



OSALAN

Laneko Segurtasun eta Osasunerako Euskal Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

GUÍA PRÁCTICA DE ENCOFRADOS

Erakunde autonomiaduna
Organismo autónomo del



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

Justizia, Lan eta
Gizarte Segurantzza Saila
Departamento de Justicia,
Empleo y Seguridad Social

GUÍA PRÁCTICA DE ENCOFRADOS



OSALAN

*Laneko Segurtasun eta
Osasunerako Euskal Erakundea*

Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales

Erakunde autonomiaduna

EUSKO JAURLARITZA

Justizia, Lan eta
Gizarte Segurantzza Saila



Organismo Autónomo del

GOBIERNO VASCO

Departamento de Justicia,
Empleo y Seguridad Social

Edición: 1ª mayo 2007

Tirada 2.000 ejemplares

© OSALAN. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales
Organismo Autónomo del Gobierno Vasco

Internet: www.osalan.net

Edita: OSALAN. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales
Cº de la Dinamita, s/n, 48903 Cruces-Barakaldo (Bizkaia)

Diseño de portada: HELVETICA PUBLICIDAD S.L.

Fotocomposición: HELVETICA PUBLICIDAD S.L.

Impresión: GERTU KOMUNIKAZIO BIDE S.L.

ISBN: 978-84-95859-41-9

D.L: SS-606-2007

NOTA: Existe un libro equivalente en euskera cuyo título es “Enkofratuaren gidaliburu praktikoa”.

El grupo de trabajo que ha participado en la elaboración de esta GUÍA está integrado por los siguientes miembros:

OSALAN

D. Vicente Camarero Gutiérrez
D. Ramón Verastegui Cobián
D. Javier Puente Echaniz
D. Jaime Casla Giménez

CENTRO TERRITORIAL DE ALAVA
CENTRO TERRITORIAL DE ALAVA
CENTRO TERRITORIAL DE BIZKAIA
CENTRO TERRITORIAL DE GIPUZKOA

EMPRESAS PARTICIPANTES

D. Jesús Jaime Ruiz Antón
D. Fernando Bastida Yarza
D. Javier Tuñón Rama
D. Pablo García García
D. Daniel Pérez Ruiz
Dña. Ana López Crespo
D. César Palacio Rocillo
D. Jacint Bassols Servitje
D. Santiago Regueira Izaguirre
D. Javier Porrás Vilumbreres
Dña. Begoña Trio Maseda
D. Gonzalo Olea Vázquez
D. David Cutanda González
D. Fernando Leal Alvarez
D. Heriberto Zubia Uribeetxebarria

ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A.
ALTUNA Y URIA, S.A.
BRUES Y FERNANDEZ CONSTRUCCIONES, S.A.
CORSAN CORVIAM CONSTRUCCION, S.A.
DRAGADOS, S.A.-EDIFICACIÓN
DRAGADOS, S.A.-OBRA CIVIL
DRAGADOS, S.A.-OBRA CIVIL
ENCOFRADOS J. ALSINA, S.A.
F.C.C. CONSTRUCCIÓN, S.A.
GRUPO ESTEBAN LIZARRAGA
LANBIDE EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A.
OHL, OBRASCON HUARTE LAIN, S.A.
PERI, S.A.
R.V.U. CONSTRUCCIONES
ULMA CONSTRUCCION, SDAD. COOP.

Igualmente se agradece a cuantas empresas y técnicos han colaborado puntualmente en la elaboración de esta GUÍA y no han sido reflejados con anterioridad.

PRESENTACIÓN

Dentro del proceso constructivo, tanto en edificación como en obra civil, la fase de ejecución de la estructura supone en plazo, inversión y recursos, una partida importante del total de la obra.

Los riesgos y las medidas preventivas asociadas a las tareas de encofrado, al realizarse generalmente en altura y sobre plataformas de trabajo provisionales, unido a las particulares condiciones de trabajo, han sido el objeto de esta GUÍA, ante la inquietud que dentro de la actividad de construcción genera este tipo de trabajo. Las estadísticas del sector así lo señalan.

OSALAN-Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laboral, tiene entre sus funciones el asesoramiento, colaboración, cooperación e impulso de cuantos temas y trabajos redunden en beneficio de la Seguridad y Salud Laboral. Dentro de dicha acción se encuentra la presente GUÍA.

En el proyecto de encofrados, a fin de dar a conocer los sistemas y procedimientos de trabajo, han colaborado Técnicos de OSALAN, Técnicos de empresas fabricantes de equipos, Técnicos de Prevención y Jefes de obra de empresas constructoras.

En esta guía se han intentado reflejar en profundidad los riesgos que pueden darse en las fases sucesivas del proceso (encofrado, ferrallado, hormigonado), en las previas y posteriores al mismo (acopios y retirada de materiales) así como las diferentes medidas preventivas a tomar a los riesgos anteriormente señalados.

No se pretende con esta guía dar la solución a un problema concreto, ni soluciones novedosas, esperamos que sirva de consulta/orientación a la hora de adoptar soluciones frente a los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

Ignacio Murguía Mañas
Director General de OSALAN

ÍNDICE

| | Pag. |
|--|------|
| PARTE COMÚN | 15 |
| 1. Objeto | 15 |
| 2. Consideraciones Generales | 15 |
| 2.1. Definiciones | 15 |
| 2.1.1. Generales | |
| 2.1.2. Riesgos | |
| 2.1.3. Simbología | |
| 2.2. Planteamientos Previos | 18 |
| 2.2.1. En Proyecto | |
| 2.2.2. Cualificación del personal de montaje | |
| 2.2.3. Entorno de la obra | |
| 2.2.4. Llegada a obra. Acopio | |
| 2.2.5. Retirada de materiales de obra | |
| ENCOFRADOS HORIZONTALES | 35 |
| 3. Encofrados horizontales: Tipos de estructuras | 35 |
| 3.1. Forjados Unidireccionales | 46 |
| 3.1.1. Operaciones que se realizan | |
| 3.1.2. Identificación de riesgos y medidas preventivas | |
| 3.2. Forjados Bidireccionales | 61 |
| 3.2.1. Operaciones que se realizan y fases | |
| 3.2.2. Identificación de riesgos y medidas preventivas | |
| 3.3. Losas | 71 |
| 3.3.1. Operaciones que se realizan | |
| 3.3.2. Identificación de riesgos y medidas preventivas | |
| ENCOFRADOS VERTICALES | 83 |
| 4. Encofrados Verticales: Elementos y materiales | 83 |
| 4.1. Montaje del encofrado | 85 |
| 4.1.1. Definición | |
| 4.1.2. Medios auxiliares | |
| 4.1.3. Maquinaria y equipos | |
| 4.1.4. Riesgos y medidas preventivas | |
| 4.2. Armado | 93 |
| 4.2.1. Definición | |
| 4.2.2. Medios auxiliares | |
| 4.2.3. Maquinaria y equipos | |
| 4.2.4. Riesgos y medidas preventivas | |

| | |
|--|------------|
| 4.3. Hormigonado | 101 |
| 4.3.1. Definición | |
| 4.3.2. Medios auxiliares | |
| 4.3.3. Maquinaria y equipos | |
| 4.3.4. Riesgos y medidas preventivas | |
| 4.4. Desmontaje | 107 |
| 4.4.1. Definición | |
| 4.4.2. Medios auxiliares | |
| 4.4.3. Maquinaria y equipos | |
| 4.4.4. Riesgos y medidas preventivas | |
| ASPECTOS GENERALES | 117 |
| 5. Riesgos higiénicos y ergonómicos | 117 |
| 5.1. Riesgos higiénicos | |
| 5.2. Riesgos ergonómicos | |
| 6. Equipos de protección individual - EPIS | 119 |
| BIBLIOGRAFÍA | 123 |
| ANEXOS | 127 |
| Anexos de encofrados horizontales | 129 |
| Anexo I: Sistemas de encofrado ligero y mesas de encofrado | 133 |
| Anexo II: Sistema anticaídas de perchas | 153 |
| Anexos de encofrados verticales | 157 |
| Anexo III: Sistemas alternativos | 161 |
| Anexo IV: Encofrados trepantes | 165 |
| Anexo V: Encofrados autotrepantes | 177 |
| Anexo VI: Encofrados deslizantes | 193 |

PARTE COMÚN

PARTE COMÚN

| | |
|--|----|
| 1. Objeto | 15 |
| 2. Consideraciones Generales | 15 |
| 2.1. Definiciones | 15 |
| 2.1.1. Generales | |
| 2.1.2. Riesgos | |
| 2.1.3. Simbología | |
| 2.2. Planteamientos previos | 18 |
| 2.2.1. En Proyecto | |
| 2.2.2. Cualificación del personal de montaje | |
| 2.2.3. Entorno de la obra | |
| 2.2.4. Llegada a la obra. Acopio | |
| 2.2.5. Retirada de materiales de obra | |

1. OBJETO

El objeto de esta guía es identificar los riesgos que conllevan los diversos trabajos realizados en la ejecución de todo tipo de encofrados así como proponer posibles soluciones de cara a eliminar o minimizar las posibles situaciones de peligro. En ningún caso entra dentro de nuestro planteamiento realizar el capítulo del Estudio y/o Plan de Seguridad y Salud de la obra.

Está pensado y dirigido principalmente para el personal de obra y trata de ser sencillo, práctico y esquemático.

2. CONSIDERACIONES GENERALES

2.1. DEFINICIONES

2.1.1. GENERALES

Un **Forjado** es el elemento estructural horizontal que recibe directamente las acciones y las transmite a los elementos verticales de la estructura (pilares, muros y cimentación).

Pilar, pila, muro son elementos estructurales verticales que reciben las cargas de los elementos horizontales y las transmiten a cotas inferiores y en última instancia a través de la cimentación al suelo.

Un **Encofrado** es un molde para contener el hormigón, generalmente armado, de una estructura ejecutada in situ. Debe ser:

- Resistente a las cargas.
- Indeflexible a las presiones del hormigón.
- Estanco, evitando pérdidas apreciables de lechada o mortero.

Los encofrados horizontales de estructuras suelen estar sustentados mediante apeos o cimbras, estructuras verticales provisionales que deben soportar las cargas tanto horizontales como verticales del encofrado hasta que el fraguado del hormigón haya alcanzado su resistencia característica.

En el ámbito de las estructuras de hormigón armado es norma de obligado cumplimiento la “Instrucción de Hormigón Estructural” (EHE), aprobada por el R.D. 2.661/1.998 de 11 de diciembre. Lo relativo a encofrados aparece recogido en los artículos 65 y 75 de dicha instrucción. Existen asimismo como normativa de consulta las NTE – Estructuras que, salvo indicación expresa en el Pliego de Condiciones Técnicas del Proyecto, no son de obligado cumplimiento.

Según las características de las labores del encofrado cabe clasificarlos, aparte de los encofrados especiales, en dos grandes tipos:

- Los encofrados horizontales destinados a estructuras de vigas, forjados y losas
- Los encofrados verticales destinados a estructuras de muros, pilares, pilas, etc..

2.1.2. RIESGOS

Con el fin de unificar criterios, y previamente al análisis de los riesgos identificados para los trabajos objeto de este manual, se relacionan y describen los riesgos:

- **Caídas de personas a distinto nivel:** Incluye, tanto caídas de alturas (edificios, árboles, máquinas, vehículos, etc...), como en profundidades (puentes, excavaciones, aberturas de tierra, etc...).
- **Caídas de personas en el mismo nivel:** Incluye caídas en lugares de paso o superficies de trabajo y caídas sobre o contra objetos.
- **Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento:** El riesgo existe por la posibilidad de desplome o derrumbamiento de: estructuras elevadas, estanterías, pilas de materiales, tabiques, hundimiento de pisos por sobrecarga, y los hundimientos de masas de tierra, rocas en cortes o taludes, zanjas, etc.
- **Caída de objetos en manipulación:** Posibilidad de caída de objetos o materiales sobre un trabajador durante la ejecución de trabajos o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos, siempre que el accidentado sea la misma persona o a la cual le caiga el objeto que estaba manipulando.
- **Caída de objetos desprendidos:** Posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de su situación. Ejemplos: materiales en estanterías, piezas cerámicas en fachadas, lámparas y aparatos suspendidos, conductos, objetos y herramientas dejados en puntos elevados, barandillas sin rodapié sobre zonas de trabajo o de paso, etc.
- **Pisadas sobre objetos:** Riesgo de lesiones (torceduras, esguinces, pinchazos, etc.) por pisar o tropezar con objetos abandonados o irregularidades del suelo, sin producir caída. Ejemplos: herramientas, escombros, recortes, virutas metálicas, residuos, clavos, bordillos, desniveles, tubos, cables, etc.
- **Choques contra objetos inmóviles:** Considera al trabajador como parte dinámica, es decir, que interviene de forma directa y activa, golpeándose contra un objeto que no estaba en movimiento. Ejemplos: partes salientes de máquinas o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conductos a baja altura, etc.
- **Choques y contactos contra objetos móviles:** Posibilidad de recibir un golpe por partes móviles de maquinaria fija y objetos o materiales en manipulación o transporte. Ejemplos: órganos móviles de aparatos, brazos articulados, carros deslizantes, mecanismos de pistón, grúas, transporte de tabloneros, tubos, palets, etc.
- **Golpes y cortes por objetos o herramientas:** Posibilidad de lesión producida por objetos cortantes, punzantes o abrasivos, herramientas y útiles manuales, máquina herramienta, etc. Ejemplos: herramientas manuales, cuchillas, destornilladores, martillos, lijas, cepillos metálicos, muelas, aristas vivas, cristales, herramientas accionadas, ventiladores, taladros, tornos, sierras, cizallas, fresas, etc.

- **Proyección de fragmentos o partículas:** Riesgo de lesiones producidas por piezas, fragmentos o pequeñas partículas. Comprende los accidentes debidos a la proyección sobre el trabajador de partículas o fragmentos procedentes de una máquina o herramienta.
- **Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos:** Posibilidad de sufrir una lesión por atrapamiento o aplastamiento de cualquier parte del cuerpo por mecanismos de máquinas o entre objetos, piezas o materiales. Ejemplos: Engranajes, rodillos, correas de transmisión, árboles de transmisión, ruedas y turbinas, transportadores, mecanismos en movimiento, cadenas de arrastre, prensas, piezas pesadas, etc.
- **Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos:** Posibilidad de sufrir una lesión por atrapamiento o aplastamiento debido a vuelcos de tractores, vehículos y otras máquinas, quedando el trabajador atrapado por ellos.
- **Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos:** Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas y/o fatiga física al producirse un desequilibrio entre las exigencias de la tarea y la capacidad física del individuo. Ejemplos: Manejo de cargas a brazo, amasado, lijado manual, enyesadores, mecánicos de mantenimiento, trabajos en cadena, trabajos en asientos inadecuado, introducción de datos en ordenador, etc.
- **Exposición a temperaturas ambientales extremas:** Posibilidad de daño por permanencia en ambiente con calor o frío excesivo. Ejemplos: Hornos, calderas, fundiciones, túneles, cámaras frigoríficas, etc.
- **Contactos térmicos:** Riesgo de quemaduras por contacto con superficies o productos calientes o fríos. Ejemplos: Hornos, estufas, calderas, tuberías, escapes de vapor, líquidos calientes, llamas, sopletes, metales en fusión, resistencias eléctricas, gases licuados (nitrógenos, extintores de CO₂, etc.).
- **Contactos eléctricos:** Daños causados por descarga eléctrica al entrar en contacto con algún elemento sometido a tensión eléctrica. Ejemplos: Conexiones, cables y enchufes en mal estado, cuadros de mando, bornes, transformadores, receptores eléctricos, soldadura eléctrica, etc...
- **Exposición a sustancias nocivas:** Posibilidad de lesiones o afecciones producidas por la inhalación, contacto o ingestión de sustancias perjudiciales para la salud. Se incluyen las asfixias y ahogos.
- **Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas:** Posibilidad de lesiones producidas por contacto con sustancias agresivas o afecciones motivadas por presencia de éstas en el ambiente. Ejemplos: Ácidos, álcalis (sosa cáustica, cal viva, cemento, etc.), sales metálicas, sulfumán, etc.
- **Exposición a radiaciones:** Posibilidad de lesión o afección por la acción de radiaciones. Ejemplos: Rayos X, rayos gamma, rayos ultravioleta (soldadura, túneles de polimerización, cámaras de selección, etc.).

- **Explosiones:** Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o estallido de recipientes a presión. Ejemplos: Butano, propano, hidrógeno (carga de baterías eléctricas), disolventes, polvos, combustibles (serrín, harina, etc), materiales pirotécnicos, calderas, aerosoles, botellas de gases comprimidos, etc.

- **Incendios:** Accidentes producidos por efectos del fuego o sus consecuencias.

- **Daños causados por seres vivos:** Riesgo de lesiones o afecciones por la acción sobre el organismo de animales, contaminantes biológicos y otros seres vivos. Ejemplos: Coces, mordeduras de animales, picaduras de insectos, parásitos, bacterias, hongos, virus, etc.

- **Atropellos o golpes con vehículos:** Posibilidad de sufrir una lesión por golpe o atropello por un vehículo (perteneciente o no a la empresa) durante la jornada de trabajo. Incluye los accidentes de tráfico en horas de trabajo. Excluye los accidentes al ir o volver del trabajo. Ejemplos: Tractores, carretillas elevadoras, carros de transporte interior, dúmperes, palas excavadoras, grúas automotoras, vehículos en general.

2.1.3. SIMBOLOGÍA

Se han intentado ilustrar los riesgos a través de fotografías, en las que se emplea un código de símbolos para resaltar los aspectos más relevantes del apartado donde se encuentran ubicadas, independientemente que en las fotografías se pongan de manifiesto otras situaciones peligrosas:



Mano roja: situación inadecuada o incorrecta.



Mano amarilla: atención, situación mejorable...



Mano verde: situación adecuada o correcta.

2.2. PLANTEAMIENTOS PREVIOS

El Estudio/Plan de Seguridad y Salud elaborado para dicha obra habrá tenido presentes los riesgos relacionados con aspectos tales como:

- Entorno de la obra: Taludes, ríos, autopistas...
- Interferencias con servicios afectados (líneas eléctricas...)
- Previsión de accesos tanto en zona urbana como interurbana (solar o parcela).
- Situación de caminos de descarga.

- Definición de la tipología de forjado a emplear
- Ubicación y dimensionado de la zona de acopios: La horizontalidad y firmeza de este espacio es fundamental para evitar accidentes. El peso de las pilas engaña, al ser considerado un material ligero, y el material tubular tiene gran tendencia a rodar y por tanto es muy inestable

La recomendación de orden y limpieza debe quedar claramente especificada tanto en el Estudio como en el Plan de Seguridad y Salud.

Es vital para la prevención de riesgos en este tipo de trabajos analizar las interferencias que puedan existir entre los diferentes oficios y analizar profundamente el papel de la grúa y medios auxiliares en estos montajes.

La maquinaria utilizada, que se contempla en cada uno de los apartados, cumplirá con su propia normativa.

Los equipos de trabajo (maquinaria, medios auxiliares ...) se utilizarán y montarán de acuerdo a las instrucciones del fabricante, contando los operarios con la debida formación y en su caso con la correspondiente autorización de uso.

2.2.1. En Proyecto

La mayor parte de los accidentes pueden evitarse en fase de Proyecto. Es responsabilidad del Proyectista asegurar que en fase de redacción del Proyecto y del Estudio de Seguridad y Salud (básico o no) se defina la tipología de forjado, valorándose junto con la economía y velocidad de producción, los riesgos derivados de cada sistema de cimbra y encofrados, así como los medios de protección que cada uno requiere teniendo presentes los Principios de la Acción Preventiva establecidos en el Art. 15 de la Ley de prevención de Riesgos Laborales 31/1995 (Reformada por la Ley 54/2003), que son de obligado cumplimiento:

- a** - Evitar los riesgos.
- b** - Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- c** - Combatir los riesgos en su origen.
- d** - Adaptar el trabajo a la persona.
- e** - Tener en cuenta la evolución técnica.
- f** - Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- g** - Planificar la prevención
- h** - Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- i** - Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

El R.D. 1627/1997 contempla el Estudio y el Plan de Seguridad y Salud, como las herramientas para desarrollar los Principios anteriormente señalados en las Obras de Construcción.

En caso de emplearse sistemas comerciales, se solicitará el Manual de Instrucciones, que incluirán los riesgos y la forma segura de uso.

2.2.2. Cualificación del personal de montaje

Debe comprobarse que los operarios han recibido formación teórico-práctica en materia de prevención a través del Servicio de Prevención Ajeno, del Servicio de Prevención Propio o de una Entidad Acreditada, y conocen el oficio o están supervisados por alguien que lo conoce. Esta formación se complementará con la información y/o formación proporcionada por el fabricante del sistema concreto que se va a emplear en obra.

2.2.3. Entorno de la obra

A la hora de realizar un estudio para la ejecución de estas estructuras es necesario definir los riesgos derivados del entorno en el que se va a trabajar y poner las medidas adecuadas para su eliminación.

Los puntos que se consideran más importantes y que deben ser valorados son entre otros:

- Accesos
- Condiciones climatológicas
- Iluminación
- Líneas eléctricas aéreas
- Taludes
- Trabajo en zonas urbanas
- Trabajos en vías de circulación
- Trabajos junto a vías de ferrocarril





2.2.4. Llegada a obra. Acopio

La recepción en obra comprende la llegada de material para la ejecución del encofrado y la armadura, su descarga y el acopio hasta su uso o acopios intermedios.

En la ejecución de una estructura se utilizan gran cantidad de materiales voluminosos y pesados. Es importante hacer la previsión de espacio en obra para disponer de un espacio específico de acopio de material de encofrado y de los elementos constitutivos del forjado.

Medios auxiliares

- Cadenas, cuerdas, estrobos y eslingas.
- Cestas y bateas.



- Escaleras de mano
- Ganchos y mordazas

Maquinaria y equipos

- Camión y camión con grúa
- Carretilla elevadora
- Grúa automotora
- Grúa torre

Riesgo y medidas preventivas

· **Atrapamiento por o entre objetos** al enganchar los diferentes materiales, al depositarlos en la zona de acopio o por atrapamiento entre carga y elementos fijos del medio de transporte

- Coordinación entre gruísta y operario que engancha o guía la carga.
- Antes de iniciarse el izado y durante el transporte y el posicionamiento de la carga sólo permanecerán en la zona los operarios necesarios para la maniobra.
- Los materiales de gran tamaño serán guiados con cabos o cuerdas.



· **Atrapamiento por vuelco de máquinas y/o vehículos** por mala ubicación o no utilización de los elementos de estabilización del propio vehículo.



- El vehículo se ubicará en zona estable, uniforme y nivelada y en su caso utilizará los elementos de estabilización de los que disponga apoyados en zona segura.

· **Atropellos o golpes por vehículos** derivados de la circulación de los mismos.

- Se preverán zonas de tránsito para los mismos con la correspondiente señalización.
- No presencia de personas en la zona de acción de los vehículos.
- Cuando se cargue o descargue sobre un camión, éste se encontrará totalmente parado, cazado en su caso.
- Se acotará la zona de carga o descarga, mediante vallado o señalización de banderolas a una

distancia mínima de dos metros de las zonas de tránsito de vehículos. Así mismo, se acotarán eficazmente las zonas de posible paso de personas o permanencia de las mismas, para evitar que sean golpeadas por las cargas o que permanezcan bajo éstas cuando se encuentren suspendidas.



- Utilización de prendas reflectantes por parte del personal que intervenga en la zona de influencia de los vehículos o junto a calzadas o vías públicas.
- **Caída a distinto nivel** desde el camión o vehículo de transporte; en operaciones de enganche/desenganche, carga/descarga del material y desde el propio acopio de material.



- Cuando se cargue o descargue sobre un camión, éste se encontrará totalmente parado y en su caso tendrá los hidráulicos extendidos para evitar posibles basculamientos del mismo.
- El acceso a la caja del camión, se realizará mediante escalera de mano.
- El acceso al punto de amarre de la carga (encontrado o armaduras), se efectuará por el lugar más idóneo, utilizando los medios auxiliares adecuados, previa valoración de estabilidad, posibles corrimientos de la carga durante el transporte, etc ...
- Una vez enganchada la carga, la persona que ha realizado el enganche se situará fuera del radio de acción de la carga.
- El operador de la grúa tendrá a la vista a la persona que realiza el enganche, en caso contrario existirá un tercero que dirija la maniobra y que utilice un código de señales con el gruista, previamente establecido.

- Se procurará realizar el acopio de paneles en un plano horizontal, utilizando durmientes para su nivelación.
- La zona de acopio no presentará por sí misma riesgo de caída de altura, no acopiándose junto a vaciados, excavaciones o bordes de forjados.
- No se deberá transportar personas sobre cargas, o mediante ganchos o eslingas.



- **Caída al mismo nivel** por irregularidades del terreno o falta de orden y limpieza.
- Las zonas de descarga, paso y acopio estarán libres de objetos que impidan una circulación cómoda, y no tendrán desniveles.



· **Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.**

- El acopio de materiales se realizará de forma estable, calzándolos en su caso.
- En caso de acopio en vertical (panel montado) se dispondrán con una inclinación tal que evite su deslizamiento o abatimiento y debidamente acuñados.



- El proceso de descarga se realizará de tal forma que se eviten deslizamientos de la carga dentro de la caja del vehículo.
- Si los elementos prefabricados se acopian en obra durante un tiempo, las piezas se mantendrán limpias y se apilarán sobre durmientes de madera no permitiéndose vuelos mayores de 50 cm, ni de altura de pilas superiores a 1,50 m, salvo que el fabricante indique otros valores.
- Se realizará un correcto almacenamiento de materiales, evitando los posibles desprendimientos, corrimientos o caídas.



- Los pequeños materiales se almacenarán en cestos o contenedores, debidamente apilados.

- **Caída por objetos desprendidos** por incorrecto estrobo de la carga, rotura de elementos de elevación o amarre, etc.
- Se utilizarán guardacabos para proteger las anillas de suspensión, así como cantoneras para protección de eslingas.
- Las eslingas, cables, ganchos o grapas de amarre serán de dimensiones acordes con los pesos a elevar.
- No deberán realizarse movimientos simultáneos con la grúa.
- La grúa no se trasladará con cargas suspendidas.
- El izado de cargas será en vertical y no en oblicuo.
- Se garantizará el campo visual del gruista durante todo el proceso de traslado, en caso contrario se acompañará de señalista y ambos se comunicarán por medio de un código de señales previamente establecido.
- Las cargas no se trasladarán por encima de personas.
- Durante la descarga y acopio de los materiales, sólo permanecerá en la zona de trabajo la persona o personas encargadas del mismo.
- En el izado de los distintos elementos prefabricados se usarán los útiles y métodos indicados por el fabricante.



- Antes de la elevación de las piezas prefabricadas, se revisarán los puntos de anclaje de los estrobos y el estado de los mismos.
- Las eslingas y útiles de elevación se revisarán antes del inicio de los trabajos, desechándose aquellos que estén en mal estado.
- Para la elevación de cargas pesadas o voluminosas será conveniente el uso de balancines.

- Las cestas metálicas se izarán suspendidas de cuatro puntos, estando preferentemente situados en sus esquinas.
- El transporte aéreo de paquetes de armaduras mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados, mediante eslingado completo del mismo. Los elementos de enganche no formarán un ángulo superior a los 90°.
- No se suspenderán cargas enganchadas a los alambres de atado del paquete.



- La elevación o descenso de cargas se hará lentamente, evitando toda arrancada o parada brusca, haciéndolo siempre en sentido vertical, para evitar el balanceo.
- **Golpes con objetos** en el transporte de materiales; en la colocación de las plataformas, barandillas; etc., en la ubicación de los paneles, armaduras...
- Los elementos de gran tamaño serán guiados con cabos o cuerdas.
 - En los movimientos de los elementos prefabricados mediante grúa los elementos de enganche no formarán un ángulo superior a los 90°.
 - Se utilizarán guardacabos para proteger las anillas de suspensión, así como cantoneras para protección de eslingas.
 - No se guiarán las cargas pesadas directamente con las manos.
 - Los elementos sueltos se transportarán en cestos, bateas metálicas o plataformas con carretas. Las bateas serán transportadas hasta el almacén de acopio, gobernadas mediante cabos guiados por dos operarios.
 - Los materiales procedentes del desencofrado se apilarán a distancia suficiente de las zonas de circulación y trabajo, en el espacio destinado a tal fin.
 - En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
 - Se acotarán las zonas de tránsito de personas para evitar que sean golpeadas por las cargas o materiales transportados.
- **Golpes, pinchazos o cortes con objetos o herramientas.**
- Se extraerán los clavos o puntas de la madera usada.
 - Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante barrido y apilado en lugar conocido, para su posterior retirada.
 - Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acopiándose en lugar determinado, para su posterior descarga y transporte a vertedero.

- Se efectuará una limpieza periódica de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno a la zona elegida como taller de ferralla (bancos, dobladoras, sierra, etc.).



- **Lesiones por sobreesfuerzos.**

- Se evitará el transporte de cargas a mano, utilizándose los medios mecánicos necesarios o en su caso la colaboración entre dos o más personas.
- El material pesado será trasladado por medios mecánicos o por un mínimo de dos hombres, para evitar el riesgo de sobreesfuerzos, cortes o golpes por desequilibrio.
- Los operarios utilizarán preferiblemente cinturón tipo faja antilumbago en las operaciones de manipulación manual de cargas.

- **Riesgo de daños a terceros** por ubicación de la zona de maniobra o de la propia obra.

- Descarga de materiales: Si el vehículo se sitúa fuera del recinto de obra, se delimitará la zona de trabajo e influencia mediante elementos fijos y/o señalización (carteles, señalista,...)
- Movimiento de materiales: El transporte aéreo de los elementos hasta el punto de ubicación se realizará por dentro de la zona de obra. Si fuera necesario invadir la vía pública, se acortará debidamente la zona de influencia.
- Acopio: Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla y elementos del encofrado próximo al lugar de montaje tanto de las armaduras como del encofrado. Este espacio no invadirá ninguna zona fuera de la obra y los elementos estarán lo suficientemente retirados del vallado para evitar caídas accidentales al exterior.



2.2.5. Retirada de materiales de obra.

Comprende la devolución de los materiales utilizados en la obra, como puntales, tableros, encofrados, piezas de ensamblaje, etc.

Es importante hacer la previsión de espacio en obra para disponer de un lugar específico de acopio para su correcto flejado y paletizado.

Se debe prever que no ocurran accidentes o incidentes por el desplazamiento no deseado de la carga.

ENCOFRADOS HORIZONTALES

ENCOFRADOS HORIZONTALES

| | |
|--|----|
| 3. Encofrados horizontales: Tipos de estructuras | 35 |
| 3.1. Forjados Unidireccionales | 46 |
| 3.1.1. Operaciones que se realizan | |
| 3.1.2. Identificación de riesgos y medidas preventivas | |
| 3.2. Forjados Bidireccionales | 61 |
| 3.2.1. Operaciones que se realizan y fases | |
| 3.2.2. Identificación de riesgos y medidas preventivas | |
| 3.3. Losas | 71 |
| 3.3.1. Operaciones que se realizan | |
| 3.3.2. Identificación de riesgos y medidas preventivas | |

ENCOFRADOS HORIZONTALES

ÁMBITO DE APLICACIÓN

Se contemplan en esta guía las estructuras auxiliares de carácter provisional, formadas por elementos estándar y de uniones prefabricadas, para carga y apeo de forjados y losas horizontales de cotas generalmente comprendidas entre alturas aproximadas de 1,50 y 3,50 m, teniendo en cuenta que para alturas superiores a 4 m la norma EFHE exige estudio específico del apeo.

TIPOS DE ESTRUCTURAS HORIZONTALES

En función de las características de la estructura a realizar, los forjados se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- A) En función de la transmisión de cargas:
 - Forjados unidireccionales.
 - Forjados bidireccionales.
- B) En función de su sistema de ejecución:
 - Forjados “in situ”: losas y bidireccionales.
 - Forjados parcialmente prefabricados.
 - Forjados totalmente prefabricados.

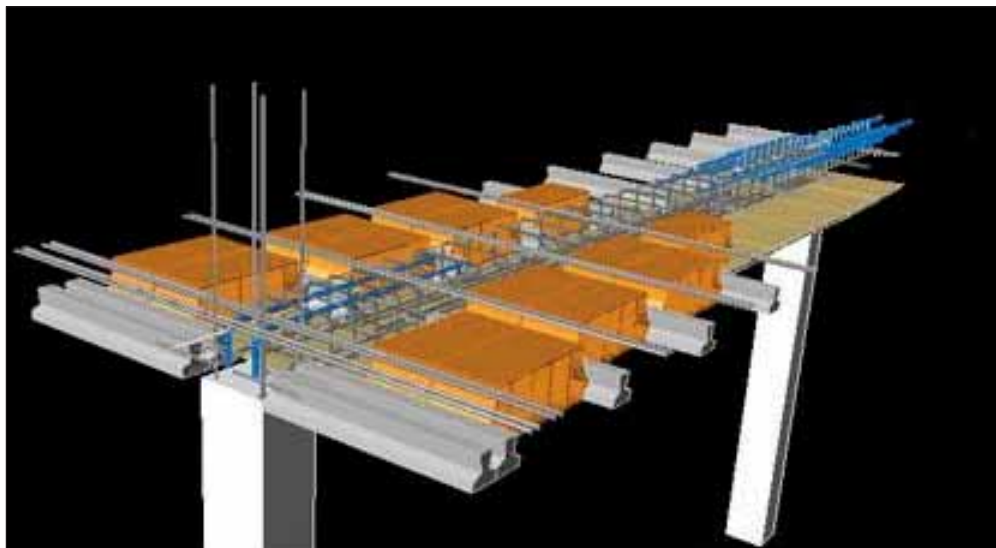
| Tipo de forjado según su sistema de ejecución | Tipo de forjado por su sistema de transmisión de cargas | Requerimientos del encofrado | Imagen |
|---|--|---|---|
| Forjados in situ | Losa armada maciza (bidireccional) | Requiere encofrado de planchada completa y cimbrado completo |  |
| | Losa armada aligerada (bidireccional) | Requiere encofrado y cimbrado completo, el aligeramiento puede ser recuperable o no |  |
| Forjados parcialmente prefabricados | Forjados de viga plana o de cuelgue con viguetas. (unidireccional) | Requiere encofrado de planchada completa en vigas cimbrado de vigas y a media vigueta (según indicaciones del fabricante) |  |
| | Forjados de viga plana o de cuelgue con semiviguetas. (unidireccional) | Requiere encofrado de planchada completa en vigas cimbrado de vigas y a media vigueta (según indicaciones del fabricante) |  |
| | Forjado con chapa colaborante (chapa grecada) | Solo requiere el apuntalado o cimbrado, ya que la misma chapa hace de encofrado perdido |  |
| Forjados totalmente prefabricados | Prelosas nervadas o aligeradas. (habitualmente unidireccional) | Solo requieren encofrado y cimbrado de algunas zonas singulares |  |

Por ser las estructuras más habituales en la ejecución de edificios, se desarrollarán desde el punto de vista de Prevención, los encofrados necesarios para los siguientes tipos de forjados:

- Forjados unidireccionales (vigüeta y bovedilla, semiprefabricados)
- Forjados bidireccionales (casetones) in situ
- Losas armadas (in situ)
- Mixtas, prelosas, chapa grecada, estructuras metálicas. (prefabricado)

- Forjados unidireccionales:

Son estructuras formadas por elementos lineales resistentes (vigüetas o semi-vigüetas) dispuestos en una única dirección. Las vigüetas o semi-vigüetas se apoyan sobre vigas que a su vez se apoyan sobre los pilares correspondientes. El forjado se completa con las piezas de entrevigado (bovedillas). Finalmente, se coloca el acero ferrallado y se hormigona constituyendo un conjunto estable cuando el hormigón ha adquirido la resistencia adecuada.



Esquema forjado unidireccional de semivigüeta y bovedilla cerámica

Este tipo de forjados puede ejecutarse con encofrado de planchada completa, pero los sistemas de encofrado elegidos habitualmente en obra tienen las siguientes características:

- Se ejecutan después de tener hormigonados los pilares.
- Se encofran de forma continua las vigas, que habitualmente son vigas planas (sin cuelgue bajo la cara inferior del forjado).
- Los elementos prefabricados de hormigón, vigüetas o placas, se apoyan en el encofrado de la viga plana y se sopandean con correas y puntales en el centro.
- La luces entre vigas suelen oscilar entre los 4 y los 7 m de longitud.

Forjado de vigüetas resistentes con bovedillas y relleno de senos

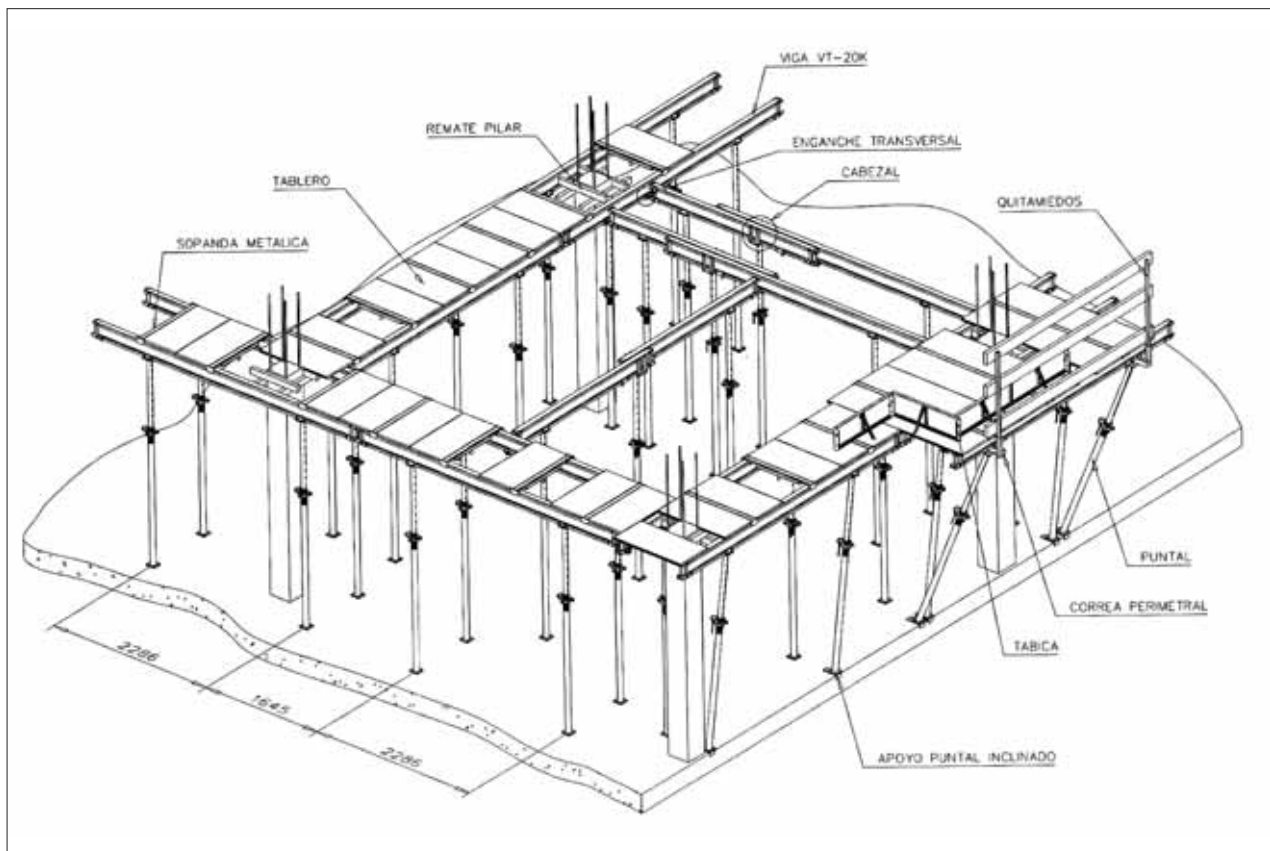


Forjado de vigüetas semi-resistentes con bovedillas y relleno de senos





Forjado unidireccional de semivigueta y bovedilla



Esquema de encofrado para forjado unidireccional con jácena plana

El sistema corresponde a una disposición que basa su arriostramiento en la transmisión de las cargas horizontales a los pilares ya hormigonados.

Su campo de aplicación es adecuado para luces de hasta 6 metros y cargas no muy importantes.

Existen diferencias dependiendo de que las vigas sean planas o de cuelgue, de que los nervios se ejecuten “in situ” o sean prefabricados (viguetas armadas, pretensadas) o del material de la pieza de entrevigado (cerámico, hormigón, poliestireno expandido).



Forjado unidireccional aligerado con casetón recuperable y nervios in situ



Detalle de forjado de vigueta y bovedilla con jácena plana

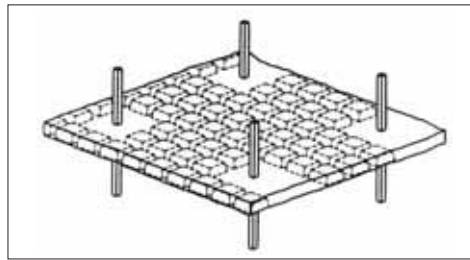
Cuando el forjado se realiza con elementos prefabricados la normativa aplicable de obligado cumplimiento es la “Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados”, conocida como EFHE, aprobada por el R.D. 642/2.002 de 5 de Julio.

- Forjados bidireccionales:

Cuando la luz existente entre los pilares aumenta, o éstos no guardan una buena alineación o las cargas son fuertes, el forjado unidireccional deja de ser el más idóneo, recurriéndose habitualmente al forjado bidireccional.

Son estructuras en las que no existen vigas. El forjado está constituido por nervios en ambas direcciones formando una cuadrícula o retícula. Dicha retícula transmite directamente las cargas a los pilares o bien a través de macizados en la cabeza de los mismos llamados capiteles. El espacio existente entre los nervios puede estar hueco o relleno con casetones de diferentes materiales en función de las necesidades del proyecto.

Variando el canto de los nervios y la cuantía del armado se pueden conseguir estructuras de diferentes requerimientos.



Sección forjado bidireccional

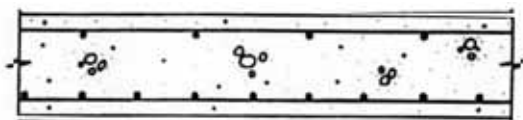


Disposición típica de una planta de forjado

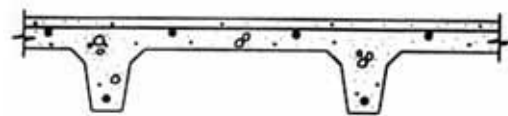
- Losas armadas.

Esta estructura es aplicable en los mismos supuestos que el forjado bidireccional. La diferencia estriba que en este caso no existen nervios sino que es una placa continua de hormigón. Los esfuerzos dentro de la placa son diferentes y ello se resuelve con la distribución del acero por la placa.

No existen luces máximas, ni cargas máximas en edificación. Dado que estamos hablando de grandes volúmenes de hormigón el abanico de este sistema de encofrado y cimbrado es elevado y en algunos casos especial.



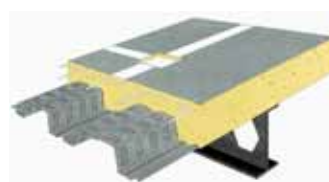
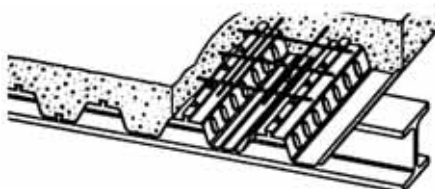
Losas macizas



Losas aligeradas

- Mixtas, prelosas, chapa grecada, estructuras metálicas, de madera, prefabricadas.

En obras en las que por el plazo o por requerimientos del proyecto no sean de aplicación las soluciones anteriores, existen sistemas alternativos que, siendo estructuras, se escapan del ámbito del encofrado para pasar a ser más bien, montaje de prefabricación.



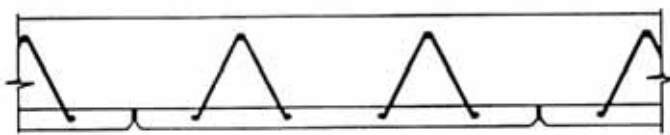
Perspectiva de forjado de chapa colaborante o grecada



Forjado de chapa grecada o colaborante



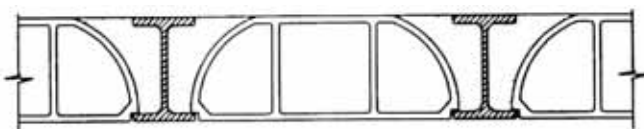
Forjado de prelosa de hormigón armado



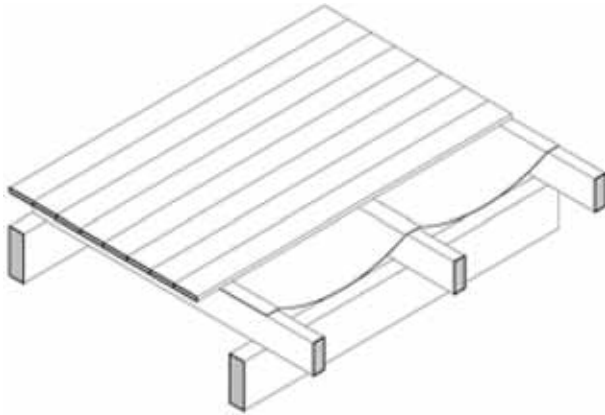
Forjado de prelosas prefabricadas



Forjado prefabricado alveolar



Forjado mixto



Forjado de madera



Estructura prefabricada de vigas y pilares y forjado de placa alveolar.

CONSIDERACIONES PREVIAS

Durante la planificación de los trabajos destinados a la ejecución de un forjado es necesario tener en cuenta riesgos específicos derivados de la ubicación del mismo, esto es:

a. Trabajos bajo rasante o inferior a cota cero (sótanos):

Riesgos más significativos: caída de materiales, objetos, desprendimientos de tierras...

Acción: protección y estabilización de taludes.

b. Trabajos sobre rasante o superior a cota cero.

Riesgos más significativos: caídas a distinto nivel.

Acción: protección de bordes de forjado protección de caída hacia el interior del forjado durante su ejecución.

La protección de borde de encofrado horizontal de primera planta “ideal” se realizará mediante un sistema de andamiaje perimetral o encofrado con barandilla perimetral integrada, puesto que en la mayoría de los casos el uso de protecciones colectivas tipo red de horca o de bandeja no son viables por no disponer del suficiente volumen libre bajo las mismas.

Hasta la definitiva instalación de las protecciones colectivas de borde será necesario que los operarios dispongan de elementos de protección individual adecuados (línea de vida, percha....) en cualquiera de los forjados

La protección de caída hacia el interior del forjado durante su ejecución, se realizará mediante redes bajo forjado y/o utilizando plataformas de trabajo (andamios con ruedas, plataformas elevadoras, etc.).

El resto de plantas admiten otro tipo de soluciones como la instalación de redes tipo horca o bandeja, si bien se sigue considerando el andamiaje perimetral como una solución óptima desde el punto de vista de la prevención.

RELACIÓN DE MATERIALES A UTILIZAR

En general este tipo de sistemas de encofrados horizontales, estará compuesto por tres grupos fundamentales de elementos:

- **Estructura vertical:** compuesta por elementos, generalmente metálicos, que trasladan las cargas transmitidas por la estructura horizontal al forjado o losa inferior, o al terreno en el caso del primer forjado.
- **Estructura horizontal:** compuesta por vigas o sopandas y correas o contra-sopandas, que trasladan las cargas transmitidas por la superficie encofrante a la estructura vertical.
- **Superficie encofrante:** compuesta por paneles que trasladan las cargas transmitidas por el peso de los elementos del forjado superior, aún no fraguado, a la estructura horizontal.

A continuación se enumeran los materiales, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de este tipo de trabajo. Las condiciones particulares de cada obra, así como el ritmo de la misma determinarán las cantidades necesarias de los mismos.

En cuanto a ejecución de encofrado:

- Maquinaria
 - Grúa torre/ Grúa móvil
 - Sierra de disco
 - Carretilla elevadora
 - Grupo electrógeno

- Medios auxiliares

- Escaleras de mano
- Andamios
- Herramientas manuales
- Puntales

- Materiales: Juegos de encofrado:

Los juegos de encofrado pueden ser esencialmente de dos tipos: de madera tradicionales y metálicos.

a) Madera

- Tablón, tabloncillo y tabla
- Pie derecho

b) Metálicos (sistema comercial)

- Sopanda, portasopanda, tablero
- Puntal

El uso de los encofrados de madera en general tiende a desaparecer por su costo y sus menores rendimientos frente al encofrado metálico.

Los encofrados metálicos son suministrados por Empresas especializadas y deberá ser elegido el sistema comercial que más se adapte a las necesidades o a los procesos de trabajo previstos.

No es recomendable mezclar ambos sistemas ya que normalmente los encofrados metálicos son sistemas integrados que incluyen aparte de los materiales anteriormente señalados, numerosas piezas especiales para los encuentros en vuelos, esquinas, etc...No obstante, puede ser necesario el uso de madera para algunos remates o encuentros especiales.

En cuanto a trabajos posteriores al encofrado

a. Colocación de vigueta, bovedilla y ferralla

- Maquinaria
 - Grúa torre/ Grúa móvil
 - Herramientas eléctricas: “curvadora, cizalladora”...
 - Grupo electrógeno
- Medios auxiliares
 - Plataformas
 - Andamios
 - Casetones

Soldadura eléctrica
Soldadura oxiacetilénica
Herramientas manuales: amoladora
....

- Materiales
 - Viguetas
 - Bovedillas
 - Acero ferrallado

b. Hormigonado

- Maquinaria
 - Grúa torre/ Grúa móvil
 - Camión hormigonera
 - Bomba de hormigón
 - Grupo electrógeno

- Medios auxiliares
 - Escaleras de mano
 - Andamios
 - Vibradores
 - Cubas, cubilotes, canaletas..
 -

- Materiales
 - Hormigón

3.1 FORJADOS UNIDIRECCIONALES

Se considera a partir de aquí que los soportes del forjado y/o pilares están previamente ejecutados.

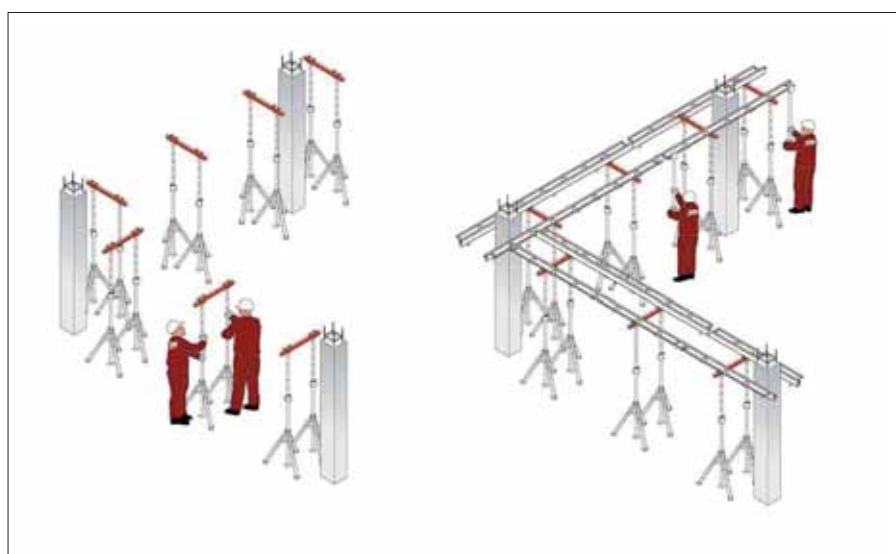
3.1.1 OPERACIONES QUE SE REALIZAN

- Colocación de carpeta o cierre de madera en cabeza de pilar (encofrado cabeza de pilar).
- Encofrado de jácenas: poner los elementos horizontales, longitudinales (portasopandas) y después los elementos transversales (sopandas) sobre los puntales.
- Entablado sobre los transversales (de jácena) tableros de 50 x 100 y 50 x 200 cm.
- Sopandear las viguetas (en función del tipo de vigueta: semi-resistente o resistente).
- Tabica de frente de forjado.
- Colocación de viguetillas.
- Colocación de bovedillas.
- Colocación de hierro de vigas y zunchos.
- Colocación mallazos positivos y negativos.
- Grifado armaduras de pilares.
- Tensado de puntales.
- Hormigonado.
- Curado y fraguado del hormigón.
- Desencofrado.
- Desmontaje de encofrado y devolución.

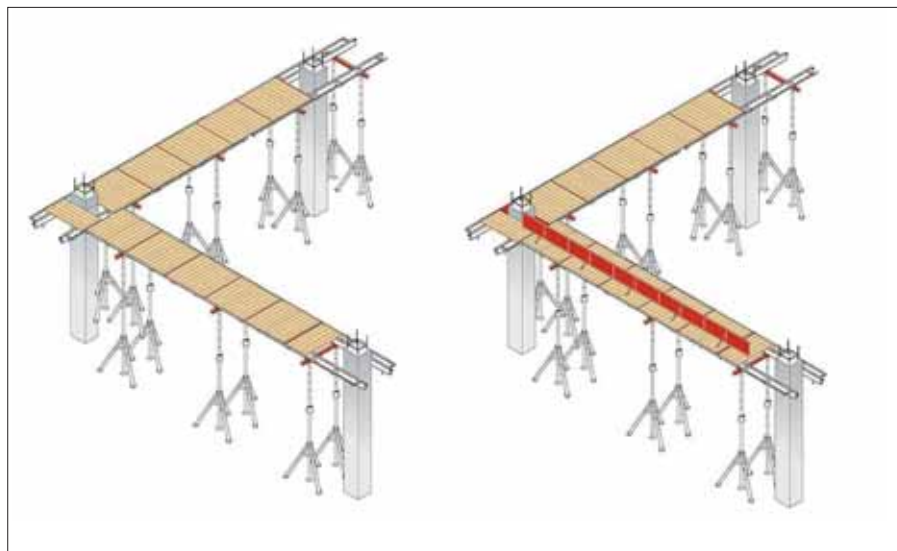
En caso de emplear red perdida, ésta deberá instalarse antes de iniciar las operaciones de entablado.

En caso de utilizarse red recuperable apoyada en puntales, ésta deberá instalarse antes de la colocación de viguetas y bovedillas.

En todo caso, todas las labores anteriores a la instalación de redes, deberán ejecutarse desde una plataforma inferior.



Secuencia de montaje del encofrado



Secuencia de montaje del encofrado



Colocación de carpeta o cierre en cabeza de pilar



Sopandas colocadas en fondos de vigas y forjado

3.1.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

A continuación, y de manera no exhaustiva, se relacionan los principales riesgos, factores de riesgo y medidas preventivas asociadas a este tipo de trabajo.

- Caídas a distinto nivel desde el forjado,

Factor de riesgo:

- Borde de forjado sin protección.
- Huecos en forjado.
- Roturas de bovedillas.
- Deficiencia o inexistencia de sistema de arriostamiento horizontal.
- Carencia de acceso seguro.
- Deslizamiento de la superficie de encofrado por falta de enclavamiento.
- Inexistencia de protección anti-caída.

Medidas preventivas

- Protección colectiva:
 - Barandilla perimetral, red perimetral de horca o de bandeja, andamio perimetral.
 - Red bajo forjado siguiendo indicaciones de suministrador o fabricante.
 - Protección de huecos de ascensor o grandes huecos con red horizontal y barandillas perimetral o con mallazo resistente de luz adecuada y barandilla.
- Protección individual (en caso de que no sea viable la instalación de una protección colectiva eficaz):
 - Líneas de vida con equipo anti-caída.
 - Sistema tipo percha (ver ficha específica en anexo).
 - Otros sistemas...
- Arriostramiento adecuado del encofrado.
- Enclavamiento idóneo de la superficie de encofrado.
- Encofrado continuo (siempre que se monte desde cota inferior, mesas, pértigas, etc).
- No se deberá pisar sobre una única bovedilla.
- Correcto acceso a la planta de trabajo: escaleras.



Montaje de encofrado desde nivel inferior sobre plataforma inadecuada



Riesgo de caída a distinto nivel hacia el interior del forjado durante el encofrado de vigas y tabicas



Riesgo de caída a distinto nivel durante el entablado de encofrado continuo



Riesgo de caída a distinto nivel hacia el interior del forjado durante la colocación de vigueta



Tener siempre en cuenta la componente horizontal de las estructuras inclinadas

Trabajos en cubierta inclinada sin protección contra caídas



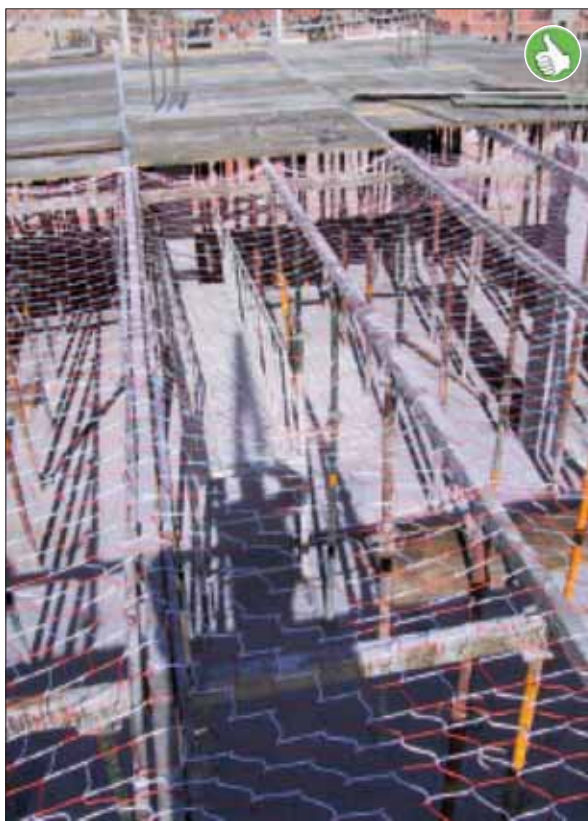
Acceso inadecuado a planta superior y sin protección de esperas



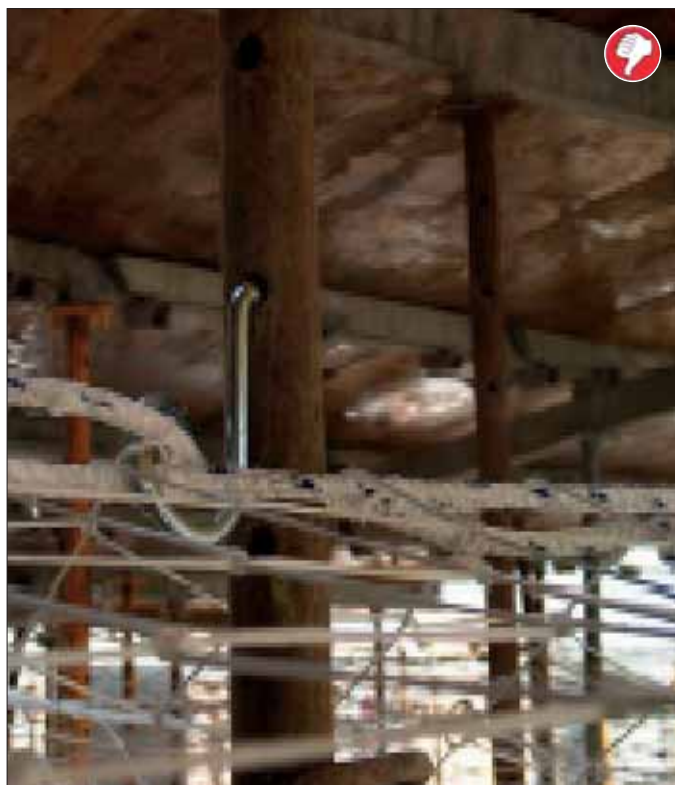
Acceso a planta superior con escalera de mano



Red bajo forjado recuperable: faltan ganchos de sujeción en zonas sombreadas en rojo



Red bajo forjado no recuperable



Detalle amarre gancho red a puntal: puntal deteriorado

En el empleo de redes bajo forjado habrá que tener en cuenta entre otras, las siguientes recomendaciones:

- El fabricante, además de garantizar su red, debería proporcionar **Instrucciones de montaje y mantenimiento, así como requisitos básicos de los elementos que conforman el sistema:** red, puntales, ganchos de amarre, cuerdas perimetrales...
- Las redes recuperables deben ser revisadas previo uso y periódicamente.



Protección de caída a distinto nivel mediante barandilla sin rodapié



Colocación de rodapié

- Caídas al mismo nivel:**Factor de riesgo:**

- Falta de orden y limpieza.
- Irregularidad del terreno.
- Deficiente iluminación.
- Superficies heladas y/o mojadas.
- Huecos inherentes al propio sistema de ejecución.
- Pérdida de estabilidad durante la manipulación de los materiales (ferralla, manguera bomba hormigón...).
- Rotura de bovedillas de hormigón o de poliestireno expandido.

Medidas preventivas

- Orden y limpieza.
- Suficiente iluminación, precaución en trabajos con escasa iluminación natural.
- Se deberán interrumpir los trabajos en condiciones climáticas adversas.
- Precaución en tránsitos por zonas discontinuas: mallazos y entre materiales...
- Precaución en la manipulación manual del mallazo: deberá tener visión del camino a seguir
- Adecuada coordinación entre el operario de la bomba de hormigón y el que maneja la manguera.
- Correcta sujeción de la manguera durante el transcurso del bombeo del hormigón.
- Precaución en los atascos de la manguera de bombeo.
- Mal ajuste de tableros de encofrado.



Mal ajuste de tableros de encofrado por su deterioro y diferentes procedencias



Protección incompleta de hueco

- **Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento de la estructura, de alguna de sus partes o del medio auxiliar:**

Factor de riesgo

- Incorrecto o insuficiente sistema de arriostramiento y/o apeo.
- Desencofrado prematuro
- Deficiente reparto en el vertido del hormigón,...
- Mala elección de puntales, puntales deteriorados, número insuficiente o insuficiente capacidad portante.
- Doble apuntalamiento.
- El sistema, insuficientemente arriostrado, sometido a solicitaciones horizontales de viento, derivadas de acopios excéntricos o cualquier otro tipo de sollicitación horizontal, puede llegar a desplomarse total o parcialmente.
- Inestabilidad de puntales inclinados en borde de forjado.

Medidas preventivas

- Cumplimiento especificaciones del proyecto.
- Eliminación de dobles apuntalamientos; sustitución por cimbra o andamiaje.
- Revisión y apriete de puntales y sistema de apeo; revisar y solucionar adecuadamente los apoyos de puntales sobre superficies inclinadas, como losas de escaleras y el apeo de superficies inclinadas, como losas de cubierta.
- Correctos acopios/reparto de materiales sobre superficie de encofrado.
- Precaución en la colocación de puntales sobre huecos o pequeños registros de instalaciones en el forjado, rellenos de poliestireno expandido como encofrado perdido, emplear superficies de reparto.
- Distribución uniforme del hormigón: atención al reparto de las cargas.
- Los puntales inclinados colocados en bordes de forjado son inestables hasta que no se coloca sobre ellos una carga suficiente que los estabilice.



Puntales con apoyo deficiente



Doble apuntalamiento. Muy peligroso y desaconsejado

- Caídas de objetos:

Factores de riesgo:

- Rotura de elementos de encofrado por puestas sucesivas.
- Incorrecto estrobado de la carga.
- Rotura de elementos de elevación.
- Inadecuado medio de elevación.
- Suministro de material no apto para su transporte y elevación en obra.
- Caída de material durante su colocación, pequeño material por interior o borde de forjado, durante el desencofrado (puntales, tableros, restos de hormigón, herramientas...), arrastre de materiales por el viento (bovedilla de poliestireno expandido, paneles de encofrado...).

Medidas preventivas

- Establecer un sistema de inspección, desechando piezas no conformes.
- Proyecto de instalación de grúa torre.
- Instalación adecuada de montacargas, verificar posible necesidad de apeo en caso de instalación sobre forjado.
- Mantenimiento adecuado de estrobos, eslingas, cadenas y ganchos de elevación
- Revisión y sustitución de aquellos elementos de elevación susceptibles de desgaste o rotura.
- El izado de las cargas se realizará siempre en vertical, nunca en oblicuo.
- El gruista no iniciará el izado de la carga hasta comprobar que no existe personal en la vertical del camino a existir.
- El gruista dispondrá en todo momento de visión del trayecto, recurriendo a un ayudante en caso de tener puntos ciegos. Ambos conocerán el código de señales.
- El material de obra vendrá adecuadamente paletizado y flejado de modo que en su transporte, descarga y elevación no pueda desprenderse ninguna de las piezas o la totalidad de la carga.
- Los medios auxiliares (puntales, tableros...), vendrán en condiciones adecuadas para su manipulación en obra; palets portapuntales, flejado de tableros.... En las manipulaciones sucesivas en obra, se estrobarán adecuadamente.
- Uso de encofrado continuo o de red bajo forjado. Se colocará el correspondiente rodapié en las barandillas.
- Durante el desencofrado se limitará el acceso a la planta al personal designado.
- Durante el desencofrado del borde de forjado, suele producirse el desprendimiento de materiales, por lo que, deberán tomarse medidas adecuadas: delimitar la zona de caída de materiales, colocación de sistemas de recepción de materiales...
- Eliminación de todos los elementos inestables: tableros y sopanda inestables.
- Con redes bajo forjado, extremar las precauciones utilizando uñas o elementos auxiliares que permitan al operario alejarse de la zona de riesgo.
- Paralizar los trabajos en caso de fuertes vientos asegurando previamente, en la medida de lo posible, aquellos elementos susceptibles de ser arrastrados.
- La evacuación de elementos auxiliares como puntales y tableros, se realizará empleando las plataformas de descarga de materiales, teniendo especial cuidado en no sobrecargar las mismas.
- Utilización de Equipos de Protección Individual: casco, calzado de seguridad...

- Pisadas sobre objetos:**Factores de riesgo:**

- Orden y limpieza insuficiente.
- Objetos punzantes.

Medidas preventivas

- Debe hacerse una planificación del acopio y retirada de los flejes y recortes de madera.
- Habilitación de zonas de tránsito .
- Limpieza de encofrados: eliminación de puntas, restos de hormigón...
- Acopio adecuado de elementos auxiliares.
- Uso de calzado de seguridad con plantilla anti perforación.



Orden y limpieza, protección inadecuada de hueco horizontal: posible desplazamiento del mallazo y ausencia de barandilla

- Golpes y choques por o contra objetos o herramientas:

Factores de riesgo

- Manguera durante el bombeo de hormigón.
- Manipulación del cubeto de hormigonado.
- Movimientos basculantes de las cargas suspendidas.
- Movimiento no controlado de la canaleta de vertido del hormigón.
- Golpes de viento,..

Medidas preventivas

- Correcta sujeción de la manguera de la bomba de hormigón y coordinación con el operador de la bomba.
- Equilibrado de cargas suspendidas.
- No realizar simultáneamente los movimientos de izado de carga, traslación y giro con la grúa torre.
- La canaleta de vertido de hormigón será manejada permanentemente por un operario.
- Se paralizarán los trabajos en caso de fuertes vientos.
- Delimitar área de acción de los trabajos.

- Proyección de fragmentos o partículas:

Factores de riesgo

- Durante el hormigonado, vibrado, corte de materiales y el desencofrado, viento, rotura de discos de máquinas de corte...

Medidas preventivas

- Revisión, correcto mantenimiento y uso adecuado de herramientas de corte.
- Utilización de gafas de seguridad contra impactos durante la realización de procesos con riesgo de proyección de partículas.



- Atrapamiento o vuelcos de máquinas

Factores de riesgo:

- Deficiente estabilidad de grúa y/o bomba de hormigón...
- Accesos a obra inadecuados: trazado, capacidad portante del terreno...

Medidas preventivas:

- Proyecto de instalación de la grúa torre.
- Correcto manejo de la grúa torre.
- Asentamiento y estabilización de la bomba de hormigón mediante los gatos hidráulicos.

- Contacto eléctrico

Factores de riesgo:

- Instalación eléctrica defectuosa (armario, cableado, clavijas, tierra..), maquinaria eléctrica defectuosa, cables tendidos por el suelo...

Medidas preventivas:

- Instalación y revisión periódica por instalador autorizado.
- Revisar los cables eléctricos por posible deterioro al arrastrarlo sobre superficies lacerantes o por aplastamiento de caída de materiales.
- Utilizar maquinaria eléctrica en correcto estado.
- Evitar tendido de cableado, especialmente en zonas húmedas.

- Atropellos o golpes con vehículos:

Factores de riesgo:

- Por el movimiento de maquinaria.

Medidas preventivas

- Limitación de velocidad en el interior de la obra.
- Mantenimiento de distancia de seguridad.
- El manejo de la maquinaria móvil será realizado únicamente por personal autorizado, debidamente formado y con la categoría profesional adecuada.

- **Otros riesgos:** deslumbramientos por superficies reflectantes (bovedillas de poliestireno expandido..., incendios por hogueras de obra, etc.

3.2 FORJADOS BIDIRECCIONALES

Elementos constitutivos del encofrado:

Puntales, pórticos, estructuras verticales (mesas).

Elementos longitudinales: sopandas o correas.

Elementos transversales: portacorreas o portasopandas.

Casetones recuperables o no recuperables.

Piezas de encofrado planas para el macizado de pilares.



Vista general de forjado bidireccional de cubetas

3.2.1 OPERACIONES QUE SE REALIZAN Y FASES

- Colocación de sopandas, portasopandas y puntales, según indicaciones del fabricante.
- Estabilizar conjunto (rigidizar mediante arriostramiento adecuado a pilares).
- Preparar accesos a superficie de encofrado.
- Configurar superficie que permita preparar acopios sobre la superficie encofrante.
- Colocar superficie encofrante.
- Aplicación de desencofrante.
- Colocación de barandillas.
- Colocar tabicas, o frentes de forjado, y elementos aligerantes (casetones recuperables o no recuperables).
- Ferrallado.
- Hormigonado.
- Retirada de red.
- Desencofrado.
- Desmontaje de encofrado y devolución.

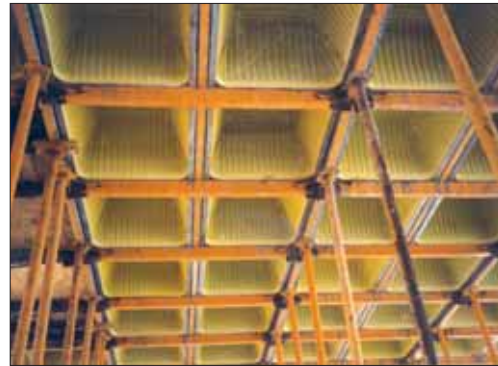
En caso de emplear red perdida, ésta deberá instalarse antes de iniciar las operaciones de entablado o de colocación de casetones.

En caso de utilizarse red recuperable apoyada en puntales, ésta deberá instalarse antes de la colocación de viguetas y bovedillas.

En todo caso, todas las labores anteriores a la instalación de redes, deberán ejecutarse desde una plataforma inferior.



Encofrado de cubetas con red recuperable



Encofrado de cubetas sin red



Foto en fase habitual de obra: Casetones colocados, tableros en macizos y encepados y se está comenzando a repartir el hierro para su colocación y al fondo zona de obra preparada para comenzar a recibir casetones y tablero

3.2.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

A continuación, y de manera no exhaustiva, se relacionan los principales riesgos, factores de riesgo y medidas preventivas asociadas a este tipo de trabajo.

- Caídas a distinto nivel

Factores de riesgo:

- Borde de encofrado
- Huecos en forjado:
 - Por deslizamiento de casetones,
 - Falta de enclavamiento.
 - Deficiencia o inexistencia de sistema de arriostramiento horizontal.
- Carencia de acceso seguro.
- Deslizamiento de la superficie de encofrado por falta de enclavamiento en macizado de pilares.
- Inexistencia de protección anti-caída.

Medidas preventivas:

- Protección colectiva:
 - Barandilla perimetral, red perimetral de horca o de bandeja, andamio perimetral.
 - Red bajo forjado.
 - En el empleo de redes bajo forjado habrá que tener en cuenta entre otras, las siguientes recomendaciones:
 - El fabricante, además de garantizar su red, debería proporcionar **Instrucciones de montaje y mantenimiento, así como requisitos básicos de los elementos que conforman** el sistema: red, puntales, ganchos de amarre, cuerdas perimetrales...
 - Las redes recuperables deben ser revisadas previo uso y periódicamente.
 - Protección de huecos de ascensor o grandes huecos con red horizontal y barandillas perimetral o con mallazo resistente de luz adecuada y barandilla.
- Protección individual (en caso de que no sea viable la instalación de una protección colectiva eficaz):
 - Líneas de vida con equipo anti-caída.
 - Sistema tipo percha (ver ficha específica en anexo).
 - Otros sistemas...
- Arriostramiento adecuado del encofrado.
- Enclavamiento idóneo de la superficie de encofrado.
- No se deberá pisar en ningún caso sobre un único casetón, se caminará siempre sobre los nervios.
- Correcto acceso a la planta de trabajo: escaleras.



Montaje de red horizontal bajo forjado “mejorable”

- Caídas al mismo nivel:

Factores de riesgo:

- Falta de orden y limpieza.
- Irregularidad del terreno.
- Deficiente iluminación.
- Superficies heladas y/o mojadas (lluvia, hielo, desencofrante...).
- Huecos inherentes al propio sistema de ejecución.
- Pérdida de estabilidad durante la manipulación de los materiales (ferralla, manguera bomba hormigón..).
- Tropiezos con casetones...



Riesgo de caída a mismo nivel por trabajos sobre suelo irregular y manejo de manguera bomba hormigón

Medidas preventivas

- Orden y limpieza.
- Suficiente iluminación, precaución en trabajos con escasa iluminación natural.
- Se deberán interrumpir los trabajos en condiciones climáticas adversas.
- Extremar la precaución al caminar sobre los casetones mojados o con desencofrante, o sobre los nervios.
- Precaución en la manipulación manual del mallazo: deberá tener visión del camino a seguir.
- Adecuada coordinación entre el operario de la bomba de hormigón y el que maneja la manguera.
- Correcta sujeción de la manguera durante el transcurso del bombeo del hormigón.
- Precaución en los atascos de la manguera de bombeo.

- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento de la estructura, de alguna de sus partes o del medio auxiliar.**Factores de riesgo:**

- Incorrecto o insuficiente sistema de arriostramiento y/o apeo.
- Desencofrado prematuro.
- Deficiente reparto en el vertido del hormigón, etc.
- Mala elección de puntales, puntales deteriorados, número insuficiente o insuficiente capacidad portante.
- Doble apuntalamiento.
- El sistema, insuficientemente arriostrado, sometido a solicitaciones horizontales de viento, derivadas de acopios excéntricos o cualquier otro tipo de sollicitación horizontal, puede llegar a desplomarse total o parcialmente.
- Inestabilidad de puntales inclinados en borde de forjado.

Medidas preventivas:

- Cumplimiento especificaciones del proyecto.
- Eliminación de dobles apuntalamientos; sustitución por cimbra o andamiaje.
- Revisión y apriete de puntales y sistema de apeo; revisar y solucionar adecuadamente los apoyos de puntales sobre superficies inclinadas, como losas de escaleras y el apeo de superficies inclinadas, como losas de cubierta.
- Correctos acopios/reparto de materiales sobre superficie de encofrado.
- Distribución uniforme del hormigón: atención al reparto de las cargas.
- Enclavamiento del puntal inclinado a forjado mediante cuña de madera y encajada en el tetón de la sopanda, o clavetear en cabeza si la sopanda es de madera.
- Los puntales inclinados colocados en bordes de forjado son inestables hasta que no se coloca sobre ellos una carga suficiente que los estabilice.

- Caídas de objetos.**Factores de riesgo:**

- Deterioro de elementos de encofrado por puestas sucesivas.
- Incorrecto estrobo de la carga.
- Rotura de elementos de elevación.

- Inadecuado medio de elevación.
- Suministro de material no apto para su transporte y elevación en obra.
- Caída de material durante su colocación, pequeño material por interior o borde de forjado, durante el desencofrado (puntales, tableros, restos de hormigón, herramientas...), arrastre de materiales por el viento (casetones, paneles de encofrado...).



Precaución durante el desencofrado con los casetones y tableros que pudieran desprenderse.

Medidas preventivas

- Establecer un sistema de inspección, desechando piezas defectuosas
- Proyecto de instalación de grúa torre
- Instalación adecuada de montacargas
- Mantenimiento adecuado de estrobos, eslingas, cadenas y ganchos de elevación
- Revisión y sustitución de aquellos elementos de elevación susceptibles de desgaste o rotura.
- El izado de las cargas se realizará siempre en vertical, nunca en oblicuo.
- El gruista no iniciará el izado de la carga hasta comprobar que no existe personal en la vertical del camino a seguir
- El gruista dispondrá en todo momento de visión del trayecto, recurriendo a un ayudante en caso de tener puntos ciegos. Ambos conocerán el código de señales.
- El material de obra vendrá adecuadamente paletizado y flejado de modo que en su transporte, descarga y elevación no pueda desprenderse ninguna de las piezas o la totalidad de la carga.
- Los medios auxiliares (puntales, tableros...), vendrán en condiciones adecuadas para su manipulación en obra; palets portapuntales, flejado de tableros, casetones....En las manipulaciones sucesivas en obra, se estrobarán adecuadamente.
- Uso de encofrado continuo, de red bajo forjado, o sistema que permita el montaje desde la planta inferior
- Se colocará el correspondiente rodapié en las barandillas.
- Durante el desencofrado se limitará el acceso a la planta al personal designado.
- Durante el desencofrado del borde de forjado, suele producirse el desprendimiento de materiales, por lo que, deberán tomarse medidas adecuadas: delimitar la zona de caída de materiales, colocación de sistemas de recepción de materiales...
- Eliminación de todos los elementos inestables: tableros y sopanda inestables.

- Con redes bajo forjado, extremar las precauciones utilizando uñas o elementos auxiliares que permitan al operario alejarse de la zona de riesgo.
- Paralizar los trabajos en caso de fuertes vientos asegurando previamente, en la medida de lo posible, aquellos elementos susceptibles de ser arrastrados.
- La evacuación de elementos auxiliares como puntales y tableros, se realizará empleando las plataformas de descarga de materiales, teniendo especial cuidado en no sobrecargar las mismas.

- Pisadas sobre objetos.

Factor de riesgo:

- Orden y limpieza insuficiente
- Objetos punzantes.



Medidas preventivas:

- Debe hacerse una planificación del acopio y retirada de los flejes y recortes de madera.
- Habilitación de zonas de tránsito
- Limpieza de encofrados: eliminación de puntas, restos de hormigón...
- Acopio adecuado de elementos auxiliares
- Uso de calzado de seguridad con plantilla anti - perforación.

- Golpes y choques por o contra objetos o herramientas.

Factores de riesgo:

- Manguera durante el bombeo de hormigón
- Manipulación del cubeto
- Movimientos basculantes de las cargas suspendidas
- Movimiento no controlado de la canaleta de vertido del hormigón, golpes de viento...

Medidas preventivas

- Correcta sujeción de la manguera de la bomba de hormigón y coordinación con el operador de la bomba.
- Visión del operador de la bomba y/o grúa de toda la maniobra
- Equilibrado de cargas suspendidas.
- No realizar simultáneamente los movimientos de izado de carga, traslación y giro con la grúa torre.
- La canaleta de vertido de hormigón será manejada permanentemente por un operario.
- Se paralizarán los trabajos en caso de fuertes vientos.



Riesgo de golpes durante el manejo de la manguera de la bomba de hormigón

- Proyección de fragmentos o partículas.

Factores de riesgo:

- Durante el hormigonado: vibrado
- Durante el desencofrado: restos de hormigón, astillas de madera
- Viento
- Corte de materiales, Rotura de discos de máquinas de corte

Medidas preventivas:

- Revisión, correcto mantenimiento y uso adecuado de herramientas de corte.
- Utilización de gafas de seguridad contra impactos durante la realización de procesos con riesgo de proyección de partículas.



Sierra circular



Detalle de dentado de disco sierra circular

- Atrapamiento o vuelcos de máquinas:

Factores de riesgo:

- Deficiente estabilidad de grúa y/o bomba de hormigón.
- Atrapamiento por partes móviles de máquinas (sierra circular).
- Atrapamientos por el propio material de encofrado en acopio y en su posterior colocación.

Medidas preventivas

- Proyecto de instalación de la grúa torre.
- Correcto manejo de la grúa torre.
- Asentamiento y estabilización de la bomba de hormigón mediante los gatos hidráulicos; vigilar la capacidad portante del punto de apoyo del gato.
- El protector del disco de la sierra circular se graduará de acuerdo al espesor del material a cortar.
- Mantener los miembros superiores fuera del radio de acción de las partes móviles u órganos móviles de la diferente maquinaria.
- Medidas organizativas: coordinación de los trabajos.

- Contacto eléctrico.

Factores de riesgo:

- Instalación eléctrica defectuosa (armario, cableado, clavijas, tierra..).
- Maquinaria eléctrica defectuosa, cables tendidos por el suelo...

Medidas preventivas:

- Instalación y revisión periódica por instalador autorizado.
- Revisar los cables eléctricos por posible deterioro al arrastrarlo sobre superficies lacerantes o por aplastamiento de caída de materiales.
- Utilizar maquinaria eléctrica en correcto estado.
- Evitar tendido de cableado, especialmente en zonas húmedas.

- Atropellos o golpes con vehículos:

Factores de riesgo:

- Movimiento de maquinaria.

Medidas preventivas:

- Limitación de velocidad en el interior de la obra.
- Mantenimiento de distancia de seguridad.
- El manejo de la maquinaria móvil será realizado únicamente por personal autorizado, debidamente formado y con la categoría profesional adecuada.
- Maquinaria con dispositivos de señalización adecuada.

- Otros riesgos:** En caso de avería de alguna máquina, se pondrá en conocimiento del encargado, quien procederá a su retirada de inmediato. Incendios por hogueras de obra, etc.

3.3 LOSAS

Elementos constitutivos del encofrado:

- Puntales y/o estructura de cimbrado vertical en función de las necesidades estructurales.
- Elementos longitudinales: sopandas o correas, o vigas (cuando se requiere un sistema especial).
- Elementos transversales: portacorreas y portasopandas o vigas (cuando se requiere un sistema especial).
- Piezas de encofrado planas y/o tablero.

3.3.1 OPERACIONES QUE SE REALIZAN

- Colocación de sopandas, portasopandas y puntales.o premontaje de estructura de grandes superficies (mesas).
- Estabilizar conjunto (rigidizar mediante arriostramiento adecuado a pilares).
- Colocación de redes horizontales. (si procede de acuerdo al procedimiento constructivo).
- Preparar accesos a superficie de encofrado, alturas superiores a las habituales que implican estudio específico de elementos auxiliares (andamios, escaleras especiales).
- Configurar área que permita preparar acopios sobre la superficie encofrada.
- Colocar superficie encofrante.
- Colocación de barandillas y tabicas.
- Aplicación de desencofrante.
- Ferrallado.
- Hormigonado.
- Retirada de red (si procede de acuerdo al procedimiento constructivo).
- Desencofrado.
- Desmontaje de encofrado y devolución.



Losa in situ

3.3.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Aún siendo conscientes que los riesgos son iguales o muy similares a los ya expuestos en los capítulos correspondientes a forjados unidireccionales, y, sobre todo, bidireccionales, se enumeran y repiten a continuación a fin de facilitar la consulta y mantener la estructura de la guía.

- Caídas a distinto nivel.

Factores de riesgo

- Borde de forjado sin protección.
- Huecos en forjado.
- Por deslizamiento de los tableros del encofrado por falta de enclavamiento, deficiencia o inexistencia de sistema de arriostramiento horizontal.
- Carencia de acceso seguro.
- Inexistencia de protección anti-caída.



Trabajos con riesgo de caída a distinto nivel: operario sin protección



Forjado de losas prefabricadas alveolares, con línea de vida para evitar riesgo de caída a distinto nivel

Medidas preventivas:

- Protección colectiva:
 - Barandilla perimetral, red perimetral de horca o de bandeja, andamio perimetral.
 - Red bajo forjado.
 - Protección de huecos de ascensor o grandes huecos con red horizontal y barandillas perimetral o con mallazo resistente de luz adecuada y barandilla.
- Protección individual (en caso de que no sea viable la instalación de una protección colectiva eficaz):
 - Líneas de vida con equipo anti-caída.
 - Sistema tipo percha (ver ficha específica en anexo).
 - Otros sistemas...
- Arriostramiento adecuado del encofrado.
- Enclavamiento idóneo de la superficie de encofrado.
- Correcto acceso a la planta de trabajo: escaleras.

- Caídas al mismo nivel**Factores de riesgo:**

- Falta de orden y limpieza.
- Resaltes en la superficie encofrante.
- Deficiente iluminación.
- Superficies heladas y/o mojadas.
- Huecos inherentes al propio sistema de ejecución.
- Pérdida de estabilidad durante la manipulación de los materiales (ferralla, manguera bomba hormigón..)...

Medidas preventivas:

- Orden y limpieza.
- Suficiente iluminación, precaución en trabajos con escasa iluminación natural.
- Se deberán interrumpir los trabajos en condiciones climáticas adversas.
- Revisión del sistema de encofrado verificando su buen estado de conservación.
- Precaución en la manipulación manual del mallazo: deberá tener visión del camino a seguir
- Adecuada coordinación entre el operario de la bomba de hormigón y el que maneja la manguera .
- Correcta sujeción de la manguera durante el transcurso del bombeo del hormigón.
- Precaución en los atascos de la manguera de bombeo.

- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento de la estructura, de alguna de sus partes o del medio auxiliar:**Factores de riesgo:**

- Incorrecto o insuficiente sistema de arriostramiento y/o apeo.
- Desencofrado prematuro.
- Deficiente reparto en el vertido del hormigón,...

- El sistema, insuficientemente arriostrado, sometido a solicitaciones horizontales, de viento, derivadas de acopios excéntricos, o cualquier otro tipo de sollicitación horizontal, puede llegar a desplomarse total o parcialmente.
- Caída de puntales inclinados colocados en bordes de forjado que son inestables hasta que no se coloca sobre ellos una carga suficiente que los haga estables.

Medidas preventivas:

- Cumplimiento especificaciones del proyecto
- Eliminación de dobles apuntalamientos; sustitución por cimbra o andamiaje.
- Revisión de puntales y sistema de apeo; revisar y solucionar adecuadamente los apoyos de puntales sobre superficies inclinadas, como losas de escalera.
- Correctos acopios/reparto de materiales sobre superficie de encofrado.
- Distribución uniforme del hormigón: atención al reparto de las cargas.
- Enclavamiento del puntal a forjado mediante cuña de madera y encajada en el tetón de la sopanda.

- Caídas de objetos:

Factores de riesgo:

- Deterioro de elementos de encofrado por puestas sucesivas.
- Incorrecto estrobo de la carga.
- Rotura de elementos de elevación.
- Inadecuado medio de elevación.
- Suministro de material no apto para su transporte y elevación en obra.
- Caída de material durante su colocación, pequeño material por interior o borde de forjado, durante el desencofrado (puntales, tableros, restos de hormigón..), arrastre de materiales por el viento (casetones , paneles de encofrado..)



Empleo de accesorios de elevación adecuados y personal fuera del radio de acción

Medidas preventivas:

- Establecer un sistema de inspección, desechando piezas defectuosas.
- Proyecto de instalación de grúa torre.
- Instalación adecuada de montacargas.
- Mantenimiento adecuado de estrobos, eslingas, cadenas y ganchos de elevación.
- Revisión y sustitución de aquellos elementos de elevación susceptibles de desgaste o rotura.
- El izado de las cargas se realizará siempre en vertical, nunca en oblicuo.
- El gruista no iniciará el izado de la carga hasta comprobar que no existe personal en la vertical del camino a seguir.
- El gruista dispondrá en todo momento de visión del trayecto, recurriendo a un ayudante en caso de tener puntos ciegos. Ambos conocerán el código de señales.
- El material de obra vendrá adecuadamente paletizado y flejado de modo que en su transporte, descarga y elevación no pueda desprenderse ninguna de las piezas o la totalidad de la carga.
- Los medios auxiliares (puntales, tableros...), vendrán en condiciones adecuadas para su manipulación en obra; palets portapuntales, flejado de tableros, casetones....En las manipulaciones sucesivas en obra, se estrobarán adecuadamente.
- Uso de encofrado continuo, de red bajo forjado, o sistema que permita el montaje desde la planta inferior.
- Se colocará el correspondiente rodapié en las barandillas.
- Durante el desencofrado se limitará el acceso a la planta al personal designado.
- Durante el desencofrado del borde de forjado, suele producirse el desprendimiento de materiales, por lo que, deberán tomarse medidas adecuadas: delimitar la zona de caída de materiales, colocación de sistemas de recepción de materiales...
- Eliminación de todos los elementos inestables: tableros y sopanda inestables.
- En caso de redes bajo forjado, extremar las precauciones utilizando uñas o elementos auxiliares que permitan al operario alejarse de la zona de riesgo.
- Paralizar los trabajos en caso de fuertes vientos asegurando previamente, en la medida de lo posible, aquellos elementos susceptibles de ser arrastrados.
- La evacuación de elementos auxiliares como puntales y tableros, se realizará empleando las plataformas de descarga de materiales, teniendo especial cuidado en no sobrecargar las mismas.

- Pisadas sobre objetos:**Factores de riesgo:**

- Orden y limpieza insuficiente,
- Pisadas sobre objetos punzantes.

Medidas preventivas:

- Debe hacerse una planificación del acopio y retirada de los flejes y recortes de madera.
- Habilitación de zonas de tránsito
- Limpieza de encofrados: eliminación de puntas, restos de hormigón...
- Acopio adecuado de elementos auxiliares
- Uso de calzado de seguridad con plantilla anti perforación.

- Golpes y choques por o contra objetos o herramientas:**Factores de riesgo:**

- Manguera durante el bombeo de hormigón,
- Manipulación del cubeto,
- Movimientos basculantes de las cargas suspendidas,
- Movimiento no controlado de la canaleta de vertido del hormigón,
- Golpes de viento,..

Medidas preventivas:

- Correcta sujeción de la manguera de la bomba de hormigón y coordinación con el operador de la bomba.
- Visión del operador de la bomba y/o grúa de toda la maniobra
- Equilibrado de cargas suspendidas.
- No realizar simultáneamente los movimientos de izado de carga, traslación y giro con la grúa torre.
- La canaleta de vertido de hormigón será manejada permanentemente por un operario.
- Se paralizarán los trabajos en caso de fuertes vientos.

- Proyección de fragmentos o partículas:**Factores de riesgo:**

- Durante el hormigonado, vibrado, corte de materiales y el desencofrado.
- Viento.
- Rotura de discos de máquinas de corte...

Medidas preventivas:

- Revisión, correcto mantenimiento y uso adecuado de herramientas de corte.
- Utilización de gafas de protección durante la realización de procesos con riesgo de proyección de partículas.

- Atrapamiento o vuelcos de máquinas:**Factores de riesgo:**

- Deficiente estabilidad de grúa y/o bomba de hormigón.
- Atrapamientos por partes móviles de máquinas (sierra circular).
- Atrapamientos por el propio material de encofrado en acopio y en su posterior colocación.

Medidas preventivas:

- Proyecto de instalación de la grúa torre.
- Correcto manejo de la grúa torre.
- Asentamiento y estabilización de la bomba de hormigón mediante los gatos hidráulicos.
- El protector del disco de la sierra circular se graduará de acuerdo al espesor del material a cortar.
- Mantener los miembros superiores fuera del radio de acción de las partes móviles ú órganos móviles de la diferente maquinaria.
- Medidas organizativas: coordinación de los trabajos.

- Contacto eléctrico:

Factores de riesgo:

- Instalación eléctrica defectuosa (armario, cableado, clavijas, tierra..),
- Maquinaria eléctrica defectuosa.
- Cables tendidos por el suelo...

Medidas preventivas:

- Instalación y revisión periódica por instalador autorizado.
- Revisar los cables eléctricos por posible deterioro al arrastrarlo sobre superficies lacerantes o por aplastamiento de caída de materiales.
- Utilizar maquinaria eléctrica en correcto estado.
- Evitar tendido de cableado, especialmente en zonas húmedas.

- Atropellos o golpes con vehículos:

Factores de riesgo:

- Movimiento de maquinaria.

Medidas preventivas:

- Limitación de velocidad en el interior de la obra
- Mantenimiento de distancia de seguridad
- El manejo de la maquinaria móvil será realizado únicamente por personal autorizado, debidamente formado y con la categoría profesional adecuada.

- Otros riesgos: En caso de avería de alguna máquina, se pondrá en conocimiento del encargado, quien procederá a su retirada de inmediato. Incendios por hogueras de obra, etc.

ENCOFRADOS VERTICALES

ENCOFRADOS VERTICALES

| | |
|--|-----|
| 4. Encofrados Verticales: Elementos y materiales | 83 |
| 4.1. Montaje del encofrado | 85 |
| 4.1.1. | |
| 4.1.2. Medios auxiliares | |
| 4.1.3. Maquinaria y equipos | |
| 4.1.4. Riesgos y medidas preventivas | |
| 4.2. Armado | 93 |
| 4.2.1. Definición | |
| 4.2.2. Medios auxiliares | |
| 4.2.3. Maquinaria y equipos | |
| 4.2.4. Riesgos y medidas preventivas | |
| 4.3. Hormigonado | 101 |
| 4.3.1. Definición | |
| 4.3.2. Medios auxiliares | |
| 4.3.3. Maquinaria y equipos | |
| 4.3.4. Riesgos y medidas preventivas | |
| 4.4. Desmontaje | 107 |
| 4.4.1. Definición | |
| 4.4.2. Medios auxiliares | |
| 4.4.3. Maquinaria y equipos | |
| 4.4.4. Riesgos y medidas preventivas | |

4 ENCOFRADOS VERTICALES

ÁMBITO DE APLICACIÓN

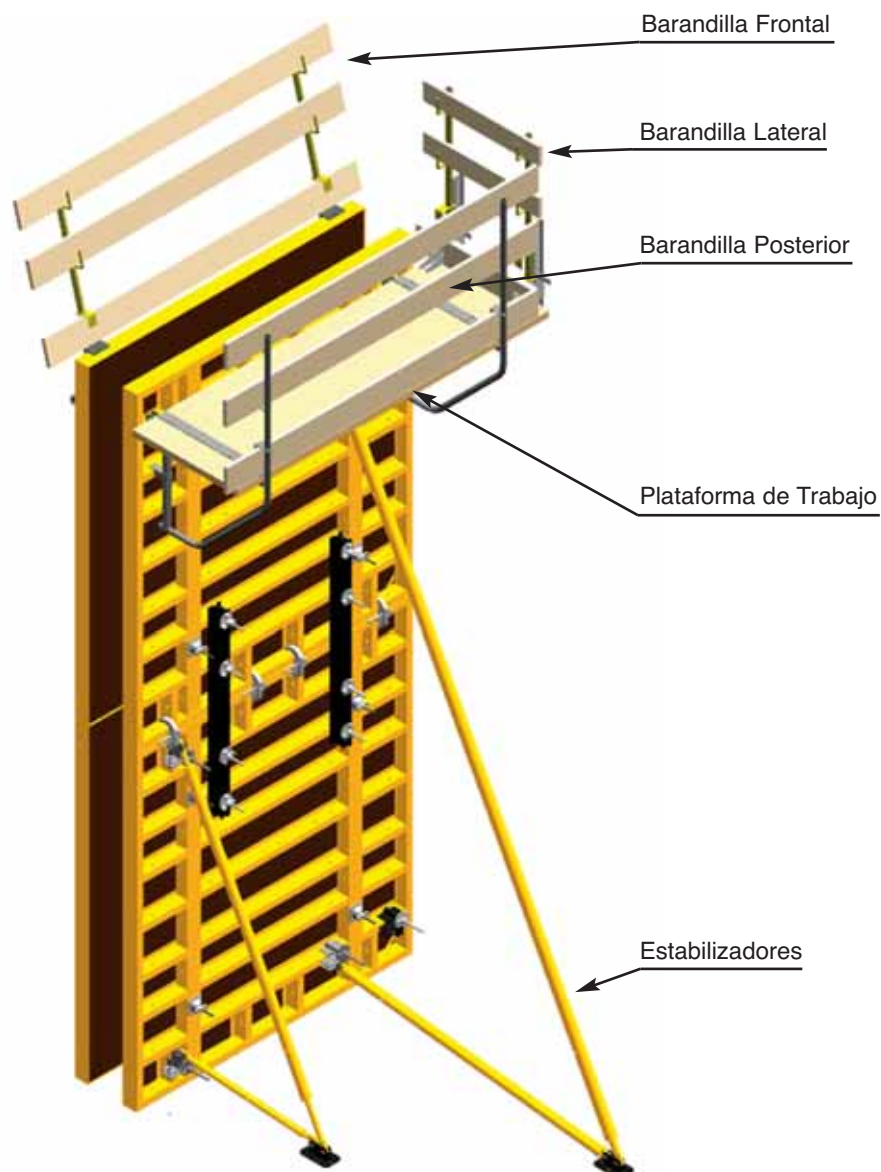
Las presentes instrucciones hacen referencia a las operaciones de encofrado, armado, hormigonado necesarias para la ejecución de las estructuras verticales haciéndose referencia a los riesgos más habituales en este tipo de operaciones.

ELEMENTOS Y MATERIALES

Los encofrados pueden ser esencialmente de dos tipos, “tradicional” (comúnmente de madera) y prefabricados (metálicos y de madera).

Los elementos constitutivos más importantes son:

- a) “Tradicional” (tablón, tabloncillo, tabla y puntales).
- b) Prefabricados (panel, grapas, estabilizadores, ménsulas de trabajo y mordazas de izado).



El uso de los encofrados in situ tiende a desaparecer por su costo y sus menores rendimientos frente al encofrado prefabricado.

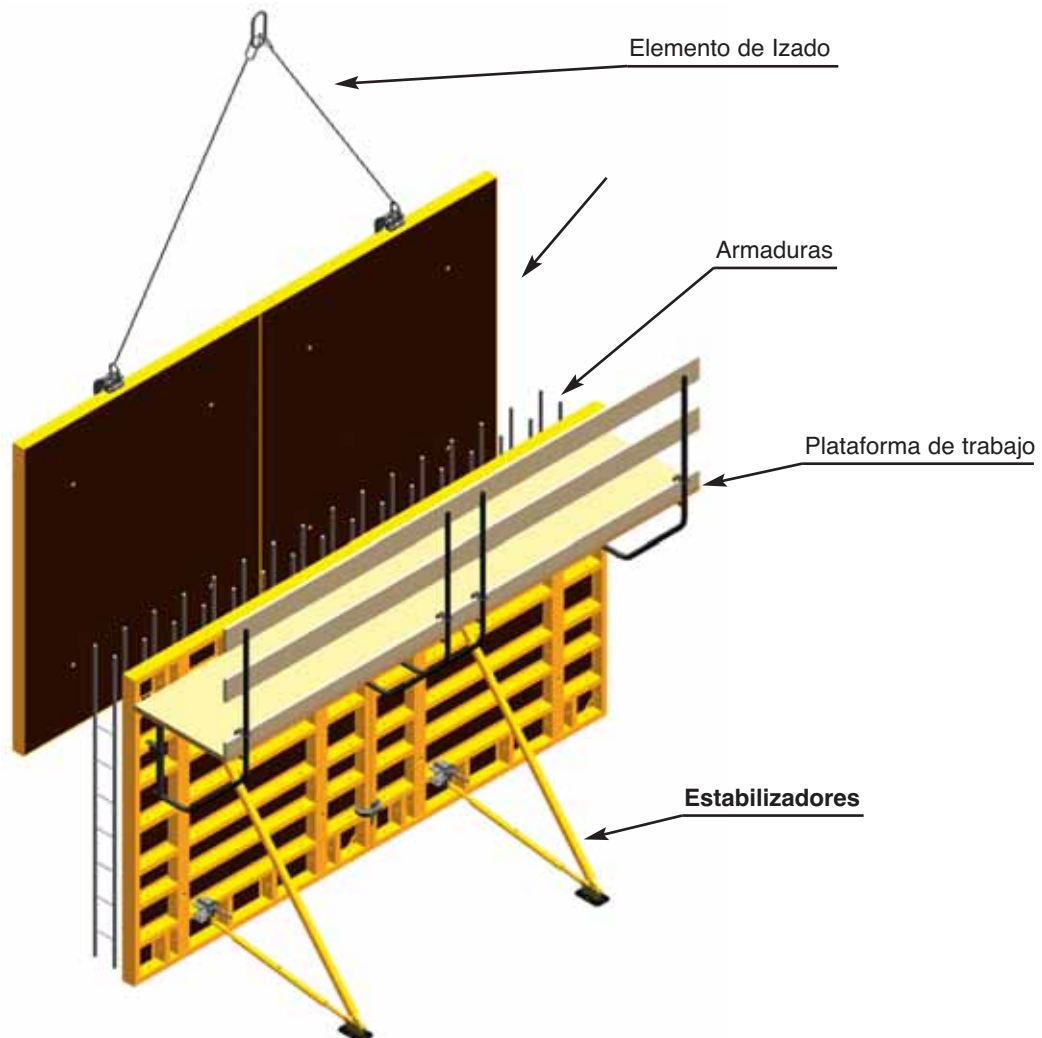
Los encofrados metálicos son suministrados por empresas especializadas y deberá ser elegido el sistema comercial que más se adapte a las necesidades o a los procesos de trabajos previstos.

4.1 MONTAJE DEL ENCOFRADO

4.1.1 DEFINICIÓN

Se entiende por montaje de encofrado la unión entre diversos paneles unitarios modulados hasta conseguir el conjunto deseado tanto en longitud como en altura, incluyendo plataformas de trabajo, accesos, etc. Las unidades que se contemplan son montaje, traslado y colocación.

Se realizarán en el suelo el mayor número de operaciones de montaje posibles incluido el de las plataformas de trabajo, previas a la colocación “in situ” de los encofrados.



4.1.2 MEDIOS AUXILIARES

- Andamios de borriquetas.
- Andamios tubulares.
- Cadenas, estrobos y eslingas.
- Castilletes de hormigonado.
- Escaleras de mano.
- Escaleras tubulares.
- Ganchos y mordazas.
- Puntales.



4.1.3 MAQUINARIA Y EQUIPOS

- Camión con grúa.
- Grúa automotora.
- Grúa torre.
- Grupo electrógeno.
- Plataformas elevadoras.
- Sierra circular.



4.1.4 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

- **Atrapamiento entre objetos** al colocar el panel en su ubicación definitiva, al realizar el enganche, al montarlo...
 - Se coordinarán las maniobras entre gruísta y operarios que intervienen en el proceso de enganche, montaje o guía de la carga.
 - Antes de iniciarse el izado y durante el transporte y el posicionamiento de la carga sólo permanecerán en la zona los operarios necesarios para la maniobra.
 - Los paneles de encofrado y piezas de gran tamaño serán guiados con cabos.
- **Atrapamiento por vuelco de máquinas y/o vehículos** por mala ubicación o no utilización de los elementos de estabilización del propio vehículo.
 - El vehículo se ubicará en zona estable, uniforme y nivelada y en su caso utilizará los elementos de estabilización de los que disponga.
- **Caída a distinto nivel** desde escaleras de mano, plataformas de encofrado, escaleras tubulares de acceso...



- Todos los trabajos deberán realizarse desde plataformas de trabajo y cuando las condiciones del montaje no permitan trabajar desde los elementos indicados se hará uso del arnés de seguridad anticaídas, para lo que será necesario prever puntos de anclaje o líneas fiadoras.



Línea fiadora

- La plataforma de coronación de encofrado, para vertido y vibrado, que se montará previo al izado del conjunto, tendrá las siguientes dimensiones y características:
 - Longitud: La del encofrado.
 - Anchura: Mínimo 60 cm.
 - Sustentación: Jabalcones y soportes sobre el encofrado.
 - Protección: Barandilla rígida de al menos 90 cm. de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
 - Acceso: Escalera de andamio tubular, escala integrada al encofrado o escalera de mano.
- En todo caso se deberá de garantizar la protección de caída por el lado contrario o el lateral bien mediante la colocación de otra ménsula, una barandilla o similares.



- Para construir barandillas, plataformas de trabajo, etc. se desechará la madera con nudos procurando en lo posible utilizar medios metálicos (tubos de acero, plataformas metálicas, etc..prefabricadas).

- Se revisará el buen estado de la ménsula y de los enganches de la misma antes de proceder al montaje de las plataformas.
- Si el encofrado no se encuentra horizontalmente sobre suelo natural sino inclinado, el amarre y desamarre mediante grapas se realizará con escaleras de mano.
- La escalera tubular de acceso contará con las correspondientes medidas de seguridad y estará arriostrada.
- No se deberá trepar por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos.



- La zona de desembarco estará debidamente protegida.
- **Caída al mismo nivel** por irregularidades del terreno o falta de orden y limpieza.
 - Se mantendrá la zona de trabajo ordenada y limpia.
- **Caída de objetos por desplome o derrumbamiento** por mala estabilización de los paneles o por desprendimiento de tierras.
 - Los paneles de encofrado no se desengancharán hasta no haber procedido a su estabilización.



- La estabilización de los paneles se realizará acorde con las dimensiones de los mismos y siguiendo las indicaciones del fabricante.
 - El uso de puntales y trácteles se reducirá a aquellos casos en los que por razones de espacio u otros motivos no sea posible el uso de estabilizadores.
 - Antes del inicio de los trabajos se revisará el buen estado de las tierras.
- **Caída o desprendimiento de objetos** por incorrecto estrobo de la carga, rotura de elementos de elevación o amarre, etc.
- Se utilizarán de elementos de izado acordes con la carga a elevar, indicados por el fabricante.



- Se utilizarán grapas acordes con el encofrado a izar, indicadas por el fabricante.
- Se realizarán revisiones periódica de los elementos de izado.
- No se realizarán movimientos simultáneos con la grúa.
- La grúa automóvil no se trasladará con cargas suspendidas.
- El izado de cargas será en vertical y no en oblicuo.
- Se garantizará el campo visual del gruista durante todo el proceso de traslado, en caso contrario se acompañará de señalista y ambos se comunicarán por medio de un código de señales previamente establecido.
- Las cargas no se trasladarán por encima de personas.
- Las herramientas de mano se trasladarán en cinturones adecuados.
- Durante la colocación del encofrado solo permanecerá en la zona de trabajo la persona o personas encargadas del mismo.
- Tanto las plataformas de trabajo, como las barandillas y rodapiés estarán correctamente sujetas a las ménsulas.
- Para la elevación de cargas pesadas o voluminosas, será muy conveniente el uso de balancines.

- Golpes con objetos en el transporte y ubicación de paneles; en la colocación de las plataformas, barandillas; etc.
 - Los paneles de encofrado serán guiados con cabos.
 - En el caso de los formados por dos contrafuertes y paneles, que se montan en obra, se debe prever una zona libre para el acopio y ensamblaje de los módulos.
 - Las barras diwidag serán de longitud acorde con el ancho del encofrado.
 - Antes de la elevación de las piezas prefabricadas, se revisarán los puntos de anclaje de los estribos y el estado de los mismos.
 - Durante la elevación de las piezas prefabricadas, se vigilará que no se efectúen movimientos bruscos. El acercamiento de las mismas al punto de colocación, se realizará con movimiento vertical, de arriba hacia abajo, evitándose acercar las piezas con movimientos horizontales de arrastre, empleándose tiras o cuerdas guías en caso necesario.



- Las eslingas y útiles de elevación se revisarán antes del inicio de los trabajos.
- En caso de utilización de trácteles o tensores, se señalará su ubicación de forma adecuada.
- En los movimientos de los elementos prefabricados mediante grúa la dirección de los tiros debe formar un ángulo superior a 90° con la horizontal. Se utilizarán guardacabos para proteger las anillas de suspensión.
- Las herramientas de mano estarán en buen estado y se utilizarán para el fin que están diseñadas.

4.2 ARMADO

4.2.1 DEFINICIÓN

Se trata de la elaboración, montaje y colocación de las correspondientes armaduras en el interior de aquellos encofrados que así lo requieran.



4.2.2 MEDIOS AUXILIARES

- Andamios de borriquetas.
- Andamios tubulares modulares.
- Cadenas, estrobo y eslingas.
- Escaleras de mano.
- Ganchos y mordazas.
- Puntales.



4.2.3 MAQUINARIA Y EQUIPOS

- Camión grúa.
- Dobladora.



- Grúa automotora.
- Grúa torre.
- Plataformas elevadoras.
- Radial o rotaflex.
- Soldadura eléctrica.
- Soldadura oxiacetilénica.
- Tronzadora - cortadora.



4.2.4 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

- **Atrapamiento por o entre objetos** al enganchar las armaduras, al depositarlas en la zona de acopio o por atrapamiento entre la carga los elementos fijos del medio de transporte.
 - Coordinación entre el gruista y el operario que engancha o guía la carga
 - Antes de iniciarse el izado y durante el transporte y el posicionamiento de la carga sólo permanecerán en la zona los operarios necesarios para la maniobra.
 - Los paneles de encofrado y piezas de gran tamaño serán guiados mediante cabos.
- **Atrapamiento por vuelco de máquinas y/o vehículos** por mala ubicación o no utilización de los elementos de estabilización del propio vehículo.
 - El vehículo se ubicará en una zona estable, uniforme y nivelada y en su caso se utilizarán los elementos de estabilización de los que disponga.
- **Caída a distinto nivel** desde escaleras, andamios, plataformas elevadoras o plataformas de trabajo:



- No se preparará por las propias armaduras utilizándose los medios auxiliares adecuados.



- Los andamios contarán con todos los elementos de protección cumpliendo con su correspondiente normativa
- La utilización de las escaleras de mano se realizará cumpliendo con su correspondiente normativa.



- En el enganche/desenganche de las armaduras y en la colocación de separadores se utilizarán los medios auxiliares adecuados
- En las plataformas de trabajo que se monten entre los paneles de encofrado, para el armado "in situ", debido a las condiciones particulares del proceso se tomarán las medidas idóneas en cuanto a seguridad y estabilidad se refiere, justificando las medidas y la eficacia de las mismas.



- **Caída al mismo nivel** por irregularidades del terreno o falta de orden y limpieza.



- Se mantendrá la zona de trabajo ordenada y limpia.

- **Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.**

- Antes de desenganchar la armadura ésta deberá de estar convenientemente sujeta a una de las caras del encofrado previamente estabilizado, y/o a los arranques o esperas pertinentes, utilizando si fuese necesario los correspondientes elementos de apuntalamiento o estabilización (puntales, estabilizadores, etc.).
 - Si durante las operaciones previas a la colocación de la armadura, estas resultaran dañadas, de forma que pueda afectar a su resistencia y/o estabilidad, deberán desecharse.
 - No sobrecargar las plataformas de trabajo.
- **Caída por objetos desprendidos** por incorrecto estrobo de la carga, rotura de elementos de elevación o amarre, etc.

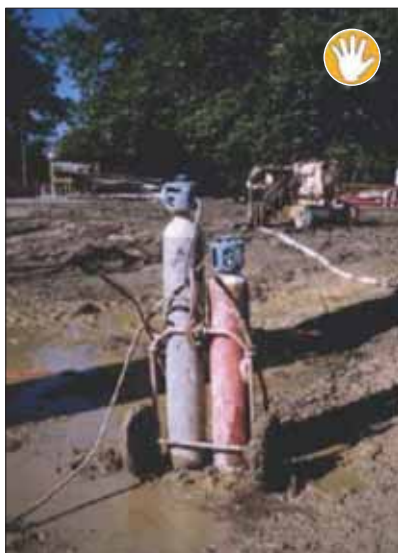


- Se utilizarán guardacabos para proteger las anillas de suspensión.
- Las eslingas, cables, ganchos o grapas de amarre serán de dimensiones acordes con los pesos a elevar.
- No deberán realizarse movimientos simultáneos con la grúa.
- La grúa no se trasladará con cargas suspendidas.

- El izado de cargas será en vertical y no en oblicuo.
- Se garantizará el campo visual del gruista durante todo el proceso de traslado, en caso contrario se acompañará de señalista y ambos se comunicarán por medio de un código de señales previamente establecido.
- Las cargas no se trasladarán por encima de personas.
- Durante la maniobra de movimiento de armaduras sólo permanecerá en la zona de trabajo la persona o personas encargadas de la misma.
- Antes de la elevación de las armaduras, se revisarán los puntos de anclaje de los estrobos y el estado de los mismos.
- Las eslingas y útiles de elevación se revisarán antes de inicio de los trabajos, desechándose aquellos que estén en mal estado.
- Para la elevación de cargas pesadas o voluminosas será muy conveniente el uso de balancines.
- Las cestas metálicas estarán suspendidas de cuatro puntos, estando preferentemente situados en sus esquinas.
- El transporte aéreo de paquetes de armaduras mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados, mediante eslingado completo (ahorcado) del mismo. Los elementos de enganche no formarán un ángulo superior a los 90°. No se suspenderán cargas enganchando a los alambres de atado en el paquete.
- No se transportarán armaduras de pilares en posición vertical. Se transportarán suspendidos de dos puntos mediante eslingas hasta llegar próximos al lugar de ubicación depositándose en el suelo. Sólo se realizará el transporte vertical para la ubicación exacta "in situ".
- La elevación o descenso de cargas se hará lentamente, evitando toda arrancada o parada brusca, haciéndolo siempre en sentido vertical, para evitar el balanceo.

· **Electrocuciones, explosiones y quemaduras.**

- En el caso de trabajos de soldadura con gases, se comprobará el estado de manómetros, mangueras y demás elementos, desechándose aquellos que estén en mal estado.



- Cuando se hagan trabajos de soldadura, se balizará la zona de influencia de la misma, para evitar quemaduras.
- La manipulación de las bombonas se realizará según las instrucciones del fabricante.
- **Golpes, proyecciones o cortes con objetos o herramientas** en el transporte de armaduras; en la preparación o colocación de las mismas, etc.
 - Las maniobras de ubicación “in situ” de ferralla montada se guiarán mediante cabos hasta su aplomado definitivo.
 - Se garantizará la visión del gruista durante todo el proceso de traslado o en su caso se acompañará de señalista y ambos utilizarán código de señales.
 - En el uso de la rotaflex se tendrá el disco en buen estado y colocado el protector.
 - No se empleará el acero corrugado para hacer útiles de trabajo o elementos auxiliares.
 - Los elementos sobresalientes tales como redondos, barras diwidag, etc, que no puedan ser cortados, y que supongan un riesgo para los trabajadores, serán protegidos en sus extremos.



4.3 HORMIGONADO

4.3.1 DEFINICIÓN

Es el conjunto de operaciones necesarias para el vertido del hormigón en el interior del encofrado, bien realizándolo mediante cubo, por bombeo o canaleta. Queda incluida la operación de vibrado durante el vertido del hormigón.



4.3.2 MEDIOS AUXILIARES

- Andamio tubular.
- Cadenas, cuerdas, estrobos, eslingas, etc.
- Castillete de hormigonado.
- Cubo de hormigonado.
- Escalera de mano.
- Escalera tubular andamiada.
- Manguera y tubería para vertido hormigón.
- Plataforma de trabajo sobre ménsulas.
- Topes de final de recorrido para vehículos.





4.3.3 MAQUINARIA Y EQUIPOS

- Bomba de hormigón.
- Camión hormigonera.



- Grúa automotora.
- Grúa torre.
- Grupo electrógeno.
- Vibrador.

4.3.4 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

· **Atrapamiento entre objetos**

- En el caso de bombeo de hormigón, la manguera terminal del vertido será gobernada a la vez por dos operarios, para evitar accidentes por movimientos incontrolados de la misma.
- En el montaje y manipulación de las canaletas se tomarán las medidas oportunas a fin de evitar posibles atrapamientos entre elementos de la misma.
- Las asas basculantes de los cubos de hormigonado se bloquearán con las horquillas de sujeción.

· **Atrapamiento por vuelco de máquinas y/o vehículos** por mala ubicación o no utilización de los elementos de estabilización del propio vehículo.

- El vehículo se ubicará en zona estable, uniforme y nivelada y en su caso utilizará los elementos de estabilización de los que disponga.
- Cuando se trabaje en proximidades de excavaciones el vehículo se mantendrá alejado del borde la misma o se colocarán topes, a fin de evitar el vuelco.

· **Caída a distinto nivel.**

- Para los trabajos de hormigonado, se utilizarán medios auxiliares y maquinaria acordes a la legislación vigente.



- Antes del inicio del hormigonado se revisará el buen estado de los encofrados en prevención de malos acoplamientos de las uniones de la plataforma de trabajo sobre la ménsula.
- No se trepará por los encofrados o se permanecerá en equilibrio sobre los mismos utilizando accesos adecuados.
- La escalera tubular de acceso contará con las correspondientes medidas de seguridad y estará arriostrada.
- La zona de trabajo estará debidamente protegida mediante las correspondientes barandillas, rodapié, etc.



- **Caídas al mismo nivel y pisadas sobre objetos.**

- Se mantendrá la zona de trabajo ordenada y limpia.

- **Caída de objetos por desplome.**

- En el vertido de hormigón se evitarán sobrecargas de éste que puedan poner en peligro la estabilidad del encofrado.
- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados y las entibaciones.
- Antes del inicio del hormigonado se revisará el buen estado de los encofrados en prevención de roturas, derrames...
- Se vigilará el buen comportamiento de los encofrados durante el vertido del hormigón, paralizándose en el momento que se detecte algún fallo. No se reanudará el vertido hasta no haber restablecido su estabilidad.

- **Caída o desprendimiento de objetos** por incorrecto estrobo de la carga, rotura de elementos de elevación o amarre, etc.

- Se utilizarán los elementos de izado acordes con la carga a elevar, indicados por el fabricante.
- Se realizará revisiones periódicas de los elementos de izado.
- No se cargará el cubo de vertido por encima de la carga máxima de la grúa que los sustenta.
- Se limpiará la parte superior del cubo para evitar la caída de hormigón sobrante.
- Se hará un mantenimiento adecuado del cubo de hormigonado para evitar el enmascaramiento de posibles defectos (soldaduras, espesor de tubo, ...)
- No se sobrecargarán las plataformas de trabajo.

- **Contactos eléctricos.**

- El equipo de vibrado trabajará con tensión de seguridad.
- Los cables de alimentación se mantendrán en buen estado y se evitará su paso por zonas húmedas.

- **Golpes con objetos** en el vertido de hormigón.

- Del cubo de vertido penderán cabos de guía para ayuda a su posicionado. No se guiará o recibirá directamente, en prevención de caídas y golpes por movimientos pendulares del cubo.
- El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado, será dirigido por un operario especialista, para evitar accidentes por “tapones” y “sobre presiones” internas.

- Antes de iniciar el bombeo del hormigón se deberá preparar el conducto (engrasar las tuberías), enviando masas de mortero de dosificación, para evitar atoramiento o tapones.
- Se evitará introducir la pelota de limpieza, sin antes haber instalado la redcilla de recogida a la salida de la manguera. Tras el recorrido total del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios sujetarán la manguera terminal, a elementos sólidamente fijados, antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso de limpieza.
- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigonado.
- Se tomarán precauciones para movimientos intempestivos de la canaleta durante el vertido de hormigón.
- La maniobra de vertido será dirigida por un operario distinto al de manejo de la canaleta, debiendo coordinarse.

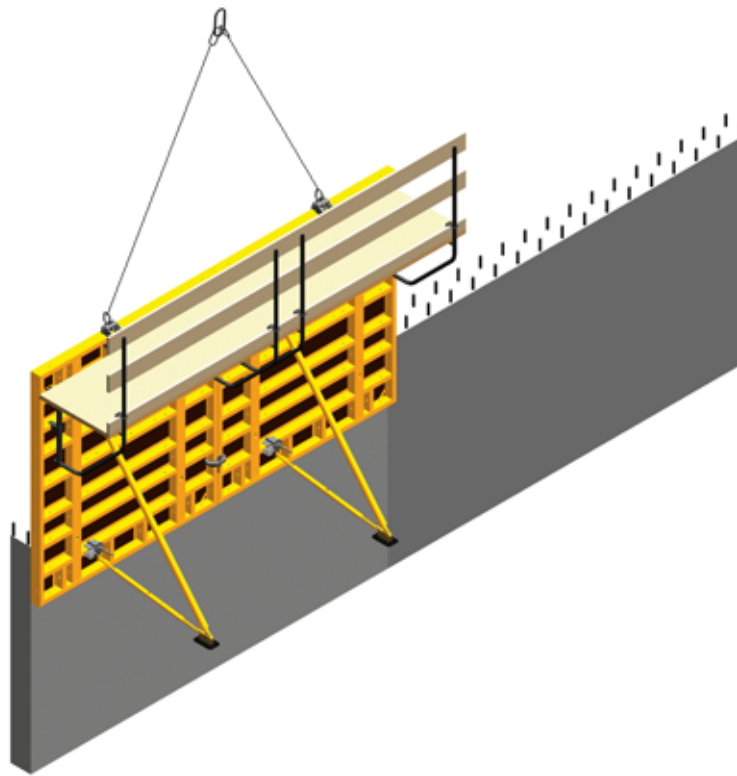
· **Proyección de fragmentos o partículas.**

- En caso de transporte neumático de hormigón se protegerá su salida de la tubería con una pantalla de consistencia suficiente para evitar proyecciones.
- En caso de transporte neumático o hidráulico de hormigón se revisarán antes de iniciar el trabajo las uniones de tuberías y arriostramientos con especial atención a los codos.

4.4 DESMONTAJE

4.4.1 DEFINICIÓN

Retirada de los elementos de encofrado y auxiliares una vez fraguado el hormigón.



4.4.2 MEDIOS AUXILIARES

- Andamios tubulares.
- Cadenas, estrobos y eslingas.
- Escaleras de mano.
- Ganchos y mordazas.
- Palancas metálicas.
- Plataformas de trabajo sobre ménsulas.
- Puntales.

4.4.3 MAQUINARIA Y EQUIPOS

- Camión grúa.
- Grúa automotora.
- Grúa torre.
- Grupo electrógeno.
- Plataformas elevadoras.
- Radial o rotaflex.

4.4.4 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

- **Atrapamiento entre objetos** al colocar el panel en el acopio, al realizar el enganche, al desmontarlo...
 - Se coordinarán las maniobras entre gruísta y operarios que intervienen en el proceso de enganche, desmontaje o guía de la carga.
- **Atrapamiento por vuelco de máquinas y/o vehículos** por mala ubicación o no utilización de los elementos de estabilización del propio vehículo.
 - El vehículo se ubicará en zona estable, uniforme y nivelada y en su caso utilizará los elementos de estabilización de los que disponga.
- **Caída a distinto nivel.**
 - Para los trabajos a distintos niveles, se utilizarán medios auxiliares y/o maquinaria adecuada tales como plataformas, plataformas elevadoras, etc.
 - No se trepará por los encofrados o se permanecerá en equilibrio sobre los mismos.



- Todos los trabajos deberán realizarse siempre desde plataformas de trabajo completas y cuando las condiciones del desmontaje no permitan trabajar desde los elementos indicados se hará uso del arnés anticaídas amarrado a línea de vida o punto fijo.
- **Caída al mismo nivel y pisadas sobre objetos.**
 - Se mantendrá la zona de trabajo ordenada y limpia.
- **Caída de objetos por desplome o derrumbamiento** por mala estabilización de los paneles o por desprendimiento de tierras.
 - El acceso al trasdós del muro (espacio comprendido entre el encofrado interno y talud del vaciado) se efectuará mediante escaleras adecuadas, previa comprobación del buen estado de las tierras. No se accederá escalando por el encofrado, por ser una acción insegura.
 - Se desencofrarán los elementos verticales de arriba hacia abajo.
 - Antes de comenzar la operación de desencofrado se deberá garantizar que el encofrado esté enganchado por la grúa y/o estabilizado.
- **Caída o desprendimiento de objetos por incorrecto** estrobo de la carga y rotura de elementos de elevación o amarre, etc.
 - Durante la operación de desmontaje, sólo permanecerá en la zona de trabajo la persona o personas encargadas del mismo.
 - Antes de iniciar las operaciones de desmontaje se verificará la retirada de los materiales sueltos en las plataformas de trabajo.
 - Se utilizarán los elementos de izado acordes con la carga a elevar, indicados por el fabricante.
 - Se utilizarán grapas acordes con el encofrado a izar, indicadas por el fabricante.



- Se realizará revisiones periódicas de los elementos de izado.
- No se realizarán movimientos simultáneos con la grúa.
- La grúa automotora no se trasladará con cargas suspendidas.
- El izado de las cargas será en vertical y no en oblicuo.
- Se garantizará el campo visual del gruista durante todo el proceso de traslado, en caso contrario se acompañará de señalista y ambos se comunicarán por medio de un código de señales previamente establecido.
- Las cargas no se trasladarán por encima de personas.
- Las herramientas de mano se portarán en cinturones adecuados.
- Durante la colocación del encofrado solo permanecerá en la zona de trabajo la persona o personas encargadas del mismo.
- Tanto las plataformas de trabajo, como las barandillas y rodapiés estarán correctamente sujetas a las ménsulas que permanecerán unidas al encofrado.
- Para la elevación de cargas pesadas o voluminosas, será conveniente el uso de balancines.

- **Golpes y cortes con objetos** en el transporte de paneles y elementos de encofrado.
 - Para dirigir las piezas de gran tamaño, se utilizarán cuerdas guías sujetas a los extremos de la pieza.
 - Antes de la elevación de los paneles de encofrado, se revisarán los puntos de anclaje de los elementos de izado y el estado de los mismos.
 - La separación del panel de encofrado del hormigón se realizará mediante medios manuales no utilizando la grúa como elemento de tiro, manteniéndose los operarios que intervienen en la operación fuera del radio de acción del panel.
 - Durante la elevación de los elemento de encofrado, se vigilará que no se efectúen movimientos bruscos. El movimiento de los mismos se realizará en vertical, evitándose mover las piezas con movimientos horizontales de arrastre, empleándose para ello cabos o cuerdas guías en caso necesario.
 - Las eslingas y útiles de elevación se revisarán antes del inicio de los trabajos.
 - En los movimientos de los paneles de encofrado mediante grúa, la dirección de los tiros siempre debe formar un ángulo superior a 90° con la horizontal. Se utilizarán guardacabos para proteger las anillas de suspensión.
 - Las herramientas de mano estarán en buen estado y se utilizarán para el fin que están diseñadas.
 - Se cortarán los latiguillos y separadores para evitar el riesgo de golpes, cortes y pinchazos a los operarios.

ASPECTOS GENERALES

ASPECTOS GENERALES

| | |
|--|-----|
| 5. Riesgos higiénicos y ergonómicos | 117 |
| 5.1. Riesgos higiénicos | |
| 5.2. Riesgos ergonómicos | |
| 6. Equipos de protección individual - EPIS | 119 |

5 RIESGOS HIGIÉNICOS Y ERGONÓMICOS

5.1. RIESGOS HIGIÉNICOS

- **Exposición a temperaturas ambientales extremas.**
 - Utilización de ropa adecuada.
 - Adaptar la jornada de trabajo a la climatología.
- **Contacto y/o inhalación de sustancias nocivas y/o corrosivas: hormigones, aditivos, líquidos para limpieza de tableros, resinas...**
 - El uso de estos productos se hará de acuerdo a las especificaciones del fabricante facilitadas en la ficha técnica.
 - Protección respiratoria.
 - Corte de materiales por vía húmeda.
- **Nivel sonoro elevado:** Durante el uso de equipos de trabajo y entorno de obra.
 - En aquellos procesos que tengan un nivel sonoro elevado se cumplirá la legislación vigente.
 - Se optarán por equipos de trabajo de baja emisión sonora.
- **Vibraciones:** Durante el proceso de hormigonado, durante el uso de martillos picadores...
 - Selección de equipos de trabajo con sistemas de atenuación de la vibración.
 - Medidas organizativas.



5.2. RIESGOS ERGONÓMICOS

- **Sobreesfuerzos:** sobrecargas y posturales.
 - Se usará maquinaria para el transporte de materiales en lugar de transportarlos a mano, y si no es posible se utilizará ayuda a otros compañeros.
 - Elección de envases de productos que no superen los 25 kg (saco de cemento, etc).
 - Formación específica en manipulación manual de cargas.



Manipulación de materiales



Manipulación casetones: sobreesfuerzos, caída a distinto nivel, caída objetos en manipulación y/o desprendidos.

6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL – EPIS.

Los equipos de protección individual utilizados por los trabajadores dispondrán de marcado “CE” y cumplirán con lo indicado en el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual.

Siempre se utilizarán:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Guantes.
- Ropa de trabajo.



En su caso, y cuando sea necesario por el tipo de trabajo a ejecutar se utilizarán entre otros:

- Gafas o pantallas de seguridad (riesgo para los ojos).
- Protectores auditivos (elevada exposición al ruido).
- Mascarilla respiratoria (riesgo de emanaciones nocivas).
- Arnés de seguridad (trabajos en altura con peligro de caída).
- Ropa de abrigo / Ropa de lluvia.
- chaleco reflectante.



Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

A continuación, y de manera no exhaustiva, se relaciona la siguiente legislación relacionada:

- Ordenanza de trabajo de la construcción, vidrio y cerámica. Orden del Ministerio de Trabajo de 28 de agosto de 1970 y Ordenanza de trabajo de la construcción y obras públicas.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre. Ordenación de la Edificación.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Servicio de Prevención, y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.
- R.D. 56/1995, de 20 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 2661/98 del 11 de Diciembre de 1998. (EHE) Instrucción de Hormigón estructural.
- R.D. 642/2002. Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados (EFHE).
- R.D. 1311/2005 de 4 de noviembre sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores ante los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Normas:
 - Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE – 83).
 - UNE 76501:1987: Estructuras auxiliares y desmontables. Clasificación y definición.
 - UNE-EN 1065:1999: Puntales telescópicos regulables de acero. Especificaciones del producto, diseño y evaluación por cálculo y ensayos.
 - UNE-EN 1065:2001 ERRATUM: Puntales telescópicos regulables de acero. Especificaciones del producto, diseño y evaluación por cálculo y ensayos.
 - UNE HD 1004:1994 Torres de acceso y torres de trabajo móviles construidas con elementos prefabricados.
 - UNE-EN 1298:1996: Torres de acceso y torres de trabajo móviles. Reglas y directrices para la preparación de un manual de instrucciones.
 - UNE-EN 39:2001: Tubos de acero libres para andamiajes y acoplamientos. Condiciones técnicas de suministro.
 - UNE 76503:1991: Uniones, espigas ajustables y placas de asiento para andamios de trabajo y puntales de entibación de tubos de acero. Requisitos. Ensayos.
 - UNE-EN 12810-1. Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 1: Especificaciones de los productos.
 - UNE-EN 12810-2. Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 2: Métodos particulares de diseño estructural.
 - UNE-EN 12811-1. Equipamientos para trabajos temporales de obra. Parte 1: Andamios: Requisitos de comportamiento y diseño general.
 - UNE-EN 12811-2. Equipamientos para trabajos temporales de obra. Parte 2: Información sobre los materiales.
 - UNE-EN 12811-3. Equipamientos para trabajos temporales de obra. Parte 3: Ensayo de carga.
 - UNE EN 131-1:1994. Escaleras. Terminología, tipos y dimensiones funcionales.

- UNE EN 131-2:1994. Escaleras. Requisitos, ensayos y marcado.
- UNE EN 1263-1:2004. Redes de seguridad. Parte 1: Requisitos de seguridad, métodos de ensayo.
- UNE EN 1263-2:2004 Redes de seguridad. Parte 2: Requisitos de seguridad para los límites de instalación.
- UNE EN 13374:2004. Protecciones provisionales de borde.

Anexos

Anexos

ENCOFRADOS HORIZONTALES

ANEXO I

SISTEMAS DE ENCOFRADO LIGERO Y MESAS DE ENCOFRADO

INTRODUCCIÓN

No debemos olvidar que:

- El primer principio de la acción preventiva la Ley 31/1995 es *“Evitar los riesgos”*.
- El tercero *“Combatir los riesgos en su origen”*
- El quinto *“tener en cuenta la evolución de la técnica”*.

Algunas firmas comerciales, están apostando por nuevos sistemas de encofrado que reduzcan, como objetivo principal, la exposición a los riesgos de caída en altura.

Estos sistemas están basados básicamente en dos líneas de diseño y desarrollo de nuevas técnicas:

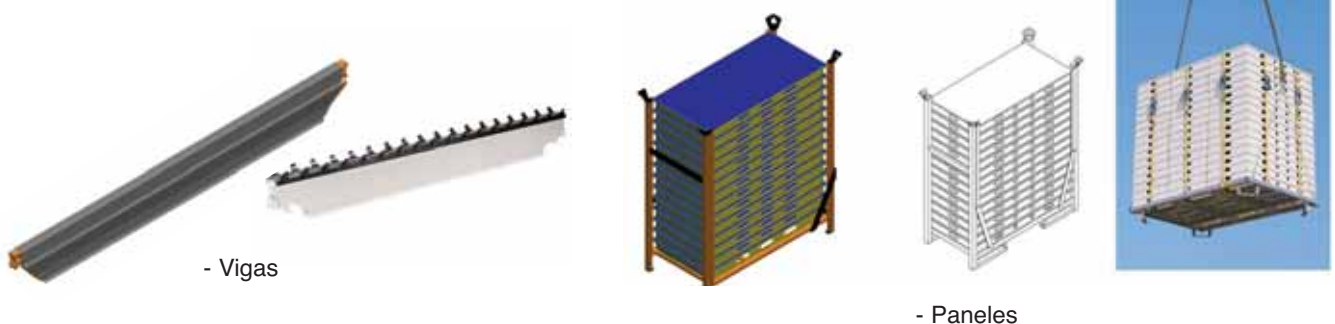
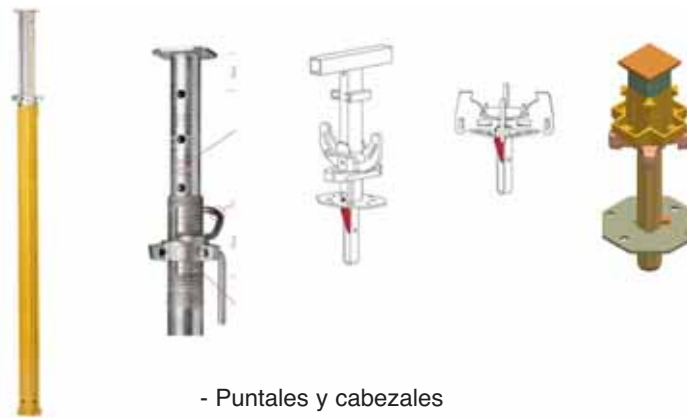
1. Montaje de pequeñas piezas más ligeras desde el forjado inferior.
2. Montaje de grandes superficies de encofrado más pesadas con grúa.

1. Montaje del sistema de pequeñas piezas desde el forjado inferior.

En la primera línea, encontramos en el mercado sistemas de encofrado horizontal, conformado a base de paneles con marco de aluminio que apoyados sobre vigas, también de aluminio, permiten instalar la superficie encofrante del forjado superior desde forjado que ya hemos ejecutado.

Son sistemas sencillos que funcionan básicamente como los sistemas tradicionales, solo que permiten generar una superficie estable antes de acceder al encofrado superior.

La configuración básica se obtiene mediante la correcta colocación de:



Ventajas:

1. Sirven para todo tipo de forjados semi-prefabricados o in situ.
2. Evitan de forma efectiva la exposición al riesgo de trabajo en altura.
3. Llegan a obra paletizados y reducen el corte de madera para remate favoreciendo el orden y la limpieza.
4. Requieren un montaje y desmontaje sistemático, que obliga y permite establecer una planificación.
5. Pueden no requerir puntales inclinados en el borde de forjado, o permiten fijar dichos puntales de forma segura, (ver puesta en obra) reduciendo el riesgo de caída de material a la vía pública.
6. Permiten la colocación de las barandillas de borde de encofrado de manera segura.
7. Permiten un desencofrado seguro eliminando, en este punto, el riesgo de golpes por objetos desprendidos que se producía en el tradicional desencofrado por caída libre.

Puesta en obra

Como ya se ha explicado el material llega a obra paletizado.



El primer paso, tras haber fijado los cabezales a los puntales, es instalar un primer módulo estable, esta operación se realiza siempre desde abajo, desde andamio o medio auxiliar adecuado.

Formaremos el primer cuadro con los primeros cuatro puntales y lo fijaremos a un muro o a un pilar.



Fijación a muro



Abarcando un pilar

Una vez estabilizado el primer módulo iremos avanzando conforme a las instrucciones del fabricante.

Existen sistemas que permiten el montaje mediante el uso de pértigas del siguiente modo:

Primero instalaremos las vigas de un costado.



De la viga vamos colgando los paneles.



Con ayuda de unas pértigas colocamos los paneles en posición.



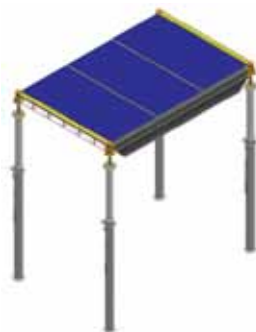
Instalamos ahora la viga del otro costado.



Con los paneles y las vigas en su posición se quitan las pértigas y los paneles quedan colocados en su posición.

La estructura, dependiendo del sistema podrá instalarse con o sin paneles de encofrado (siguiendo instrucciones del Fabricante).

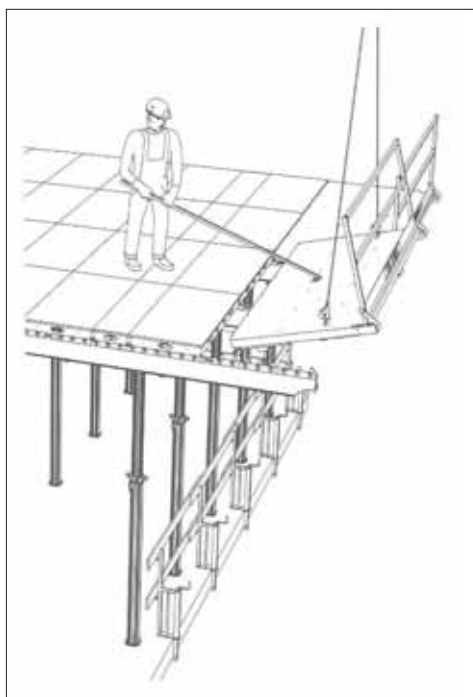




Al llegar al borde de forjado, dependiendo del fabricante podemos encontrar diferentes soluciones. Como es lógico deben seguirse en cualquier caso las indicaciones del fabricante.

A modo de ejemplo exponemos dos soluciones:

a) Se instalan las barandillas sin aproximarse al borde.



Finalmente se realizan los remates y se colocan los tapajuntas de plástico.

b) Se instalan vigas perimetrales cc en la dirección de las vigas.



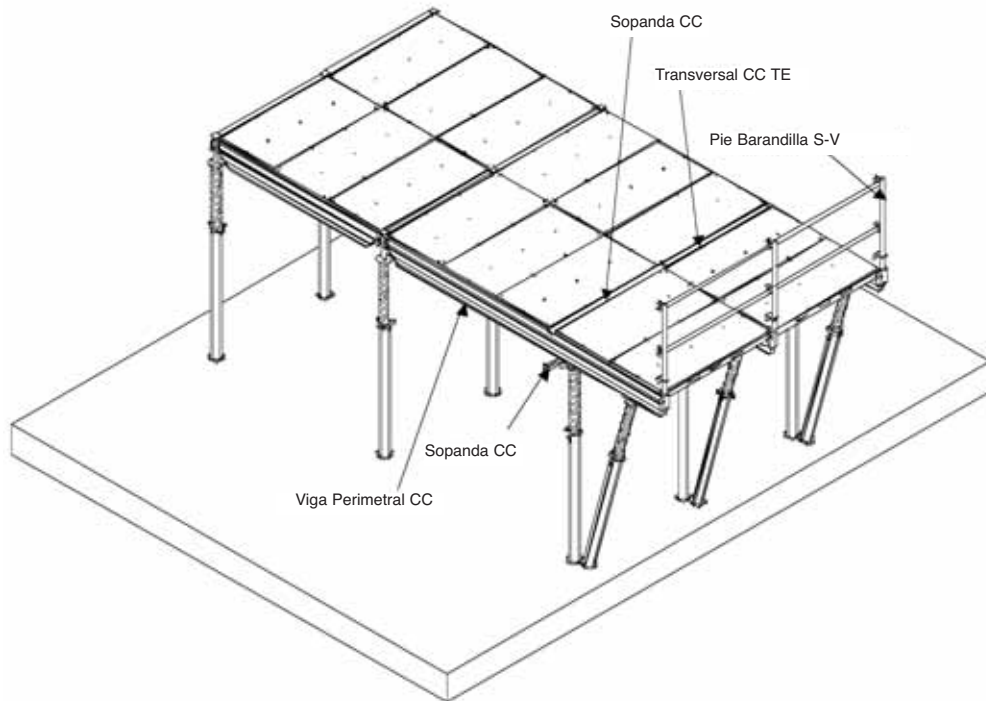


Figura -1: VIGAS PERIMETRALES CC en la dirección de las VIGAS CC

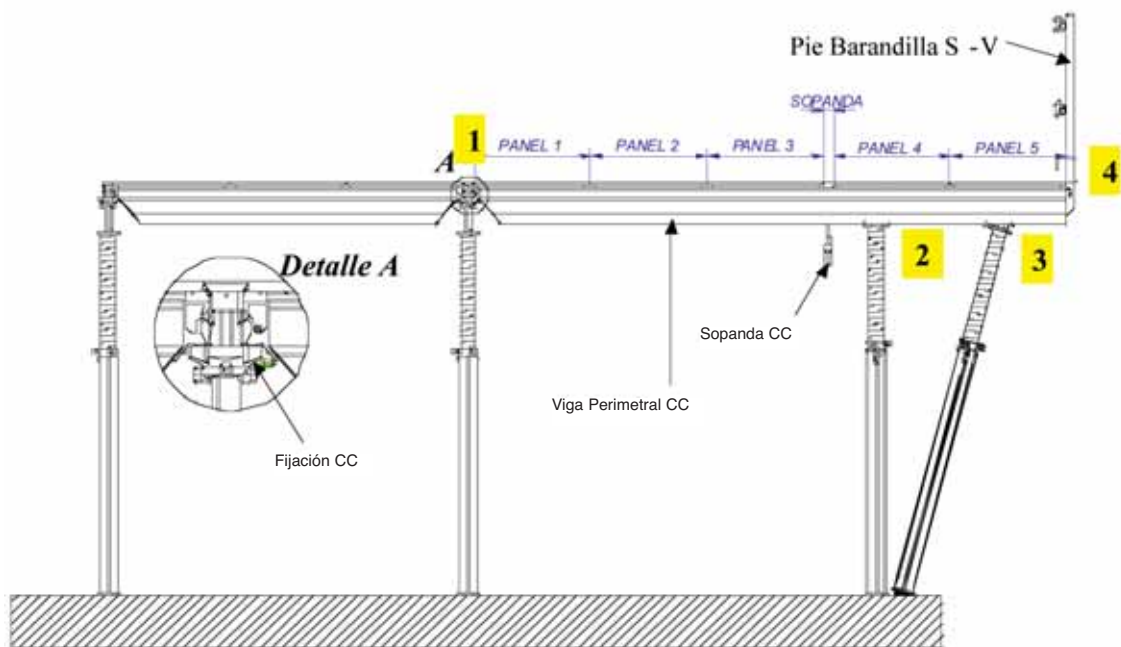


Figura -2: VIGAS PERIMETRALES CC en la dirección de las VIGAS CC

Montaje desde abajo

El proceso de montaje se divide en las siguientes fases:

Colocar PIE BARANDILLA S-V en el punto "4" de la VIGA PERIMETRAL CC.

Enganchar la VIGA PERIMETRAL CC en el soporte del CABEZAL CC (punto "1").

Levantar la VIGA PERIMETRAL CC.

Colocar puntal en el enganche desplazable (posición "2")

Desplazar el puntal hacia el final de losa hasta una distancia máxima del borde de unos 20cm permitiendo la colocación del puntal inclinado.

Colocar la FIJACIÓN CC.

Colocar siguiente viga de la misma forma.

Colocar panel número 1 sobre 2 vigas de forma que el montaje adquiera estabilidad.

Nivelar el sistema.

Colocar puntal inclinado en el punto "3".

Colocar panel número 5 y deslizarlo a lo largo de la viga hasta hacer tope con el enganche del PIE BARANDILLA S-V.

Colocar panel número 4 y deslizar hasta hacer tope con el panel 5.

Colocar SOPANDA CC o TRANSVERSAL CC TE contra el panel 4. La colocación de las sopandas y transversales se debe alternar de forma que 2 calles consecutivas no tengan sopanda.

Colocar paneles 3 y 2.

Colocar barandillas y rodapiés con un arnés y con el punto de anclaje en el pilar más próximo.

Desencofrado

El sistema desencofrado es muy similar al de otros sistemas, solo que en este caso no se dejan caer las piezas al suelo.

Primero se hacen descender los cabezales



Y después se desmontan paneles y vigas desde abajo. Los puntales con sus cabezales, se dejan hasta que el hormigón alcanza la resistencia adecuada.



2. Montaje de grandes superficies de encofrado con grúa.

En la segunda línea encontramos en el mercado sistemas de encofrado horizontal, a base de las denominadas Mesas.

El principio aquí es justo el opuesto, se pretende reducir de igual modo la exposición al riesgo de caída en altura, pero en este caso mediante la instalación con grúa de grandes superficies de encofrado horizontal pre-montadas en el suelo o en taller.

La Tecnología de Mesas persigue industrializar la ejecución de los forjados, que permite a su vez racionalizar e industrializar, tanto las instalaciones como las armaduras, los acabados y las terminaciones.

Definiciones:

MESA.- Unidad del sistema formada por tablero y estructura soporte.



ESTRUCTURA SOPORTE.- Estructura inferior vertical compuesta por puntales y arriostramientos.



TABLERO.- Elemento superior horizontal compuesto por vigas principales, vigas secundarias y asciende con superficie encofrante ya instalada o con redes como protección anti-caída.

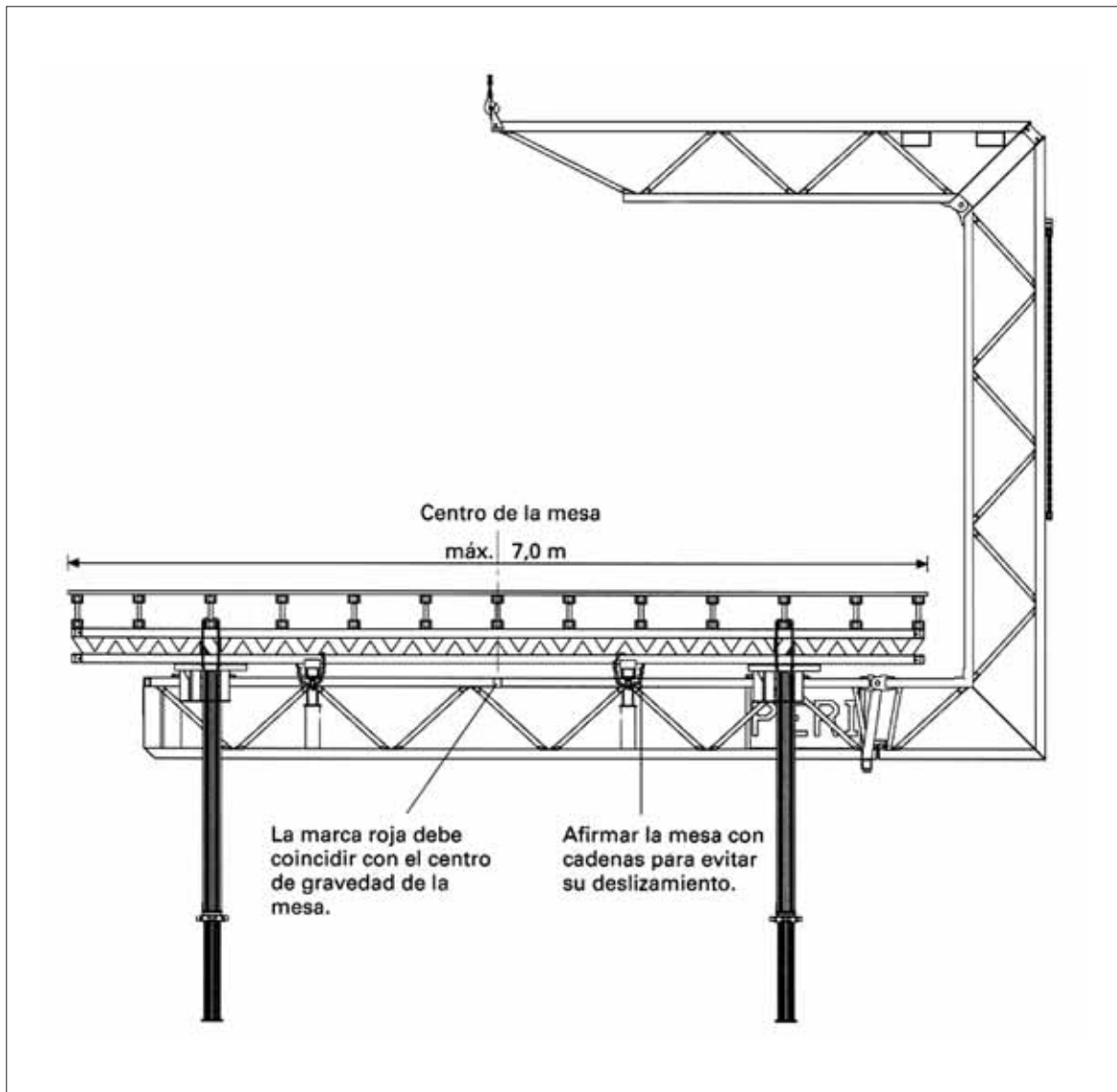


PLANTILLA.- Estructura soporte de escasa altura usada a modo de horma para montar en obra tableros tipo.



Elementos de izado y traslación.

El movimiento de estas grandes piezas requiere el uso de sistemas de elevación que permitan el posicionado de las mesas sin la necesidad de acceder a la parte superior de las mismas.



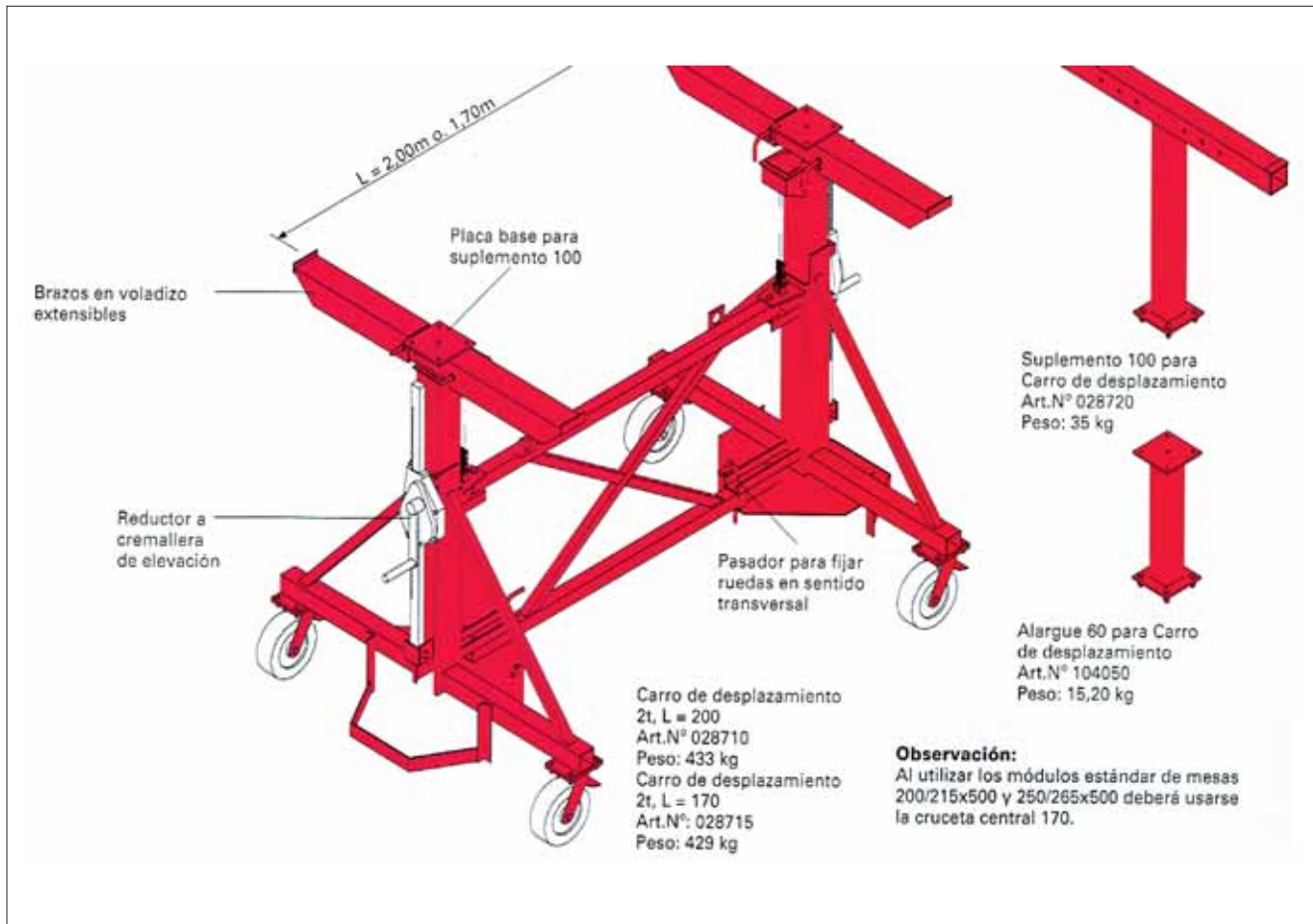


Esta operación se realiza mediante el uso de balancines o eslingas que permiten recoger y dejar la mesa en su posición solo con movimientos de grúa.



Para el traslado de las mesas por el forjado se dispone de carros de traslación que facilitan su movimiento en horizontal.





Recordamos que todos los elementos de izado deben disponer de su correspondiente marcado CE y su manual de instrucciones.

Ventajas:

1. Sirven para todo tipo de forjados semi-prefabricados o in situ.
2. Evitan de forma efectiva la exposición al riesgo de trabajo en altura.
3. Reducen las lesiones por manipulación manual de cargas al requerir de forma obligatoria el uso de grúas.
4. Llegan a obra paletizados y reducen el corte de madera para remate favoreciendo el orden y la limpieza.
5. Requieren un montaje y desmontaje sistemático, que obliga y permite establecer una planificación.
6. No requieren puntales inclinados en el borde de forjado, reduciendo el riesgo de caída de material a la vía pública.
7. La mesa sube a su posición con las barandillas ya instaladas. El tablero de las mesas de borde se monta con sus barandillas de protección lo que evita tener que instalarlas luego.
8. Permiten un desencofrado seguro eliminando, en este punto, el riesgo de golpes por objetos desprendidos que se producía en el tradicional desencofrado por caída libre.



Obras en las que se recomienda su aplicación (condicionantes).

- Geometría con un alto grado de repetición.
- Obras que requieran una alta productividad.
- Cuadrícula de pilares alineados.
- Posibilidad de extracción por fachada o espacio suficiente para su evacuación.
- Incompatibilidad con las redes perimetrales de horca.
- Facilidad de movimiento en horizontal. Superficies limpias y sin bancadas. Existencia de solera.
- Previsión en la ejecución de elementos estructurales(vigas de cuelgue, juntas de hormigonado, huecos de forjado, etc.), con la utilización de la tecnología de mesas.

- Descimbrados rápidos.
- Capacidad de la grúa en relación a las mesas definidas.
- Máxima definición del proyecto.
- Planificación adecuada.

Puesta en obra

En primer lugar, en caso de que la estructura soporte lo requiera, se realizará el montaje de dicha estructura.

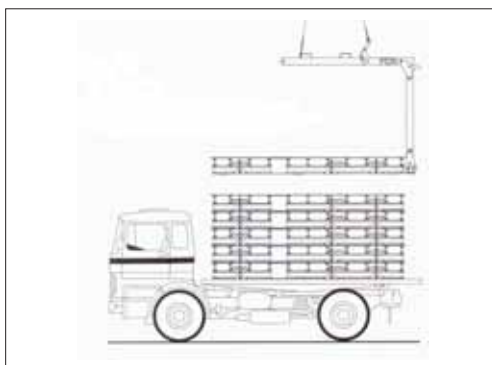
Si por la escasa altura de la mesa, la estructura soporte está formada solo por puntales, para poder fijar los puntales en su posición definitiva, antes se acoplará a cada puntal su cabezal.



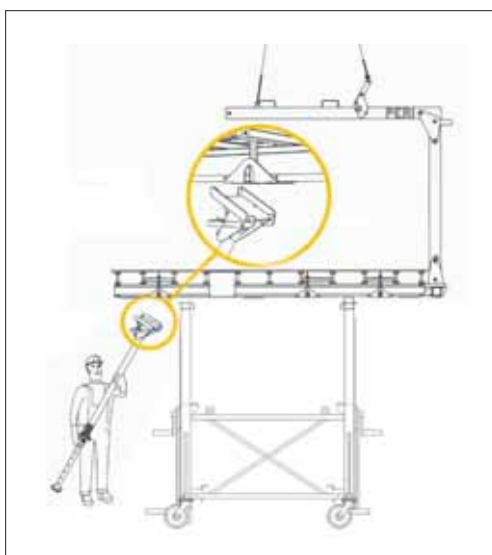
Los Tableros suelen llegar premontados a obra y se pueden descargar directamente del camión con la horquilla o balancín de traslado.



En el caso de usar puntales como estructura soporte, la horquilla de traslado o las eslingas trasladan el tablero hasta apoyarlo sobre el carro de translación I en la zona de montaje.



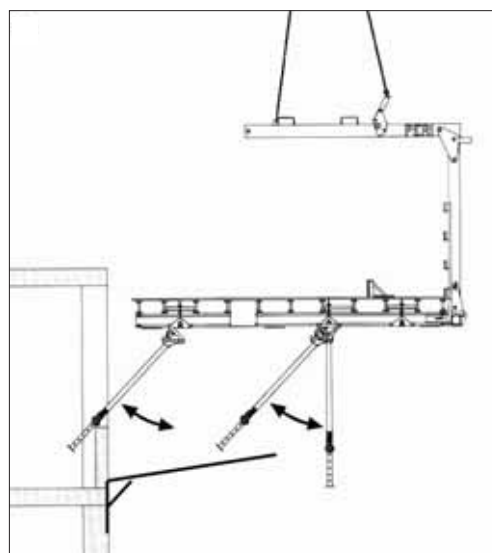
Una vez apoyada la mesa en el carro de desplazamiento, el operario comenzará a conectar el puntal con la parte inferior de la mesa.



En caso de mesas de mayor altura, con estructuras soporte más complejas, se montaría primero la estructura soporte (de pie o tumbada) y una vez erigida ésta, se depositaría encima el tablero y se fijaría solidariamente a la estructura soporte.

De este modo habríamos configurado una mesa.

Existen mesas en el mercado que permiten la instalación de puntales abatibles.



Estos puntales permiten, tras el desencofrado, sacar la mesa por el borde de forjado sin eliminar las barandillas o antepechos.

Hemos de recordar en este punto la importancia de no realizar trabajos de elevación de tableros o mesas en condiciones adversas de viento y vigilar que no hay objetos sueltos sobre ellos.



Es importante recordar que en el tablero de las mesas de borde, deben quedar instaladas las barandillas a cota 0,00 m. antes de ensamblar tablero y estructura soporte.

Es aconsejable que el montaje de las barandillas sea modular en cuanto a cada mesa, es decir, los tableros de la barandilla no deben exceder del tamaño de la mesa para facilitar su extracción unitaria.

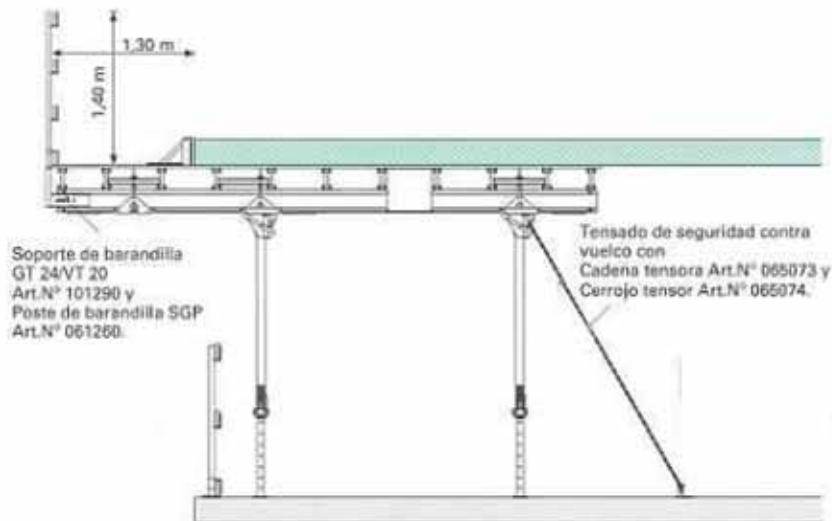


Una vez está completamente montada la mesa mediante el correcto uso de la grúa, se traslada a su ubicación definitiva.

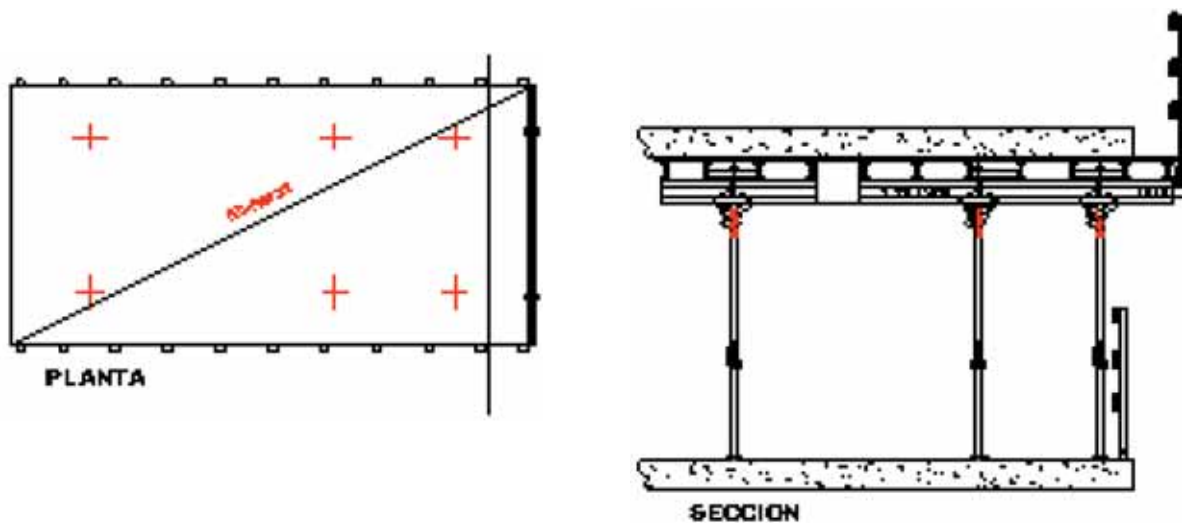


Advertencias sobre las mesas de borde:

Entenderemos por mesas de borde aquellas mesas, que ocupando la posición de borde del encofrado horizontal, están configuradas con un módulo de mesa (tablero) que vuela sobre el forjado inferior para permitir la existencia de un pasillo superior desde el que configurar la tabica. (ver siguiente figura).



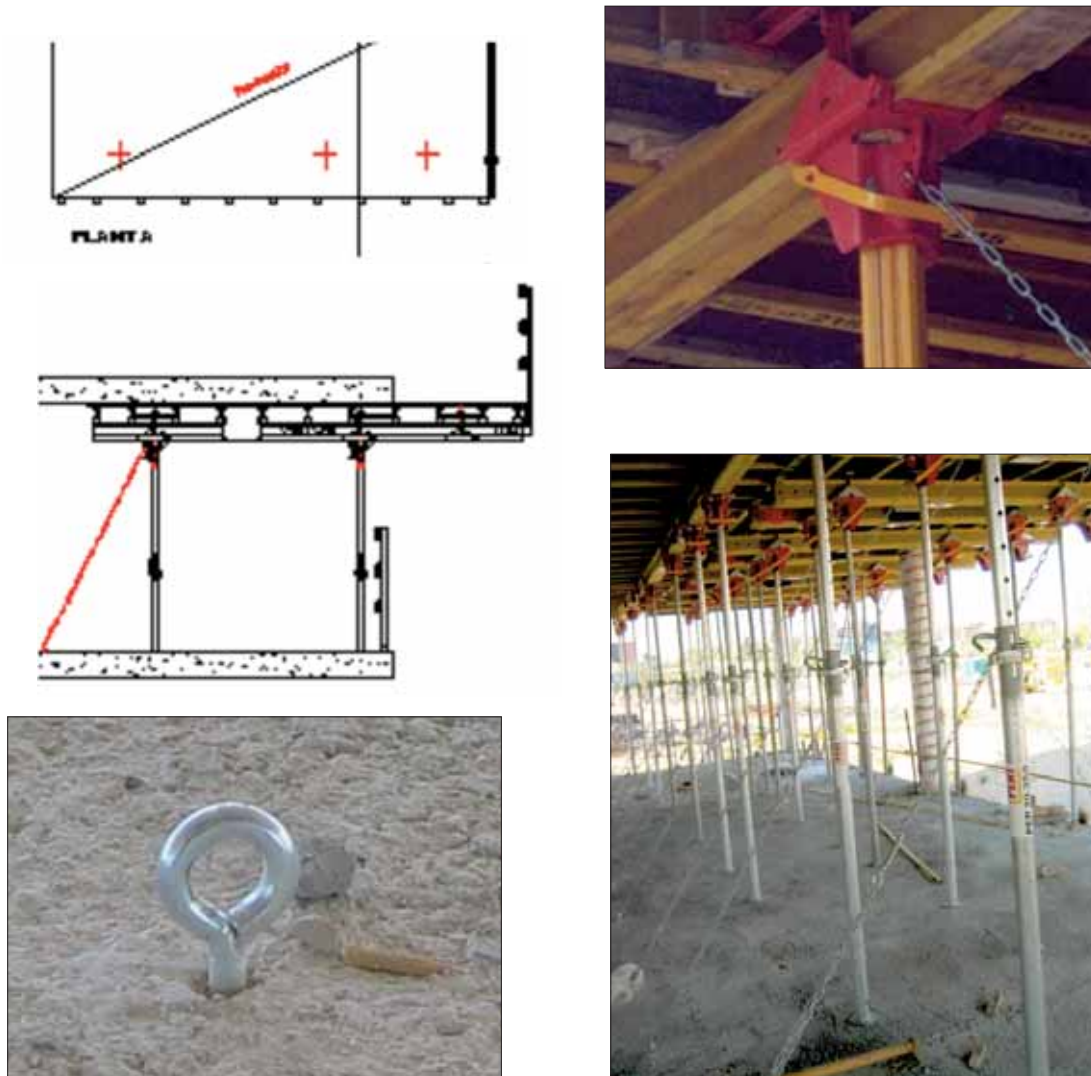
Si el vuelo de la mesa es lo suficientemente pequeño y nos permite colocar los puntales del extremo volado de la mesa podemos considerar que la mesa tiende a ser estable. Esta mesa no necesitaría ser atirantada.



Si por el contrario, el vuelo de la mesa es mayor, los puntales de borde se desmontarían y sería necesario anclar la mesa al forjado inferior.

El anclaje debe hacerse en el momento de situarla en su posición de encofrado y antes de retirar la horquilla ó balancín.

Deberá comprobarse que el anclaje y que los puntales se encuentran apoyados antes de realizarse el hormigonado.



Descimbrado y re-apuntalado

Descimbrado

Una vez que el hormigón ha alcanzado la resistencia necesaria para soportar las cargas de ejecución y colocados los guarda-cuerpos y protecciones colectivas del nivel superior, podemos proceder al descimbrado simplemente haciendo descender la mesa sobre un carro de traslación que nos permita llevarla hasta un punto de izado.

Re-apuntalado

En los sistemas tradicionales, una vez el hormigón ha endurecido suficientemente, puede recuperarse la superficie encofrante dejando algunos puntales y las sopandas principales hasta que el hormigón alcance su resistencia final y para que se repartan las cargas de los forjados superiores.

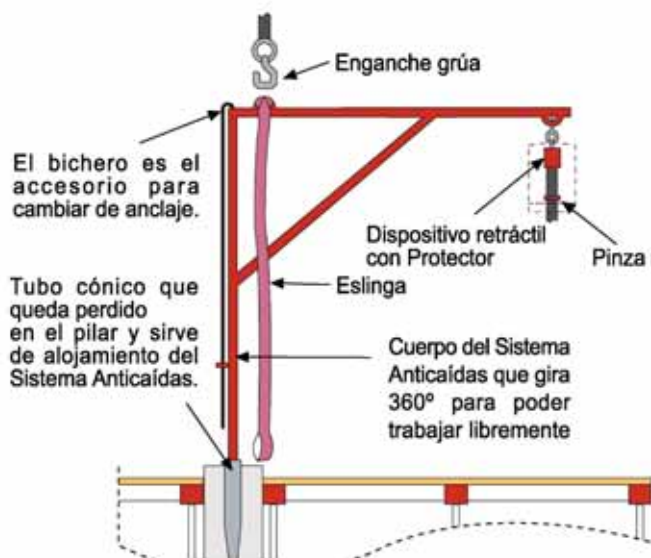
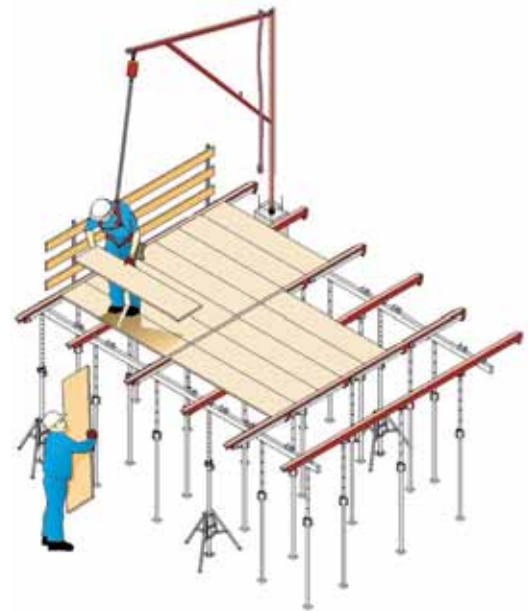
En los sistemas de mesas, como la superficie encofrante y la estructura soporte están unidos solidariamente, esta operación requiere de un re-apuntalamiento.

ANEXO II

SISTEMAS ANTICAÍDAS DE PERCHAS

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ANTICAÍDAS DE PERCHAS

Estructura metálica en forma de “L” invertida, que colocada en la cabeza de un pilar de hormi-gón, sirve como punto de anclaje para que un operario, equipado con un arnés, pueda trabajar de forma segura. El sistema pivota respecto al eje central, permitiendo al operario cubrir 125 m².



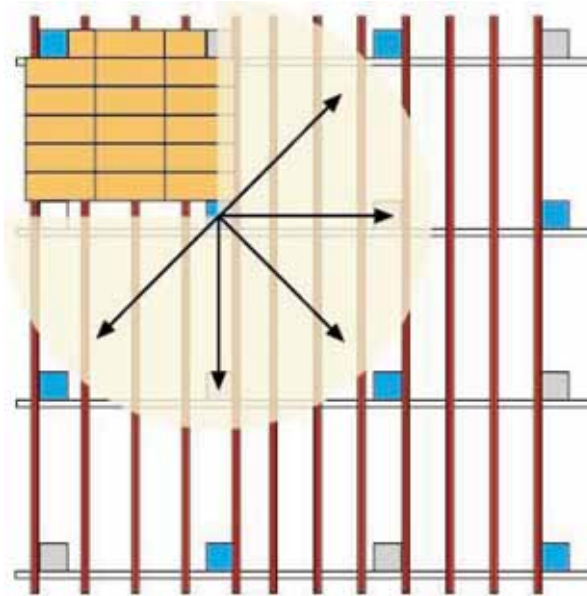
Sistema preventivo, especialmente útil en perímetros. Permite realizar con total seguridad las operaciones de colocación de: tableros de encofrado, barandillas de seguridad, redes tipo horca, tabicas de encofrado y en general todas aquellas situaciones relacionadas con el encofrado, en las que exista riesgo de caída en altura.

Características técnicas:

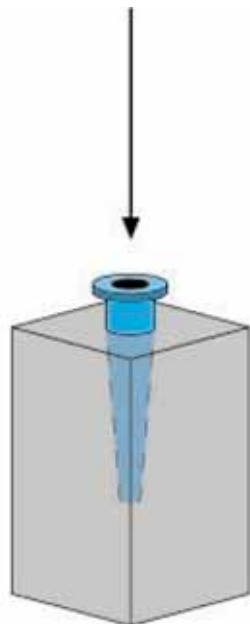
- 80 Kg de peso del conjunto.
- 6,5 m de radio de acción. Sin embargo el sistema permite trabajar hasta con luces de pilares de 9 m (para ello el operario se ayudará del bichero).
- Fabricado en acero de alta calidad.
- Retráctil de 2,5 m de longitud.

MONTAJE DEL SISTEMA ANTICAÍDAS DE PERCHA

1.- Decidir en que pilares colocaremos el Tubo cónico (en negro).

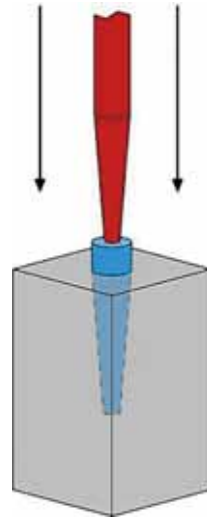


2.- Justo después de hormigonar los pilares y centrado en la cabeza de los mismos, colocaremos el tubo cónico, dejando que sobresalga 5 cm. Con el accesorio llamado nivelador garantiremos que queda vertical. El pilar con el tubo perdido gana en resistencia.



Detalle de Colocación del Nivelador para nivelar el Tubo Cónico.

3.- Cuando el hormigón haya alcanzado los 40 Kg/cm² colocaremos el Sistema Anticaídas con la grúa (conectando el enganche grúa a la eslinga del Sistema Anticaídas).



4.- El operario equipado con un arnés (y un alargo de 50 cm) ya puede anclarse al retráctil y trabajar con normalidad (cubriendo una superficie de 125 m²).

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

Antes de su uso el sistema requiere revisar el estado del dispositivo retráctil y la eslinga:

- Que no tengan cortes importantes ni deshilachaduras y que estén todos los componentes.
- En el caso del retráctil, éste debe bloquear al tirar la cinta con un golpe seco y además debe enrollarse y desenrollarse normalmente en toda su longitud.

Anexos

ENCOFRADOS

VERTICALES

ANEXO III

**SISTEMAS
ALTERNATIVOS**

SISTEMAS ALTERNATIVOS

En el mercado existen actualmente sistemas prefabricados como sustitución a los encofrados tradicionales que pueden en un momento dado eliminar ciertos riesgos.

Prefabricado tipo sándwich: Constituido por dos losas de hormigón armado, separadas por dos celosías de canto variable que dan forma al sándwich prefabricado y lo rigidizan para su manipulación, además de constituir los “latiguillos” que soportarán la presión de hormigonado y el vibrado conteniendo el acero necesario para las sollicitaciones requeridas, realizándose únicamente el hormigonado “in situ” del alma sin necesidad de encofrado ni armadura.

Montaje: Cada panel se monta de forma independiente al resto, siendo necesarias 4 cuñas de madera y un puntal o tensor llamado de doble efecto.

PREFABRICADO TIPO SANDWICH



PREFABRICADOS MODULARES





ANEXO IV

ENCOFRADOS TREPANTES

1. INTRODUCCIÓN

El sistema de encofrado trepante es un conjunto que permite realizar diversos tipos de estructuras (pilas, pozos, muros,...) mediante una estructura que sirve de conexión entre el encofrado y el hormigón de la tongada anterior, utilizando este último como soporte para realizar la tongada siguiente. Esta estructura, denominada CONSOLA DE TREPA, se sujeta al hormigón mediante unos anclajes recuperables.

El encofrado trepante se puede utilizar para la realización de estructuras a una o dos caras. Hay que tener en cuenta que en la ejecución de pilas existen plataformas de trabajo interiores, de configuración diferente a la propia trepa.

Dada la gran variedad de estructuras que se pueden ejecutar con este tipo de encofrados, los montajes pueden ser muy variados y por ello será imprescindible seguir las instrucciones del fabricante en cuanto al montaje, utilización y desmontaje del encofrado. Como ejemplo de este sistema tenemos el utilizado para pilas que se muestra a continuación.



Plataforma superior de vela:

Se utiliza para el hormigonado, posicionado de anclajes y enganche de eslingas de grúa para izado.

Plataforma inferior de vela:

Se utiliza principalmente para colocar y soltar las barras divididas de las líneas superiores de riostras.

Plataforma intermedia:

Es la plataforma más amplia de trabajo y se utiliza como pasillo y para desencofrar, aproximar y aplomar el panel de encofrado. Desde esta plataforma se pueden colocar las armaduras, limpiar el panel, aplicar desencofrante, etc.

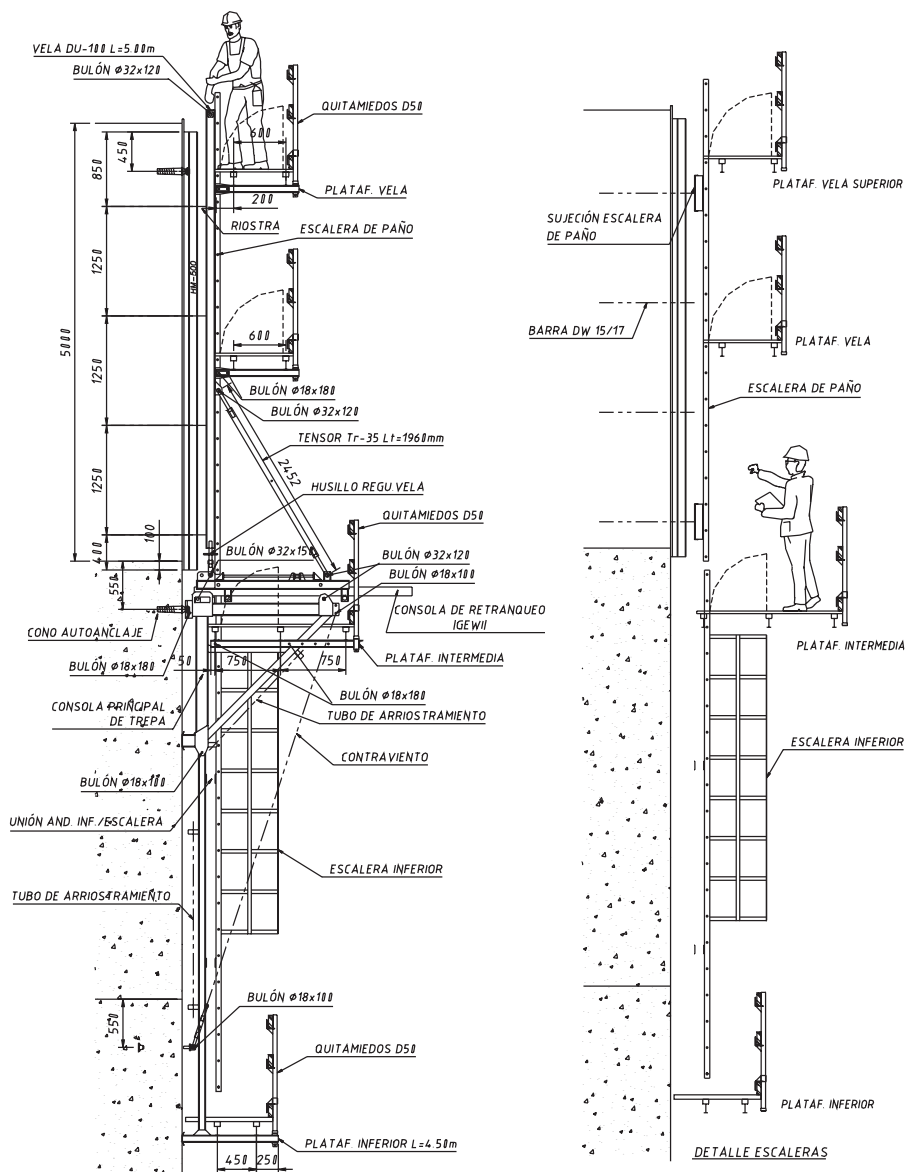
Plataforma inferior:

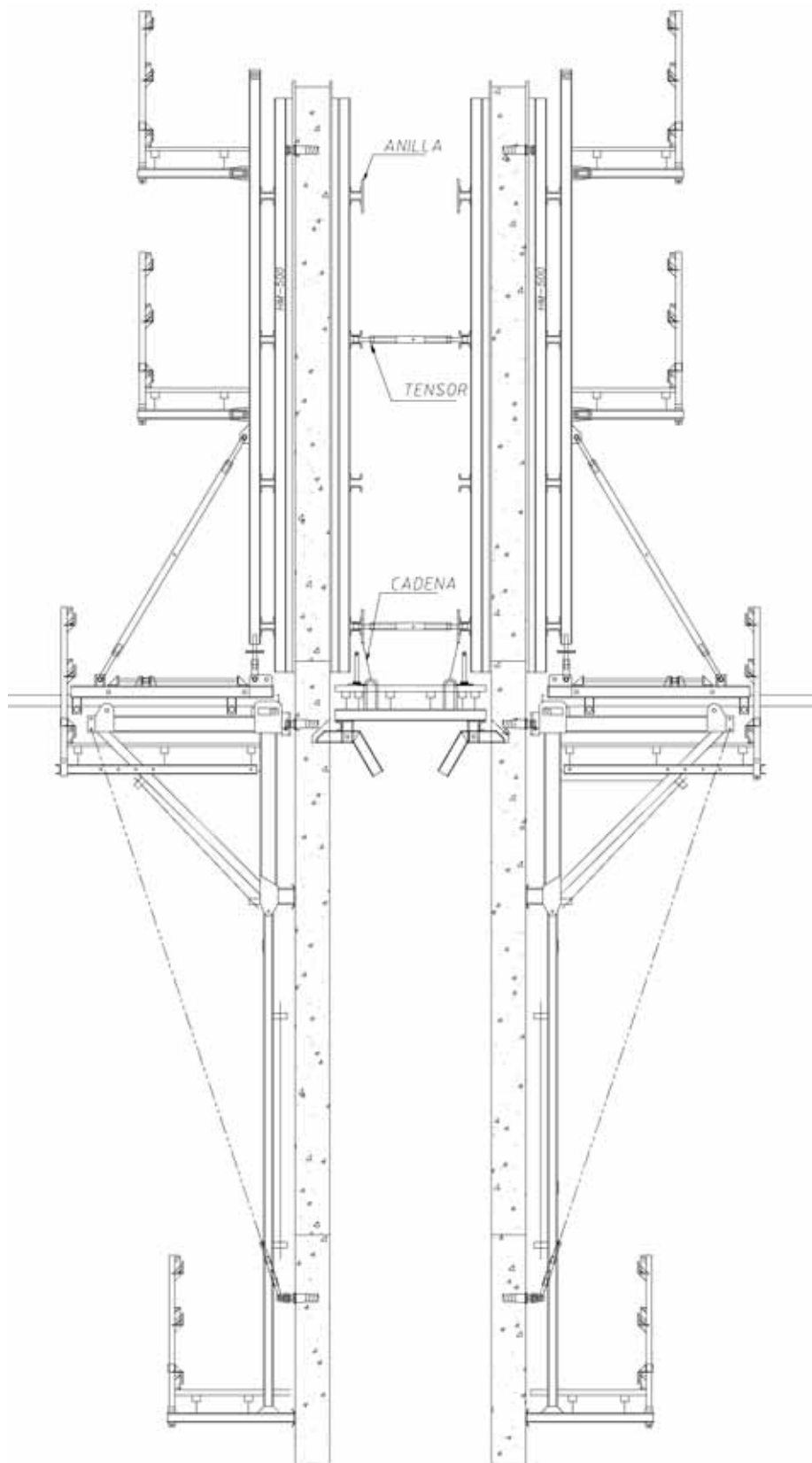
Se forma con una pieza en "L" sobre la que se colocan vigas metálicas y madera. Se utiliza para recuperar los conos de anclaje y asegurar el paño con el cable contraviento.



Plataforma de trabajo en el interior de la pila

Los esquemas de montaje tipo de este tipo de encofrados pueden ser los siguientes:





Encofrado trepante a dos caras.

2. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Los elementos del conjunto llegan a obra despiezados procediéndose en ella a su ensamblaje.
- Para el montaje de los paneles conviene elaborar una plantilla que nos asegure tanto la correcta geometría de los paneles como la uniformidad de los mismos.
- El montaje del conjunto se realizará sobre una superficie nivelada y de dimensiones adecuadas para cada caso.
- Se seguirán estricta y rigurosamente las indicaciones del proyecto de montaje que deben existir, respetando escrupulosamente la configuración final del encofrado trepante detallada en los planos, incluidas las plataformas de trabajo y las barandillas de protección.
- Para los sucesivos desplazamientos de los encofrados, en altura, el fabricante / suministrador organizará en obra un cursillo o jornada de formación para todo el personal que realice los montajes y que trabaje sobre ellos, impartido por el personal técnico de la empresa, del cual dejará constancia en un certificado de asistencia que incluya listado de asistentes, contenido del curso y firma del personal docente del mismo.
- Antes del comienzo de los montajes / trabajos sobre encofrados trepantes, se cumplirán las siguientes especificaciones técnicas:
 - Todos los trabajadores presentes sobre el encofrado trepante dispondrán de los equipos de protección individual preceptivos y sabrán utilizarlos, siendo ambas obligaciones inexcusables.
 - Verificar el estado del material, desechando el defectuoso. Si el material no está galvanizado, verificar la importancia de los puntos de oxidación.
 - NO SE UTILIZARÁN ELEMENTOS DE DISTINTA FABRICACIÓN BAJO NINGÚN CONCEPTO.
- No se permitirá la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas.
- Siempre que el izado, traslado y recepción de materiales, por el tamaño y forma de estos, pueda ocasionar choques contra la estructura, otros elementos o trabajadores, se utilizarán cuerdas o cables de retenida o de guía de cargas.
- Si no existen otras indicaciones por parte del fabricante, los accesos a las plataformas se realizarán a través de:
 - Torres de escalera con desembarco en la plataforma principal.
 - Escala fija reglamentaria desde la plataforma principal a la plataforma inferior (de recuperación de anclajes), a través de trampilla en la principal.
 - Escala fija o escalera de mano desde la plataforma principal a la plataforma superior (de hormigonado) con desembarco a través de trampilla en la superior.

- Se prestará especial atención a la correcta instalación de los anclajes para el trepado, ya que en ellos se basa la seguridad principal del conjunto: estarán formados por las piezas originales suministradas por el fabricante, siendo instalados según las instrucciones del mismo.
- Durante las maniobras de cuelgue y elevación del encofrado a gancho de grúa, **EN NINGÚN CASO SE DESPLAZARÁN OPERARIOS SOBRE EL MISMO.**
- En el proceso de izado de encofrados se seguirán las siguientes normas:
 - Los operarios abandonarán el encofrado que se va a izar a través de los contiguos.
 - Suspensión del encofrado a gancho de grúa, anclando la plataforma principal (consola de trepado) en el cono de trepado, operación que se hará, si es necesario, con la ayuda de cabos de gobierno de cargas con los operarios situados en las plataformas de los encofrados contiguos.
 - Con el encofrado aún suspendido a gancho de grúa, los operarios accederán al mismo, desde los adyacentes, procediendo a asegurar el punto de anclaje y haciendo los ajustes que indique el fabricante.
 - Proceder al deseslingado del encofrado.
- Las plataformas de trabajo y sus barandillas se mantendrán en perfecto estado de conservación durante todo el proceso.
- Los operarios durante su estancia sobre los encofrados estarán dotados y harán uso de arnés anticaídas que anclarán a elementos fijos resistentes que serán definidos en cada situación en función de la fase concreta de ejecución o a líneas de vida previamente montadas.
- El trabajo sobre encofrados trepantes será suspendido con ráfagas de viento de 60 km/h o más.
- Se instalarán redes verticales de protección entre la plataforma superior de hormigonado y la inferior de recuperación, envolviendo el conjunto trepador, que no deberá ser modificada en ningún momento, a lo largo de todo el proceso.
- Se dispondrán de recipientes adecuados para los pequeños materiales que se utilizan durante el proceso.
- En el caso de sistemas sin carro de desplazamiento, la red debe ser soltada de la unión en la plataforma de hormigonado en cada izado del encofrado, siendo reinstalada una vez situada en su nueva posición.
- Los extremos de las plataformas deben protegerse por medio de barandillas de protección de cierre, así como durante los desplazamientos.
- Las conexiones entre encofrados en esquina en las pilas se realizarán mediante plataformas bordeadas por barandillas, que únicamente se retirarán durante los izados de los encofrados.
- En el caso de las pilas huecas la plataforma interior de sujeción de los encofrados preferentemente será cuajada, y en los casos que por sus dimensiones no permita esta alternativa, se protegerá por medio de un paño de red horizontal de seguridad tipo "S".

- Después de cada montaje y nuevo desplazamiento que se realice y, siempre antes del hormigonado, se realizará la comprobación del estado del encofrado.
- Antes de realizar operaciones de trepado, verificar la resistencia del hormigón.
- Después de cada movimiento del encofrado, y siempre antes del hormigonado, se realizará la comprobación del encofrado, según indicaciones del fabricante.
- Las operaciones de limpieza de paneles fenólicos y aplicación de desencofrante se realizarán desde plataformas de trabajo debidamente protegidas.
- Independientemente de las medidas expuestas anteriormente se deberá de disponer de la evaluación de riesgos pertinente, como paso previo a las medidas a adoptar.
- Se realizarán las siguientes revisiones periódicas:
 - Diariamente, el gruísta revisará los elementos sometidos a esfuerzo.
 - Periódicamente, se hará una revisión a fondo de cables, cadenas, cuerdas, poleas, frenos, y de los controles y sistemas de mando.
 - Periódicamente, se hará una revisión a fondo del estado de los anclajes de suspensión de la consola de trepado.

PENDIENTE HORMIGONADO: Cuando se utilicen bombas de hormigonado estáticas se tendrá especial atención a las operaciones de montaje y desmontaje de tuberías, siguiendo las instrucciones del fabricantes.





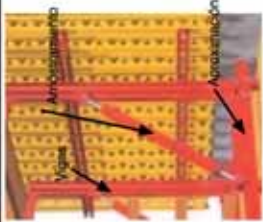

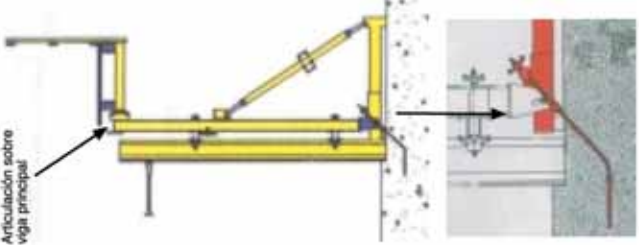

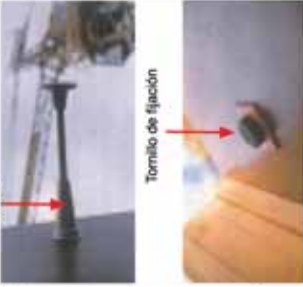

3. MEDIOS AUXILIARES

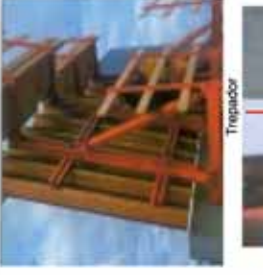



- Escaleras de mano.
- Escaleras andamiadas.
- Ascensor para personas.
- Cadenas, eslingas y estrobos.
- Cazo de hormigonado.

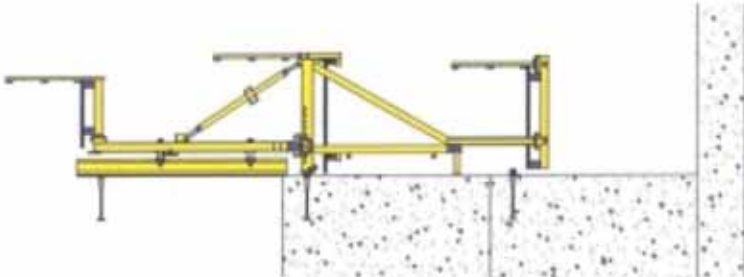

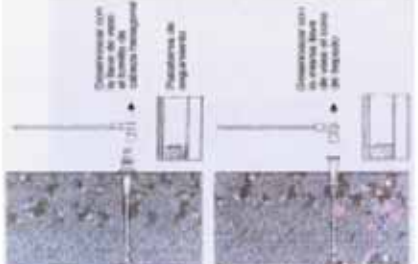
4. MAQUINARIA




- Grúa torre.
- Grúa autopropulsada.
- Mástil de hormigonado.
- Bomba estática.
- Bomba de hormigonado.
- Vibradores.

ENCOFRADO TREPANTE (se describe el procedimiento para el montaje de un conjunto tipo: 2 consolas completas más los paneles).

| ACTIVIDAD | | PRODECIMIENTO DE MONTAJE | | COMPROBACIONES | |
|---|--|--|--|--|--|
| 1.- Montaje de paneles de encofrado. |  | Los paneles pueden ser metálicos o de madera: colocar los paneles en posición horizontal y boca abajo, unirlos con todos los rigidizadores, grapas y tornillos especificados por el fabricante. |  | Están todas los rigidizadores, grapas y tornillos bien fijados. | |
| 2.- Colocación de vigas principales (velas). |  | Colocar las vigas sobre los paneles y fijarlas. |  | Se han fijado con los elementos previstos por el fabricante (clavijas rigidizadoras, cabezales, grapas, tornillos, etc.). | |
| 3.- Instalación de elementos de aproximación (carro de aproximación / cabezal de consola) y arriostramiento (tirantes / tornapuntas). |  | Colocar, sobre los dispositivos previstos en las vigas principales, los elementos de aproximación y arriostramiento. |  | Se han fijado con los elementos previstos por el fabricante y disponen de los pasadores (bulones) de seguridad. | |
| 4.- Primera puesta. |  | Instalar en "cota cero" el encofrado vertical. |  | El encofrado está anclado al suelo. | |
| | | En la cara a contactar con el hormigón, se coloca (a la altura fijada según cálculo) el anclaje definido por el fabricante del sistema (cono, barra y contraplaca). Por el exterior se atornilla al panel (tornillo de fijación). Para realizar esta operación nos ayudaremos de escaleras de mano reglamentarias y/o torres de andamio. |  | El anclaje está bien fijado (tornillo apretado a tope) en la posición calculada. | |
| | | Sobre las vigas principales, en la articulación prevista, se monta la plataforma de trabajo de coronación, delimitada por la barandilla. Para realizar esta operación nos ayudaremos de escaleras de mano reglamentarias y/o torres de andamio. |  | La plataforma se ha conformado con los elementos definidos por el fabricante (viguería de madera, tabión, etc.), mayor de 60 cm de anchura, y está bien fijada a las vigas principales, disponiendo de los pasadores de seguridad. | |
| | | Instalar escalera de mano reglamentaria o torres de andamio para el acceso a la plataforma superior. | | La barandilla está completamente montada (listón superior, intermedio y rodapié) en todos los lados libres. | |
| | | | | Existe escalera reglamentaria para el acceso a la plataforma. | |

| ACTIVIDAD | PRODECIMIENTO DE MONTAJE | COMPROBACIONES |
|--|--|---|
| <p>5.- Desencofrado.</p> |  <p>Tras el hormigonado, curado y endurecido se retrae el panel:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retirar el tornillo de fijación del anclaje. - Abatir hacia atrás el encofrado, actuando sobre los elementos de aproximación y arriostramiento. - Colocar el elemento "trepador" (conocido como: anillo de suspensión, anillo de trepa, encaje, u otros) atornillándolo al anclaje embebido en el hormigón. Para realizar esta operación nos ayudaremos de escaleras de mano reglamentarias y/o torres de andamio. |  <p>El elemento "trepador" está convenientemente fijado (tornillo apretado a tope) al anclaje.</p> |
| <p>6.- Primera elevación (1ª trepa).</p> | <p>Con la ayuda de la grúa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elevar el conjunto, enganchando en las argollas previstas en las vigas principales. - Posicionarlo en el elemento "trepador" y colocar el pasador de seguridad. Para realizar esta operación nos ayudaremos de escaleras de mano reglamentarias y/o torres de andamio. - Colocar, en los elementos previstos en las vigas principales, de aproximación y arriostramiento, la consola y la plataforma de trabajo intermedia, delimitada por la barandilla. Para realizar esta operación nos ayudaremos de escaleras de mano reglamentarias y/o torres de andamio. |  <p>Está la grúa dimensionada, y revisada, para las operaciones a realizar.</p> <p>Los elementos auxiliares de elevación (cables, ganchos, eslingas, balancines, etc.) están en buen estado y revisados.</p> <p>Se ha colocado el pasador de seguridad en el elemento trepador.</p> <p>La plataforma se ha conformado con los mismos requisitos que los indicados para la plataforma superior.</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Realizar el arriostramiento entre consolas. - Colocar la escalera / escala de comunicación entre plataformas superior e intermedia. - Fijar nuevo anclaje (como en la primera puesta). <p>Instalar escalera de mano reglamentaria o torres de andamio para el acceso a la plataforma intermedia.</p> |  <p>Las consolas está arriostradas en los puntos, y con los elementos (bridas, largueros, prolongadores, etc.), definidos por el fabricante.</p> <p>Existe escalera / escala reglamentaria, convenientemente fijada, para la comunicación entre plataformas.</p> <p>El anclaje está bien fijado (tornillo apretado a tope) en la posición calculada.</p> <p>Existe escalera reglamentaria para el acceso a la plataforma.</p> |

| ACTIVIDAD | PRODECIMIENTO DE MONTAJE | COMPROBACIONES |
|--|--|--|
| <p>7.- Segunda elevación (2ª trepa).</p> |  <ul style="list-style-type: none"> - Tras el hormigonado, curado, endurecido se realiza el desencofrado: - Retirar el tornillo de fijación del anclaje. - Abatir hacia atrás el encofrado, actuando sobre los elementos de aproximación y arriostramiento. - Colocar el elemento "trepador", atomillándolo al anclaje. Esta operación se realiza desde la tongada hormigonada y utilizando arnés anticaídas, anclado a la armadura, ya instalada, de la siguiente tongada. - Con la ayuda de la grúa, elevar el conjunto, enganchando en las argollas previstas en las vigas principales. - Posicionarlo en el elemento "trepador" y colocar el pasador de seguridad. Esta operación se realiza desde la plataforma intermedia y utilizando arnés anticaídas, anclado a elementos resistentes del propio encofrado, y sin desenganchar de la grúa hasta que el encofrado esté asegurado. - Colocar, en los elementos previstos en la consola, la plataforma de trabajo inferior, delimitada por la barandilla. Para realizar esta operación, si no se pueden utilizar torres de andamio, se hará uso de arnés anticaídas. - Colocar la escalera / escala de comunicación entre plataformas intermedia e inferior. - Desde la plataforma inferior, recuperar anclaje (cono) utilizando la herramienta (llave) prevista por el fabricante. Cuando no exista plataforma inferior, el anclaje (cono) se recuperará utilizando plataformas elevadoras. - Fijar nuevo anclaje (como en la primera puesta). - Instalar torres de andamio y pasarelas de desembarco para el acceso a la plataforma intermedia. |   <p>Realizar las comprobaciones indicadas en primera elevación para grúas y elementos auxiliares de elevación.</p> <p>Se utiliza arnés anticaídas, convenientemente anclado a elementos resistentes del propio encofrado, o a la armadura ya instalada.</p> <p>Se ha colocado el pasador de seguridad en el elemento trepador.</p> <p>La plataforma se ha conformado con los mismos requisitos que los indicados para la plataforma superior e intermedia.</p> <p>Existe escalera / escala reglamentaria, convenientemente fijada, para la comunicación entre plataformas.</p> <p>Se utilizan las herramientas previstas por el fabricante, estando éstas en buen estado, para la recuperación de anclajes.</p> <p>El anclaje está bien fijado (tornillo apretado a tope) en la posición calculada.</p> <p>Existen torres de andamio, con pasarelas de desembarco, reglamentarias para el acceso a la plataforma intermedia.</p> |

| ACTIVIDAD | PRODECIMIENTO DE MONTAJE | COMPROBACIONES |
|---|--|--|
| <p>8.- Elevaciones (trepados) siguientes.</p> |  <p>Tras el hormigonado, curado, endurecido se realiza el desencofrado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retirar el tornillo de fijación del anclaje. - Abatir hacia atrás el encofrado, actuando sobre los elementos de aproximación y arriostramiento. - Colocar el elemento "trepador", atornillándolo al anclaje. Esta operación se realiza desde la tongada hormigonada y utilizando arnés anticaídas, anclado a la armadura, ya instalada, de la siguiente tongada. | <p>Realizar las comprobaciones indicadas en primera elevación para grúas y elementos auxiliares de elevación.</p> |
|  | <ul style="list-style-type: none"> - Con la ayuda de la grúa, elevar el conjunto, enganchando en las argollas previstas en las vigas principales. - Posicionarlo en el elemento "trepador" y colocar el pasador de seguridad. Esta operación se realiza desde la plataforma intermedia y utilizando arnés anticaídas, anclado a elementos resistentes del propio encofrado, y sin desenganchar de la grúa hasta que el encofrado esté asegurado. | <p>Se utiliza arnés anticaídas, convenientemente anclado a elementos resistentes del propio encofrado, o a la armadura ya instalada.</p> <p>Se ha colocado el pasador de seguridad en el elemento trepador.</p> <p>Las escaleras de acceso y comunicación están arriostradas.</p> <p>Las plataformas están limpias y bien conservadas.</p> <p>Las barandillas están bien mantenidas.</p> |
|  | <ul style="list-style-type: none"> - Desde la plataforma inferior, recuperar anclaje (cono) utilizando la herramienta (llave) prevista por el fabricante. Cuando no exista plataforma inferior el anclaje (cono) se recuperará utilizando plataformas elevadoras. - Fijar nuevo anclaje como en la primera puesta. <p>Instalar nuevo tramo de torres de andamio y colocar pasarela de desembarco para el acceso a la plataforma intermedia.</p> | <p>Se utilizan las herramientas previstas por el fabricante, estando éstas en buen estado, para la recuperación de anclajes.</p> <p>El anclaje está bien fijado (tornillo apretado a tope) en la posición calculada.</p> <p>Existen torres de andamio, con pasarelas de desembarco, reglamentarias para el acceso a la plataforma intermedia.</p> |

Arriostramiento de escalera acceso

Nota: Ver fichas correspondientes para la selección, montaje y uso de escaleras de mano / escalas y torres de andamio.

ANEXO V

ENCOFRADOS AUTOTREPANTES

1. INTRODUCCIÓN

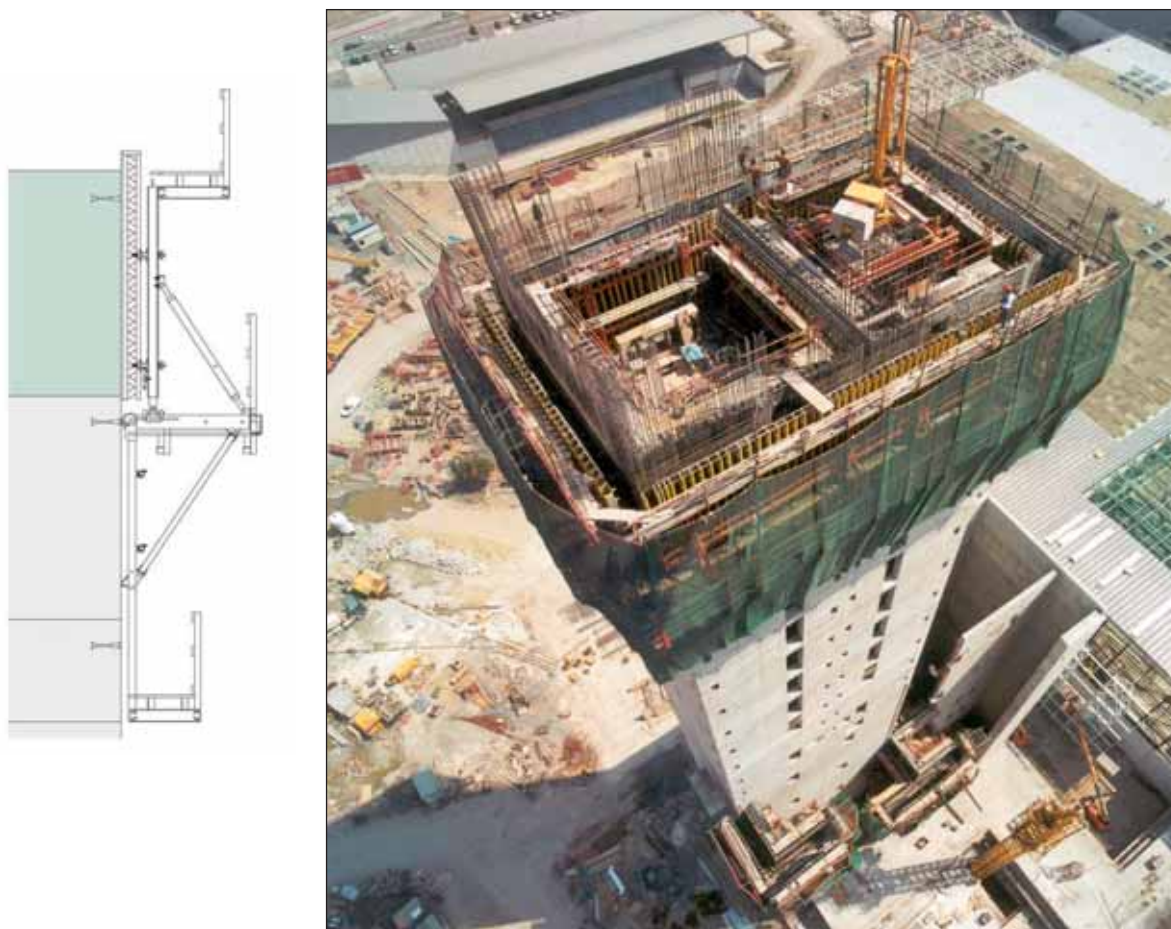
Como ya se ha comentado en esta guía, el encofrado no es más que el molde que da forma a los elementos de hormigón que se ejecutan en la obra.

Este molde, no suele ser de un solo uso (una sola puesta), su coste aconseja que se reutilice y amortice en otras zonas de la obra.

En cada puesta (uso) el encofrado debe soportar, entre otras acciones, la presión hidrostática del hormigón fresco, que depende de la altura del hormigón que tengamos vertido dentro del encofrado.

Por estas (evitar altas presiones, reutilizar y amortizar) y otras razones, muchos elementos de hormigón se conforman en distintas fases de hormigonado.

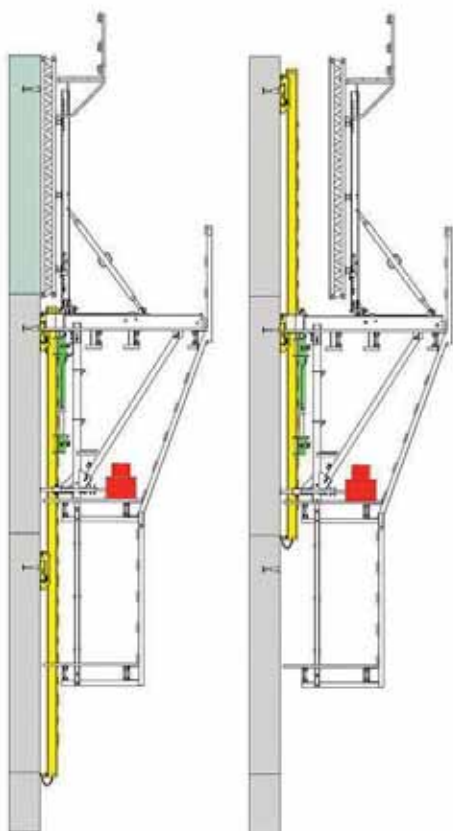
Este es el caso en pilas de grandes puentes, núcleos de ascensores de torres, fustes de torres de comunicaciones, presas, etc.



En aquellas ocasiones en las que el elemento a hormigonar es de una altura considerable, lo razonable suele ser, conformar dicho elemento en varias fases en altura. Esto requiere ir instalando y desinstalando el encofrado vertical a las distintas cotas.

En la primera fase, para conformar un elemento de hormigón de gran altura, tanto los operarios como los encofrados se apoyan en el suelo, pero a partir de ese momento, para continuar encofrando y hormigonando en altura, deben disponerse plataformas provisionales para poder encofrar, hormigonar y desencofrar en altura.

Para este cometido se utilizan consolas autotrepantes, que mediante anclajes perdidos, instalados en cada fase de hormigonado, se apoyan en el hormigón ya fraguado de la fase anterior y sirven para conformar una plataforma de trabajo en altura. Estas consolas se elevan y posicionan mediante un mecanismo hidráulico que forma parte de la misma.



Las consolas auto-trepantes suelen disponer de:

1. Sistema hidráulico, compuesto de:
 - 1.2. Grupo hidráulico.
 - 1.3. Cilindros.
 - 1.4. Y cabezales de trepado.
2. Sistema de anclaje:
 - 2.2. Fijaciones
 - 2.3. Anclajes o conos
 - 2.4. Viga de trepado o carril.
3. Consola.
4. Y encofrado.

Estos medios auxiliares del encofrado, (consolas auto-trepantes) deben ser suministrados con este, siempre formando un conjunto indivisible. Este conjunto debe disponer de un manual de instalación y uso emitido por el fabricante o suministrador.

El uso de estos equipos debe quedar reservado a operarios conocedores del manual de instrucciones y uso bajo la supervisión de un técnico responsable específico de la obra o del centro de trabajo.

Los autotrepantes son por tanto, máquinas de trepado y encofrado en las que no se utiliza la grúa y todos los movimientos de trepado se realizan por medio de cilindros hidráulicos.

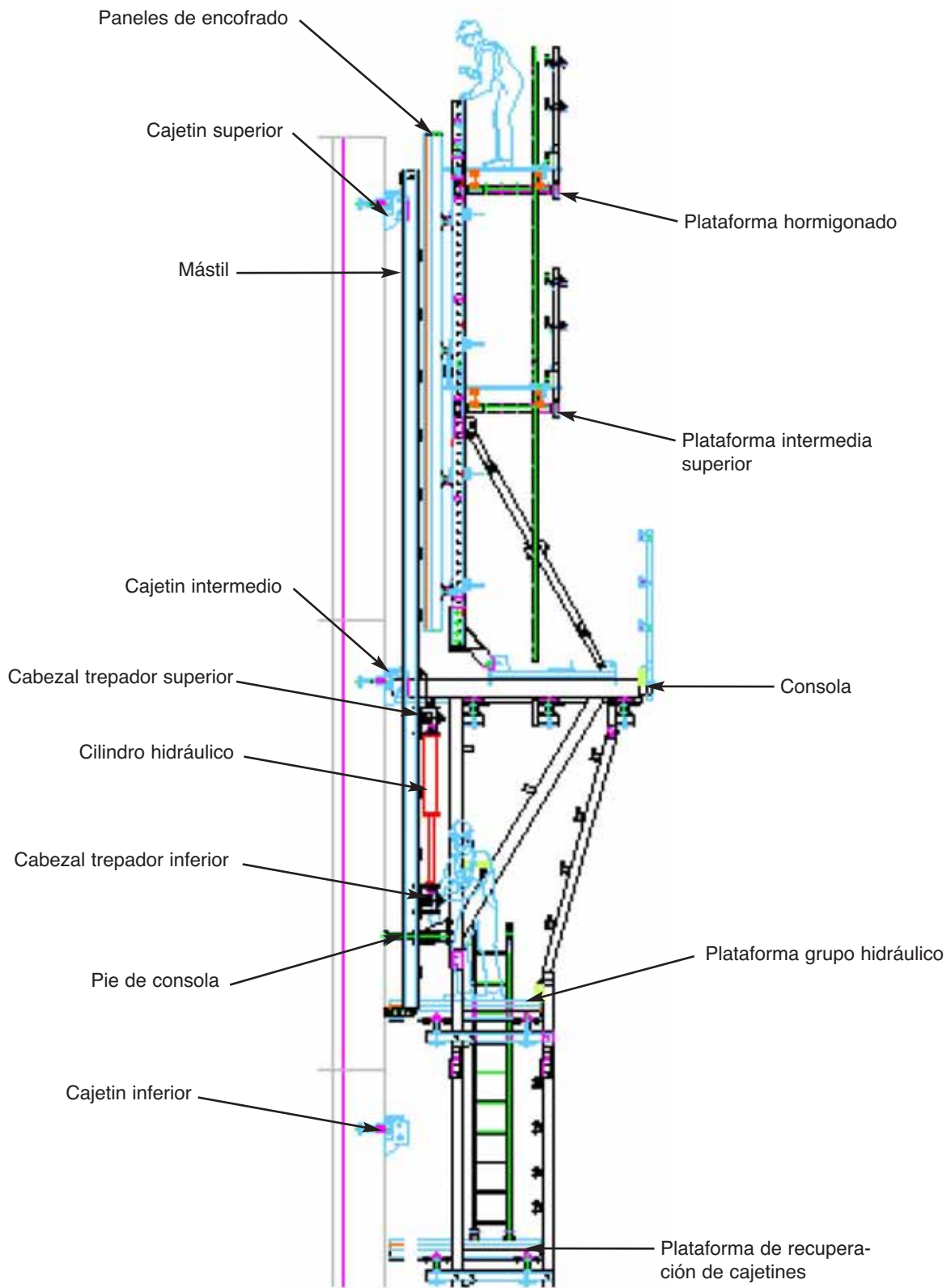
2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y MANIPULACIÓN DEL SISTEMA AUTOTREPANTE

2.1. Secuencia de trabajo. Movimiento general del equipo autotrepante.

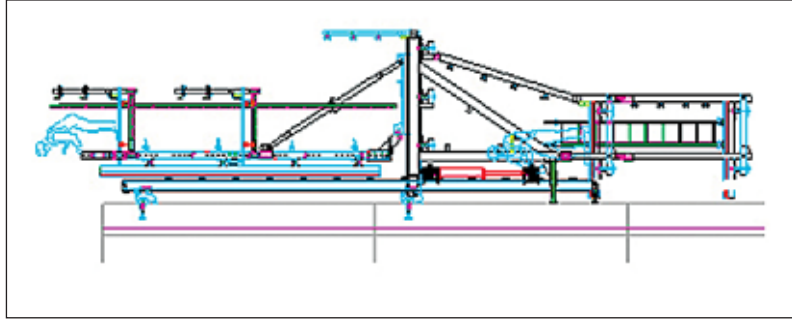
La secuencia general que hay que seguir en cada movimiento para subir el encofrado de una tongada ya hormigonada a la siguiente que está sin hormigonar es la siguiente:

- 1) Se desencofran los paneles de encofrado.
- 2) Se colocan los cajetines de anclaje en los conos que han quedado embebidos en el hormigón en la tongada anterior. Estos cajetines de anclaje son los que quedan en espera para soportar posteriormente tanto el mástil como las consolas o plataformas.
- 3) Se elevan los mástiles, hasta que quedan sujetos en los cajetines que se han dejado en espera en la parte superior.
- 4) Se recuperan los cajetines de anclaje y conos desde la plataforma de recuperación de conos.
- 5) Se elevan las consolas o plataformas hidráulicamente hasta apoyarlas en los cajetines de anclaje que han quedado en espera.
- 6) Aplicar desencofrante y ferrallar.
- 7) Se posiciona el encofrado y se hormigona.

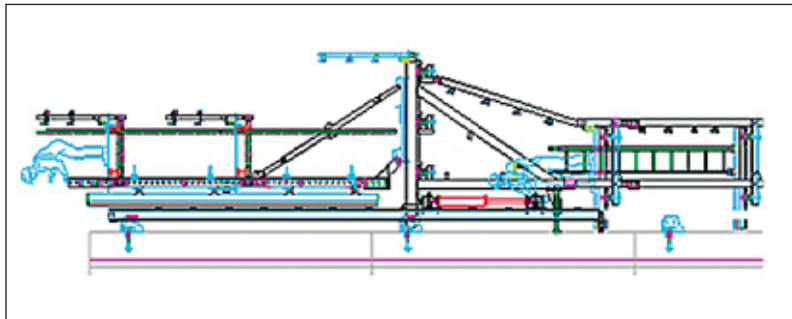




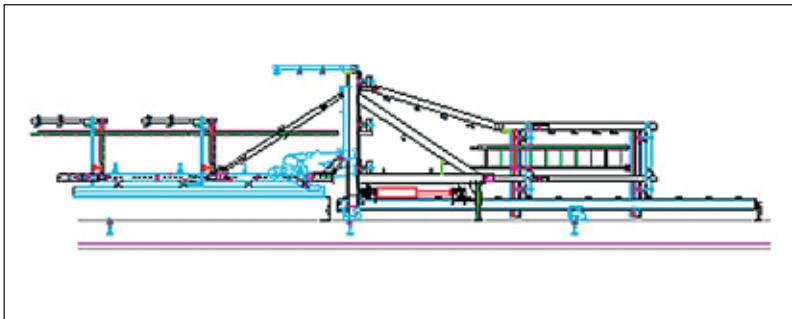
SECUENCIA DE TRABAJO



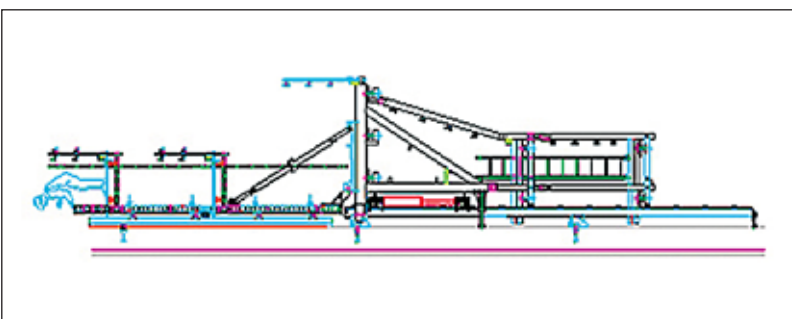
· Elevación Consola



· Colocación Cajetín Superior
· Elevación Mástil
· Recoger Cajetín Inferior

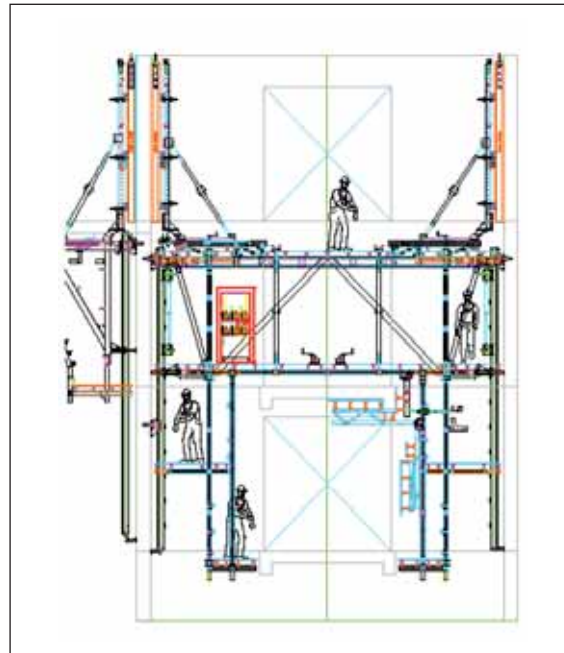


· Desencofrado



· Hormigonado

Existe una plataforma de recuperación interior desde la cual se van recuperando tanto los conos como los cajetines de anclaje.



2.2. Sistema de elevación

El sistema de elevación está compuesto básicamente por cabezales trepadores, cilindros hidráulicos, mástil y centrales hidráulicas. Mediante estos elementos se consigue elevar tanto los mástiles como las plataformas o consolas que componen el sistema autotrepante.





Existen dos tipos de cabezales trepadores, superiores e inferiores. El cabezal trepador superior se une solidariamente a la consola o estructura que se va elevar. Por otra parte, el cabezal trepador inferior va unido al superior a través del cilindro hidráulico. Ambos cabezales van guiados en el mástil, que a su vez está guiado tanto en la estructura como en los anclajes que se colocan en la pared.

El proceso de elevación se puede dividir básicamente en dos operaciones:

- Elevación del mástil. Se eleva el mástil de una posición de anclaje a la siguiente mientras la estructura se mantiene anclada al muro. Una vez elevado el mástil, se ancla al muro otra vez de forma que sirva de soporte para elevar la estructura.
- Elevación de estructura o consolas. Apoyándose en el mástil la estructura trepa en el muro hasta llegar a la siguiente posición de anclaje donde se une otra vez solidariamente al muro.



Cabezales Trepadores

Son los elementos a través de los cuales el cilindro hidráulico transmite la carga para elevar la consola o el mástil según se requiera. También son los encargados de bloquear la consola o el mástil en el proceso de recuperación de los cilindros. La fuerza del cilindro hidráulico se transmite al mástil a través del contacto entre los bloques soldados, taco de apoyo, que lleva el mástil y el balancín que llevan los cabezales trepadores.



Elevación de Mástil:

En la posición de elevación de mástil el balancín empuja a los bloques soldados del mástil para de esta forma transmitir la fuerza de elevación del cilindro.

Palanca o trinquete: Apunta hacia arriba.

Posicionador de muelle: Orificio frontal inferior. Alineado con la palanca.

Elevación Consola / Plataforma:

En la posición de elevación de consola o plataforma el balancín se apoya sobre los bloques soldados del mástil para de esta forma transmitir la fuerza de elevación del cilindro.

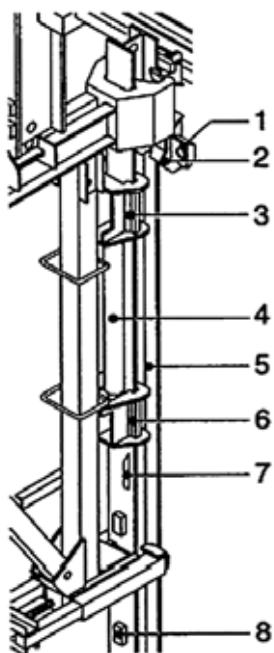
Palanca o trinquete: Apunta hacia abajo.

Posicionador de muelle: Orificio frontal superior. Alineado con la palanca.



Requisitos para realizar los movimientos de elevación.

- Antes de empezar el movimiento hay que asegurarse de que los mástiles y las superficies de los cabezales trepadores y consolas o plataformas que están en contacto con los mástiles están limpias y engrasadas para facilitar el movimiento relativo entre las piezas.
- Se supervisará que todas las conexiones hidráulicas están correctamente realizadas.
- Se asegurará que el movimiento de la estructura no va a poner en peligro a ninguna persona que este en las cercanías del conjunto a mover.
- Antes de empezar a elevar las consolas hay que asegurarse de que la estructura a elevar no va a colisionar con ningún objeto (redes, plataformas de trabajo,...) durante el recorrido de elevación. Se deberá asegurar que no se produce ningún enganche de la estructura móvil con la estructura que queda fija.
- Antes de empezar a elevar las consolas o plataformas se tomarán las medidas oportunas para cerrar los accesos laterales a las plataformas y evitar así caídas accidentales.
- Para realizar estos movimientos se requerirá de los operarios suficientes para tener controlados todos los cilindros hidráulicos y poder accionarlos desde el mando de control.
- Se controlará que todas las acciones descritas para los movimientos se ejecuten correctamente.
- La manipulación de los cabezales trepadores y la colocación de los bulones de seguridad requieren la colocación de una plataforma adecuada para facilitar el acceso cómodo a estos elementos.



- | | |
|---|--|
| 1 | Dispositivo de bloqueo y anclaje |
| 2 | Soporte (Zapato) de trepado |
| 3 | Cabeza de trepado superior con mecanismo de trepado |
| 4 | Cilindro hidráulico |
| 5 | Viga de trepado |
| 6 | Cabeza de trepado inferior con mecanismo de trepado |
| 7 | Taco de izado de viga de trepado y de unidad de trepado. |
| 8 | Taco de bloqueo de viga de trepado. |

2.3. Anclajes

Es muy importante colocar según lo especificado los anclajes en el hormigón, de forma que las cargas desde la estructura al hormigón se transmitan correctamente. La correcta transmisión de las reacciones en los anclajes al hormigón es responsabilidad del cliente.

Únicamente se utilizarán componentes originales suministrados por los fabricantes para soportar los equipos autotrepantes.



3. MEDIDAS PREVENTIVAS

3.1. Medidas generales

- Se colocarán los equipos de protección colectiva adecuados (redes, barandillas, ...) para garantizar la seguridad en trabajos en altura.
- Se mantendrá el orden y limpieza adecuado en los sistemas de encofrado y autotrepado de cara a su segura manipulación. Se mantendrán las plataformas limpias, sin herramientas, tornillos y demás piezas que puedan caer de las plataformas.
- Se instalarán rodapiés en todas las plataformas por su parte exterior de cara a evitar caídas de objetos.
- El acceso de una plataforma a otra se realizará exclusivamente por las escaleras reglamentarias habilitadas para ello. Siempre hay que dejar cerradas las trampillas de las escaleras después de acceder a una plataforma.
- Se echará serrín o arena en toda superficie resbaladiza por causa de derrames (aceite hidráulico, desencofrante, ...).
- Se deberá prever un acceso cómodo y seguro al encofrado.

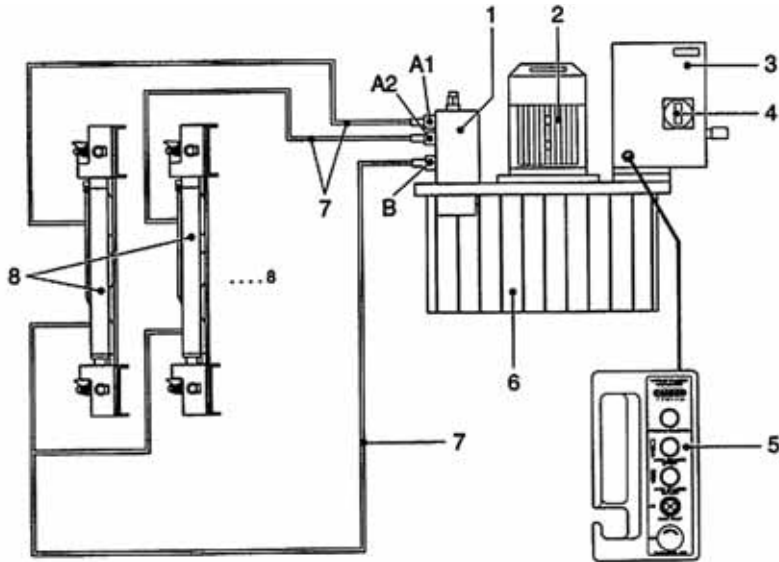


3.2. Formación

- Toda persona que manipule el sistema autotrepante debe estar formada e informada y haberse leído el Manual de Uso antes de proceder a su manipulación. Además, deberá tener acceso en todo momento a dicho Manual.
- En caso de duda o falta de información se contactará con personal de la empresa fabricante.

3.3. Movimientos del sistema

- Las secuencias de movimiento del sistema autotrepante se realizarán siguiendo las instrucciones facilitadas por el fabricante.



- | | |
|---|---|
| 1 | Bloque de válvulas con conexiones A1, A2 y B. (Controla el suministro individual de líquido hidráulico a los cilindros hidráulicos. |
| 2 | Motor |
| 3 | Armario de conexiones |
| 4 | Interruptor principal |
| 5 | Control remoto |
| 6 | Deposito de líquido hidráulico |
| 7 | Líneas hidráulicas |
| 8 | Cilindros hidráulicos |



- Antes de empezar a elevar las consolas o plataformas se colocarán barandillas en los laterales de las mismas evitándose así caídas accidentales.
- Los operarios encargados de realizar los movimientos del sistema autotrepante se situarán en la plataforma del grupo hidráulico. Queda prohibido el acceso de los operarios en las fases de movimiento a cualquier otra zona de la estructura que no sea la especificada. Además y antes de empezar cualquier movimiento (encofrado, mástiles, plataformas) hay que asegurarse de que ninguna persona está expuesta a peligro y hay que avisar a todos de que se va a realizar el movimiento.

- Los sistemas autotrepantes nunca se deben utilizar como elevadores de material o personas. Hay que asegurar que el número de personas presentes en las plataformas de trabajo no exceda de los estrictamente necesarios para realizar cada operación.
- En la fase de elevación de estructura o mástiles, durante el movimiento de los cilindros y cabezales trepadores, los operarios encargados de la manipulación no tocarán en ningún momento los componentes en movimiento o centrales hidráulicas ya que puede ser objeto de posibles golpes o aplastamientos.
- Durante las maniobras de movimiento habrá operarios en cada conjunto que garanticen:
 - El correcto funcionamiento de cada cilindro y los cabezales trepadores en cada recorrido de cilindro.
 - La imposibilidad de colisiones de objetos del equipo en movimiento con objetos del resto de la estructura.
- Al terminar las operaciones de movimiento se comprobará que la central hidráulica está desconectada.

3.4. Montaje y funcionamiento

- Toda la estructura con sus componentes debe ser ensamblada según las instrucciones y planos facilitados por el personal de la empresa fabricante. Todos los tornillos, conexiones, tirantes, bulones, ... deben ser ensamblados correctamente.
- Se mantendrán iluminadas tanto las zonas de trabajo como las zonas de control de los mecanismos de accionamiento.
- Todas las plataformas de trabajo de las plataformas autotrepantes se mantendrán siempre libres de hielo y nieve, incluso cuando no se esté trabajando. Para temperaturas inferiores a 0°C se inspeccionará con especial cuidado el funcionamiento de cabezales trepadores y centrales hidráulicas.
- La velocidad de viento máxima admisible para realizar las operaciones de movimiento y de trabajo en el equipo autotrepante será la especificada por el fabricante. Se deberá controlar esta velocidad en cada operación y evacuar las plataformas cuando se rebase dicha velocidad dejando los elementos de las plataformas sujetos de forma que se puedan caer.
- Antes de mover el carro de retranqueo de las consolas hay que asegurar que ninguna persona se encuentra entre el muro o ferralla y el panel encofrante.
- En ningún caso se utilizarán y permanecerán personas en los equipos autotrepantes cuando se prevea la existencia de una tormenta con descarga de rayos.
- Todas las mangueras hidráulicas deben ir sujetas a la estructura de la máquina (por medio de bridas u otro medio de amarre) y nunca irán sueltas. La colocación de objetos sobre las mangueras hidráulicas está totalmente prohibida.
- Se deberá tener accesible un extintor de fuego cerca de cada puesto de mando de las centrales hidráulicas.
- Todas las conexiones eléctricas realizadas con objeto de suministrar corriente a las centrales hidráulicas se realizarán en cajas de conexiones adecuadas y herméticas sin la posibilidad de dejar los contactos eléctricos al aire.

- Es posible bajar la estructura autotrapante con el mismo sistema hidráulico. No obstante, esta maniobra no es automática y requiere cambiar las palancas de los cabezales trepadores en cada recorrido de cilindro hidráulico. Por ello, se realizará esta operación bajo la supervisión de personal de la empresa fabricante.

3.5. Mantenimiento del sistema autotrepante

- Todas las revisiones de conservación y mantenimiento se realizarán según especificaciones de manual de fabricante.
- Todas las partes que entren en contacto en la fase de movimiento del sistema autotrepante, deberán ir adecuadamente engrasadas de forma que se minimice el rozamiento entre partes móviles del sistema y en consecuencia posibles sobrecargas en el sistema. Las partes móviles a engrasar en las superficies de contacto serán:
 - Mástil.
 - Cabezales trepadores superiores e inferiores.
 - Cabezas y pies de las consolas autotrepantes.
 - Cabezas telescópicas de las cerchas autotrepantes.
- No se realizará ninguna modificación o cambio en los elementos ni en el montaje del sistema autotrepante sin el visto bueno y supervisión de personal del fabricante.
- Todas las operaciones de soldadura que repercutan en el funcionamiento del sistema autotrepante se realizarán bajo la supervisión de personal del fabricante.

ANEXO VI

ENCOFRADOS DESLIZANTES

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ENCOFRADOS DESLIZANTES

El método conocido bajo el nombre de encofrado deslizante consiste básicamente en la ejecución de un encofrado, generalmente a doble cara, de pequeña altura (1,00 a 1,20 m) con la misma forma geométrica que la estructura a construir.

Este encofrado de fabricación exacta y rígida, se monta sobre el terreno, soportado por unos caballetes metálicos desmontables por piezas y de poco peso, cuya altura libre será la máxima posible para facilitar la colocación de la armadura horizontal; sobre estos caballetes se colocan unos aparatos de elevación, generalmente hidráulicos, que trepan a través de tubos o barras metálicas de diferentes diámetros, según la capacidad de los elementos de elevación que se apoyan sobre la cimentación.

El hormigón se vierte en el encofrado y a medida que endurece, se levanta este último a intervalos de tiempos elegidos, con carreras cortas de elevación del orden de 2 a 3 cm.

Los gatos hidráulicos están diseñados para trepar por medio de impulsos y están dotados de dispositivos especiales para controlar el nivel, garantizando la suavidad y el levantamiento uniforme del encofrado deslizante.

Todos los gatos hidráulicos están conectados a un grupo motobomba que trabaja automáticamente por medio de impulsos desde un instrumento de control que puede ajustarse a cualquier velocidad deseada.

El hormigonado, colocación de armaduras, montaje de puertas, ventanas, placas, etc., se hace progresivamente a medida que se eleva el encofrado desde una plataforma de trabajo que se encuentra al nivel del borde superior en ambas caras del encofrado.

De estas plataformas cuelgan otras que se emplean para el control y repaso de la superficie. Todo el peso de las plataformas y del encofrado deslizante, carga a través de los gatos en los tubos de trepa; éstos permanecen en el hormigón hasta que finaliza el deslizamiento, pudiendo después ser retirados al disponer de una camisa exterior que se eleva junto con el encofrado y que deja por debajo de éste el hueco fraguado donde se alojan en toda la altura los mencionados tubos de trepa.

La operación una vez iniciada es continua y las interrupciones en el deslizamiento del encofrado son posibles adoptando las medidas apropiadas.

La velocidad del deslizamiento estará totalmente determinada por dos condiciones:

- a) Fraguado del hormigón: en el que intervienen el tipo de cemento utilizado, la temperatura de su puesta en obra y la temperatura y humedad ambiente.
- b) Medios empleados:
 - Central de hormigonado y taller para la preparación de la ferralla.
 - Puesta en obra del hormigón y las armaduras.
 - Personal para la distribución y el vibrado del hormigón, montaje de armaduras, colocación de huecos, placas y demás elementos incorporados al hormigón.
 - Medios auxiliares para el curado y la terminación del hormigón.
 - Accesos a las plataformas de trabajo.

ENCOFRADOS DESLIZANTES. SISTEMAS HIDRAULICOS

EJEMPLO:

SILO TETRACAMERAL PARA GRANELES PULVURULENTOS

Altura: 60 metros. Barras de 32 mm. de diámetro. Hormigón HA-40.

Diámetro exterior: 35,90 metros. Espesor variable desde 0,50 m hasta 1 metro.

Diámetro interior: 16 metros.

Cuatro cámaras.

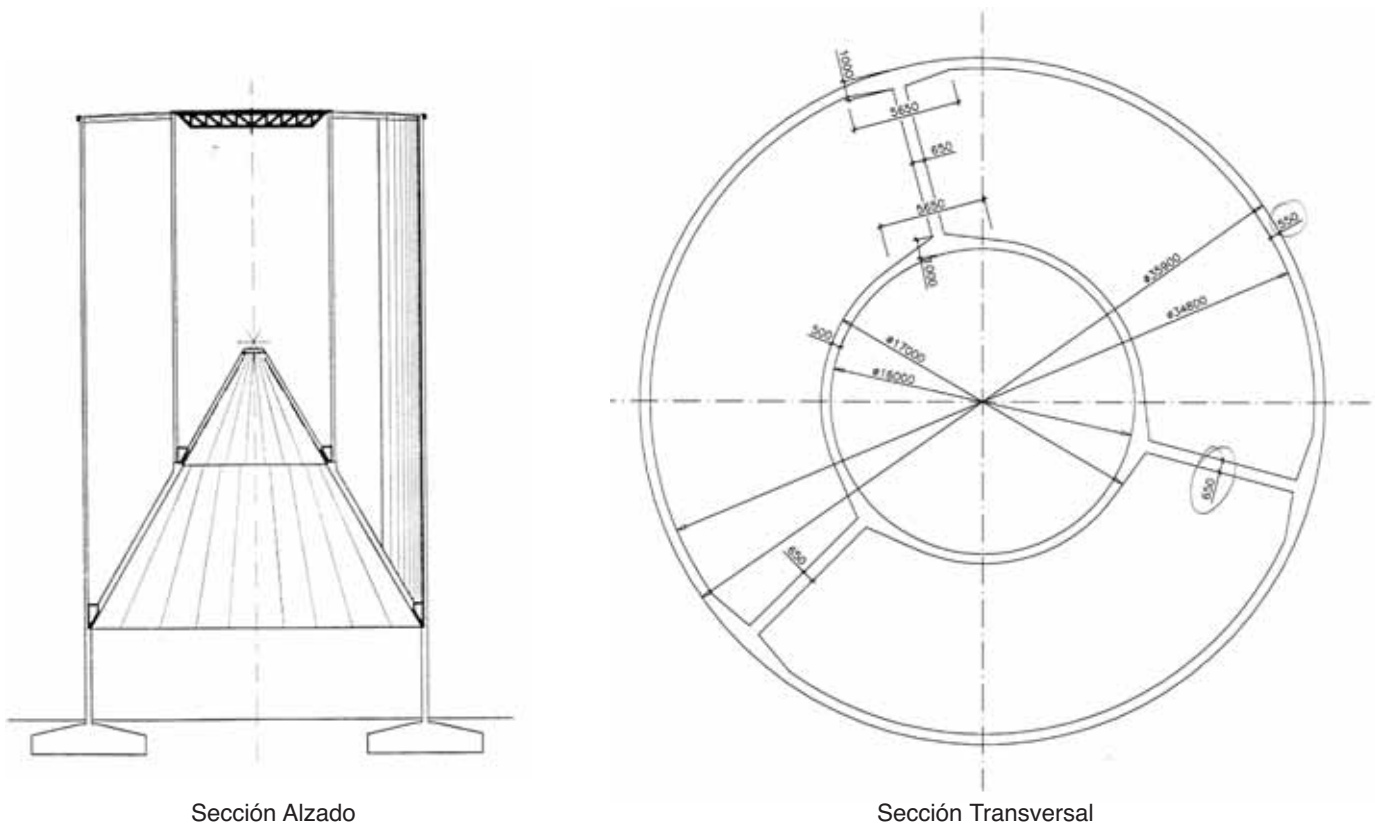
1ª Fase: Construcción con trepa hasta cota +20.

2ª Fase: Montaje del equipo de deslizamiento y deslizado hasta la cota +30.

3ª Fase: Parada del deslizamiento. Ejecución del cono.

4ª Fase: Deslizamiento final desde la cota +30 a la cota +60.

Duración de las fases de deslizado en total, aproximadamente 20 días. Media 2 metros/día.



Vista en alzado del Silo



Escalera de acceso



Panel deslizante, espesor 1,40 metros dos caras



Panel deslizante, espesor 1,40 metros dos caras



En todo el perímetro exterior existen tres plataformas de trabajo. Superior se coloca el acero, Intermedia se hormigota y en la inferior se rasea y talocha el hormigón en fresco.

Plataforma Superior

Plataforma Intermedia exterior

Plataforma Inferior exterior



Plataforma Intermedia exterior

Plataforma Inferior exterior + línea de vida



Plataforma Superior

Intermedia Interior

Paredes Interiores del Silo deslizadas



Plataforma Inferior / Interior



Plataforma Inferior/ Exterior /Interior

Líneas de Vida



Gato

Barra de Tropa

Yugo

Peine

