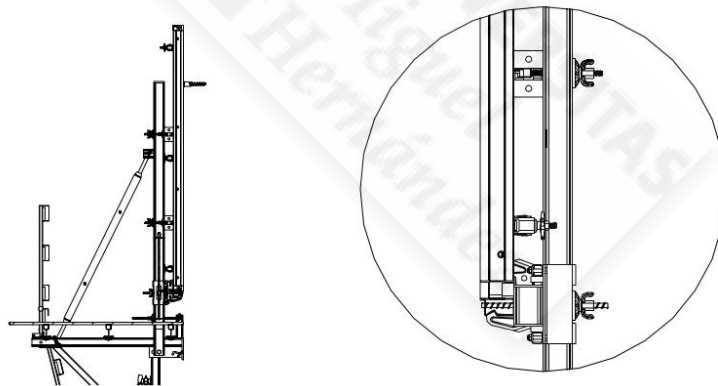
Al conjunto de paneles se unen riostras para dar rigidez. La primera riostra se coloca en la tercera costilla empezando por abajo y se une a cada uno de los paneles que forman el conjunto mediante el Enganche panel mástil. De la misma manera se montan los enganches restantes en la séptima costilla.



A continuación se colocan los soportes inferiores del panel. Se unen al panel mediante una mordaza fija de muro. La barra DWG del soporte debe quedar bien alineada con la del enganche para el mástil.



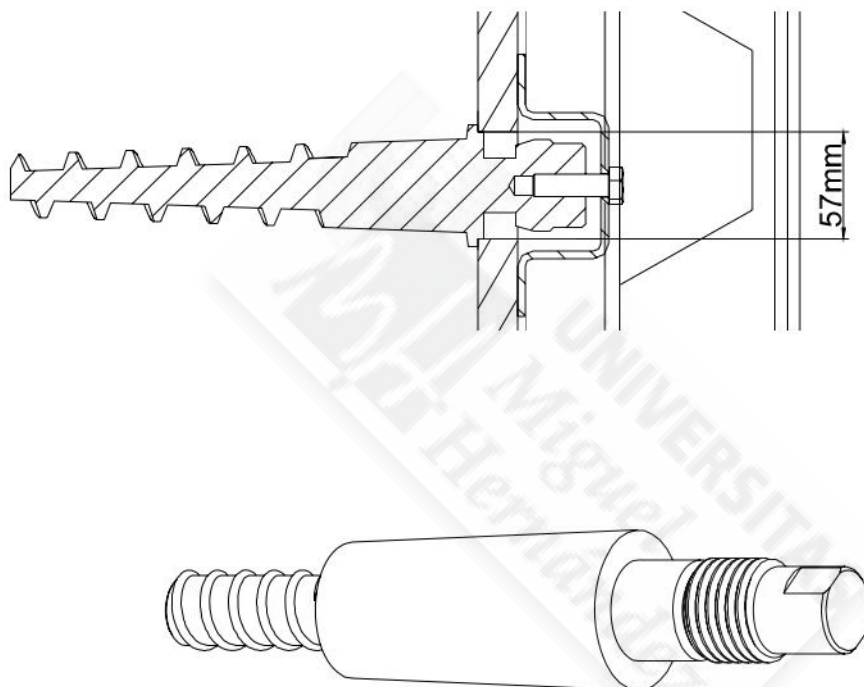
Con los soportes y enganches ya montados se eleva el conjunto con la grúa y se ensambla con el sistema de trepado con tuercas y pletinas.



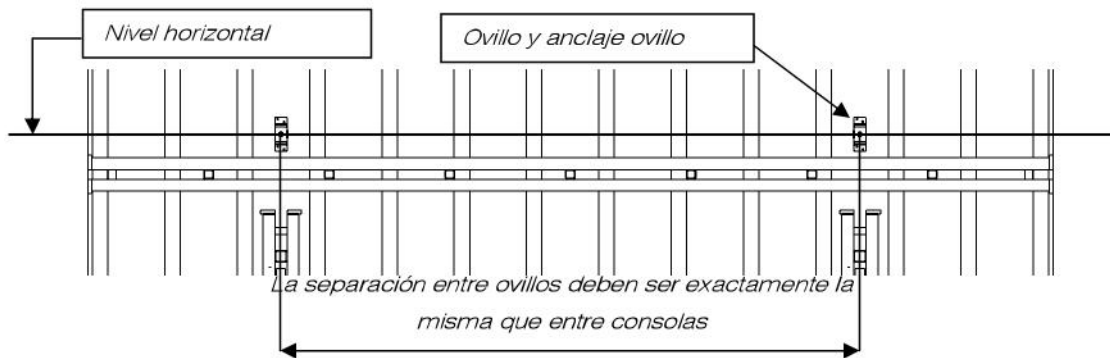
Montaje de los ovillos al encofrado

Para la colocación de los ovillos en el encofrado se deberá tener en consideración la posición del ovillo respecto del encofrado.

Se debe realizar en el tablero del encofrado un taladro a la altura necesaria. Para todas las puestas se utilizará el mismo agujero para colocar el ovillo.



Las consolas de trepado normalmente van en parejas, esto implica que los dos ovillos se deben colocar a nivel en un plano horizontal porque sino se provocaría una inclinación en el encofrado y en la plataforma de trabajo. También se debe tener cuidado con la separación entre ovillos, esta debe ser la misma que entre consolas ya que de no ser así no se podrían encajar las consolas.



Montaje del cono al encofrado

Para Colocar el Cono recuperable sujeto al fenólico se debe realizar la misma operación que para el ovillo, pero se hace un taladro en el encofrado a la altura necesaria para apretar la tuerca y la arandela contra el fenólico. Para todas las puestas se utilizara el mismo agujero para colocar el cono.





Una vez colocada la armadura, se procede a atar el cono a esta para dejarlo fijo y en posición horizontal



Después, se refuerza la armadura de la zona donde se ubica el cono para evitar movimientos durante el hormigonado y para que no se debilite el elemento estructural en ese punto



Una vez colocado el cono, se aprieta a tuerca del ovrillo para fijar todas las partes



5.2 Cambios sucesivos y desmontaje

Operaciones de trepado.

Colocación del conjunto al muro

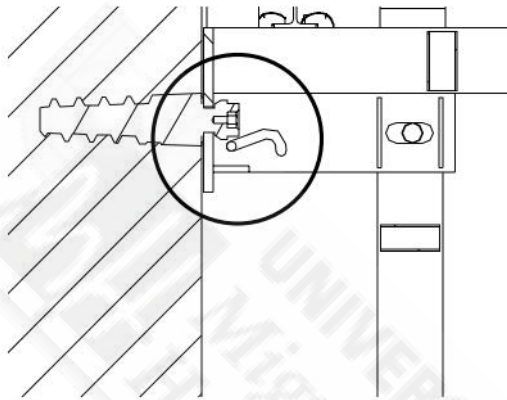


Una vez el sistema ya está montado y arriostrado, se engancha a la grúa por la parte superior del mástil con una eslinga o similar y se cuelga de los ovidos o de los conos que se han dejado anteriormente en el hormigón.

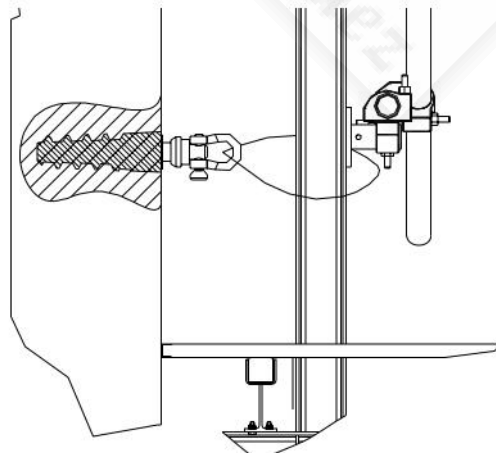




Se coloca el seguro en la posición que hace tope con el ovrillo o sobre el cono recuperable.



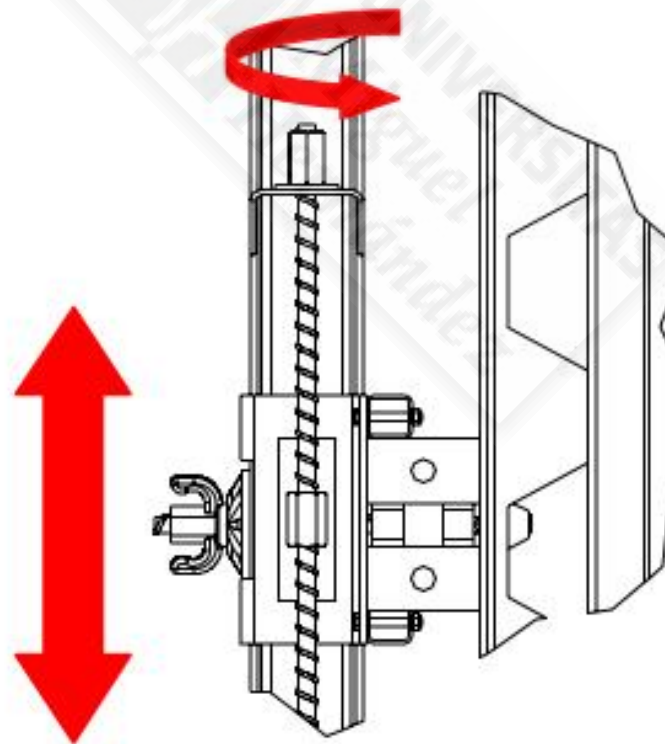
Se amarra la consola de recuperación con una eslinga o similar al grillete para evitar el vuelco por efecto del viento.



Operaciones previas al hormigonado

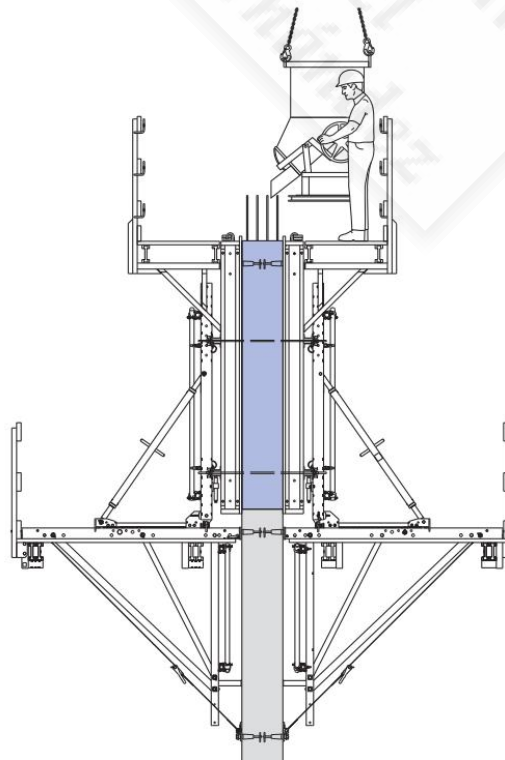
Una vez la trepa ya está colgada, se procede a las operaciones previas al hormigonado:

- Colocar el Ovillo como recuperable o el Cono recuperable en el encofrado. Como se ha comentado, es necesario comprobar que esté bien sujeto y no se pueda mover al hormigonar. También es conveniente comprobar que la distancia entre ovillos es la misma que entre las consolas de trepado. Aplomar el encofrado mediante el tensor. Ajustar la altura del encofrado respecto el muro ya hormigonado con el carro de desplazamiento vertical en el caso de utilizar el mástil. Si se utilizan las riostras se ajusta la altura del encofrado respecto el muro ya hormigonado utilizando el conjunto ascensor. Se coloca en el mástil mediante bulones y pasadores y empuja verticalmente la riostra horizontal mediante un tornillo.

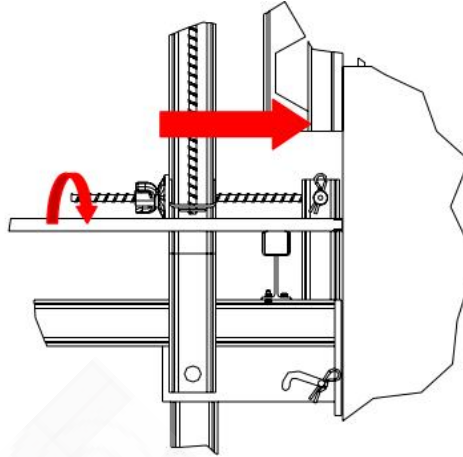


Hormigonado y fraguado

Una vez colocados los elementos del sistema, ya se puede terminar de encofrar la pantalla de hormigón. Se monta el panel interior y los tapes y ya se puede hormigonar.



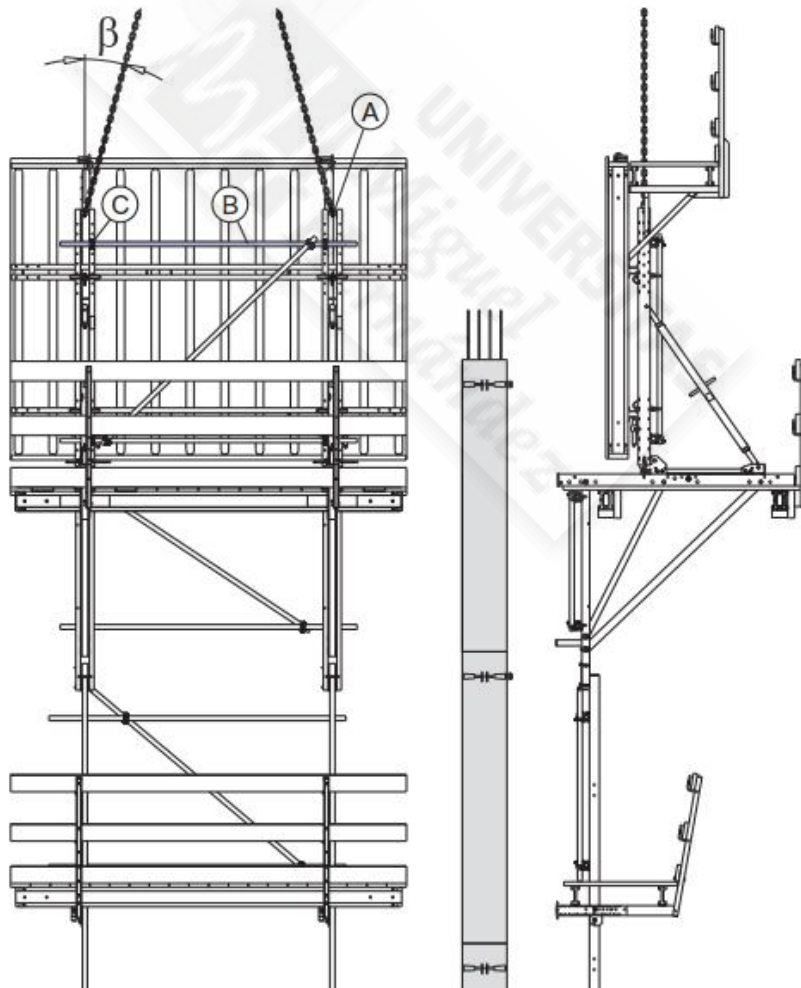
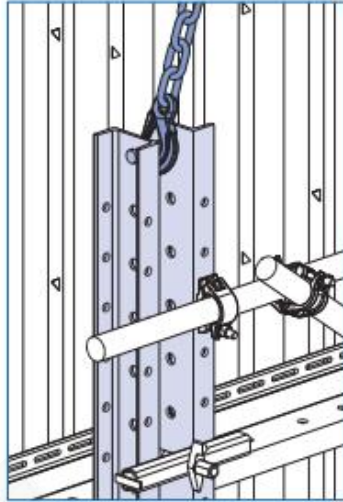
Es conveniente presionar el encofrado contra el muro ya hormigonado mediante el tirante de estanqueidad. De esta manera se mejora el acabado del muro y evita las coqueras. Aplomar otra vez el encofrado y pasar las barras DWG



Instalación a niveles superiores

Las consideraciones más importantes a tener en cuenta a la hora de realizar los desplazamientos del sistema de encofrado con a grúa son los siguientes:

- Tener en cuenta las normas vigentes para el uso de la grúa con una velocidad del viento elevada.
- Tener en cuenta la capacidad de carga.
- Al desplazar una unidad de trepado se originan zonas abiertas con peligro de caída en todo el conjunto. Estas zonas se deben proteger colocando protecciones laterales.
- Durante el desplazamiento no debe permanecer ninguna persona de la obra sobre las unidades de trepado que se desplazan ni en las unidades de desplazamiento contiguas.
- Durante el proceso de desplazamiento, las personas que manipulen el encofrado trepante deben utilizar un equipo de protección individual.
- Colocar en el centro de gravedad la unidad de desplazamiento junto con el encofrado.
- Enganchar la cadena para la grúa en los pernos de suspensión del perfil vertical , no sobre elementos del sistema



5.3 Consideraciones de seguridad

El orden de trabajo en el sistema de trepado puede cambiar de acuerdo con las situaciones que se presentan en obra de forma diaria, por lo que resulta esencial la planificación semanal respecto del orden de ascenso. Los responsables de la ejecución de los trabajos, deberán coordinar y comunicar al Jefe de Obra esta información y si fuera necesario a los responsables de la Seguridad en la obra.



El trepado se efectúa mediante la utilización de las grúas torre disponibles en la obra, que poseen capacidad de carga suficiente para realizar la maniobra, que deberá ejecutarse siempre bajo la supervisión del encargado del sector y cumpliendo los requisitos de seguridad correspondientes.

Las consideraciones a tener en cuenta son:

- Todo el personal involucrado en las tareas debe de estar familiarizado con este procedimiento y el establecido por el proveedor y capacitado/apto para desempeñar tareas en altura.
- Controlar que los elementos del sistema estén bien colocados y que los anclajes sean seguros, antes de cargarlos con la plataforma.
- Antes de desplazar alguna plataforma, colocar barandas y protecciones contra caídas en los sitios que quedaran expuestos una vez que esta ascienda. Todo lugar desde el que un operario pudiera caer representa un riesgo.
- Verificar eslingas o cadenas a utilizar, las cuales deben estar en condiciones adecuadas de uso para soportar el peso del equipo.
- Asegurar el tablero de encofrado, para que este no represente un riesgo a los trabajadores.
- Controlar que no se encuentren personas trabajando debajo del equipo a elevar.
- Verificar con el operador de la grúa la velocidad del viento para que no interfiera en la maniobra.
- El encargado de la tarea deberá de avisar a los responsables de la obra si considera que la maniobra resulta compleja o si existe algún riesgo diferente al habitual.
- No debe de haber ningún trabajador sobre la plataforma durante la elevación de la misma.
- Tampoco debe haber materiales sobre la plataforma durante el izado, a menos que estén correctamente asegurados y no representen ningún riesgo de caída.
- Una vez asegurada la plataforma, verificar que las barandillas y las protecciones colectivas sean suficientes, caso contrario, corregir inmediatamente.
- Es importante también considerar los pesos y las cargas del sistema. El peso de una plataforma es variable dependiendo de la dimensión. El encofrado trepante incluye su peso propio y uno adicional para sobrecargas. El peso propio comprende el peso de la plataforma, incluyendo el material de superficie de plataforma de trabajo, los paneles de encofrado, tornapuntas y demás elementos adicionales para el hormigonado de las paredes. La sobrecarga comprende la fuerza de arrastre y el cabeceo de la grúa torre.

Es necesario tener siempre en cuenta las especificaciones del fabricante para las cargas máximas admisibles. .

También se debe definir un procedimiento de trabajo en las distintas zonas del sistema de encofrado y en los accesos entre niveles de plataformas y uniones horizontales. Existen escaleras fijas en determinadas plataformas para el movimiento vertical entre los diferentes niveles. Todos los accesos cuentan con puertas trampas rebatible por medio de bisagras

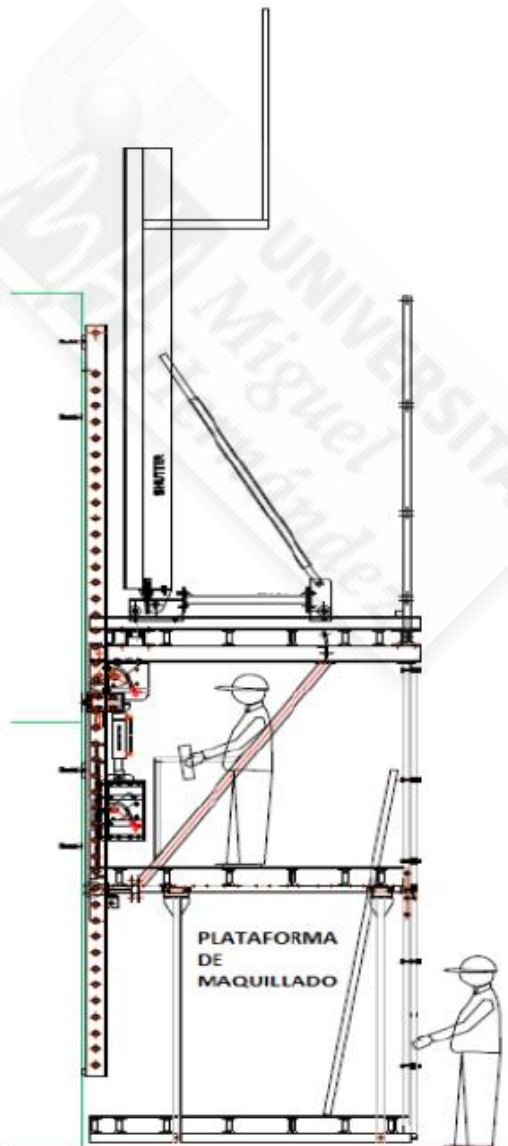


Acceso seguro desde el interior de la obra



En el sistema de encofrado se pueden encontrar varios niveles de trabajo, en la obra identificados como 1, 2 y 3, contando desde el superior al inferior:

- El nivel 1 es donde se ubican los encofrados para realizar el hormigonado de las pantallas.
- El nivel 2 es el utilizado por los trabajadores para operar el sistema de trepado.
- El nivel 3 sirve para realizar las tareas de reparación y terminación del hormigón visto.

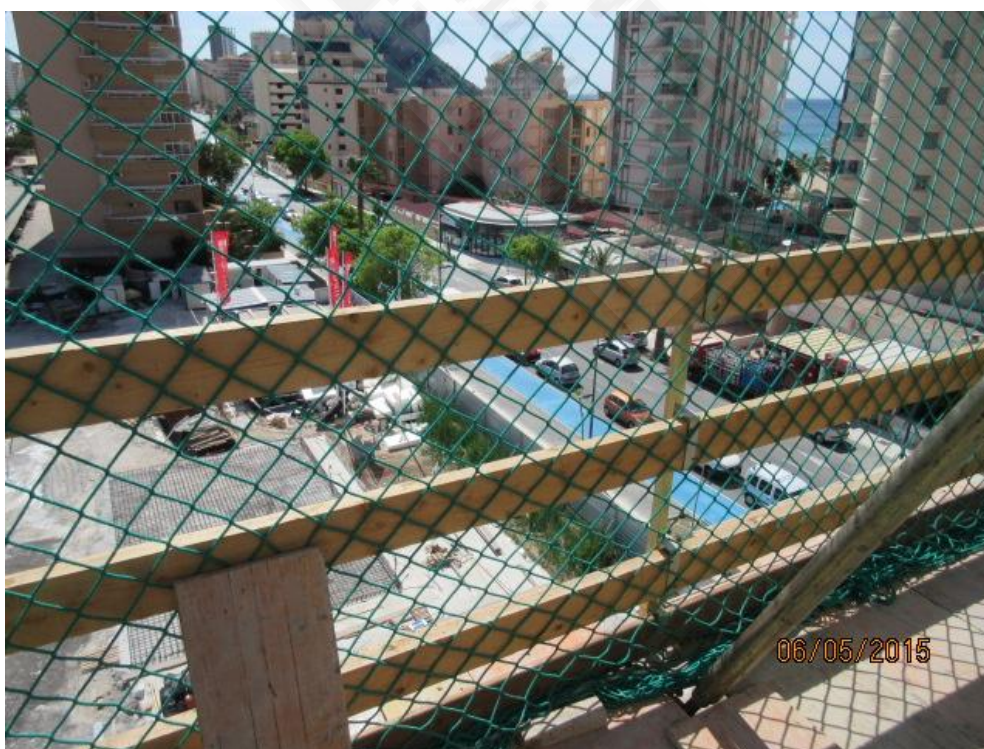


En la zona de trabajo del nivel donde se reparan los posibles desperfectos del hormigón visto y se le aplica la terminación, se deben vigilar y cuidar entodo momento los elementos de seguridad tanto colectivos como lo individuales.





Trabajos de reparación de pantallas hormigonadas



Protecciones colectivas en el sistema de encofrado

5.4 Comprobaciones a realizar durante los trabajos Procedimiento seguro

Las operaciones de trepado se realizan en altura. Por tanto las protecciones perimetrales deben estar bien definidas.

Los montantes tienen alojamientos para colocar tablas a modo de barandillas y un soporte para sujetar el rodapié. Estos alojamientos permiten clavar las tablas al montante.

Para la protección lateral se montan colocando en las correas, “las mordazas seguridad montante guarda cuerpos” con el adaptador para las correas Se coloca el montante guarda cuerpos y las barandillas guarda cuerpos o tablas a modo de barandillas.



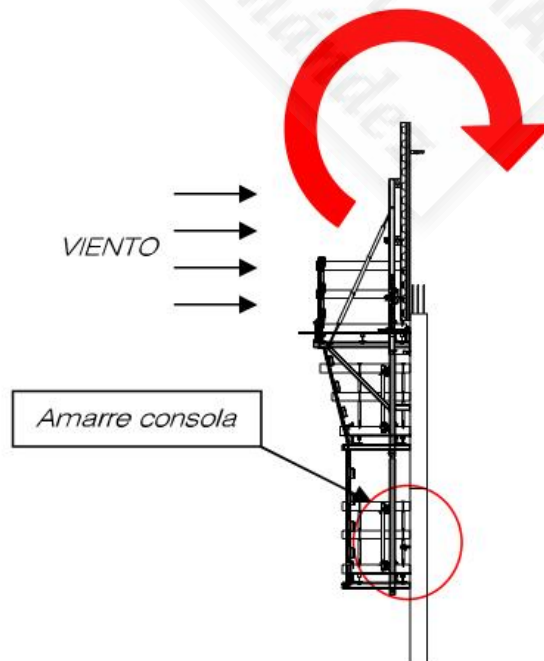


Dispositivo antivuelco

El sistema de trepado puede verse afectado por la fuerza del viento. En concreto si el viento tiene dirección perpendicular al encofrado, este puede actuar como vela y el viento podría volcar el encofrado. Por esta razón el sistema de trepado debe anclarse.

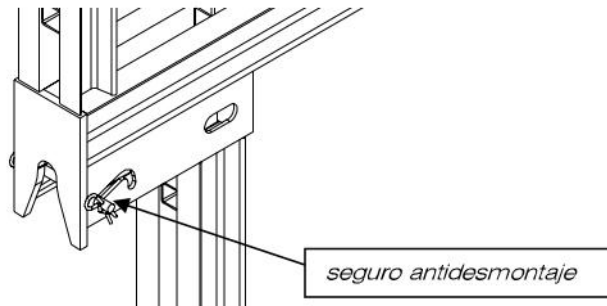
La colocación del sistema antivuelco es sencilla, ya que con la ayuda de la consola de recuperación o de una cesta elevadora se coloca el cáncamo correspondiente en el cono.

Una vez colocado el cáncamo, se hace pasar la eslinga a través del cáncamo y de la consola de trepado.



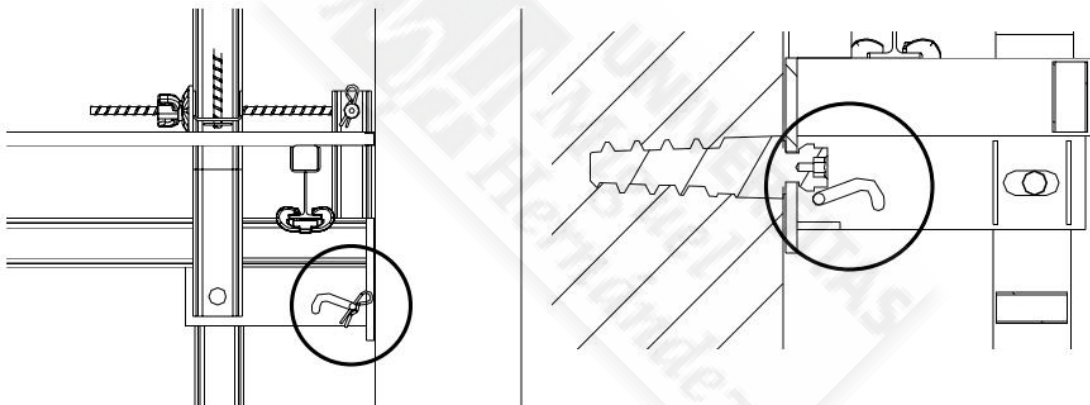
Seguro antidesmontaje

Por el efecto del viento sobre la planchada la consola podría soltarse del oviño o del cono.
Para evitarlo la consola de trepado incorpora un seguro.

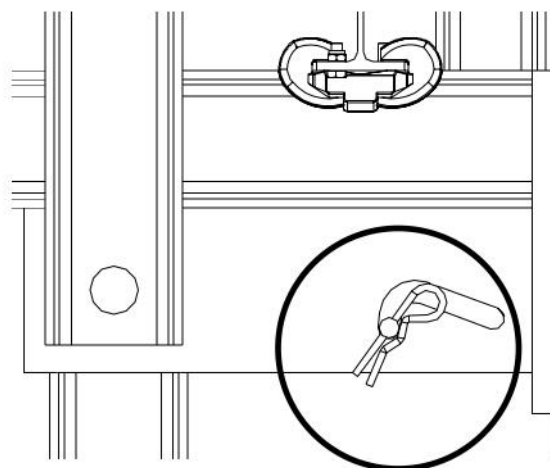


El pasador del seguro tiene dos posiciones:

Posición 1: cuando actúa como seguro, evita el desplazamiento vertical de la consola.



Posición 2: cuando manejamos la consola con la grúa



Posibles riesgos derivados de la manipulación del material	Medidas preventivas
Caídas de objetos por manipulación	Protección de la cabeza: Casco homologado
Pisadas sobre objetos	Protección en pies: Botas con punta y planta de acero.
Cortes en manos	Protección en manos: Guantes de protección
Proyecciones de fragmentos y partículas	Protección ocular cuando proceda
Desplome de objetos	Asegurar la correcta colocación de los elementos y la estabilidad del sistema.
Caídas de personas a diferente nivel	Barandillas de protección en perímetro y en huecos interiores. Instalar una superficie transitable segura.
Sobreesfuerzos	Atender a los levantamientos máximos de peso fijados por la OIT
Golpes por objetos o herramientas	Observar el estado del firme que se pisa y mantener las zonas de paso libres de obstáculos

En cuanto al mantenimiento, el equipo no permite ningún tipo de conservación especial más que la limpieza regular del hormigón adherido al mismo o el engrase de partes móviles.

En caso de rotura de algún componente de algún artículo del equipo o, en su caso, presencia de grietas u otras anomalías en soldaduras, uniones, alojamientos de bulones y, especialmente deformaciones en elementos sometidos a compresión, este artículo deberá ser desechado y considerado como inservible.

En el caso de pérdida de algún componente suelto para el que no sea necesaria la soldadura o deformación en frío para su reposición, deberá utilizarse un componente de idénticas características, tanto geométricas como mecánicas y de acabado, a las del componente extraviado.

Guía de control – Elementos constitutivos del sistema

#	Elementos y Descripción de los mismos. Acciones mediatas e inmediatas.		Responsable	Control
1	Trepado de guías	Antes de efectuar el trepado de las guías, se deberá dar aviso al encargado inmediato para excluir la zona de influencia ante la caída de materiales. El sector, se controlará mediante elementos de señalización o una persona visualizando el área para evitar la circulación de trabajadores dentro de la misma.		
2	Trepado de plataformas	Una vez asegurado el sistema de guías, se dará inicio al movimiento vertical de las plataformas (Previo control de elementos sueltos o potencialmente expuestos a caídas tanto en la plataforma a trepar como en las contiguas). Se colocará protección lateral (plataforma a trepar y contigua), previo al inicio de trepada. Al estar posicionada en el nivel deseado, el encargado Santiago Vargas, verificará todos los puntos que se detallan a continuación, para dar el liberado a uso		
3	Nivelación de plataformas	Esta tarea consiste en cubrir todos los vanos o libres entre plataformas fijas (Horizontal) y verticalmente el perímetro con la reja móvil + media sombra.		
4	Protección vertical			
4.1	Protecciones Laterales	Las protecciones laterales (Protección a las personas), se mantendrán siempre al mismo nivel.		Control diario
4.2	Media Sombras	Elemento de seguridad colectiva, para prevenir proyección de partículas y/u objetos que puedan volar fuera de la plataforma.		Control diario
4.3	Rodapiés	Elemento de contención contra la caída de objetos (Rodados o golpeados accidentalmente con los pies).		Control diario
4.4	Estanterías	Elementos de contención y acopios de materiales constitutivos a la plataforma, sistemas de encofrado, etc.).		Control diario
5	Protección vertical			
5.1	Medias sombras	Idem anterior 4.2		Control diario
5.2	Rodapiés	Idem anterior 4.3		Control diario
5.3	Sistemas de anclajes a rejas fijas	Grampas de fijación, a complementos perimetrales (Rejas cubre intersticios).		Control diario
6	Protección horizontal			
6.1	Solado Fijo	Revestimiento de madera continuo/uniforme. Multilaminado fenólico.		Control Diario
6.2	Bisagras	Relevamiento y acondicionamiento de elementos pivotantes. Fijación de las mismas, mediante tornillos para madera / Bulones pasantes con tuercas y doble arandelas. (Se reemplazarán los tornillos Parker por otro medio de fijación más efectivo). Se tomara como acción Inmediata, la colocación de medios efectivos tales a los descritos.		Inmediato
6.3	Solado móvil	Se resaltarán de colores vivos (Señal cognitiva), propios para elementos complementarios. Se tomara acción Inmediata para diferenciar los paños móviles de los fijos.		Inmediato
6.4	Fijación/Traba de Seguridad	Se dispondrá de un medio efectivo como reaseguro en el extremo opuesto a las bisagras para fijar las mismas a un punto independiente. Evitando así, que solo dependan de las bisagras. Se tomara acción Inmediata para proteger, doblemente las tapas móviles del solado.		Inmediato
6.5	Babeta de contención	Se dispone de un medio efectivo de control contra caída de objetos menores, flexible que copia la forma del edificio (Goma). Se acondicionarán uniformemente en toda la plataforma.		Mediano Plazo

5.5 Medidas preventivas

Además de las recomendaciones de seguridad del fabricante y de los Técnicos de la empresa suministradora, es necesario reflejar en el Plan de Seguridad de la obra una descripción del sistema y definir un procedimiento de trabajo seguro en el que en cada proceso se indique las protecciones colectivas e individuales a utilizar.

En esta obra se ha realizado un anexo al Plan de Seguridad únicamente para indicar estos procedimientos. También se ha incrementado el nivel de seguridad respecto a las recomendaciones del fabricante, colocando más protecciones colectivas de las indicadas.

En el anexo se contemplan los trabajos a realizar en el montaje de los elementos de encofrados verticales mediante trepas, adjuntando el manual de montaje, utilización, desmontaje y mantenimiento del sistema de trepado.

Las medidas de prevención, evaluación de riesgos, así como medidas preventivas para ejecutar estos trabajos (trabajos que se realizarán utilizando andamios, plataforma elevadora de tijera, grúa torre, medios auxiliares, así como trabajos de soldadura) se encuentran documentadas en el Plan de Seguridad y Salud aprobado por la Coordinación de Seguridad y Salud de la obra.

Para el montaje de los encofrados se han seguido las indicaciones de los manuales de instrucciones, y las indicaciones de los técnicos comerciales del fabricante, así como en el anexo realizado para esta obra.

Según indicaciones del fabricante, y en referencia al estado del material, la justificación sobre el estado óptimo del mismo, se realiza mediante el Documento de Trazabilidad del fabricante del material, el cual estará en obra con copia de los albaranes correspondientes, ya que el propio fabricante considera a través de dicho documento que el material entregado está en perfecto estado para su correcto uso.

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

Nº pedido / obra:

Obra:

Cliente:

Representante:

Declaramos que el material objeto del envío arriba especificado, cumplirá con los requisitos de calidad estipulados en los estándares de la empresa.

Dichos estándares establecen los defectos rechazables del material, por método de verificación y aseguramiento por muestreo aleatorio.

Esta verificación se entiende para entrega inicial, sin valor ni responsabilidad ante la reutilización del mismo en el transcurso de la obra

Coordinador de Aseguramiento de la Calidad



(se han ocultado los datos de la obra y de los responsables de la firma)

El acceso a las consolas de trabajo se realizará desde el forjado correspondiente, tal y como se detalla en los planos, creándose un paso seguro en cada ocasión.

Se seguirá en todo momento las indicaciones dadas en el manual de montaje y en el anexo, no improvisando ninguna solución. En caso de adaptar soluciones distintas a las indicadas tendrán que ser validadas por el fabricante previo a su utilización.

Se ha realizado una charla informativa por parte del fabricante del sistema de trepado a los operarios encargados del montaje y utilización.

**CHARLA EXPLICATIVA-FORMATIVA EN BASE AL MANUAL
DE MONTAJE DEL SISTEMA DE TREPADO DE MUROS
NO SE INCLUYEN PROCEDIMIENTOS DE PREVENCION.**

Cliente:
Obra: Torre
Persona de Contacto:

Por la presente informamos que el personal abajo mencionado de la empresa también mencionadas ha recibido una charla explicativa-formativa (sin incluir procedimientos de prevención), sobre la secuencia correcta para el montaje de los muros trepados de acuerdo con los manuales de utilización y uso de dicho sistema, Así como también se ha hecho entrega de los manuales de montaje pertinentes.

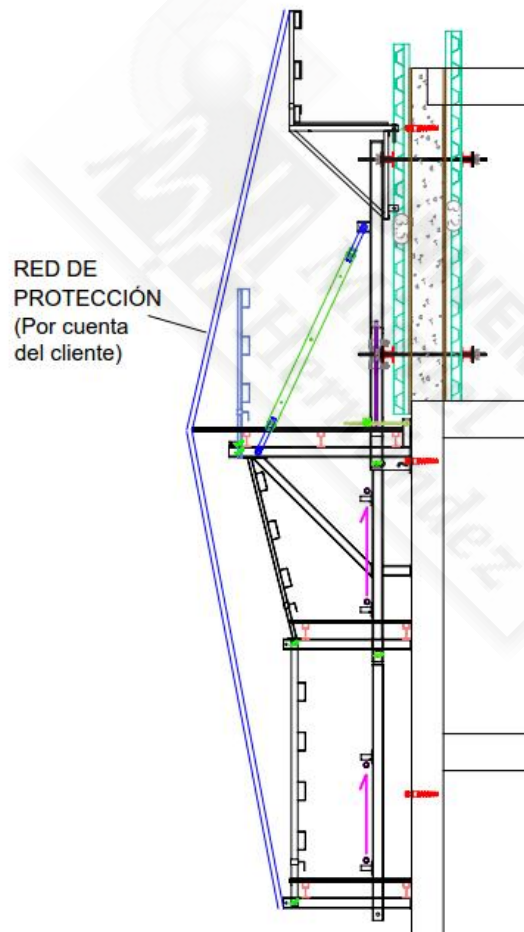
Durante el día 24 de ...febrero..... de 2015 en la obra arriba mencionada, sita en Calpe.

Una vez el trabajador se encuentre en la consola de trabajo, se hará uso de arnés de seguridad anclado a punto fijo o línea de vida, siempre que exista riesgo de caída a distinto nivel.

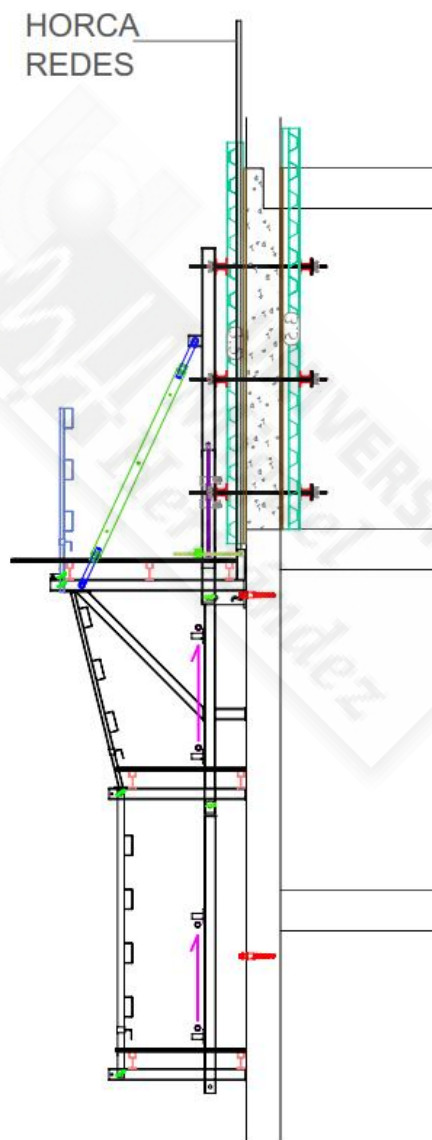
Los trabajos se supervisarán por el Recurso Preventivo de la obra, en el presente caso el Recurso Preventivo de estos trabajos, además del encargado de obra, la subcontrata nombrará a un responsable de ejecución de dichos trabajos por parte de la empresa subcontratada.

En caso de realizar trabajos puntuales desde escalera de mano, esta estará sujeta desde abajo por un trabajador para evitar deslizamientos de la escalera y el trabajador hará uso del arnés de seguridad anclado a punto fijo de manera obligatoria. Además previo a la realización de este tipo de trabajos se colocará una red de seguridad tal y como se indica en el Anexo al Manual de Instrucciones.

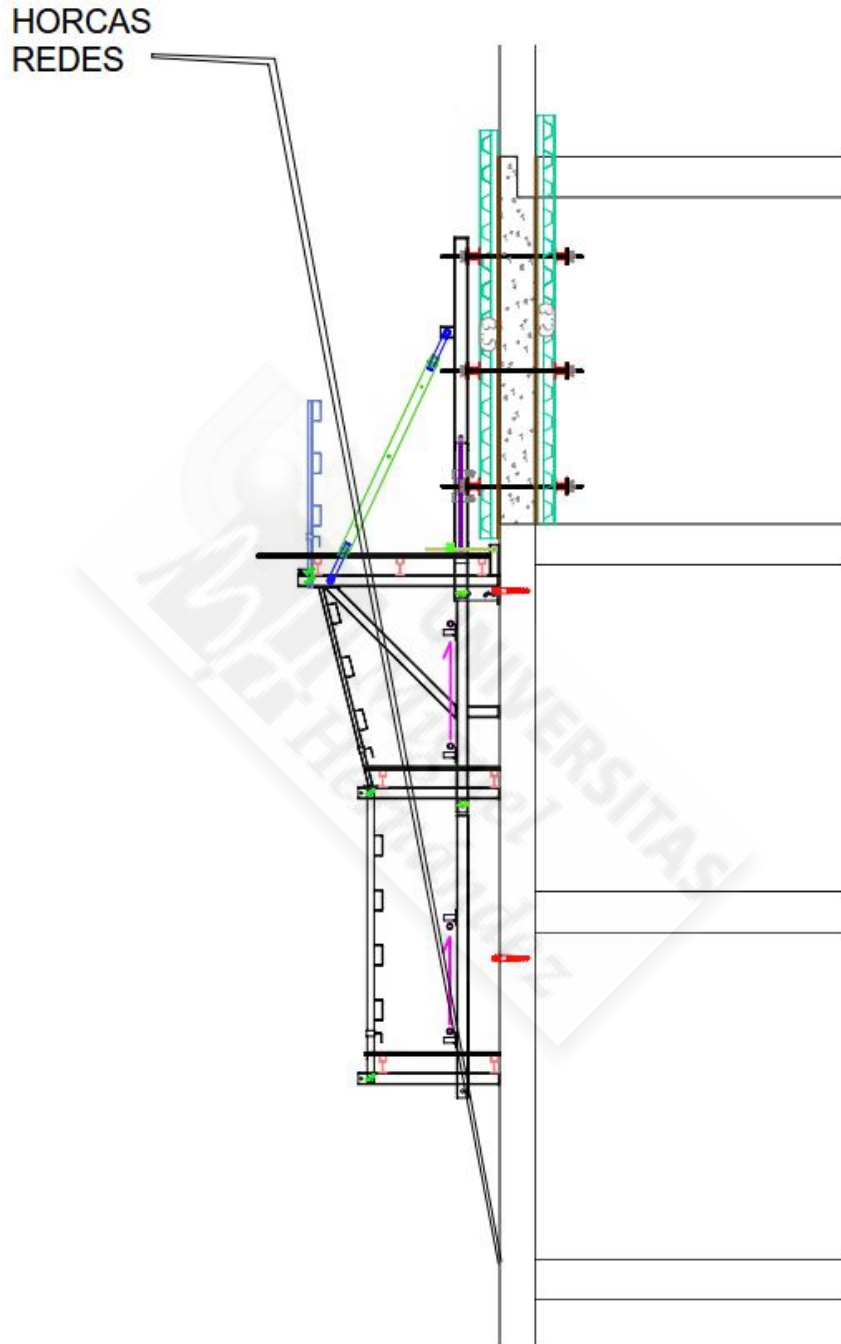
Para aumentar el nivel de seguridad se han colocado redes (por cuenta del cliente). Para ello se han colocado dos consolas de trabajo en la parte superior del encofrado de tal manera que facilite la colocación de la misma



Por seguridad se recomienda proteger el exterior de la trepa con redes, para ello se han colocado unas horcas en el encofrado de muro entre las correas y las riostras horizontales de tal manera que facilitan la colocación de la misma y no influyen en el correcto funcionamiento del conjunto trepado, siempre y cuando durante la manipulación de las redes la trepa esté convenientemente colocada y asegurada según manual de montaje.



También se han colocado unas horcas en los fojados inferiores pasando a través de las plataformas de trabajo de las trepas..





Medidas preventivas frente a riesgos específicos

Caída a distinto nivel al transitar por las plataformas de los encofrados:

- Los huecos existentes entre plataformas de los encofrados, se tapan mediante tablonos, pasarelas o soluciones de igual eficacia.
- El trepado de los sistemas se realizará sin la permanencia de personal en ellos.
- El retranqueo de los encofrados, se realizará sin personal sobre las plataformas.
- Cuando se realicen labores de guiado del sistema de trepa, desde las plataformas de los sistemas contiguos, los trabajadores que desarrollen estas labores, permanecerán amarrados a un punto de resistencia suficiente en todo momento.
- El acceso a los sistemas de trepa se realizará por el medio destinado a tal fin, que dispondrá de un sistema de protección colectiva según indica la normativa de referencia.
- Las trampillas de acceso entre las plataformas del sistema de trepa permanecerán cerradas en todo momento, excepto cuando se transite por ellas.
- El acceso a las plataformas se realizará con una escalera de andamio o solución equivalente o escalera de mano (UNE EN-131) si la altura hasta el nivel a subir es menor de 4 metros
- Las plataformas de trabajo contarán con las barandillas reglamentarias y estarán conformes con la especificación de los fabricantes. Si esta protección colectiva no es suficiente y existe riesgo de caída a distinto nivel (en las plataformas u otros puntos de trabajo de los sistemas trepantes) se utilizarán Equipos de Protección Individual tipo arnés certificados acordes al trabajo a realizar y anclados.
- Si las labores de montaje y desmontaje de las barras roscadas no se pueden realizar desde las plataformas del sistema, se utilizarán medios auxiliares reglamentarios, no trepando por el encofrado.
- Los operarios nunca deberán permanecer sobre las plataformas de trabajo de las consolas cuando estas estén elevándose con la grúa.

Caídas al mismo nivel por resbalones de derrames de desencofrado o tropiezo con material.

- Se limpiará de inmediato cualquier derrame de cualquier producto que pueda producir resbalones.
- No se accederá a las plataformas, si por condiciones climáticas existe hielo en ellas, hay regímenes de vientos superiores a los recomendados por los fabricantes o exista nieve en ellas.
- Se mantendrá el material indispensable para las labores de encofrado y desencofrado, disponiendo de recipientes donde depositar o recoger estos.
- El área de trabajo se mantendrá libre de obstáculos previendo con anterioridad las zonas destinadas para el acopio.

Caída de objetos desprendidos en las operaciones de trepado:

- Se asegurará de la no existencia, en las plataformas, de ningún elemento susceptible a caer, antes de la realización de las labores de trepado. En ningún caso se sobrecargarán las plataformas de trabajo, manteniendo en las mismas los elementos necesarios para realizar el trabajo con fluidez.
- No se trabajará simultáneamente en la vertical de las plataformas del sistema de trepado.
- Si es imposible acotar la zona de los trabajos, se cubrirán las plataformas de trabajo con redes.
- La colocación, montaje de los conjuntos se realizarán siguiendo procedimientos de trabajo seguros.
- No se dejará de sujetar el paño con el equipo mecánico de elevación de cargas, hasta asegurarse el mantenimiento de la verticalidad del mismo.
- No se dejará de sujetar la plataforma por medios mecánicos de elevación de cargas hasta asegurarse la correcta unión y/o anclaje.

Caída de objetos por desplome o derrumbamiento:

- Al posicionar los paños en el sistema de trepado, no se dejará de sujetar estos con la grúa hasta unir los elementos estabilizadores con la consola.
- No se dejará de sujetar con la grúa el sistema de trepa, hasta asegurarse que se han posicionado los elementos que impiden su salida.
- Antes de acceder a las plataformas se asegurará la correcta colocación y estabilidad de las mismas.
- No se colocará un nuevo conjunto en el punto de puesta hasta haberse asegurado el correcto amarre del anterior conjunto.
- No se dejará ningún elemento semimontado.
- Los sistemas de trepado y encofrados serán revisados antes de cada colocación.
- Antes de trepar es aconsejable verificar la resistencia del hormigón. Esta resistencia deberá ser acorde con las recomendaciones de los fabricantes.
- Utilizar conos de trepado, accesorios y complementos recomendados por los fabricantes.

Atrapamientos por o entre objetos al aproximar los paños al hormigón de solape:

- Se prestará especial precaución en estas labores, no posicionando ninguna extremidad entre el hormigón y el paño y asegurándose de la no existencia de personal entre los paños. Además, si no se tiene precaución en estas labores, se puede dar lugar a un pretensado del sistema de trepa y doblar el husillo/tornapuntas de vela.
- Los engranajes, cremalleras, etc. del sistema de retranqueo/carro de desplazamiento, estarán protegidos por carcasa o solución análoga, que impida el acceso a los mismos.
- En consolas dotadas con posibilidad de retranqueo del encofrado debe bloquearse el carro para impedir que un golpe de viento lo desplace y atrape a los trabajadores situados entre éste y el muro

5.6 Conclusiones

El cumplimiento de las recomendaciones de seguridad indicadas por los fabricantes, unido a los complementos que puedan indicarse en el Plan de seguridad de cada obra, es fundamental para evitar accidentes.

Como norma general, con este tipo de prácticas, se puede lograr reducir totalmente el riesgo de caídas. Tanto de personas como de objetos, dado que llevando a cabo un control exhaustivo y rutinario en los puntos antes mencionados, se puede obtener un nivel de seguridad muy alto.

Como conclusión al presente trabajo, se puede indicar, que independientemente de la homologación o industrialización de los sistemas de encofrados trepantes, siempre hay que trabajar sobre los mismos para obtener las mejores soluciones.

Se debe dar prioridad a la Seguridad en el Trabajo y aplicar el conjunto de conocimientos técnicos para localizar, evaluar, controlar y prevenir las causas de los Riesgos en el Trabajo a que están expuestos los trabajadores con el motivo de su actividad laboral

6- Bibliografía

- Requisitos de seguridad de los sistemas de anclaje de consolas trepantes de encofrado para la ejecución de muros de gran altura. Juan Carlos Castellanos Alba. Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball INVASSAT
- Encofrado vertical. Sistemas trepantes (I). Notas Técnicas de Prevención 836. José M^a Tamborero del Pino. CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO
- Encofrado vertical. Sistemas trepantes (II). Notas Técnicas de Prevención 837. José M^a Tamborero del Pino. CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO
- Diseño y utilización de Cimbras. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
- Manual de encofrados modulares. ULMA
- Guía práctica de encofrados. OSLAN. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales
- Medidas complementarias para los Sistemas de Encofrados. Ricardo Raúl Lopez. CRIBA S.A.
- Sistema de Trepado STP, manual de montaje, utilización, desmontaje y mantenimiento de STEN

7- Agradecimientos

Agradecer principalmente a mi Tutor y Director del trabajo Don Mariano Naharo Alarcón por su ayuda y colaboración.

Agradecer también a las empresas que intervienen en la obra (Promotora y Constructora) objeto del caso práctico de este Trabajo final de Master, por permitirme realizarlo utilizando datos e imágenes de la construcción del edificio.

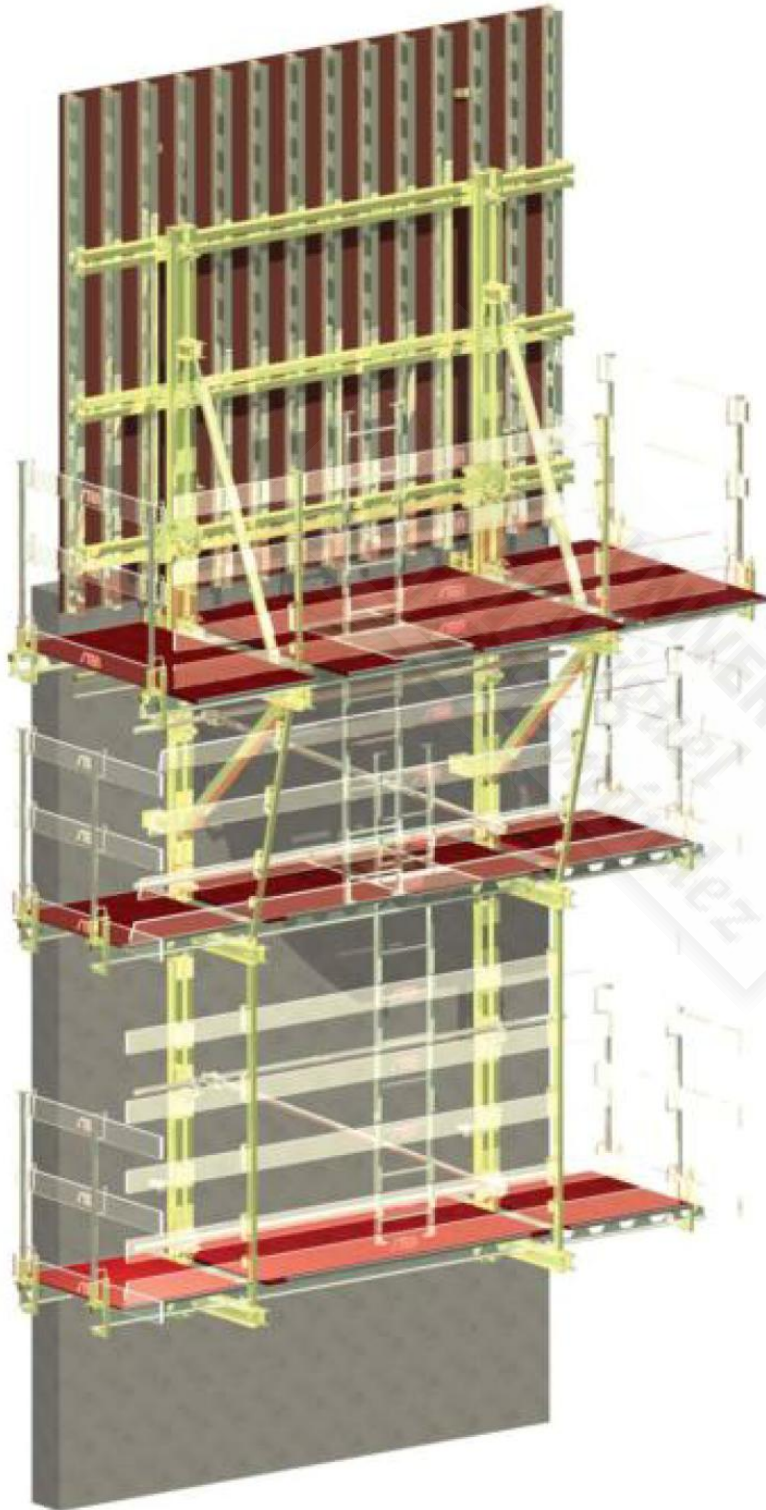
8- Documentos Anejos

- Anejo 1. Cuadro completo de elementos y componentes del sistema
- Anejo 2. Documentación relativa al replanteo del sistema para la obra estudiada

Anejo 1.

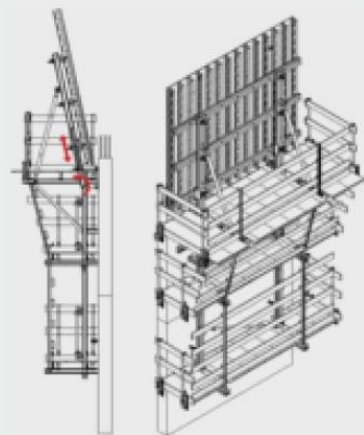
Cuadro completo de elementos y componentes del sistema

Sistema Trepado



El sistema de trepado STP es un conjunto de piezas que, con el sistema de encofrado adecuado, tiene como objetivo la obtención de muros a grandes alturas. El procedimiento se basa en la realización del muro mediante la construcción de diferentes tramos en altura, usando la parte de muro construida y curada como base para el encofrado del tramo superior.

Además de constituir un punto de apoyo para el encofrado superior, permite la obtención de una superficie de trabajo razonablemente amplia. Esta superficie es útil para realizar las operaciones necesarias sobre el encofrado.

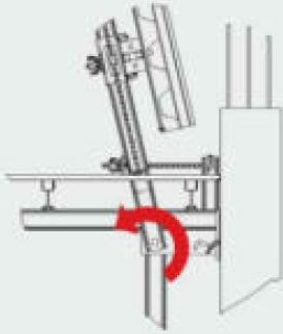


Seguridad y calidad de ejecución

Facilita la construcción de encofrados a gran altura.

El encofrado va unido al sistema de trepado y se mueve todo en una sola operación.

El encofrado puede pivotar respecto la consola y retirarse del muro.

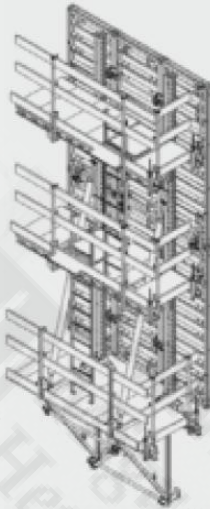


Evita grandes montajes para alcanzar alturas considerables.

Permite el ajuste fino de la altura del encofrado respecto el muro hormigonado. Facilita el uso de berenjenos.

Sistemas de protección perimetral total en todas las plataformas de trabajo.

Uso de plataformas intermedias de recuperación para poder acceder de una manera segura de una plataforma a otra.



Con el tirante de estanqueidad se minimizan las coqueras en la parte inferior del muro.

Permite disponer de una superficie de trabajo con un perímetro cerrado de seguridad, sea cual sea la altura.



Sistema de anclaje recuperable

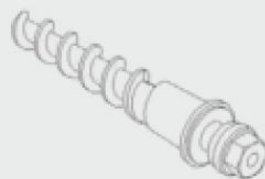
Sistema de anclaje seguro y fiable además de ser recuperable.

Sistema de planchada seguro y fácil de montar que da rigidez al conjunto.

Permite la utilización del sistema de trepado para muros a partir de 200mm de espesor, con el cono recuperable D46 STP.



Para espesores de muro superiores a 300 mm se emplea el Ovillo con cono recuperable D65 STP.



Accesorios compatibles

Accesorios de sistema trepado STR compatibles.

Encofrado de Muro

El encofrado se puede realizar tanto con Muro de Velas como con paneles de Muro STENform

Mástil STP o Riostras Verticales

Elementos de unión entre el encofrado y la consola de trepado

Adaptador Riostra-Tensor

Permite unir el conjunto tensor STP a una riostra.



Tensor STP

Soportan los esfuerzos de tracción y compresión. Permiten aplomar el encofrado y posicionarlo a la inclinación deseada.

Consola de Trepado STP

Consola que permite anclarse al muro ejecutado y sobre la que se colocan todos los componentes necesarios que habilitarán el montaje del encofrado en las fases de trepado.




Componentes del Sistema

En las siguientes tablas se muestra los componentes que forman parte del sistema de trepado STP.


Tomando por modelo un sistema de trepado completo de dos consolas de trepado, con consola de recuperación, planchada y arriostrado, se hace una repercusión teórica sin tener en cuenta los elementos que dependen de la separación entre consolas. Se ha tenido en cuenta la repercusión tanto para un nivel de recuperación como para un segundo nivel de recuperación.


Cuerpo + Mástil o Riostra


	Código	Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74433	Consola de trepado STP	165,60	2


	Código	Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74436	Mástil 3 m STP	102,20	2
	74437	Mástil 6 m STP	169,10	2


	Código	Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	40131	Riostra 4 m con agujeros	85,00	2
	40132	Riostra 3 m con agujeros	64,50	2
	40133	Riostra 2 m con agujeros	43,60	2
	40134	Riostra 1,5 m con agujeros	33,30	2
	40135	Riostra 0,5 m con agujeros	12,70	2
	40136	Riostra 1 m con agujeros	22,90	2


	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74434 Conjunto tensor 2000 2400mm Ø80	23,10	2*
	74435 Conjunto tensor 3500 3900mm Ø100	41,20	2*


	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74438 Consola de recuperación STP	85,00	A

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74439 Conjunto montante guardacuerpos CR STP	13,00	A





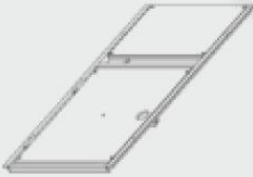

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	78011 Adaptador riostra-consola STP	12,50	2**

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	78014 Adaptador riostra-tensor	3,50	2**

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	41030 Bulón O.C. Ø30	0,70	B+2***


	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	60011 Pasador forma "R" 107x5 DIN 17223	0,03	B+2**


Cuerpo + Mástil o Riostra


	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	73079 Tornillo M20x60 DIN 933	0,20	4**/C
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	73080 Tuerca M20 DIN 934	0,06	4**/C
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	73081 Arandela M20	0,02	D
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74621 Refuerzo unión entre riostras	4,26	****
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74999 Trampilla acceso consolas STP/STR/STB/ST	12,26	1 por nivel de trabajo
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	38404 Escalera acceso trepa STP/STR/ST	16,04	1 por cada nivel al que se quiera acceder

A	1 nivel recuperación	2 uds.
	2 niveles recuperación	4 uds.
B	1 nivel recuperación	8 uds.
	2 niveles recuperación	10 uds.
C	Unión entre 2 riostras	2 uds.
D	Unión entre 2 riostras	4 uds.


Consola de trabajo ST


	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	10643 Consola de trabajo ST	22,80	2


	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	41030 Bulón O.C. Ø30	0,7	2

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	60011 Pasador forma "R" 107x5 DIN 17223	0,03	2




Unión mástil o riostra - Panel encofrado O.C.

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	10750 Tuerca mariposa D17	0,40	4 por riostra horizontal utilizada +2 (tirante)

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	10614 Barra DWG D15/D17 0.50 m.	0,52	2 por riostra horizontal utilizada

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	10700 Pletina nerviada D17	1,33	4 por riostra horizontal utilizada +2 (tirante)


Unión mástil o riostra - Encofrado paneles de muro


	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	10750 Tuerca mariposa D17	0,40	E + F
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	10700 Pletina nerviada D17	1,33	E + F
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	72435 Anclaje múltiple STENcomplet	1,00	E
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74440 Enganche panel mástil STP	1,90	F
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	60011 Pasador forma "R" 107x5 DIN 17223	0,032	E + 2**
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	41030 Bulón O.C. Ø30	0,70	E + 2**
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	14338 Conjunto ascensor STR	5,05	2*
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74441 Soporte inferior panel mástil STP	6,40	2


	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	40131 Riostra 4 m con agujeros	85,00	2
	40132 Riostra 3 m con agujeros	64,50	2
	40133 Riostra 2 m con agujeros	43,60	2
	40134 Riostra 1,5 m con agujeros	33,30	2
	40135 Riostra 0,5 m con agujeros	12,70	2
	40136 Riostra 1 m con agujeros	22,90	2


E	2 uds. por riostra horizontal	
F	Panel vertical	Con riostra horizontal 3 uds. por riostra horizontal
		Sin riostra horizontal 6 uds.
	Panel horizontal	4 uds. por riostra horizontal


Anclaje al muro espesor $30 \geq \text{cm}$

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74442 U anclaje Ovillo contra fenólico STP	0,317	2

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74443 Ovillo con cono recuperable D65 STP	2,30	6






	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74536 Cáncamo DIN 580 M16	0,20	2

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74535 Grillete LIRA DIN 82016 Pasador 16 mm	0,60	2

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74456 Tornillo M16x40 DIN 931 - 8.8 ZB	0,05	2


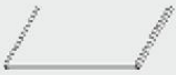

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	64443 Llave fija 36 DIN 894	-	Enviar 2 por obra

20 cm < Anclaje muro ≤ 30 cm

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	78010 Cono recuperable D46 STP	1,40	6
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	10756 Anclaje pie perdido D20/23	1,00	6
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	77247 Arandela M30 DIN 126	0,05	2/6*
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	73728 Tuerca M30 DIN 934	0,20	2
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	74535 Grillete LIRA DIN 82016 Pasador 16 mm	0,60	2

* En caso de utilizar fenólico de 15 mm.

Planchada

	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	40015 Correa 1,50 m. O.C.	16,78	G
	40020 Correa 2,00 m. O.C.	22,37	
	40030 Correa 3,00 m. O.C.	33,50	
	40035 Correa 3,50 m. O.C.	44,00	
40050 Correa 5,00 m. O.C.	56,00		
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	8017 Tablero 1,145 m.	9,27	Planchada C. recuperación
	Código Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
	8020 Tablero seguridad 1,97 m A R-3	14,50	Planchada C. trepado
G			
1 nivel recuperación	5 uds. consola trepado		
	2 uds. consola recuperación		
2 niveles recuperación	5 uds. consola trepado		
	4 uds. consola recuperación		

Arriostrado

Código	Denominación	Longitud (m.)	Peso (Kg.)	Repercusión
33522	Tubo Ø 48x3x0,5 m	0,50	1,60	Depende de la separación entre consolas
33527	Tubo Ø 48x3x1 m	1,00	3,35	
33521	Tubo Ø 48x3x1,2 m	1,20	4,02	
33524	Tubo Ø 48x3x1,5 m	1,50	5,00	
33520	Tubo Ø 48x3x2 m	2,00	6,70	
33525	Tubo Ø 48x3x2,5 m	2,50	8,40	(consola recuperación y trepado)
33523	Tubo Ø 48x3x3 m	3,00	10,00	
33526	Tubo Ø 48x3x3,5 m	3,50	11,80	
33528	Tubo Ø 48x3x4 m	4,00	13,40	
33529	Tubo Ø 48x3x5 m	5,00	16,75	
32501	Brida giratoria 48x48	-	1,40	I
32500	Brida fija 48x48	-	1,00	I

H	1 nivel recuperación	4 tubos horizontales 2 tubos diagonales
	2 niveles recuperación	6 tubos horizontales 3 tubos diagonales
I	1 nivel recuperación	4 uds. brida giratoria 8 uds. brida fija
	2 niveles recuperación	6 uds. brida giratoria 12 uds. brida fija

Seguridad

Código	Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
9420	Montante Guardacuerpos	2,70	J

Código	Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
9421	Barandilla Guardacuerpos	5,00	Variable

Código	Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
37817	Mordaza seguridad montante guardacuerpos STENgirders**	6,90	J

Código	Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
9432	Mordaza seguridad reticular **	4,00	J

Código	Denominación	Peso (Kg.)	Repercusión
9433	Rodapié reticular STEN	6,50	Variable.

J	1 nivel recuperación	8 uds. consola trepado 4 uds. consola recuperación
	2 niveles recuperación	8 uds. consola trepado 8 uds. consola recuperación

Anejo 2.

Documentación relativa al replanteo del sistema para la obra estudiada

