



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



# Manual de formación para la instalación de andamios y encofrados con realidad aumentada

Programa Erasmus+

Cooperación para la innovación e intercambio de buenas prácticas

ARFAT: Formación en realidad aumentada para el  
montaje de encofrados

Número de proyecto:

2016-1-PL01-KA202-026102

El apoyo de la Comisión Europea para la producción de esta publicación no constituye un respaldo de los contenidos que refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en el mismo.

Los autores de este libro son:

Piotr Dzięgielewski, Francisco Herrerueta Garcia, Krzysztof Kaczorek, Jonas Kleiner, Ana Gonzalez Martin, Marcos Fernandez Marin, Belén Blanco Martin, Oliver Mehr, Andrzej Minasowicz, Christoph Motzko, Aleksander Nicał, Paweł Nowak, Jerzy Rosłon, Wojciech Schreiber, Janusz Zaleski, Jacek Zawistowski

1ª edición: noviembre de 2018

© Politechnika Warszawska. The Faculty of Civil Engineering

© Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa

© Technische Universität Darmstadt. The Institute of Construction Technologies and Management

© Fundación Laboral de la Construcción

© PERI Polska Sp. z o.o

© Universitat de Valencia

Diseño de portada:

Fundación Laboral de la Construcción

Edita:

Zespół Inżynierii Produkcji i Zarządzania w Budownictwie, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska

Este trabajo, en su totalidad o en parte, no podrá ser reproducido o distribuido a través de cualquier medio electrónico, mecánico, de copiado, grabado o mediante otros dispositivos. Tampoco podrá ser reproducido o distribuido a través de Internet sin el consentimiento del propietario de los derechos de autor.

ISBN: 978-83-947931-7-3

## Índice de contenidos:

<b>1. Introducción y resultados de aprendizaje .....</b>	<b>4</b>
<b>Información sobre el proyecto .....</b>	<b>4</b>
<b>Acerca del manual y el sistema de aprendizaje.....</b>	<b>5</b>
<b>Resultados de aprendizaje de ARFAT .....</b>	<b>6</b>
<b>2. General – Encofrado, andamiaje y cimbras.....</b>	<b>9</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>9</b>
<b>Bases normativas y definiciones .....</b>	<b>10</b>
<b>Clasificaciones .....</b>	<b>14</b>
<b>Condiciones constructivas y de uso específico .....</b>	<b>21</b>
<b>3. Procedimientos .....</b>	<b>24</b>
<b>Transporte del andamio - Elevación .....</b>	<b>24</b>
<b>Montaje del andamio – Estabilización.....</b>	<b>29</b>
<b>Montaje del andamio – Protección anticaídas.....</b>	<b>35</b>
<b>Uso del andamio – Acceso .....</b>	<b>43</b>
<b>Uso del andamio – Integridad estructural .....</b>	<b>48</b>
<b>Desmontaje del andamio – Protección de la zona de trabajo.....</b>	<b>53</b>
<b>Transporte del encofrado – Apilamiento y levantamiento .....</b>	<b>58</b>
<b>Transporte del encofrado – Guía de carga suspendida.....</b>	<b>62</b>
<b>Montaje del encofrado – Montaje .....</b>	<b>67</b>
<b>Uso del encofrado – Hormigonado.....</b>	<b>73</b>
<b>Uso del encofrado – Mantenimiento.....</b>	<b>77</b>
<b>Desmontaje del encofrado - Desmantelamiento .....</b>	<b>81</b>
<b>4. Bibliografía.....</b>	<b>86</b>

## 1. Introducción y resultados de aprendizaje

### Información sobre el proyecto

Las caídas desde altura son una de las causas más comunes de accidentes graves, en ocasiones mortales, no solo en Polonia sino en toda la Unión Europea. Por tanto, teniendo en cuenta que lo más importante es la vida del trabajador, es de total necesidad aumentar el nivel de seguridad y salud. Este problema ha sido planteado en la Directiva Europea 2001/45/CE, que obliga a tomar las medidas adecuadas para mejorar la seguridad y salud laboral.

Este proyecto aborda asuntos de seguridad y salud, y surge de la necesidad de prevenir el mayor número de accidentes posibles en una obra. Estos accidentes se producen principalmente a causa de caídas desde altura, especialmente desde andamios. El trabajo en altura (ej. en encofrados y andamiaje) es una de las actividades más peligrosas que existen en el sector. Una de las principales razones es que los actuales métodos de formación son insuficientes ya que, como muestra la investigación realizada hasta la fecha, los trabajadores no están interesados en una formación clásica. El uso de dispositivos móviles (*smartphones, tablets...*), la tecnología moderna a través de la realidad aumentada (RA) y una serie de archivos multimedia de apoyo permitirán que el aprendizaje por medio de la metodología ARFAT sea mucho más interesante y permanente. La necesidad de este proyecto se confirma gracias a varios cuestionarios realizados y un proyecto anterior llamado ARCW –Procedimientos de Seguridad y Salud para muros cortina con el uso de tecnología de Realidad Aumentada-. Tanto los trabajadores de la construcción como empleadores declararon la existencia de un gran interés por completar la formación en el ámbito de la construcción a través de la realidad aumentada. El resultado del proyecto contempla la creación de un sistema de formación junto con un manual en papel, así como una aplicación para dispositivos móviles y archivos multimedia de apoyo. Dicho proceso de formación estará disponible para todos los interesados y empleará métodos adaptables a nuestra era digital.

### Resultados del proyecto:

- O1: Resultados del aprendizaje demostrados: resultados obtenidos en trabajos de encofrado y andamiaje, es decir, nociones básicas que todo alumno debe saber, comprender y ser capaz de llevar a cabo, una vez se complete la formación ARFAT, en forma de conocimientos específicos, habilidades y competencias.
- O2: Sistema de formación ARFAT.
- O3: Manual ARFAT.
- O4: Aplicación ARFAT (*software*). Creación de dos versiones de la aplicación para los dos sistemas operativos para móviles más comunes en la Unión Europea: Android OS e iOS.
- O5: Marcadores de Realidad Aumentada (RA) ARFAT.
- O6: Vídeos instructivos de ARFAT.

El objetivo es desarrollar y actualizar soluciones, y adaptarlas a las necesidades del sector, y una formación en labores apropiadas de andamiaje y encofrado moderno para

integrarlas en las ya existentes ofertas de Formación Profesional para el Empleo (FPE), o servir como formación independiente en el ámbito europeo. Estos resultados estarán dirigidos a satisfacer las necesidades más actuales de ingenieros y trabajadores de la construcción, interesados y asociaciones del sector, PYMES y empresas (del sector de la construcción), proveedores de FPE y universidades técnicas, poniendo a su disposición una herramienta pedagógica europea sólida, fiable e íntegra.

Han participado en este proyecto:

- The Faculty of Civil Engineering, Warsaw University of Technology (WUT) - Polonia
- Technische Universität Darmstadt (TUDa) - Alemania
- La Polish Association of Building Managers (PABM) - Polonia
- Fundación Laboral de la Construcción (FLC) - España
- Universitat de Valencia (UVEG) - España
- PERI (PERI)

Para más información sobre el proyecto, visite la web oficial:

[www.arfat.il.pw.edu.pl](http://www.arfat.il.pw.edu.pl)



### **Acerca del manual y el sistema de formación**

Este manual puede emplearse como fuente de información independiente sobre encofrados y andamiaje. Sin embargo, el usuario puede ampliar los resultados de aprendizaje gracias a otros componentes del sistema de formación ARFAT: aplicación móvil, marcadores de RA y vídeos instructivos.

Las aplicaciones móviles están disponibles tanto para iOS como sistema Android. Puede descargarlos a través de la web oficial del proyecto o empleando los códigos QR que aparecen a continuación.

[bit.ly/ARFAT\\_IOS](https://bit.ly/ARFAT_IOS)



Versión para iOS

[bit.ly/ARFAT\\_ANDROID](https://bit.ly/ARFAT_ANDROID)



Versión para Android

El marcador de RA aparece en la cubierta del manual, pero también puede descargar los marcadores de RA de manera individual en la página oficial del proyecto e imprimirlos usted mismo. Estos marcadores son necesarios para poder experimentar en su totalidad la realidad aumentada.

En la web oficial del proyecto también encontrará guías adicionales, tutoriales, vídeos y más información sobre encofrado y andamiaje.

### Resultados de aprendizaje de ARFAT

Los resultados de aprendizaje de ARFAT han sido cuidadosamente seleccionados según las conclusiones extraídas de los cuestionarios, las reuniones con los principales interesados y la experiencia de los socios en el sector de andamios y encofrados. Debido al limitado tamaño del programa de aprendizaje de ARFAT, se han seleccionado los aspectos más importantes centrados en problemas de seguridad y salud, ya que el proyecto se centra en la prevención de accidentes en lugares de construcción.

Los resultados de aprendizaje que se enumeran a continuación son un resumen de lo que todo trabajador debe saber y comprender una vez finalizado el período de formación de ARFAT a través de definiciones de conceptos concretos, habilidades y competencias.

El objetivo de ARFAT ha sido desarrollar unos resultados de aprendizaje actualizados, adecuados a las necesidades del sector en materia de andamiaje y encofrado y que la formación asociada sea apta para ofertas de FPE ya existentes o para surgir como una formación independiente en el ámbito de la Unión Europea. Estos resultados de aprendizaje basados en la evidencia abordan las necesidades actuales de ingenieros y trabajadores de la construcción, PYMES y empresas (del sector de la construcción), proveedores de FPE y universidades técnicas, disponiendo de una herramienta pedagógica sólida, fiable e íntegra a nivel europeo. Se han incluido los siguientes capítulos/ procedimientos:

### **Descripción general:**

Tipos y sistemas de encofrado y andamiaje, normativa de aplicación, ejemplos de diversos elementos en diferentes sistemas.

### **Transporte de andamios:**

Equipo de elevación, guía de carga suspendida: "Manejo de elementos, preparación para elevaciones y guía de carga suspendida".

Orden de procedimientos: delimitar la zona de trabajo, revisar el material, los elementos en suspensión y dar las instrucciones pertinentes al gruísta.

### **Montaje del andamio:**

Estado del suelo: estabilización, anclaje, ejemplos de buen y mal uso.

Elementos de protección anticaídas: seguridad de los trabajadores, cumplimiento de la normativa, compatibilidad de sistemas, revisión del estado de los elementos (fallos) y prioridad en las medidas de seguridad colectiva sobre la protección individual (Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales).

### **Uso del andamio:**

Comunicación en andamios: escalas y trampillas de acceso a las plataformas de trabajo. Integridad estructural, revisiones periódicas del andamiaje, factor humano (modificaciones propias, etc.)

### **Desmontaje del andamio:**

Protección en la zona de trabajo, almacenamiento apropiado y desmontaje en el orden adecuado.

### **Transporte del encofrado:**

Apilar (transportar dentro y fuera del recinto), elevación de elementos.

Guía de carga suspendida, selección de ganchos (tipo, certificado en regla), cuerdas de guía.

### **Montaje del encofrado:**

Presentación del montaje de diferentes elementos, montaje sobre suelo, montaje de elementos adicionales (plataformas, barandilla de seguridad...).

### **Uso del encofrado:**

Hormigonado, presión del hormigón, seguridad durante el hormigonado (barandillas de seguridad), herramientas para calcular la presión.

Mantenimiento del encofrado, aplicación del agente desencofrante, limpieza.

**Desmontaje del encofrado:**

Tiempo de desmontaje: proceso habitual y desencofrado previo – diferencia y factores, responsabilidad y toma de decisiones (jefe de obra), “reapuntalamiento”.

## 2. General – Encofrado, andamiaje y cimbras

### Introducción

El capítulo de encofrados, andamios y cimbras es muy relevante para la gestión de proyectos de construcción, ya que son equipos de obra temporales tanto para el soporte y la ejecución de elementos estructurales de edificios hasta que hayan alcanzado la capacidad de carga suficiente, como para la puesta en marcha de lugares de trabajo. Estos equipos de trabajo son importantes y favorecen el progreso de la obra, la economía del proyecto, la seguridad de los procesos de trabajo y el cumplimiento del cronograma. También son relevantes para el diseño y la seguridad en los lugares de trabajo desde los cuales, por ejemplo, se pueden realizar labores de montaje y supervisar todo el ciclo de vida del edificio, desde la fase de construcción, las tareas de reparación que puedan surgir, su mantenimiento posterior, o bien su demolición. Los equipos temporales de obra incluyen, por ejemplo, andamios de trabajo y de fachada, sistemas de protección colectiva y técnicas de construcción específicas para la creación de puentes y obras civiles. Esas técnicas son, por ejemplo, sistemas de encofrado trepantes y deslizantes para la ejecución de elementos verticales de hormigón, cimbras cuajadas, porticadas y móviles, vigas lanzadoras, dispositivos y medios para empujes de tableros, carros de avance en voladizo y carros encofrantes de túneles. La **Figura 1** muestra una clasificación de los posibles sistemas de encofrado y apuntalamiento comentados anteriormente.



*Fig. 1: Encofrado, cimbras y andamiaje – casos de aplicación (ref. a [1])*

Hay que destacar que los encofrados, cimbras y andamios son sistemas de ingeniería complejos que requieren un cuidado especial y que tanto su diseño como su uso en el lugar de construcción ha de correr a cargo de expertos.

## Normativa y definiciones

### Normas españolas para encofrado, cimbras y andamiaje

Real Decreto 1215/1997 (modificado por RD 2177/2004), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- UNE-EN 12813:2008 Equipamiento para trabajos temporales de obra. Torres de cimbra fabricadas con componentes prefabricados. Métodos particulares de diseño estructural.
- UNE-EN 1065:1999 Puntales telescópicos regulables de acero. Especificaciones del producto, diseño y evaluación por cálculo y ensayos.
- UNE-EN 13377:2002 Viguetas prefabricadas de hormigón para encofrados. Requisitos, clasificación y evaluación.
- UNE-EN 12811: 2005 Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 1: Andamios. Requisitos de comportamiento y diseño general.
- UNE-EN 12811-2: 2005 Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 2: Información sobre los materiales.
- UNE-EN 12811-3:2003 Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 3: ensayo de carga.
- UNE-EN 12810-1:2005 Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 1: Especificaciones de los productos.
- UNE-EN 12810-2-: 2005. Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 2: Métodos particulares de diseño estructural.
- UNE-EN 13374:2013 Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones del producto. Métodos de ensayo.

### Requerimientos para el uso de cimbras

- UNE-EN 12812:2008. Cimbras. Requisitos de comportamiento y diseño general.
- UNE-EN 12813:2008 Equipamiento para trabajos temporales de obra. Torres de cimbra prefabricadas con componentes prefabricados. Métodos particulares de diseño estructural.
- UNE-EN 12811-1:2005 Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 1: andamios. Requisitos de comportamiento y diseño general.
- UNE-EN 12811-2:2005 Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 2: información sobre materiales.
- UNE-EN 12811-3:2005 Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 3: ensayos de carga.
- UNE-EN 10204:2006 Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.
- UNE-EN 39:2001 Tubos de acero libre para andamiajes y acoplamientos. Condiciones técnicas de suministro.
- UNE-EN 74-1:2008 Acoplamientos, espigas ajustables y placas base para andamios y cimbras. Parte 1: acoplamientos para tubos. Requisitos y procedimientos de ensayo.

- UNE-EN 74-2:2010 Acoplamientos, espigas ajustables y placas base para andamios y cimbras. Parte 2: acoplamientos especiales. Requisitos y procedimientos de ensayo.
- UNE-EN 74-3:2008 Acoplamientos, espigas ajustables y placas base para andamios y cimbras. Parte 3: placas bases ordinarias y espigas ajustables. Requisitos y procedimientos de ensayo.

### **Notas técnicas de prevención (NTP)**

Son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

- NTP 239: Escaleras manuales.
- NTP 669. Andamios de trabajo prefabricados (I): normas constructivas.
- NTP 670. Andamios de trabajo prefabricados (II): montaje y utilización.
- NTP 719: Encofrado horizontal. Puntales telescópicos de acero.
- NTP 816. Encofrado horizontal: protecciones individuales contra caídas en altura.
- NTP 834: Encofrado vertical. Muros a dos caras, pilares, muros a una cara I.
- NTP 835. Encofrado vertical. Muros a dos caras, pilares, muros a una cara II.
- NTP 1015. Andamios tubulares de componentes prefabricados (I): normas constructivas.
- NTP 1016. Andamios de fachada de componentes prefabricados (II): normas de montaje y utilización.

### **Diferencias entre encofrado, cimbras y andamiaje**

La norma EN 12812:2008 se puede usar para definir el criterio que diferencia los términos de encofrado y cimbra. En este apartado se muestran las definiciones textuales de los diferentes elementos según las normas de referencia:

#### **3.3 Cimbra**

*Soporte temporal para parte de una estructura que aún no es capaz de mantenerse en pie por sí misma y cargas de servicio asociadas.*

#### **3.4 Encofrado**

*Otro elemento temporal cuyo objetivo es dar la forma adecuada y actuar de 'recipiente' del hormigón ya aplicado.*

La definición de los diferentes tipos de andamiaje se puede encontrar en la norma EN 12811-1:2003 para andamios de trabajo, y en la norma EN 12810-1:2003 para andamios de fachada de componentes prefabricados.

La EN 12811-1:2003 es una norma europea para andamios de acceso y de trabajo, que deben aportar seguridad al lugar de trabajo a través de un acceso seguro y adecuado para comenzar la labor. Este documento especifica los requisitos para el buen rendimiento del andamio.

### **3.26 Andamio de trabajo**

*Construcción temporal que se precisa para proporcionar un lugar seguro de trabajo para la construcción, mantenimiento, reparación o demolición de edificios y otras estructuras, y para el acceso necesario.*

La norma EN 12810-1:2003 trata los sistemas de andamio de fachada de componentes prefabricados. Los andamios de fachada están destinados para usarse mientras estén unidos a una fachada con anclajes.

### **3.1 Sistema de andamio**

*a) conjunto de componentes interconectados, diseñados con el propósito principal de un sistema de andamio, y*

*b) conjunto de configuraciones tipo validadas, y*

*c) el manual del producto.*

Por ejemplo, en Alemania existe una regulación aparte para el andamiaje de protección de acuerdo a la norma DIN 4420.

### **3.1 Andamio de protección**

*Construcción temporal para edificios con alto y ancho variable y con la posibilidad de ensamblar las piezas de andamiaje donde vayan a emplearse. Se usa para labores concretas y, posteriormente, se desmonta. El andamiaje de protección debe entenderse como una estructura de construcción temporal utilizada para proteger a las personas frente a las caídas desde altura y la caída de objetos.*

La Figura 2 muestra la diferencia entre encofrado, andamiaje y cimbra. El encofrado constituye el molde del hormigón, la cimbra soporta el elemento estructural hasta que el hormigón alcanza la resistencia necesaria, y el andamiaje permite el acceso a los lugares de trabajo.



*Fig. 2: Diferencias entre encofrado – cimbra – andamiaje [Fuente: C.Motzko]*

## Clasificaciones

### Cimbra

De acuerdo con la norma EN 12812:2008, para la cimbra, el ingeniero encargado del proyecto debe seleccionar el tipo de diseño, A o B. El diseño clase A define la cimbra, que debe cumplir con las prácticas establecidas y cubrir las losas y vigas que se encuentren in-situ con una serie de dimensiones geométricas delimitadas según las secciones transversales, y la anchura y la altura del tramo (consultar EN 12812:2008, No. 4.2). El diseño clase B contiene la cimbra, que debe calcularse en su totalidad según la base de los Eurocódigos correspondientes y de acuerdo con las condiciones y especificaciones añadidas por parte de las subclases B1 y B2 (consultar EN 12812: 2008, No. 4.3). Para la gestión de la obra se debe tener en cuenta los cuatro casos de carga relevantes para el diseño de la cimbra que se empleará dependiendo de lo que exija el momento según EN 12812: 2008, No. 8.5:

- Caso de carga 1: Cimbra descargada, p.ej. antes de la fase de hormigonado.
- Caso de carga 2: Cimbra durante la carga, p.ej. fase de hormigonado.
- Caso de carga 3: Cimbra cargada, p.ej. posterior a la fase de hormigonado.
- Caso de carga 4: Cimbra cargada sujeta a efectos sísmicos para casos de áreas con un riesgo sísmico significativo.

### Encofrado

La Figura 3 muestra una posible clasificación de encofrados:

- Encofrado universal: encofrado de aplicación manual, independiente de objetos y grúas. Independiente significa que no es necesario un diseño individual, ni una solución específica de encofrado para el proyecto de construcción.
- Encofrado estándar: sistema de encofrado modular de fabricación industrial independiente del objeto. Dimensiones geométricas ajustadas al transporte por carretera.
- Encofrado especial: encofrado individual diseñado especialmente para elementos específicos de la construcción del edificio. P.ej.: encofrados autotrepantes o con tecnología deslizante.

Encofrado universal		Encofrado estándar				Encofrado especial	
Independiente del objeto		Independiente del objeto				Dependiente del objeto	
Independiente de la grúa		Independiente de la grúa		Dependiente de la grúa		Dependiente de la grúa	Independiente de la grúa
De vigas de madera	De vigas maestras	Modular ligero	Modular medio	Modular pesado	De vigas maestra	Encofrado de gran escala	Encofrado de gran escala (móvil)

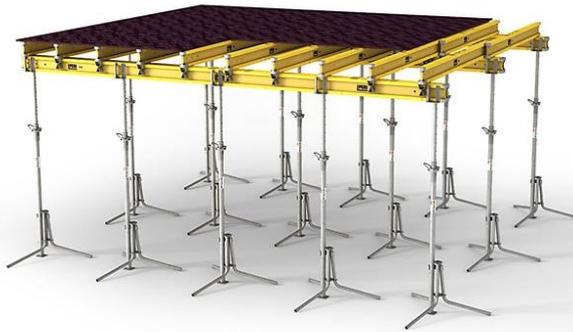
Fig. 3: Posible clasificación de encofrados

Para el **encofrado de vigas de madera**, compuesto por piezas como listones, tableros y paneles entre otras, se realiza un montaje manual y se recupera cada pieza de forma individual tras el desmontaje.

El **encofrado de vigas maestras** se diferencia del de viga de madera en que en lugar de madera sencilla como subestructura, se emplean vigas de una madera más robusta o de metal, al menos en una dirección. Son posibles pilares más grandes y mayores distancias de anclaje.

El **encofrado modular** es un sistema en el que el armazón del encofrado y la subestructura están sólidamente conectados y forman una sola unidad: el módulo. Dependiendo de la presión que ejerza el hormigón fresco, hay encofrados de módulo ligero, medio o pesado. Están disponibles para componentes horizontales y verticales.

El **encofrado de gran escala** se ensambla en la obra o en el taller partiendo de componentes individuales (p.ej.: varios paneles modulares) hasta formar una sola unidad. El encofrado está especialmente diseñado para la construcción de edificios y se puede mover mediante grúas o sistemas auto-trepantes.



*Fig. 4: Encofrado de vigas maestras, independiente de grúa – PERI MULTIFLEX  
[Fuente: PERI]*



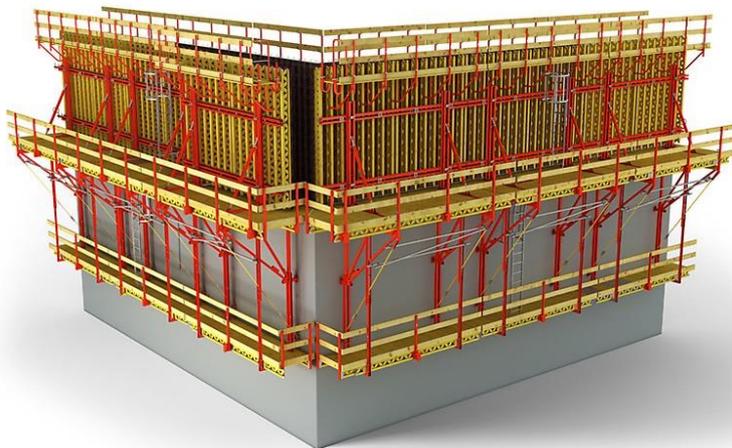
*Fig. 5: Encofrado de marco ligero, independiente de grúa – PERI SKYDECK  
[Fuente: PERI]*



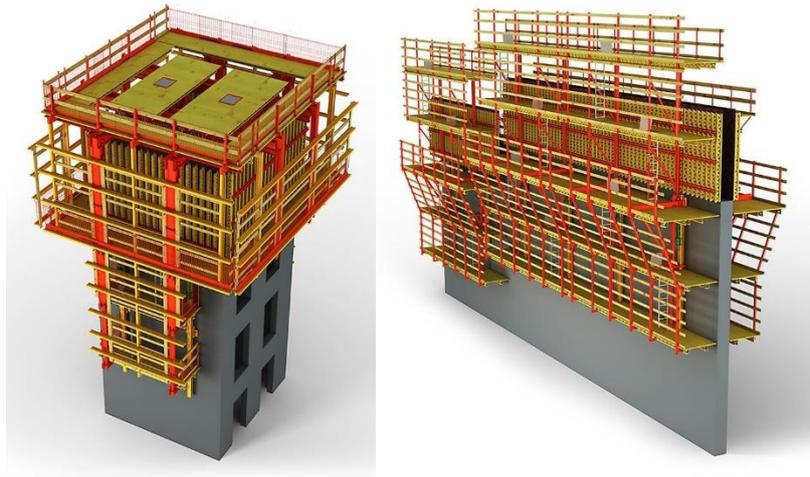
*Fig. 6: Encofrado modular pesado, dependiente de grúa – PERI MAXIMO  
[Fuente: PERI]*



*Fig. 7: Encofrado de vigas maestras, dependiente de grúa – PERI VARIO GT24  
[Fuente: PERI]*



*Fig. 8: Encofrado trepante de gran escala, dependiente de grúa – PERI CB  
[Fuente: PERI]*



*Fig. 9: Encofrado autotrante de gran escala, independiente de grúa – PERI ACS  
[Fuente: PERI]*

## **Andamio**

A continuación se muestran imágenes de diferentes tipos de andamios:



*Fig. 10: Andamio de trabajo – Andamiaje de refuerzo PERI UP Flex  
[Fuente: PERI]*



*Fig. 11: Andamio de fachada – Andamiaje para fachadas PERI UP Flex  
[Fuente: PERI]*

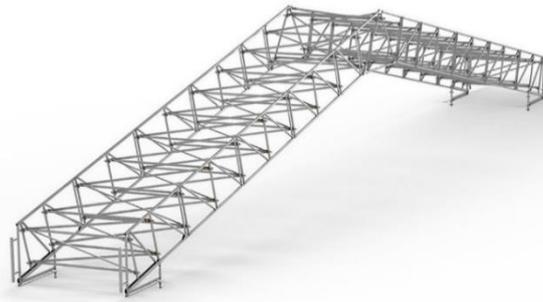


Fig. 12: Andamio de protección – Protección contra factores climatológicos para tejados PERI UP Flex [Fuente: PERI]

Para estandarizar la nomenclatura, se definieron los siguientes términos de acuerdo a la norma EN 12811-1:2003:

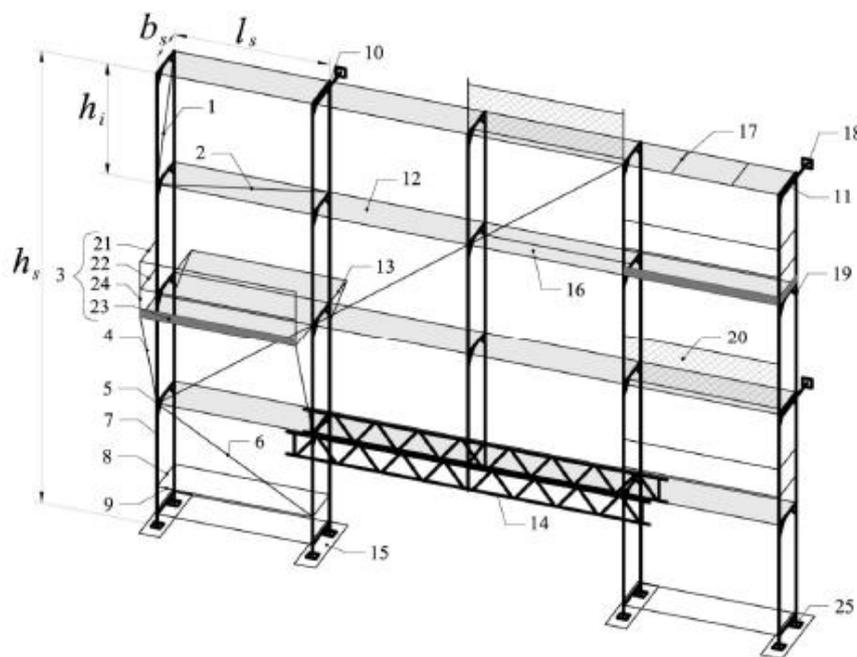


Fig. 13: Ejemplos de componentes típicos de un sistema de andamio de fachada (EN 12811-1)

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| Arriostrado en plano vertical (diagonal transversal) – 1 | Viga puente / de celosía – 14      |
| Arriostrado en plano horizontal – 2                      | Placa base – 15                    |
| Protección lateral – 3                                   | Unidad de plataforma – 16          |
| Tornapuntas – 4  | Marco horizontal – 17              |
| Nudo – 5   | Anclaje – 18                       |
| Soporte en plano vertical (diagonal longitudinal) – 6    | Marco vertical – 19                |
| Montante – 7   | Estructura mallada – 20            |
| Travesaño – 8  | Barandilla principal – 21          |
| Larguero – 9   | Protección lateral intermedia – 22 |
| Acoplamiento (brida) – 10                                | Rodapié – 23                       |
| Elemento de amarre o miembro de unión – 11               | Poste – 24                         |
| Plataforma – 12  | Base regulable – 25                |
| Ménsula – 13   |                                    |

Además de estabilidad y capacidad de carga, los andamios deben dimensionarse en términos ergonómicos. Los requisitos y clasificaciones más importantes se mencionan a continuación.

Clases de carga	Carga distribuida uniformemente $q_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada en un área de 500 x 500 mm $F_1$ [kN]	Carga concentrada en un área de 200 x 200 mm $F_2$ [kN]	Carga en un área parcial	
				$q_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Factor del área parcial $\alpha_p$
1	0,75	1,50	1,00	-	-
2	1,50	1,50	1,00	-	-
3	2,00	1,50	1,00	-	-
4	3,00	3,00	1,00	5,00	0,4
5	4,50	3,00	1,00	7,50	0,4
6	6,00	3,00	1,00	10,00	0,5

Tab. 1: Cargas de servicio en las áreas de trabajo (EN 12811-1)

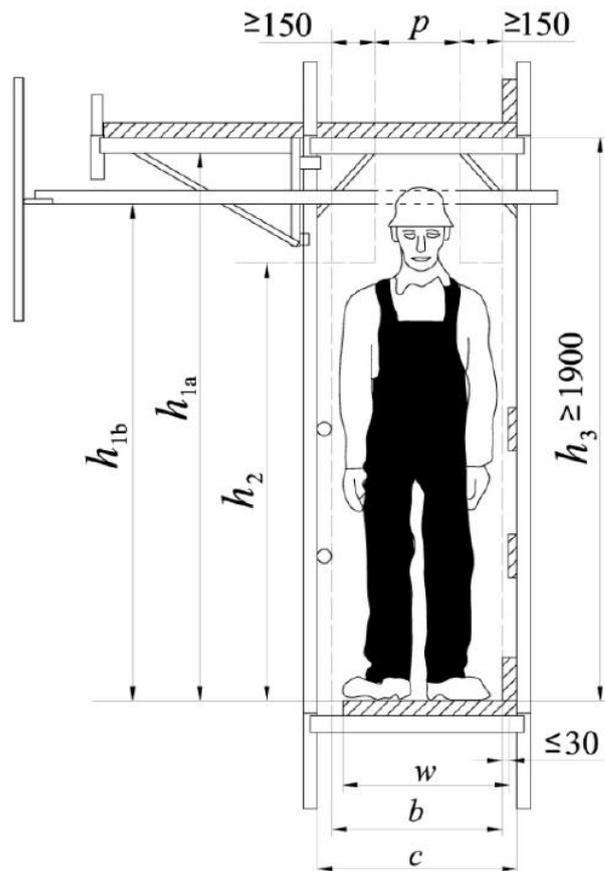


Fig. 14: Requisitos para la altura libre y la anchura de las áreas de trabajo (EN 12811-1)

Clases de anchura	W [m]
W06	$0,6 \leq W < 0,9$
W09	$0,9 \leq W < 1,2$
W12	$1,2 \leq W < 1,5$
W15	$1,5 \leq W < 1,8$
W18	$1,8 \leq W < 2,1$
W21	$2,1 \leq W < 2,4$
W24	$2,4 \leq W$

Tab. 2: Clases de anchura para áreas de trabajo (EN 12811-1)

Clase	Altura libre		
	Entre las áreas de trabajo $h_3$	Entre las áreas de trabajo y los travesaños o elementos de unión $h_{1a}$ $h_{1b}$	Altura libre mínima a nivel de los hombros $h_2$
<b>H<sub>1</sub></b>	$h_3 \geq 1,90$ m	$1,75 \text{ m} \leq h_{1a} < 1,90 \text{ m}$ $1,75 \text{ m} \leq h_{1b} < 1,90 \text{ m}$	$h_2 \geq 1,60$ m
<b>H<sub>2</sub></b>	$h_3 \geq 1,90$ m	$h_{1a} \geq 1,90$ m $h_{1b} \geq 1,90$ m	$h_2 \geq 1,75$ m

Tab. 3: Clases de altura libre (EN 12811-1)

Un sistema de andamios se clasifica según la Tabla 4.

Criterio de clasificación	Clases
Carga de servicio	2,3,4,5,6 de acuerdo con la Tabla 3 de la norma EN-12811-1:2003
Plataformas y sus apoyos	(D) diseñado con (N) no diseñado con ensayo de caída
Anchura del sistema	SW06, SW09, SW12, SW15, SW18, SW21, SW24
Altura libre	H1 y H2 de acuerdo con la Tabla 2 de EN-12811-1:2003
Revestimiento	(B) con o (A) sin equipamiento de revestimiento
Método de acceso vertical	(LA) con escalera de mano o (ST) con escalera de acceso o (LS) con ambas

Tab. 4: Clasificación de sistemas de andamios (EN 12810-1)

## Condiciones de construcción y de uso específico

Los equipos de trabajo temporal, tales como las cimbras o los andamios, son, con respecto a la condiciones estructurales y de uso específico, conceptualmente diferentes en comparación con las estructuras permanentes. A continuación se enumeran una serie de elementos de diferenciación basados en [1] y [2] (ver bibliografía). Teniendo en cuenta que las cimbras y las áreas de encofrado tienen un alto grado de complejidad a nivel técnico y de ingeniería, se recomienda la participación de expertos e ingenieros de diseño de cimbras en las fases de planificación y construcción.

- Los equipos de obra temporales no están obligados a cumplir con el Reglamento Europeo de Productos de Construcción (UE) No. 305/2011, que establece las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, al no ser elementos permanentes en la estructura del edificio.
- Los equipos de obra temporales tienen una distribución de fuerzas menos favorable en cuanto a resistencia y efectos de acciones que en el caso de las estructuras permanentes.
- Los encofrados, cimbras y andamiaje son diseñados bajo las premisas de un proceso de montaje y desmontaje múltiple y eficiente en diferentes lugares de construcción, y de acuerdo a una serie de condiciones a la hora de operar y para cumplir diversos tipos de tareas.
- Se debe tener en cuenta, especialmente para la capacidad de carga de las cimbras y los andamios, las desviaciones dimensionales y de forma de los componentes, así como los valores de sección transversal relacionados con el soporte y resistencia a la dispersión del material. Debido al requisito de fácil montaje y desmontaje de los procesos en los lugares de construcción, en el caso de encofrados, cimbras y andamiaje, a menudo se requieren ajustes de espacio en los puntos de conexión de componentes.
- La cimentación de cimbras y andamios es otro elemento importante que debe ser sometido a un control intensivo durante el proceso en el lugar de construcción. La norma EN 12812:2008 define varios tipos posibles de cimentación según la validez de los Eurocódigos como una superestructura específica provista para tal fin, cimentación directa en la superficie del terreno existente (p.ej. roca), una superficie parcialmente excavada y preparada, (p.ej. en el suelo), cimientos sobre una estructura que ya existe, y cimientos de acuerdo con el No. 7.5.2. – soportes sin incrustaciones en el suelo. Hay que tener en cuenta que la base de los equipos temporales de trabajo no está diseñada de una manera tan compleja como en el caso de las construcciones permanentes (p.ej.: consultar Fig. 15). Para garantizar la estabilidad necesaria deben realizarse extensos cálculos estáticos que tengan en cuenta la fuerza transmitida hacia el suelo y la interacción con la cimbra (por ejemplo, el asentamiento diferencial).

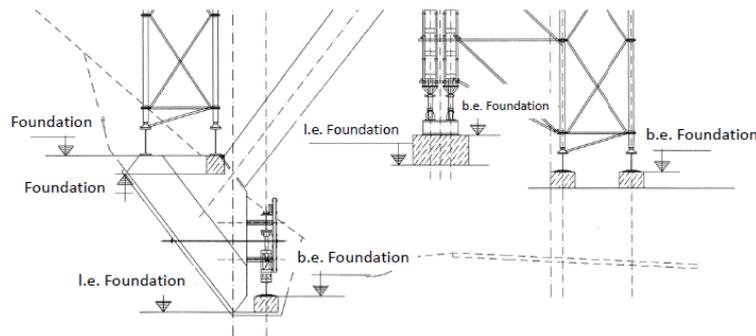


Fig. 15: Ejemplos de cimientos de cimbras (ref. a [1])

- Los equipos de trabajo temporales (encofrados, andamios y cimbras) se emplean de manera constante y reiterada bajo los valores de diseño de las acciones (cargas). Las estructuras permanentes, en la mayoría de los casos, no alcanzan los valores de diseño de acciones (cargas). Esto da lugar a diferencias muy significativas en cuanto a cuestiones de diseño, por ejemplo, en relación con la ubicación de los nudos.
- El encofrado y la cimbra tienen un alto grado de estandarización, y se desarrollan en parte como sistemas modulares, y en compatibilidad con diferentes grupos de productos (Fig. 16), mientras que para las estructuras permanentes son diseñadas como prototipos.
- Los equipos de obra temporales se pueden complementar con dispositivos auxiliares mecánicos o hidráulicos en movimiento para tareas específicas (p.ej. encofrados auto-trepantes), en contraste con el diseño definitivo de las construcciones permanentes.
- Además de cumplir con la normativa implícita, los requisitos de seguridad y salud también son relevantes en la gestión de un proyecto de construcción.

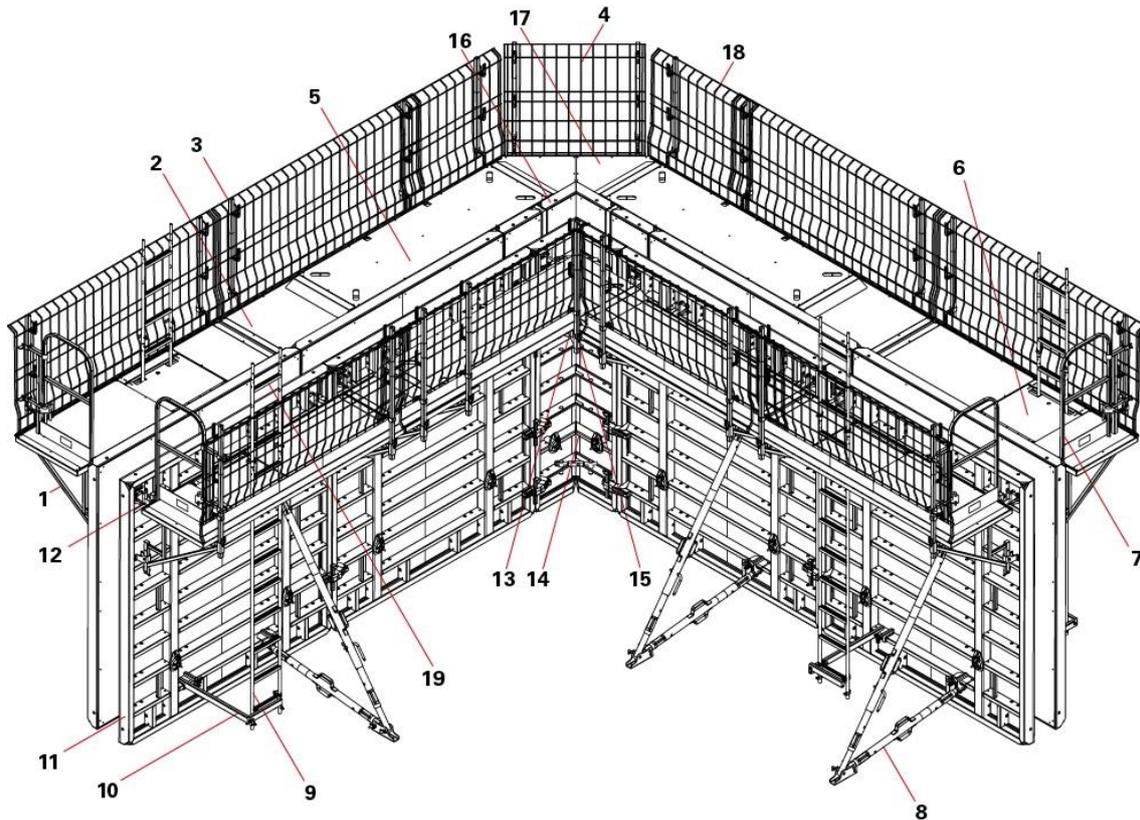


Fig. 16: Encofrado de muro con paneles modulares  
(Instrucciones para montaje y uso desarrollado por PERI MAXIMO MXK)

1	Ménsula del andamio MXK	11	Panel de encofrado MAXIMO 270x240
2	Plataforma de trabajo MXK	12	Tablero intermedio
3	Poste de la barandilla MXK		Adaptador de esquina interior MAR-
4	Enrejado lateral PMB 120	13	MXK
5	Plataforma de compensación MXK	14	Esquina interior MXI 270x60
	Plataforma de trabajo MXK con	15	Soporte de poste de esquina interior
6	trampilla de acceso		MXK
7	Barandilla lateral de cierre MXK		Esquina exterior MAXIMO MXA
	Apuntalamientos-estabilizadores	16	270x45
8	<i>push-pull</i> RS	17	Plataforma de esquina exterior MXK
9	Escalera MXP 270	18	Enrejado lateral PMB 90
10	Conector de escaleras MXK	19	Escalera MXP 90

- Las instrucciones de montaje y uso, y los documentos adicionales, son necesarios para el uso de las cimbras en los lugares de construcción, pues recogen los parámetros de validación o de diseño. Además, deben tenerse en cuenta las especificaciones de la norma EN 13670:2009. Lo mismo se aplica en los encofrados, donde corresponda: el tipo de soporte, montaje, anclaje, desmontaje y posible soporte de emergencias incluido. Todo debe ser indicado con precisión.

## 3. Procedimientos

### Transporte del andamio - Elevación

# TRANSPORTE DE MATERIAL DE ANDAMIOS



Fig. 1 [Fuente: PERI]



### Objetivos

Una vez estudiada esta unidad, el participante en la formación habrá aprendido a:

- Identificar los riesgos más significativos que se derivan de la recepción y el transporte del material de andamios en la obra.
- Conocer las normas de seguridad y medidas preventivas que, generalmente, se han de aplicar para el control de dichos riesgos.
- Determinar las pautas básicas de seguridad a seguir en el acopio y el transporte del material de andamios.



### Ideas clave

El suministro del material de andamios conlleva la realización de operaciones de carga y descarga de los vehículos de transporte en el lugar de almacenamiento o acopio, y su traslado al lugar de instalación.

Las operaciones de traslación, elevación y distribución del material de andamios conllevan la utilización de equipos de elevación de las cargas paletizadas durante la carga y descarga de los vehículos de transporte, y también el manejo manual de las piezas de andamiaje durante las fases de montaje y desmontaje.

Entre otras actuaciones preventivas, es necesario planificar los puntos de acceso y las zonas de acopio, organizar las vías de circulación de los vehículos de transporte, realizar un almacenamiento ordenado y emplear los equipos de elevación adecuados, con el objetivo de lograr unas condiciones de trabajo seguras durante el transporte del material de andamios en la obra.

Se han de adoptar medidas para prevenir los daños por sobreesfuerzos y por la adopción de posturas forzadas durante la manipulación manual de elementos de andamio. Durante el despaletizado del material recepcionado en la obra, así como durante el montaje y desmontaje y posterior apilado para su retirada, los trabajadores transportan, elevan y colocan manualmente diversos elementos (largueros, bastidores, plataformas de diversos tipos...). Los pesos de estas piezas están en la mayoría de los casos por debajo de 25 kg. En cambio, las plataformas pueden superar los 25 kg. Además, las piezas son manejadas en condiciones ergonómicas desfavorables, fundamentalmente debido a la altura de manipulación, que varía entre el nivel de los pies y los 2 metros.



### Riesgos específicos



- Caídas derivadas de la falta de orden y limpieza en la zona de acopio y de trabajo.
- Atropellos o golpes causados por la circulación de vehículos o el movimiento de las cargas suspendidas o por las partes móviles de los aparatos elevadores.
- Caídas desde altura durante el ascenso y descenso desde el vehículo de transporte del material en las operaciones de enganche o desenganche de la carga, y durante la realización de trabajos en altura para el izado o descenso de piezas desde los distintos niveles del andamio.
- Aplastamientos o golpes por la caída accidental de cargas suspendidas debido a un enganche o amarre incorrecto, la rotura del accesorio de elevación o por no encontrarse flejadas o paletizadas correctamente.
- Atrapamientos durante la carga, la descarga y el acopio del material de andamio (por ejemplo, caída de elementos al retirar los flejes del material empaquetado).



- Sobreesfuerzos durante el manejo manual de las cargas y la adopción de posturas forzadas (brazos extendidos por encima de la cabeza, en cuclillas, con el tronco flexionado, etc.).



## Reglas básicas de seguridad y medidas preventivas

- Las zonas de acopio han de estar adecuadamente delimitadas (mediante vallado o malla de balizamiento), señalizadas (señal de peligro de cargas suspendidas, prohibido el paso de personas no autorizadas...), ordenadas y limpias.



*El acopio del material de andamio se debe organizar adecuadamente, disponiendo las piezas por tipos, tamaños y según el orden de montaje, manteniendo un pasillo para facilitar la circulación de los trabajadores, con el fin de evitar tropiezos o pisadas sobre el material.*



Fig. 2. [Fuente: GESPRES]

- Cuando los puntos de enganche no sean accesibles desde la caja del camión de transporte, o desde el nivel del suelo en los acopios, los trabajadores tendrán que realizar el eslingado desde elementos auxiliares protegidos o desde escaleras de mano estables.



*Se han de evitar los apilamientos de material de altura superior a 2 m.*



Fig 3. [Fuente: FLC]

- Es conveniente que el transporte y el acopio de los elementos de andamio se realicen mediante el uso de palés y contenedores de transporte adecuados, que permitan además el apilado seguro. Para su elevación se han de utilizar eslingas de 4 ramales.
- Los accesorios de elevación se han de seleccionar teniendo en cuenta las características de la carga (peso, dimensiones, forma, etc.).



*Se han de tener en cuenta las instrucciones del suministrador en cuanto a los accesorios de elevación más adecuados, puntos de amarre o de enganche de la carga y condiciones de almacenamiento.*



***Las operaciones de eslingado las deben realizar únicamente personal cualificado, convenientemente instruido.***



Fig. 4 [Fuente: FLC] Fig. 5 [Fuente: LAYHER]

- Para el izado o el descenso de material en las operaciones de montaje o desmontaje es conveniente utilizar mecanismos de elevación fijados a los elementos de la estructura andamiada que estén amarrados.



*Se debe comprobar el funcionamiento correcto del equipo de elevación antes de su uso, y que está convenientemente fijado a la estructura del andamio conforme a las instrucciones del fabricante.*



**Solo se acoplarán a la estructura andamiada aquellos equipos de elevación de cargas que hayan sido considerados o evaluados en el diseño del andamio.**

- Sea cual sea el medio empleado para el izado de los elementos del andamio durante su montaje y desmontaje, se ha de delimitar y señalizar una zona segura para evitar el acceso involuntario.



*Los operarios no deben situarse nunca bajo la vertical de la carga suspendida.*

- En estructuras tubulares de poca altura o de escasa entidad, el izado y el descenso de las cargas se efectúa de manera manual, constituyendo los operarios una cadena humana vertical. En estas situaciones, los operarios han de extremar las precauciones frente al riesgo de caída desde altura y el riesgo de caída de objetos y materiales.



Fig. 6 [Fuente: ULMA]



*Durante la realización de las operaciones de montaje y desmontaje de andamios se han de utilizar los siguientes equipos de protección individual: casco de seguridad (preferiblemente con barbuquejo), guantes de cuero reforzado, calzado de seguridad y arnés anticaídas con doble mosquetón de anclaje.*

- El riesgo de lesión por **manipulación manual de cargas** puede reducirse mediante:
  - La óptima organización previa de los materiales para evitar los desplazamientos innecesarios.
  - El acopio del material pesado cerca de la zona de instalación.
  - La aplicación de una adecuada técnica de levantamiento de cargas durante la recogida del material de los contenedores o palés, o durante su apilamiento.
  - La manipulación de aquellas piezas pesadas o de grandes dimensiones entre varias personas.



Fig.7 [Fuente: GESPRE]



***El manejo manual de cargas se ha de evitar, cuando sea posible, mediante el uso de los medios mecánicos de traslado y de elevación necesarios. Las cargas pesadas o voluminosas han de ser manejadas entre dos o más personas.***



### Realidad aumentada

Para saber más, utilice la aplicación ARFAT.

## Montaje del andamio – Estabilización

# MONTAJE DEL ANDAMIO ESTABILIZACIÓN



Fig. 1[Fuente: irleh.com.pl]



### Objetivos

Una vez estudiada esta unidad, el participante en la formación habrá aprendido a:

- Identificar los peligros más importantes derivados de la estabilización del suelo y el anclaje del andamio en el lugar de construcción.
- Conocer las normas de seguridad y medidas preventivas que generalmente deberían aplicarse para controlar esos riesgos.
- Conocer los pasos básicos a seguir con respecto a la seguridad en el almacenamiento y transporte del material del andamio.



### Ideas clave

La colocación correcta del andamio es esencial para su seguridad en los procesos de montaje y desmontaje. El problema reside en dos componentes:

- La capacidad de carga (puede requerir estabilización).
- La estabilidad de los apoyos, que transforma la carga puntual de los soportes del andamio en una carga distribuida uniformemente en el suelo.

La estabilización del suelo es un método para mejorar sus propiedades al combinar y mezclar otros materiales. A continuación enumeramos diferentes métodos y materiales para estabilizar el suelo:

1. Estabilización del suelo con cemento.
2. Estabilización del suelo con cal.
3. Estabilización del suelo con betún / bitumen.
4. Estabilización del suelo con productos químicos.
5. Estabilización eléctrica de suelos arcillosos.
6. Estabilización del suelo mediante Grout.
7. Estabilización del suelo con geotextil o algún material similar.

[Fuente: <https://theconstructor.org/geotechnical/soil-stabilization-methods-and-materials/9439/>]

TIPOS de anclaje:

1. Anclaje corto:

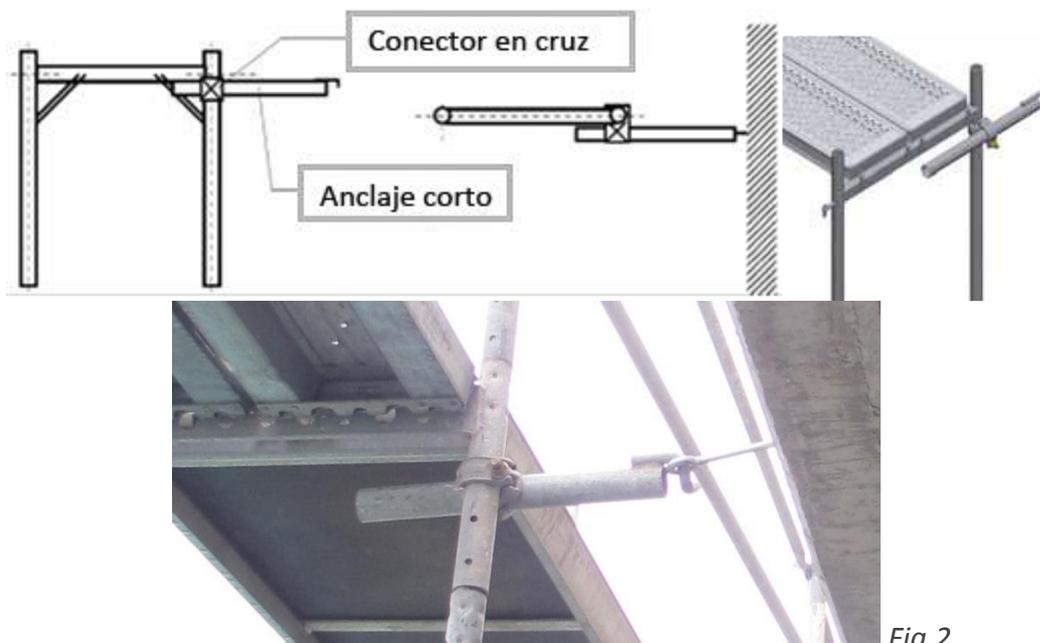


Fig.2

## 2. Anclaje largo:

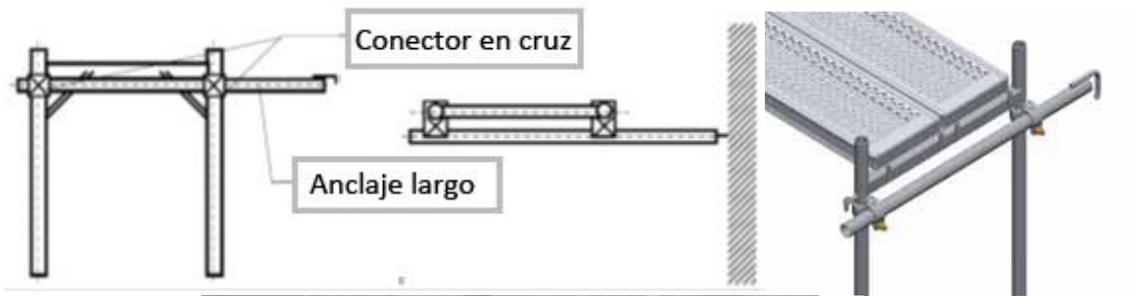


Fig. 3

## 3. Anclaje triangular (método en V):

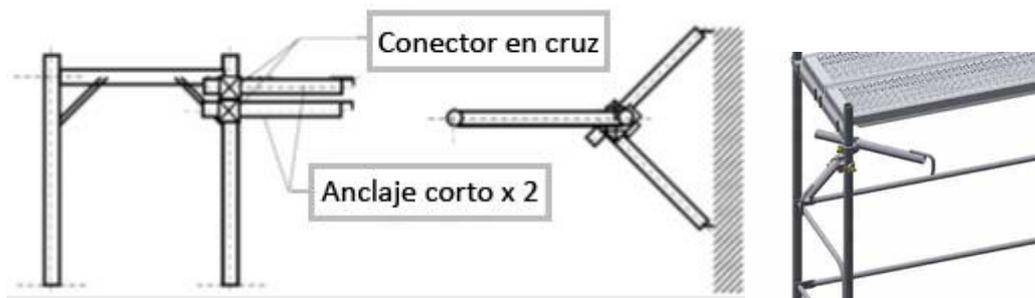


Fig.4

[Fuentes de la imagen: PERI]

[Fuentes del dibujo: Kmiecik, P., Gont, D., Kraszkiwicz, P., Błędy w montażu cz. 2 (kotwienie rusztowań), Inspektor Pracy, (4), 2009, 28-30.]



### Riesgos:



- Riesgo a la hora de usar un sistema de andamio demasiado pesado en un sustrato con capacidad de carga insuficiente.



- Riesgo de deslizamiento sobre el andamio de algún operario.



### Reglas básicas de seguridad y medidas preventivas



La capacidad de carga del suelo sobre el que está montado el andamio no puede ser inferior a 10 kPa (0,102 kgf/cm<sup>2</sup>). Debe definirse de acuerdo con las normas nacionales, o de otra manera que esté justificada técnicamente.



En caso de sustratos estructurales, su capacidad de carga se debe determinar sobre la base de los cálculos de resistencia. La unidad de carga de la estructura del andamio no debe exceder la capacidad de carga permitida para la subestructura. En caso de que el sustrato no cumpla con los requisitos descritos, es necesario reforzar la zona antes del montar el andamio. Esto se debe confirmar y documentar mediante los cálculos de fuerza pertinentes.



←Fig. 5 [Fuente: [www.inzynierbudownictwa.pl](http://www.inzynierbudownictwa.pl)]



El andamio debe usarse sobre suelos cimentados. Las dimensiones de los durmientes deben seleccionarse para que cumplan los requisitos expuestos en párrafos anteriores. Los durmientes deben colocarse sobre un suelo adecuadamente preparado,

perpendiculares al muro del edificio para que toda la parte inferior del refuerzo recaiga sobre los cimientos y esté situada a unos 5 centímetros del muro del edificio. Las dos bases adyacentes del marco deben estar apoyadas sobre un mismo durmiente.



Si los durmientes se encuentran en una zona inclinada, y la pendiente del suelo supera la horizontal del andamio en 6 grados deben construirse superficies escalonadas de apoyo. El ancho de cada terraza debe ser de al menos 0,8 m. La superficie de apoyo

debe llegar más allá de los apoyos externos del andamio, dejando un sobre ancho de 0,8 m como mínimo.



Antes de colocar el andamio sobre suelo helado, debe nivelarse la superficie con una capa de arena húmeda.



Está totalmente prohibido la colocación de marcos sobre grietas o el uso de durmientes defectuosos y cuñas o ladrillos en mal estado.



Se permiten estructuras de andamios en carreteras, calles y aceras siempre que se cumplan los requisitos de seguridad para los pasos peatonales (pasamanos, paneles, barandillas, vallas, señales de advertencia y tablonés). Es necesario obtener el permiso de las autoridades locales competentes.

Fig. 6 [Fuente: [www.wyborcza.pl](http://www.wyborcza.pl)] →



Se debe drenar el agua de lluvia que quede retenida en la superficie de apoyo.



Los tornillos empleados deben ser ajustables y, al menos, de 200 mm.



La resistencia y rigidez de los durmientes y los husillos de nivelación deben transmitir la carga máxima (proyectada) desde el andamio al suelo.



Los anclajes deben realizarse a partir del segundo nivel.

Fig. 7 [Fuente: Kmieciak, P., Gont, D., Kraszkiewicz, P., *Błędy w montażu cz. 2 (kotwienie rusztowań)*, *Inspektor Pracy*, (4), 2009, 28-30.] →



Los anclajes deben colocarse simétricamente por todo el andamio.





Los anclajes deben colocarse alineados en horizontal cada dos marcos y en vertical cada dos niveles. Así, las filas adyacentes de anclajes varían su posición al tresbolillo.



Los marcos deben anclarse cada 4 m, partiendo de cada extremo.



En el nivel más elevado del andamio debe anclarse cada marco.



Todos los marcos conectados a una amplia-consola de expansión externa deben estar anclados. En situaciones donde se empleen plataformas de 3 m, las fijaciones deben situarse por debajo de los 4 m.



Los anclajes deben ser instalados en las verticales externas del andamio ya montado.



La ubicación del anclaje debe permitir el libre movimiento en el andamio. Además, se debe situar lo más cerca posible del andamio y perpendicular a la pared.

*Fuentes:*

<http://www.rusztowania.pl>

<http://rusztowaniaweb.blogspot.com>

<http://www.rusztowaniaweb.pl>



## Realidad aumentada

Para saber más, utilice la aplicación ARFAT.

## Montaje del andamio – Protección anticaídas

# MONTAJE DEL ANDAMIO – PROTECCIÓN ANTICAÍDAS



Fig. 1[Fuente: PERI]



### Objetivos

Una vez estudiada esta unidad, el participante en la formación habrá aprendido a:

- Identificar las cuestiones clave relacionadas con la instalación del andamio, en particular con la seguridad y la salud durante la jornada laboral.
- Conocer los procedimientos adecuados para minimizar el riesgo de accidentes durante el montaje y desmontaje del andamio.



### Ideas clave

La seguridad durante el empleo o montaje del andamio debe ser prioritaria de acuerdo a las instrucciones elaboradas por el fabricante y las características individuales del proyecto. Es fundamental que el montaje y uso del andamio se realicen de manera correcta, reduciendo el riesgo de accidentes y proporcionando la seguridad en la obra y su entorno. El uso y montaje de andamios debe ser realizado por trabajadores autorizados para realizar tales trabajos, en base a una cualificación y certificación que les capacita como montadores, según la normativa vigente.

### Medidas de protección colectiva anticaídas

La protección anticaídas desde altura se puede dividir en dos tipos:

- Medidas para reducir el riesgo de caídas desde altura.
- Medidas para prevenir el riesgo de caídas desde altura.

Para que el equipo de protección anticaídas desde altura cumpla sus funciones se debe elegir adecuadamente, según el tipo de trabajo y ubicación en la que se va a operar.

Estas son las medidas de protección colectiva más habituales que se adoptan en una obra de construcción.

## Barandillas

De acuerdo a las normas de seguridad y salud de los países de la UE, los lugares de trabajo en altura en que se llevan a cabo actividades de construcción deben disponer de un elemento de seguridad colectiva como son las barandillas.



*Fig. 2. Barandilla de andamio [Fuente: PERI]*

Un sistema provisional de protección de borde ha de estar constituido, al menos, por una barandilla principal o pasamanos instalado entre 1 y 1,1 m, una barandilla o protección intermedia (enrejado o red vertical), un plinto o rodapié de unos 15 cm de alto y los postes o balaustres.

### Barandilla montada de antemano

Durante el montaje de los andamios las barandillas para el siguiente nivel se montan desde el nivel anterior. Así, el trabajador accede al nivel superior encontrándose protegido previamente.



Fig 3 y 4 [Fuente: PERI]

## Redes de seguridad

La red de seguridad es otra medida de protección colectiva cada vez más utilizada. En muchos casos, su empleo es la mejor manera de asegurar el trabajo en altura. Las redes de seguridad, generalmente, están confeccionadas con cuerdas de polipropileno o poliéster, de entre 4 y 5 mm de grosor, formando mallas con rejillas de 100 mm. Disponen de cuerda perimetral y/o otros elementos de sujeción para fijarla a la estructura.

Existen cuatro tipos normalizados de redes de seguridad:

- Tipo S: redes de seguridad horizontal.
- Tipo T: red de seguridad sujeta a consolas o ménsulas (de bandeja).
- Tipo V: red de seguridad sujeta a soportes tipo horca.
- Tipo U: red de seguridad vertical tipo “tenis”.

La red de seguridad vertical tipo “tenis” tiene por objeto impedir la caída desde la superficie de trabajo donde se instala. Este tipo de red se puede utilizar como “protección intermedia” entre la barandilla superior y el suelo en los sistemas provisionales de protección de borde en fachadas, cubiertas y andamios.



*Fig. 5. Redes de seguridad - Tipo U [Fuente: PERI]*

## **Equipos de protección individual**

Como norma general, el equipo de protección individual debería utilizarse cuando no es posible evitar o reducir los riesgos mediante medidas colectivas o mediante la organización del trabajo.

Según el Real Decreto 39/1997, el equipo de protección individual está diseñado para proteger la vida y la salud de los trabajadores. Es cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

En función de la zona o parte del cuerpo que protegen, los equipos de protección personal se clasifican en: protección de la cabeza (generalmente, cascos de seguridad), protección de pies y piernas (calzado de seguridad, rodilleras, polainas...), protección de manos y brazos (guantes, coderas, mangas...), protección de ojos y cara (gafas de seguridad y pantallas faciales), protección de las vías respiratorias (equipos filtrantes y aislantes), protección de los oídos (tapones auditivos, orejeras), ropa de protección (incluidas las prendas de alta visibilidad: parcas, brazaletes, chalecos...) y equipos de protección frente al riesgo de caída en altura como, por ejemplo, los sistemas anticaídas compuestos por arnés, un punto o línea de anclaje y un elemento de conexión, constituido por una cuerda de amarre con absorbedor de energía o un dispositivo automático anticaídas.

Según la legislación, el empresario no puede permitir que el trabajador trabaje sin dotarle antes de los equipos de protección individual adecuados para el tipo y lugar de trabajo. Se requiere que el trabajador utilice el equipo de protección individual que se le proporciona, según la función a la que esté destinado, mientras que el empresario tiene obligación de hacer cumplir la normativa y tomar las medidas oportunas para ello.

Para seleccionar un equipo de protección individual se ha que tener en cuenta:

- El certificado o declaración de conformidad.
- La conformidad con los requisitos esenciales para los equipos de protección individual enumerados en la Directiva 89/686/EEC y modificados por la Directiva 93/68/EEC, 95/93/EEC, 96/58/EEC.
- Tipo de factor de riesgo físico o potencialmente peligroso.
- La duración de la exposición del trabajador al factor de riesgo.
- La frecuencia del trabajo a realizar estando presente el factor de riesgo durante la jornada laboral.
- Las condiciones climatológicas.
- El tipo de actividad: naturaleza y características del trabajo a realizar.
- El marcado correcto del equipo de protección.
- El tipo de producto, nombre comercial y código de identificación, conforme a los estándares europeos (CE).
- Los pictogramas.

## Problemas de seguridad y salud en el montaje y desmontaje de andamios

Requisitos para un andamio seguro:

1. Tener la longitud y el ancho que permitan un trabajo seguro y poder almacenar la cantidad necesaria de material.
2. Proporcionar seguridad durante el acceso y el desplazamiento por los diferentes niveles de trabajo.
3. Facilitar la realización de trabajos evitando un esfuerzo excesivo.
4. Un andamio tipo debe ser empleado y montado de acuerdo a las características del lugar de construcción y el uso previsto por el fabricante según las normas y regulaciones que se le apliquen.
5. Los andamios menos habituales deben manipularse de acuerdo al diseño del proyecto.
6. El andamio debe adjuntar una etiqueta que certifique que su instalación se ha llevado a cabo conforme a las instrucciones del fabricante.
7. El personal involucrado en la instalación y el desmontaje del andamio debe poseer la autorización necesaria y estar debidamente capacitado.
8. Al realizar trabajos en altura, los trabajadores deben estar protegidos con arneses anticaídas con una cuerda anclada a elementos sólidos de la estructura o del andamio.
9. El montaje y desmontaje del andamio debe realizarse en una zona delimitada y asegurada.
10. El uso del andamio está permitido una vez el supervisor haya dado el visto bueno y se haya documentado la inspección.
11. Tanto la subida al andamio como el descenso del mismo debe realizarse a través de los lugares destinados para ello. Está prohibido trepar a través de la estructura, barras, barandillas, etc.
12. Los anclajes deben distribuirse de manera uniforme por toda la superficie y estar sujetos a elementos resistentes de la pared u otros elementos de la estructura del edificio, teniendo en cuenta el diseño técnico del andamio.
13. La distancia entre las posiciones de trabajo más alejadas del eje de comunicación vertical no debe superar los 20 m.
14. La capacidad de carga de las grúas y cabrestantes mecánicos montados en la estructura del andamio no puede exceder los 150 kg.
15. Los andamios situados directamente sobre carreteras o calles deben tener instaladas viseras o cubiertas protectoras.
16. El andamio de acero debe estar conectado a tierra y contar con la instalación de una protección contra rayos.
17. Los andamios ensamblados deben testarse según indica la documentación y el manual de uso.
18. La reparación del andamio puede llevarse a cabo después de bajar el tablero del puente al nivel más bajo.
19. Está prohibido dejar herramientas en los bordes de los andamios.
20. Se deben revisar los andamios de manera periódica, después de fuertes rachas de viento, precipitaciones o descansos laborales de más de 10 días.
21. Está prohibido arrojar elementos desde el andamio.

## Protección anticaídas durante el montaje y desmontaje de andamios

La funcionalidad del equipo anticaídas está determinada por:

- Parámetros técnicos (por ejemplo, resistencia a la tracción).
- Selección correcta según el tipo de trabajo.
- Métodos de uso.

El equipo de protección anticaídas consta de:

- Arnés, cinturones de seguridad y correas.
- Dispositivos de absorción de energía.
- Cuerdas (anclaje directo en el lugar de trabajo).
- Dispositivo anticaídas automático.

El equipo debe utilizarse de tal manera que la caída de un trabajador no supere los 2 m de altura. Debe anclarse a la estructura soporte y contar con dispositivos de absorción de energía. La correcta selección de los equipos de protección anticaídas es un requisito previo esencial para proporcionar la seguridad pertinente durante el montaje, uso y desmontaje de andamios.



### Riesgos durante el montaje y desmontaje del andamio



- Caídas causadas por la falta de orden en el lugar de construcción.



- Caídas desde andamios no asegurados.



- Riesgos asociados al izamiento o transporte de materiales al lugar de montaje y desmontaje.



- Caída de herramientas desde altura durante las tareas de montaje y desmontaje.



- Pérdida de estabilidad o caída del andamio como resultado de la eliminación inadecuada de elementos estructurales, un montaje incorrecto, influencia del viento.



- Riesgos asociados al montaje y desmontaje llevado a cabo en condiciones climáticas inapropiadas (fuertes vientos, lluvias intensas, heladas, niebla densa, etc.)



- Lesiones causadas por levantamiento incorrecto y presencia de elementos móviles demasiado pesados.



### Reglas básicas de seguridad y medidas preventivas

- El lugar de la obra debe estar asegurado, cercado y organizado para evitar accidentes.
- Está prohibido trepar directamente al andamio: se deben utilizar las vías de acceso y comunicación designadas.
- El uso de escaleras manuales como puesto de trabajo en altura debe limitarse a las circunstancias en que no se pueda utilizar otro equipo de trabajo más seguro (p. ej., un andamio), y sólo si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas.
- El montaje y desmontaje debe llevarse a cabo por personal cualificado conforme a las Instrucciones Técnicas y de Seguridad establecidas.
- El montaje y desmontaje del andamio deben realizarse teniendo presentes las condiciones climatológicas y atmosféricas.
- Cuando las medidas de protección colectiva no se puedan aplicar, o éstas no eliminen totalmente el riesgo, se requerirá el uso de equipos de protección individual.



### Realidad aumentada

Para saber más, utilice la aplicación ARFAT.

## UTILIZACIÓN DE ANDAMIOS



Fig. 1 [Fuente: PERI]



### Objetivos

Una vez estudiada esta unidad, el participante en la formación habrá aprendido a:

- Identificar los riesgos más significativos que se derivan de la utilización de andamios en la obra.
- Conocer las normas de seguridad y medidas preventivas que, generalmente, se han de aplicar para el control de dichos riesgos.



### Ideas clave

Los andamios tubulares son estructuras auxiliares de carácter provisional que se emplean tanto para el posicionamiento de los trabajadores en los puestos de trabajo en altura como para el acceso a los mismos.

Los trabajos en altura exponen a los trabajadores al riesgo especial de caída desde altura que, en caso de materializarse, tiene consecuencias graves. Por ello, es muy importante seleccionar el andamio más adecuado a la naturaleza del trabajo y a las dificultades previsibles, de manera que el acceso y la permanencia de los trabajadores no supongan un riesgo para su seguridad y salud.

Los andamios deben instalarse y utilizarse de manera que no puedan caer, volcar o desplazarse, poniendo en peligro a los trabajadores. Previamente a su uso, se han de comprobar las condiciones de estabilidad, resistencia y seguridad del andamio y que su utilización no representa un peligro para los usuarios ni para otras personas.

Las inspecciones de los andamios las han de realizar personas cualificadas, con una formación o experiencia adecuadas. Se han de inspeccionar antes de su puesta en servicio, periódicamente y tras cualquier modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia que pudiera afectar a su resistencia o estabilidad, para garantizar su seguridad en todo momento.

Los usuarios tienen que observar las instrucciones recibidas sobre la utilización y el mantenimiento del andamio, con el fin de ejecutar los trabajos en condiciones seguras.



### Riesgos específicos



- **Caídas desde altura** causadas por la ausencia de un medio de acceso fácil y seguro a los niveles de trabajo, la inadecuada disposición de las plataformas, o la falta de protecciones perimetrales.



- **Caídas al mismo nivel** por la falta de orden y limpieza en las plataformas de trabajo.



- **Caídas de objetos y materiales** por la ausencia de rodapiés, redes y viseras de protección.



- **Desplome o vuelco** del andamio debidos a fallos en los apoyos o a la pérdida de estabilidad de la estructura andamiada, o **derrumbe** de las plataformas de trabajo como consecuencia de una sobrecarga.



- **Golpes contra objetos fijos.**



### Reglas básicas de seguridad y medidas preventivas

- El **acceso** a las plataformas de trabajo del andamio debe realizarse a través de módulos de escaleras de servicio, o a través de escalas integradas. En ningún caso, está permitido trepar por los travesaños y largueros de la estructura tubular.





Fig. 2. [Fuente: pixabay.com]



Fig. 3 [Fuente: pixabay.com]



Las trampillas de acceso se han de mantener cerradas.

- Las **plataformas de trabajo** tienen que ser de material resistente y antideslizante, contar con dispositivos de enclavamiento que eviten su basculamiento accidental, y estar protegidas por medio de barandillas.



Fig.4 [Fuente: COAATM-IRSST\*]

- Cuando el acceso al andamio o la ejecución de una tarea concreta exija la retirada temporal de un dispositivo de protección contra caídas en altura, se deberán adoptar las medidas compensatorias y eficaces de seguridad previstas para tales situaciones. Una vez concluido ese trabajo, ya sea de forma definitiva o temporal, se han de reponer los dispositivos de protección.



**Los andamios no deben utilizarse en operaciones o en condiciones contraindicadas o no previstas por el fabricante. Tampoco pueden utilizarse sin los elementos de protección necesarios.**

- La anchura de las plataformas de trabajo tiene que ser suficiente para la fácil circulación de los trabajadores y el adecuado almacenamiento de los útiles, herramientas y materiales imprescindibles para el trabajo.



**Las plataformas de trabajo no se han de sobrecargar. Los usuarios del andamio tienen que conocer la carga máxima admisible, que podrá estar indicada en cada plataforma.**



Fig. 5. [Fuente: COAATM-IRSST\*]

- Las plataformas de trabajo deberán permanecer limpias y libres de objetos y disponer de rodapiés.

Es preciso delimitar el nivel inferior de la estructura tubular para evitar el tránsito de personas bajo el andamio. Si es necesario, se han de instalar marquesinas o viseras y cubrir el andamio con una red tupida para proteger frente a la caída de objetos los accesos a la obra, las zonas de paso o calles colindantes.



*Hay que mantener el orden y la limpieza en las plataformas de trabajo de los andamios. El material no se ha de acopiar en exceso, ni de manera desordenada o inestable.*



Fig. 6 [Fuente: COAATM-IRSST\*]

- Sólo se colocarán poleas o equipos de elevación de cargas en los lugares habilitados a tal efecto y siguiendo las instrucciones del fabricante del andamio.

- Si hubiese **riesgo de golpes** con elementos del andamio, que por su disposición pudieran afectar a las zonas de paso o de tránsito de las personas, será necesario cubrirlos con revestimientos almohadillados que eviten el contacto directo y atenúen el posible daño.
- No se deben desplazar las **torres de trabajo móviles** con personal trabajando en ellas y, antes de mover la torre, se deben retirar todos los materiales susceptibles de caer que estén sobre las plataformas.



*Antes de acceder a la torre se ha de comprobar que todas las ruedas se encuentran bloqueadas.*



Fig. 7 y Fig.8 [Fuente: COAATM-IRSST\*]

- La actividad sobre los andamios deberá interrumpirse cuando las **condiciones meteorológicas adversas** (lluvia intensa, tormenta, viento fuerte...) supongan un riesgo para la seguridad de los trabajadores.

[\* Fuente de las imágenes: COAATM-IRSST - Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos e Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo de Madrid. Edificio virtual para la formación en seguridad y salud en la construcción]



### Realidad aumentada

Para saber más, utilice la aplicación ARFAT.

## Uso del andamio – Integridad estructural

# EMPLEO DEL ANDAMIO – INTEGRIDAD ESTRUCTURAL



### Objetivos

Una vez estudiada esta unidad, el participante en la formación habrá aprendido a:

- Identificar los riesgos más significativos derivados del uso de andamios.
- Conocer las medidas preventivas y de seguridad que se aplican, generalmente, para controlar dichos riesgos.



### Ideas clave

Los andamios son estructuras auxiliares temporales que se emplean para el posicionamiento de los trabajadores en obras en altura y permiten tener acceso al lugar de trabajo.

Los andamios incompletos y las modificaciones no autorizadas pueden provocar caídas desde cierta altura y otros accidentes. Dentro de la tipología de andamios se distinguen: el andamio compuesto por elementos prefabricados, y el andamio de acoplamiento de tubos de acero.

Antes de usar un andamio se debe verificar que ha sido inspeccionado y su utilización ha sido autorizada. Por ejemplo, revise el informe de pruebas.

A continuación, podemos ver un tipo de la versión de la lista de verificación alemana del sector de la construcción (BG BA).



Clases de anchura	W [m]
W06	0,6 ≤ W < 0,9
W09	0,9 ≤ W < 1,2
W12	1,2 ≤ W < 1,5
W15	1,5 ≤ W < 1,8
W18	1,8 ≤ W < 2,1
W21	2,1 ≤ W < 2,4
W24	2,4 ≤ W

Tab.2: Clases de anchura para áreas de trabajo (EN 12811-1)

La instalación del equipo adicional (p. ej., elevadores, rampas para escombros, etc.) solo se puede aprobar tras consultarlo con el supervisor de andamios.

Antes de comenzar a trabajar, se debe verificar el estado del andamio. Las inspecciones de los andamios deben ser realizadas por personas cualificadas, capacitadas y con la experiencia adecuada. Aquí se puede ver, por ejemplo, un tipo de lista de verificación alemana de BG BAU.

Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme von Gerüsten durch den Gerüstbenutzer		
Gerüstbenutzer: _____ Datum _____		
Gerüsthersteller: _____		
Bauvorhaben: _____		
Überprüfung	ja, ohne Mangel	nein, Mangel
<b>Verwendungszweck</b> (geeignet z. B. für Mauerarbeiten, Stuck- und Putzarbeiten, Malerarbeiten)	<input type="checkbox"/>	_____
Ist das Gerüst an sichtbarer Stelle (z. B. Aufstieg) gekennzeichnet? – Arbeitsgerüst und/oder Schutzgerüst nach DIN EN 12811/DIN 4420 – Lastklasse und Nutzlast, Breitenklasse – Gerüsthersteller	<input type="checkbox"/>	_____
Ist das Gerüst augenscheinlich verankert?	<input type="checkbox"/>	_____
<b>Arbeits- und Betriebssicherheit</b>		
Sind sichere Zugänge oder Aufstiege, wie z. B. innenliegende Leitegänge oder Treppentürme, vorhanden?	<input type="checkbox"/>	_____
Ist jede genutzte Gerüstlage vollflächig mit Belägen (z. B. Rahmentafeln oder Bohlen) ausgelegt?	<input type="checkbox"/>	_____
Sind die Gerüstbeläge und -bohlen so verlegt, dass sie weder wippen noch ausweichen können und sind sie gegen Abheben gesichert?	<input type="checkbox"/>	_____
Ist bei der Einrüstung einer Bauwerksecke der Belag in voller Breite herumgeführt?	<input type="checkbox"/>	_____
Sind Belägelemente augenscheinlich unbeschädigt, z. B. nicht eingerissen, eingeschnitten?	<input type="checkbox"/>	_____
Sind Gerüstlagen bei mehr als 2,00 m Absturzhöhe mit einem 3-teiligen Seitenschutz (Geländerholm, Zwischenholm und Bordbrett) versehen?	<input type="checkbox"/>	_____
Ist der 3-teilige Seitenschutz auch an Stimmseiten und Öffnungen angebracht?	<input type="checkbox"/>	_____
Ist ein maximaler Wandaustand von 0,30 m eingehalten? (wenn nicht, ist auch hier Seitenschutz erforderlich)	<input type="checkbox"/>	_____
<b>Überprüfung</b>		
<b>Anforderungen an Fang- und Dachfanggerüste</b>		
Ist bei Dachfanggerüsten die Belagfläche mindestens 0,60 m breit?	<input type="checkbox"/>	_____
Liegt der Belag des Dachfanggerüsts nicht tiefer als 1,50 m unter der Traufkante?	<input type="checkbox"/>	_____
Beträgt der Abstand zwischen Schutzwand und Traufkante mindestens 0,70 m?	<input type="checkbox"/>	_____
Ist die Schutzwand aus Schutznetzen oder Geflechtem ordnungsgemäß am Gerüst befestigt?	<input type="checkbox"/>	_____
Ist bei Fanggerüsten die Belagfläche mindestens 0,90 m breit?	<input type="checkbox"/>	_____
Liegt der Belag des Fanggerüsts nicht tiefer als 2,00 m unter der Absturzkante?	<input type="checkbox"/>	_____
<b>Sonstige Anforderungen</b>		
Sind spannungsführende Leitungen und/oder Geräte im Gerüstbereich abgeschaltet, abgedeckt oder abgeschränkt?	<input type="checkbox"/>	_____
Ist die Beleuchtung zur Sicherung des öffentlichen Verkehrs gewährleistet?	<input type="checkbox"/>	_____
Ist am Gerüst beim Einsatz im öffentlichen Bereich ein Schutzdach vorhanden?	<input type="checkbox"/>	_____
Datum _____	Name/Unterschrift der befähigten Person des Gerüstbenutzers _____	

Fig.3 [Fuente: BG BAU]



## Riesgos comunes



- Caídas en el mismo nivel a causa de la falta de orden o limpieza en el lugar de trabajo.



- Caídas desde plataformas de andamios u otros lugares de trabajo en caso de hacer un uso inapropiado.



- Caída de objetos o materiales provenientes de actividades ubicadas en niveles superiores.



- Colapso o vuelco del andamio debido a la falta de soportes o la pérdida de estabilidad de la estructura del andamio. O colapso de las plataformas de trabajo como resultado de una sobrecarga.



- Otro riesgo es la exposición a condiciones meteorológicas adversas (fuertes vientos, precipitaciones, nieve, tormentas...).



## Reglas básicas de seguridad y medidas preventivas

- Los trabajadores deben utilizar un equipo de protección individual anticaídas cuando sea necesario desinstalar las barandillas u otros elementos de seguridad (p.ej. para el transporte de material).
- Los trabajadores deben consultar al supervisor de andamios y restaurar el estado original cuando quiten los elementos de seguridad.
- El lugar de trabajo debe mantenerse limpio y ordenado para evitar caídas y accidentes por pisadas de objetos (cortes, punciones, esguinces o torceduras).
- Cuando las condiciones meteorológicas adversas impliquen peligro para la seguridad de los trabajadores, se debe detener el trabajo (p. ej. falta de visibilidad).

por presencia de niebla densa, rayos, superficies resbaladizas a causa de heladas, lluvias intensas, vientos capaces de volcar andamios...).

- Se debe evitar el trabajo en múltiples niveles del andamio, uno encima de otro. En caso de no poder evitarlo, es necesario instalar soluciones frente a la posible caída de materiales y objetos a niveles inferiores del lugar de trabajo (como instalación de redes o viseras de protección). Además, es conveniente usar cinturones portaherramientas, así como asegurar las herramientas con cintas o cuerdas, en previsión de pérdidas involuntarias o accidentales.



No realizar ninguna modificación de construcción del andamio sin permiso.



No emplear piezas de andamio dañadas.



No quitar ni dañar ningún anclaje, barandilla, diagonal o cualquier otro elemento del andamio.



Cerrar las trampillas de acceso después de cada uso.



No sobrecargar el andamio.



Mantener las plataformas limpias y sin objetos.



Interrumpir el trabajo en los andamios si las condiciones meteorológicas suponen un riesgo para la seguridad de los trabajadores.



## Realidad aumentada

Para saber más, utilice la aplicación ARFAT.

## Desmontaje del andamio – Protección de la zona de trabajo

# DESMONTAJE DE ANDAMIOS



Fig. 1 [Fuente: pixabay.com]



### Objetivos

Una vez estudiada esta unidad, el participante en la formación habrá aprendido a:

- Identificar los riesgos más significativos en las operaciones de desmontaje de andamios.
- Conocer las normas de seguridad y medidas preventivas que, generalmente, se han de aplicar para el control de dichos riesgos.



### Ideas clave

El desmontaje de las estructuras tubulares de andamios se realiza, generalmente, de arriba abajo, en el orden inverso al empleado durante el montaje. La secuencia de desmontaje dependerá del tipo y modelo del andamio (andamio modular o multidireccional de fachada, torre de trabajo, etc.).

En cualquier caso, el desmontaje del andamio se tiene que efectuar conforme a lo indicado en las instrucciones del fabricante o, en el caso de configuraciones especiales, según el plan de montaje, utilización y desmontaje específicamente elaborado por un técnico competente.

Las operaciones de desmontaje, igual que las de montaje, han de ser realizadas por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada que les permita enfrentarse a los riesgos específicos, y siempre bajo la dirección de una persona cualificada y experimentada.

Asimismo, durante el desmontaje del andamio los trabajadores han de utilizar los mismos equipos de protección individual y los dispositivos de elevación empleados durante el montaje (polea manual o elevador eléctrico ligero), para el descenso de los materiales desmontados.



### Riesgos específicos



- **Caídas de objetos, herramientas y materiales** durante el desmontaje del andamio.



- **Desplome o vuelco** del andamio debido a la pérdida de estabilidad de la estructura andamiada causada por la retirada incontrolada de elementos de amarre y estabilización, o por la acción del viento.



- **Caídas al mismo nivel** por la falta de orden y limpieza en las plataformas de trabajo y en la zona de acopio.



- **Caídas de altura** causadas por la falta de protecciones colectivas o por no utilizar un sistema anticaídas.



- **Sobreesfuerzos** durante el manejo manual de las cargas y la adopción de posturas forzadas.



### Reglas básicas de seguridad y medidas preventivas

- La zona afectada por las operaciones de desmontaje se debe acotar y señalizar para impedir el acceso de peatones y vehículos no autorizados.



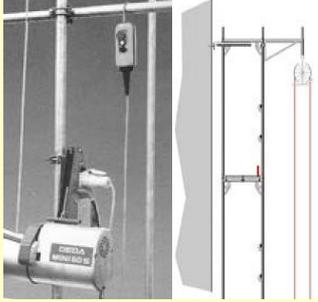
Sea cual sea el medio utilizado durante el desmontaje para el descenso de los elementos del andamio, **se debe delimitar una zona segura.**



Fig.2 [Fuente: pixabay.com]



**Los operarios no deben situarse nunca bajo la vertical de las cargas suspendidas. Y en ningún caso se han de lanzar los elementos que componen el andamio desde cualquier altura.**



Eléctrico Manual

Fig. 3. [Mecanismos de elevación. Fuente de las imágenes: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo]

- Se tiene que comprobar el funcionamiento de los mecanismos empleados para el descenso de materiales antes de su uso. Estos han de estar convenientemente fijados a la estructura del andamio conforme a las instrucciones del fabricante.



**El mecanismo de elevación o descenso (eléctrico o manual) se debe colocar sobre un elemento resistente de la estructura del andamio que esté adecuadamente amarrado.**

- Los amarres o los elementos estabilizadores del andamio se retirarán a medida que el desmontaje avance, es decir, de nivel a nivel, de forma que se asegure su estabilidad en función de su altura.



**En el caso de que el andamio esté recubierto con una red o lona de protección, esta se retirará antes de comenzar el desmontaje.**



Fig. 4 [Fuente: pixabay.com]



**Los trabajos se deben suspender cuando las condiciones meteorológicas impidan realizar con seguridad las labores de desmontaje del andamio. Con viento fuerte (>70 km/h) se aconseja paralizar el desmontaje, procediendo a retirar los materiales o herramientas que pudieran caer desde las plataformas del andamio.**

- Los distintos elementos del andamio que se vayan desmontado han de acopiarse correctamente y de forma ordenada en una zona delimitada, y se deben retirar lo más rápidamente posible, con el fin de mantener la zona de trabajo libre de obstáculos.



Fig. 5 [Fuente: GESPRE]



**La zona de trabajo se debe mantener limpia y ordenada.**

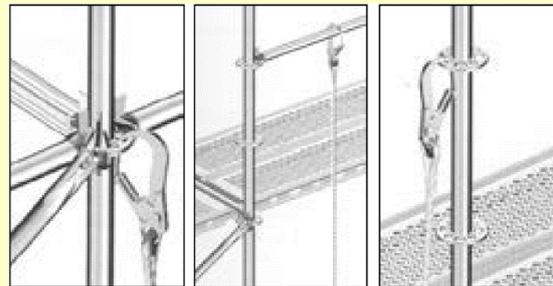
- Durante el desmontaje, los trabajadores deben **llevar siempre el equipo de protección individual contra las caídas de altura**, aunque el andamio cuente con protecciones colectivas.



El anclaje del sistema anticaídas al andamio debe realizarse únicamente en aquellos puntos o elementos indicados en las instrucciones del fabricante para esta función.



Andamio modular de marco



Andamio modular multidireccional

Fig.6 [Puntos para la sujeción del EPI contra las caídas de altura. Fuente de las imágenes: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo]

- Los trabajadores deben extremar las precauciones en todas las fases del desmontaje, realizando la secuencia de manera que esté protegido por medidas de protección colectivas. Por ejemplo, retirando el material desde el nivel inferior o utilizando barandillas provisionales, según el modelo de andamio.



Fig.7 Desmontaje desde el nivel inferior. [Fuente: PERI]



Fig.8 Barandillas provisionales. [Fuente: GESPRES]



Durante la realización de las operaciones de desmontaje de andamios se han de utilizar los siguientes equipos de protección individual: **casco de seguridad** (preferiblemente con barbuquejo), **guantes** de cuero reforzado, **calzado de seguridad** y **arnés anticaídas con doble mosquetón de anclaje**.

- El riesgo de lesión por **manipulación manual de cargas** durante el desmontaje puede reducirse mediante el empleo de equipos de elevación para el descenso de los materiales y actuando sobre la organización del trabajo.



*El desmontaje de una estructura tubular andamiada debe realizarse con un número suficiente de trabajadores. Como mínimo: dos trabajadores que se sitúan sobre las plataformas del andamio para realizar el desmontaje de todos los elementos, y uno o dos más que se colocan en el nivel inferior para realizar labores auxiliares de recepción y acopio del material.*



### **Realidad aumentada**

Para saber más, utilice la aplicación ARFAT.

## Transporte del encofrado – Apilamiento y levantamiento

# TRANSPORTE DE MATERIAL DE ENCOFRADO



Fig. 1 [Fuente: PERI]



### Objetivos

Una vez estudiada esta unidad, el participante en la formación habrá aprendido a:

- Identificar los riesgos más significativos que se derivan de la recepción y el transporte del material de encofrado en la obra.
- Conocer las normas de seguridad y medidas preventivas que, generalmente, se han de aplicar para controlar dichos riesgos.
- Determinar las pautas básicas de seguridad a seguir en el acopio y el transporte del material de encofrado.



### Ideas clave

Los trabajos de encofrado conllevan el uso de gran cantidad de elementos pesados y voluminosos que implican riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores, tanto durante su montaje y desmontaje como en las operaciones de transporte y acopio en la obra.

El suministro del material de encofrado comporta la realización de operaciones de carga y descarga de los vehículos de transporte en el lugar de almacenamiento o acopio, y su posterior traslado a los puntos de instalación en la obra.

Las operaciones de movimiento, elevación y distribución del material de encofrado requieren la utilización de vehículos de transporte y equipos de elevación adecuados, en función de las características de las cargas y el alcance necesario.

Entre otras actuaciones preventivas, es necesario planificar los puntos de acceso y las zonas de acopio, organizar las vías de circulación de los vehículos de transporte, realizar un almacenamiento ordenado, y emplear los equipos y accesorios de elevación adecuados, con el objetivo de lograr unas condiciones de trabajo seguras.



### Riesgos específicos



- Caídas derivadas de la falta de orden y limpieza en la zona de acopio.



- Atropellos o golpes causados por la circulación de vehículos, por el movimiento de las cargas suspendidas, o las partes móviles de los aparatos elevadores.



- Caídas desde altura del vehículo de transporte del material durante las operaciones de enganche o desenganche de la carga.



- Aplastamientos o golpes por la caída accidental de cargas suspendidas debido a: un enganche o amarre incorrecto; la rotura del accesorio de elevación o por no encontrarse flejadas o paletizadas correctamente; o como consecuencia del vuelco del material de encofrado acopiado inadecuadamente.



- Atrapamientos durante la carga, la descarga y el acopio del material de encofrado.



- Sobreesfuerzos durante la manipulación manual de las cargas o por la adopción de posturas forzadas.



## Reglas básicas de seguridad y medidas preventivas

- Las zonas de acopio han de estar adecuadamente delimitadas (mediante vallado o malla de balizamiento), señalizadas (señal de peligro de cargas suspendidas, prohibido el paso de personas no autorizadas...), ordenadas y limpias.



Fig.2 [Fuente: PERI]

- Los acopios deben establecerse en lugares donde se facilite el acceso y las maniobras de los vehículos de transporte y el emplazamiento de los aparatos elevadores. En la medida de lo posible, se han de situar próximos al lugar de instalación del encofrado, alejados de las zonas de paso y sin interferir con otras actividades.

- Es conveniente que los distintos elementos de encofrado se suministren perfectamente etiquetados, a fin de que se distribuyan en la zona de acopio de acuerdo con la secuencia de instalación.



Fig.3 [Fuente: PERI]

- Cuando los puntos de enganche no sean accesibles desde la caja del camión de transporte, o desde el nivel del suelo en los acopios, los trabajadores tendrán que realizar el eslingado desde elementos auxiliares protegidos o desde escaleras de mano estables. Deben evitarse los apilamientos de material de encofrado de altura superior a 2 m.

- Se debe garantizar la estabilidad de los acopios, realizándose sobre una superficie resistente o compactada, horizontal y alejada de desniveles.
- El acopio de paneles de encofrado se realizará en un plano horizontal, utilizando durmientes de madera para su nivelación. En el caso de un acopio en vertical, los paneles deben calzarse y colocarse con una inclinación que evite su deslizamiento y abatimiento.
- Es conveniente que el transporte y el acopio de los elementos alargados (puntales, largueros, sopandas...) y del pequeño material de encofrado se realice mediante el

uso de palés y contenedores de transporte adecuados, que permitan el apilado seguro. Para su elevación se han de utilizar eslingas de 4 ramales.



Fig.4 [Fuente: PERI]

- Las operaciones de eslingado deben realizarlas únicamente el personal cualificado, convenientemente instruido.



Fig.5 [Fuente: PERI]

- Se deben tener en cuenta las instrucciones del suministrador en relación a los accesorios de elevación más adecuados (eslingas), puntos de amarre o de enganche de la carga y condiciones de almacenamiento.
  - Los accesorios de elevación se deben seleccionar teniendo en cuenta las características de la carga: peso, dimensiones, forma, etc.
- Durante la elevación del material de encofrado, los trabajadores han de permanecer alejados de la vertical de las cargas suspendidas, y se deben colocar dentro de la visual del grúa. Los paneles, y los elementos de grandes dimensiones deben guiarse con cabos o cuerdas.
  - Se debe evitar el manejo manual de cargas mediante el uso de los medios mecánicos de traslado y de elevación, o manejando la carga entre dos o más personas.



Fig.6 [Fuente: PERI]



## Realidad aumentada

Para saber más, utilice la aplicación ARFAT.

## Transporte del encofrado – Guía de carga suspendida

# TRANSPORTE DEL ENCOFRADO – GUÍA DE CARGA SUSPENDIDA



Fig. 1 [Fuente: Hetle, R.; Motzko, C. 2007]



### Objetivos

Una vez estudiada esta unidad, el participante en la formación habrá aprendido a:

- Identificar los peligros más importantes derivados del uso de eslingas de grúa en el lugar de construcción.
- Conocer los estándares de seguridad y las medidas preventivas que generalmente se deben aplicar para controlar esos peligros.
- Establecer los pasos básicos de seguridad a seguir durante el uso de eslingas de grúa.



### Ideas clave

Definiciones de conceptos básicos:

**Accesorios de elevación:** componentes o equipos que no son parte integrante del aparato de elevación y situados entre la máquina y la carga, o sobre la propia carga, para permitir la prensión de la carga.

**Carga máxima de utilización (CMU):** máxima masa de carga permitida en toneladas o kilogramos, levantada o soportada por la suspensión de manera que no cause peligro alguno.

**Eslinga:** accesorio de elevación que puede ser de cable de acero, cadena o cinta textil y que se utiliza para unir las cargas al gancho de una grúa u otro equipo de elevación. Este es el elemento básico de las eslingas que pueden ser de un solo ramal o de varios

ramales, así como de bucle cerrado (sin fin). Otros componentes de las eslingas son los grilletes, ganchos curvados, anillas, argollas, etc.

**Eslinga textil:** conjunto de uno o más componentes de cinta tejida plana y cosida, para unir las cargas al gancho de una grúa u otra máquina de elevación. La cinta textil está formada por un núcleo de hilos industriales de alta tenacidad completamente recubierto por un tejido tubular.

**Eslinga de cadena de acero :** conjunto constituido por cadena o cadenas unidas a unos accesorios adecuados en los extremos superior o inferior (anillas, ganchos...) para amarrar cargas del gancho de una grúa o de otro aparato de elevación. El tipo de cadena se identifica mediante la resistencia del material de la cadena expresada en  $N/mm^2$  (MPa) p.ej. tipo 8 es  $800 N/mm^2$ ; tipo 10 es  $1000 N/mm^2$ . El tipo de cadena viene definida en las especificaciones de la eslinga.

**Eslinga de cable de acero:** los cables están constituidos por varios cordones dispuestos helicoidalmente en una o varias capas superpuestas alrededor de un alma que puede ser textil, metálica o mixta. A su vez, los cordones están constituidos por alambres de acero dispuestos helicoidalmente en una o varias capas.

**Gancho:** elemento de forma curva preparado para enganchar y sostener cargas. El gancho, de acero generalmente, está equipado con un pestillo de seguridad que impide la salida involuntaria de la eslinga o la argolla.



### Riesgos comunes



- Riesgo de aplastamiento de una persona u objeto debido a una carga mal suspendida.



- Riesgo de ser golpeado por alguna pieza desprendida de la eslinga de la grúa.



- Riesgo de que la carga suspendida golpee a un trabajador que no está muy visible y que podría estar en el rango de trabajo de las eslingas de la grúa.



## Reglas básicas de seguridad y medidas preventivas



Las eslingas deben estar en perfecto estado y ser técnicamente funcionales.



Las eslingas han de estar diferenciadas de manera que se puedan identificar las características esenciales para un uso seguro (por ejemplo, una placa que indique la carga máxima de utilización).



Antes de cada uso, el trabajador encargado del eslingado de la carga debe verificar:

- Si los componentes están en perfecto estado.
- Si los accesorios de eslingado son originales.
- La movilidad.
- Cualquier daño visible o indicios de uso excesivo.



Cada eslinga debe disponer de los elementos o marcas que permitan su identificación y ha de estar registrada en la documentación de la grúa.



A menudo se solicita el servicio con los accesorios de elevación necesarios. En esta situación, la persona autorizada por el jefe de obra debe verificar la documentación de las eslingas con las que se vaya a operar antes de comenzar a trabajar.



En la obra debe haber una copia de toda la documentación referente a las eslingas.



Las eslingas y accesorios de la grúa deben emplearse de acuerdo al uso final y las instrucciones del fabricante.



Las eslingas y accesorios de la grúa deben almacenarse en lugares donde estén protegidos contra daños o contaminación. Lo mejor es mantenerlos colgados.



En el caso de eslingas múltiples (con más de dos ramales), se utilizan solo dos para los cálculos de la CMU.



Cuando se utilizan dos eslingas separadas, solo se tiene en cuenta la CMU de una de ellas. Por ejemplo, al colocar dos ganchos de elevación con CMU de 5T (toneladas) cada uno (con un determinado ángulo entre ramales), consideramos una CMU de solo 5T para todo el conjunto.



Mientras se manipulan las eslingas, hay que considerar la CMU modificada (reducida) según el ángulo entre ramales.

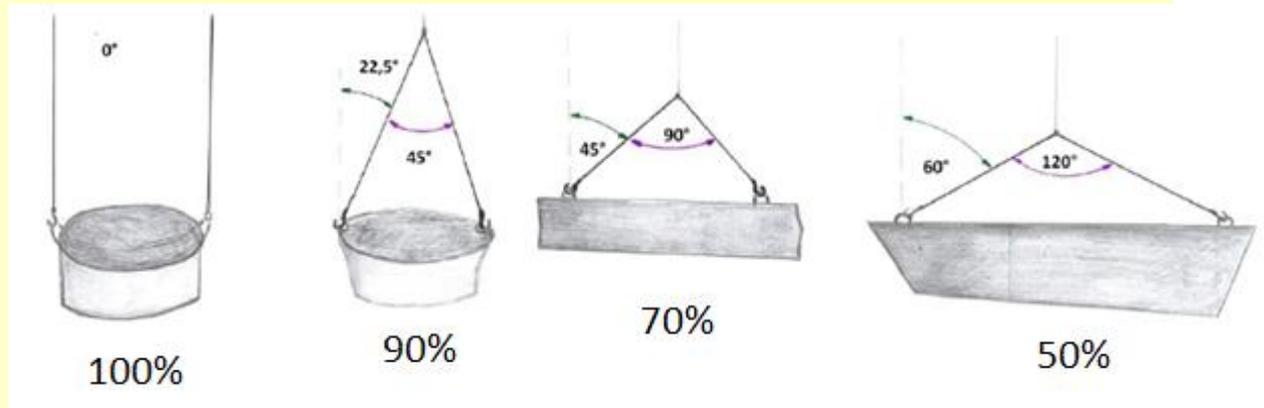


Fig.2 Reducción del valor de la CMU según el ángulo entre ramales  
[porozumieniedlabezpieczenia.pl]



La resistencia de la eslinga varía en función del ángulo que forman los ramales entre sí. Cuanto mayor sea dicho ángulo, menor será la carga que pueda resistir. Por eso una eslinga no debe trabajar en ángulos mayores de 120° entre ramales.



Cuando se conectan dos (o más) eslingas independientes directamente al gancho, el ángulo máximo de inclinación no puede exceder los 90°.



El método de eslingado de la carga tiene una influencia decisiva en la CMU y debe tenerse en cuenta durante la selección de las eslingas. Por ejemplo, con un ángulo de 90°, 0,71 de la masa de la carga es para cada ramal, mientras que con un ángulo de 120° será 0,86 para cada ramal.



Si se emplean asideros tipo “grapas” (por ejemplo, para el enganche de paneles modulares de encofrado), hay que tener en cuenta la apertura permitida de ángulo. Estas especificaciones las encontraremos en las instrucciones de uso de dichas abrazaderas.



Se deben proteger las eslingas contra bordes filosos y superficies rugosas. Los cables de acero y las eslingas textiles son especialmente sensibles. Intentar izar la carga en tales

condiciones puede dar como resultado la rotura inmediata de la eslinga. La CMU de los cables de acero que operan sobre bordes filosos debe reducirse en un 50%.



La carga que se eleve no debe superar el 80% de la CMU de la eslinga que se utilice.



El ángulo mínimo de extensión de la eslinga ha de ser de 120° durante el izado de la carga.



*Fig.3 Amplitud mínima del ángulo de la eslinga cuando la carga está amarrada [porozumieniedlabezpieczenia.pl]*



Las eslingas que estén dañadas, desgastadas, en mal estado o que carezcan de placa identificativa, deben retirarse inmediatamente para su reparación o, en su caso, para desecharlas.



La reducción de más del 10% de la dimensión nominal del eslabón de una eslinga de cadena inhabilita su uso y provoca la devolución de toda la eslinga.



Doblar el gancho de una eslinga por encima del 10% del valor nominal inhabilita su uso y la eslinga por completo.



## Realidad aumentada

Para saber más, utilice la aplicación ARFAT.

## Montaje del encofrado – Montaje

# MONTAJE DEL ENCOFRADO – MONTAJE



Fig. 1 [Fuente: PERI]



### Objetivos

Una vez estudiada esta unidad, el participante en la formación habrá aprendido a:

- Identificar las cuestiones clave relacionadas con la instalación del encofrado, en particular relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo.
- Conocer el uso de procedimientos apropiados para minimizar el riesgo de accidente durante el montaje y desmontaje del encofrado.



### Ideas clave

Los requisitos de seguridad y salud para la instalación y desmontaje de encofrados se deben consultar en el 'Manual técnico' que proporcionará el fabricante del sistema de encofrado.

En torno a la ubicación del montaje y desmontaje se debe delimitar una zona de riesgo mediante vallas o barreras apropiadas, a una distancia mínima de 6 metros del encofrado según la superficie del terreno.

La instalación y el montaje del encofrado solo pueden realizarlo los trabajadores formados y familiarizados con las instrucciones específicas de montaje.

Los elementos del encofrado deben prepararse para el transporte de acuerdo con los requisitos determinados por el fabricante. Tras cargar dichos elementos en el camión, se debe asegurar todo el material para evitar movimientos o deslizamientos incontrolados que puedan producirse durante el traslado. Los elementos pequeños se deben transportar en contenedores destinados para ello.



*Fig. 2. Transporte de encofrado [Fuente: PERI]*

La descarga debe realizarse empleando aparatos elevadores o de manera manual, según los requisitos del sistema y características de la carga. Sin embargo, está prohibido descargar los elementos del camión directamente al suelo. Se recomienda que la descarga se realice cerca del lugar de montaje y que el material se apile en orden de instalación. Se ha de acopiar de forma estable; no se puede apilar de forma irregular ya que podría caer o deslizarse y dañarse, o causar un accidente.

La manipulación manual de los elementos de encofrado debe limitarse en función del peso máximo a transportar (la carga máxima recomendada en las condiciones más favorables de manipulación manual -pegada al cuerpo, a la altura de la cintura, etc.- es de 25 kg) y del tiempo de manipulación (por ejemplo, la operación de transporte manual de objetos, cargas o materiales de hasta 50 kg de peso por un solo trabajador se ha de limitar a 4 veces por hora, si el tiempo total del trabajo no excede las 4 horas diarias).

Ninguna persona se ha de encontrar bajo una carga suspendida de la grúa, durante el izado o la descarga del material de encofrado.

Tanto el montaje del encofrado como el desmontaje después de su uso deben ser realizados por personal adecuadamente capacitado.

El fabricante del encofrado debe proporcionar para cada sistema unas 'Instrucciones de seguridad' específicas y el 'Manual técnico' para el ensamblaje. Además, el usuario (jefe de obra) está obligado a proporcionar las nociones adecuadas para la comprensión por parte del personal (instaladores) de dichas instrucciones, y asegurarse de que cumplen las normas de seguridad pertinentes. El incumplimiento de estas instrucciones y requisitos de seguridad puede ocasionar riesgos de accidentes graves durante el montaje y desmontaje, o provocar daños o pérdidas materiales en el encofrado y el material. Por ello, el montaje y desmontaje debe realizarse de acuerdo con el procedimiento recogido en el 'Manual técnico'. En caso de dudas, el responsable de la obra debe comunicarse con el servicio técnico o el fabricante (los datos de contacto deben de aparecer en las instrucciones).

Los instaladores que realizan el montaje deben recibir la formación necesaria, teórica y práctica, para su capacitación, de manera que adquieran las habilidades técnicas necesarias para el montaje del tipo de encofrado concreto. Esta formación ha de incluir:

- 1) Instrucciones correctas para el montaje y desmontaje.
- 2) Peligros durante el montaje de encofrados y medidas de protección a aplicar.
- 3) Procedimiento de trabajo seguro.
- 4) Uso adecuado de los equipos de seguridad.

Esta formación tiene que ser impartida por una persona competente, designada por el empresario, con las cualidades y la experiencia profesional necesaria en el montaje de encofrados y para la impartición de dicha formación. También puede ser una persona designada por un representante autorizado del fabricante. La formación puede culminar con una prueba de evaluación de las habilidades en el montaje y desmontaje seguro, de acuerdo con los requisitos técnicos del fabricante, y con un certificado que constate su finalización. Dicho certificado se mantendrá en el archivo personal del trabajador.

La ropa de trabajo de los montadores debe ser ajustada, cómoda y adaptada a las condiciones climáticas en las que se realizará el trabajo. Además, los instaladores deben equiparse con la protección personal necesaria: casco de seguridad, calzado antideslizante, guantes y, según la situación, equipo anticaídas para trabajar en altura.

Alrededor del lugar de montaje del encofrado, y durante el tiempo de izado y transporte de las cargas suspendidas, debe haber una zona de riesgo específica delimitada por un vallado con una altura de 1,1 m. Esa zona de riesgo debe situarse a una distancia de, al menos, 6 m del elemento constructivo que se está ejecutando.

La persona que lleva a cabo la instalación o el desmontaje del encofrado debe usar equipo de seguridad anticaídas. El trabajo desde escaleras de mano se limitará a alturas de hasta 3 m. Si el montaje se realiza en altura, esta labor podrá ser desempeñada por trabajadores que hayan sido sometidos a un examen médico reciente, mediante un protocolo específico.

La instalación de encofrados debe realizarse desde las plataformas de trabajo y andamios destinados a tal fin, o “pre-montarse” en el suelo y transportarse hasta el punto de montaje, usando una grúa o manualmente. Si el lugar de trabajo está situado a una altura de más de 1 m, debe instalarse una barandilla que constará de pasamanos de protección colocados a una altura de, al menos, 1,1 m, y con un rodapié de, al menos, 15 cm de alto. Entre la barandilla y el rodapié debería colocarse una barra, o cubrirse este espacio con otros elementos que eviten la caída de los trabajadores (por ejemplo, redes de protección).



*Fig. 3. Barandilla de protección y parte de encofrado ensamblado [Fuente: PERI]*

Siempre que sea posible, los trabajos de montaje y desmontaje han de llevarse a cabo a nivel del suelo para garantizar unas condiciones de instalación seguras. Para levantar partes del encofrado, se deben usar eslingas del mismo tipo, con la resistencia adecuada, y de longitud tal que el ángulo entre ramales no supere los  $60^\circ$ . También es posible emplear una viga horizontal para unir las eslingas de forma vertical (también llamado “travesaño”).



*Fig. 4. Transporte de paneles de encofrado ensamblados [Fuente: PERI]*

El encofrado podrá utilizarse después de recibir la autorización del jefe de obra o la persona autorizada. Su utilización deber ser confirmada mediante el registro de la aceptación conforme a un protocolo previamente establecido.

No está permitido el montaje o desmontaje del encofrado al anochecer o sin la iluminación artificial que proporcione una buena visibilidad. Tampoco está permitido hacerlo si hay niebla densa, intensas precipitaciones o vientos fuertes que excedan los 10 m/seg, así como cuando el suelo esté cubierto de hielo.

Los requisitos de seguridad para desmontar el encofrado son los mismos que durante el montaje. El proceso debe llevarse a cabo en orden inverso al montaje. Está prohibido arrojar los elementos extraídos del encofrado y las piezas desmontadas se han de acopiar ordenadamente de acuerdo al propósito previsto (retirada de o nueva puesta en obra), de manera que se eviten movimientos innecesarios.

El usuario está obligado a revisar y encargarse del mantenimiento del encofrado después de cada uso. Las piezas dañadas deben almacenarse por separado para que el fabricante los reemplace o repare. Antes de cada uso del encofrado se deben examinar y verificar todos los elementos.



### **Peligros durante el montaje y desmontaje del encofrado**



- Caídas por falta de orden en la obra y en el lugar de montaje / desmontaje del encofrado.



- Caídas desde encofrado no seguro.



- Riesgos asociados al movimiento de cargas suspendidas durante el montaje / desmontaje.



- Caída de herramientas desde altura durante las tareas de montaje y desmontaje.



- Pérdida de estabilidad o caída del encofrado como resultado del desmontaje inadecuado de elementos estructurales (cierres, soportes...), pérdida de estabilidad a causa de un montaje incorrecto, influencia del viento.



- Riesgos asociados con el montaje/desmontaje llevado a cabo en condiciones meteorológicas adversas (viento fuerte, precipitaciones, heladas, niebla densa, etc.).



- Lesiones causadas por un manejo manual de cargas incorrecto, mover elementos demasiado pesados y adoptar posturas inadecuadas.



### **Reglas básicas de seguridad y medidas preventivas**

- El lugar de construcción debe asegurarse, delimitarse y organizarse con el fin de evitar accidentes.
- Está prohibido subir directamente al encofrado.
- Solo está permitido el uso de escaleras manuales si el trabajo se puede realizar de manera segura.
- El montaje y el desmontaje deben llevarse a cabo por personal cualificado de acuerdo a las Instrucciones Técnicas de Seguridad.
- El montaje y el desmontaje del encofrado deben realizarse prestando especial atención a las condiciones meteorológicas.



### **Realidad aumentada**

Para saber más, utilice la aplicación ARFAT.

## Uso del encofrado – Hormigonado

# USO DEL ENCOFRADO – HORMIGONADO



Fig. 1 [Fuente: PERI]



### Objetivos

Una vez estudiada esta unidad, el participante en la formación habrá aprendido a:

- Identificar los riesgos más significativos que surgen del uso del encofrado, especialmente durante los trabajos de hormigonado.
- Conocer las medidas preventivas y de seguridad generalmente aplicadas al control de dichos riesgos.



### Ideas clave

El encofrado se emplea principalmente para hormigonar pilares, muros, losas y otros elementos de hormigón. Los trabajadores encargados de la manipulación del encofrado deben seguir las instrucciones de uso y mantenimiento del mismo para poder realizar el trabajo en condiciones seguras.

La ausencia de protecciones en los bordes o desniveles existentes en el lugar de trabajo, o la utilización de plataformas de trabajo inadecuadas desde las que realizar las operaciones de hormigonado, puede ser causa de accidentes.

Se recomienda emplear sistemas industrializados de encofrado, en vez de confeccionar encofrados en obra mediante el ensamblado de elementos de madera (tablas, tablones, paneles...), o la combinación de materiales distintos y de diferentes sistemas.



Fig.2 [Fuente: BG BAU]

Para garantizar un trabajo seguro y el buen funcionamiento del encofrado, debe determinarse previamente la presión que va a ejercer el hormigón. Esta presión depende de:

- La consistencia del hormigón.
- La velocidad de vertido.
- El fraguado.
- La altura del hormigonado.
- La densidad del hormigón.
- La temperatura del hormigón fresco.
- La temperatura exterior.

Si la presión del hormigón es demasiado alta, el encofrado puede desmoronarse o deformarse notablemente. Existen varias aplicaciones disponibles para realizar el cálculo de la cantidad más adecuada.



## Riesgos comunes



- Caídas en el mismo nivel como resultado de la falta de orden y limpieza en el lugar de trabajo.



- Caídas desde el encofrado por uso inapropiado.



- Riesgo durante el movimiento de cargas suspendidas (p. ej.: cubas de hormigón).



- Otros riesgos por exposición a condiciones meteorológicas adversas (vientos fuertes, precipitaciones, nevadas, tormentas, etc.).



## Reglas básicas de seguridad y medidas preventivas

- Organizar el acceso a las zonas de trabajo para que se pueda llegar de manera segura.
- Emplear los medios de acceso adecuados. Está prohibido trepar a través de los elementos del encofrado.
- Minimizar el trabajo desde escaleras manuales.
- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada.



Prohibido soltar las eslingas hasta que el encofrado esté asegurado.(1)



Colocar las plataformas de trabajo y sus protecciones perimetrales para el hormigonado.(2)



Alcanzar los lugares de trabajo a través de los medios de acceso previstos por el fabricante (p. ej. escaleras conectadas al sistema o escalerillas).(3)



El ancho de la plataforma de trabajo debe ser de, al menos, 0,60 m.(4)

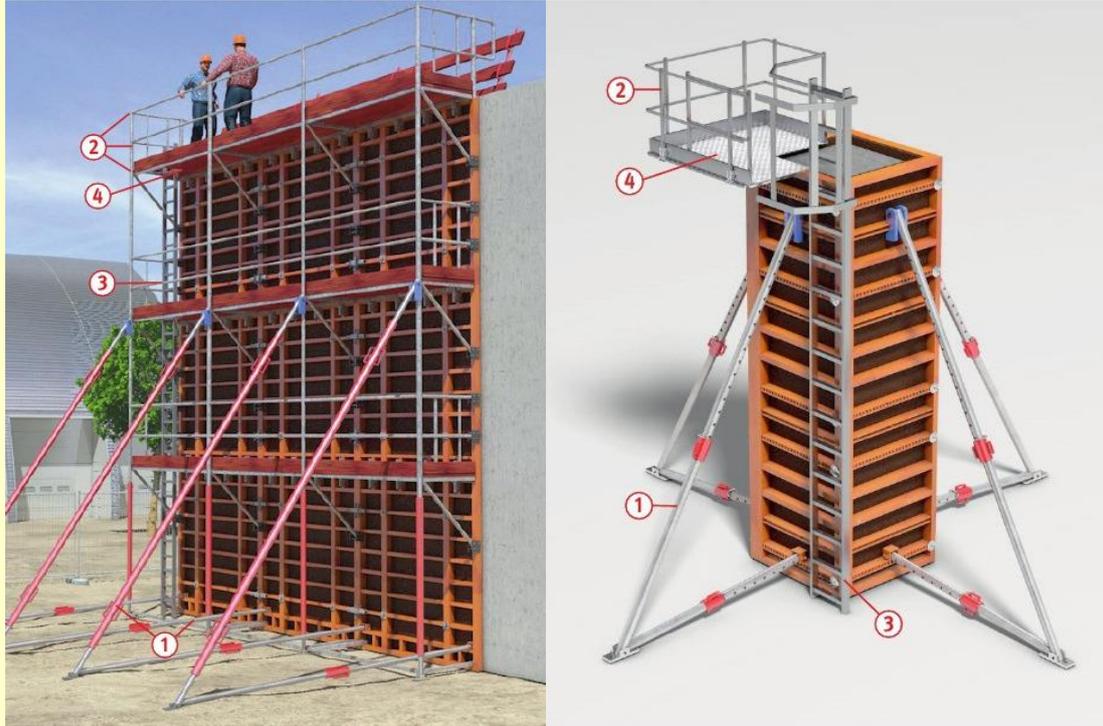


Fig 3. [Fuente: PERI]



Interrumpir las labores de hormigonado cuando las condiciones meteorológicas supongan un riesgo para la seguridad de los trabajadores.



### Realidad aumentada

Para saber más, utilice la aplicación ARFAT.

## Uso del encofrado – Mantenimiento

# EMPLEO DEL ENCOFRADO – MANTENIMIENTO



Fig.1 [Fuente: PERI]



### Objetivos

Una vez estudiada esta unidad, el participante en la formación habrá aprendido a:

- Identificar los riesgos más significativos derivados del uso del encofrado, especialmente con la aplicación del agente desencofrante.
- Conocer las medidas preventivas y de seguridad aplicadas de manera general para controlar esos riesgos.
- Conocer y usar el equipo de protección individual para la aplicación de agentes desencofrantes.



### Ideas clave

El encofrado se utiliza como molde para la elaboración de pilares, muros, losas y otros elementos de hormigón. Los trabajadores encargados del encofrado deben seguir las instrucciones de uso y mantenimiento del mismo para realizar el trabajo en condiciones seguras.

Para conseguir una buena calidad de las superficies de hormigón, y alargar la vida del encofrado, es muy importante su limpieza y mantenimiento. El agente desencofrante facilita el desprendimiento del encofrado del hormigón, lo protege y lo conserva.

Tras cada vertido y proceso de hormigonado, el encofrado debe limpiarse de inmediato. Utilice un equipo de limpieza suave en esta fase (p. ej. raspadores metálicos, cepillos, etc.). El uso de equipos de chorro de arena, amoladoras angulares, cepillos de alambre y herramientas puntiagudas pueden dañar el elemento.



Fig. 2



Fig. 3



Fig.4

Fig. 2. Quitar los clavos

Fig. 3. Eliminar el hormigón sobrante con un raspador de metal

Fig. 4. Eliminar el hormigón con un cepillo

[Fuente de las imágenes: E.Boska (TUDA)]

Tras limpiar el encofrado, se debe aplicar el agente desencofrante. Los agentes desencofrantes son líquidos coloreados con poco olor y compuestos por aceites minerales. Se aplican al encofrado antes del hormigonado para facilitar el proceso de desencofrado. Las dosis y medidas de seguridad necesarias deben llevarse conforme a las instrucciones del fabricante y las normas de seguridad y salud en el trabajo.

Existen diferentes tipos y clases de agentes desencofrantes. En Alemania, el BG BAU hace diferencia entre códigos de producto para agentes desencofrantes.

BTM 10	sin marcar
BTM 15	sin etiquetar, inodoro
BTM 20	viscosidad baja
BTM 30	inodoro
BTM 40	con poco olor
BTM 50	inflamable, inodoro
BTM 60	inflamable, con poco olor

Diferenciación de agentes desencofrantes de hormigón [Fuente: BG BAU]

El agente desencofrante debe aplicarse sobre la superficie seca del encofrado. La aplicación se puede realizar a mano o con un pulverizador. Se recomienda el uso de pulverizadores. Para retirarlo se recomienda el uso de calzado antideslizante y paños. Después de la aplicación, se debe proteger el encofrado por estar a la intemperie.



Fig.5 [Fuente: E.Boska (TUDA)]



## Riesgos comunes



- Puede ser mortal en caso de ingestión o inhalación por vía respiratoria.
- La inhalación de agentes desencofrantes puede causar daños a la salud.
- El contacto cutáneo provoca irritación e inflamación.
- Evite su vertido en el terreno, en los cauces de agua y en las alcantarillas.



- Se trata de un producto inflamable.



## Reglas básicas de seguridad y medidas preventivas

- En caso de trabajar en lugares cerrados, estos deben mantenerse aireados (puertas abiertas).
- Prohibido rociar contra el viento si se trabaja al aire libre.
- Al pulverizar, emplear una extensión en la boquilla del pulverizador para evitar la inhalación del producto.
- Prohibido rociar sobre la cabeza.
- Mantener alejadas las fuentes de ignición y evitar que haya llamas cerca.
- Mantener los recipientes de desencofrante cerrados.
- Lavarse bien las manos cada vez que se manipule el producto y antes de cada descanso.
- Se debe cambiar la ropa que puede estar contaminada.
- Mantener la ropa de calle y la de trabajo separada una de otra.
- Prohibido comer, beber o fumar en el área de trabajo.
- Evitar el contacto con piel, ojos y ropa.
- Utilizar siempre ropa de protección y aplicar crema protectora en aquellas partes del cuerpo que estén descubiertas.

Dependiendo de qué agente desencofrante se utilice y cómo se aplique, deben adoptarse medidas adicionales de protección, además del uso de equipos protección individual.



Independientemente del código del producto y el procedimiento de aplicación, se deben utilizar siempre guantes para manipular el agente desencofrante.



Si el código de producto es BTM 50 o superior, utilizar siempre gafas de protección al rociar el producto desencofrante, o una pantalla facial cuando se aplica a mano.



Si el código de producto es BTM 40 o superior, usar siempre un respirador con filtro de partículas durante la pulverización del producto y cuando se aplique a mano.



Si el código de producto es BTM 40 o superior, utilice siempre un delantal de plástico, tanto si pulveriza el producto como cuando se aplica a mano.

- Utilizar siempre los equipos de protección individual específicos, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Colaborar con el mantenimiento del equipo de protección individual que utilice para garantizar su eficiencia y buen estado. Para ello, consultar las instrucciones del fabricante. El equipo de protección individual debe ir acompañado de información sobre su almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento y caducidad.
- Se prohíbe modificar las condiciones o características originales del equipo de protección individual, ya que si se alteran puede perder su efectividad.
- Emplear un equipo de protección individual apropiado según las características personales (tamaño, graduación de gafas de protección, etc.) y asegurarse de que se ajuste al trabajador.
- Comunicar a los responsables cualquier defecto que observe en las condiciones del equipo de protección individual (grietas, roturas, fecha de caducidad, etc.).



### Realidad aumentada

Para saber más, utilice la aplicación ARFAT.

## Desmontaje del encofrado - Desmantelamiento

# DESMONTAJE DEL ENCOFRADO – DESMANTELAMIENTO



Fig. 1 [Fuente: PERI]



### Objetivos

Una vez estudiada esta unidad, el participante en la formación habrá aprendido a:

- Identificar los riesgos más importantes asociados con la tarea de desmontar los encofrados.
- Conocer los estándares de seguridad y las medidas preventivas que generalmente deben aplicarse para el control de esos riesgos.
- Cumplir con las reglas básicas de seguridad y salud a seguir durante el desmontaje de encofrados.



### Ideas clave

La determinación del tiempo de desmontaje del encofrado y la cimbra es de gran relevancia, tanto desde el punto de vista constructivo como económico. En caso de que los diseñadores no indiquen nada en concreto, la cimbra, el encofrado y los soportes auxiliares solo se pueden quitar cuando el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para sostenerse a sí mismo y soportar el resto de las cargas [5].

La dirección de obra determina cuándo se han de retirar los encofrados y las cimbras, y tiene la responsabilidad de asegurar el proceso constructivo, determinar la capacidad de carga y la usabilidad de los elementos de construcción, así como gestionar de manera adecuada los aspectos económicos y cumplir los plazos de ejecución del proyecto [5].

Para la determinación de los tiempos de desencofrado de los elementos de hormigón sometidos a esfuerzos de flexión, la instrucción DBV, “Tiempos de encofrados y desencofrados” (*Betonschalungen und Ausschulfristen*, en su título original en alemán), proporciona tres métodos:

- La determinación del tiempo de desencofrado según la experiencia.
- Las indicaciones tabulares del tiempo para la construcción habitual de edificios.
- La determinación del tiempo de desmontaje basado en el rendimiento del hormigón.

La determinación del tiempo de desencofrado de acuerdo con la experiencia depende de la cualificación y experiencia del jefe de obra o empresa que gestiona la obra. Asimismo se aplicarán reglas o guías técnicas generalmente reconocidas, así como normas estandarizadas [5].

Para los elementos de hormigón y hormigón armado en construcciones típicas de edificios y sin requisitos especiales relativos a la capacidad de servicio (por ejemplo, limitación de la desviación), restringido a vigas y losas de hasta 6 m, así como para dinteles y vigas de anillo, los plazos de desencofrado dependen de la resistencia que alcance el hormigón a lo largo del tiempo y vienen recogidos en tablas como la que se muestra abajo [6]. En el caso de la tabla presentada, se supone que los efectos de las acciones en el momento de desmontaje  $t_0$  consisten solo en cargas relativas al propio peso y cargas verticales efectivas de uso, lo que resulta en un efecto de las acciones de aproximadamente el 70% del estado final con  $E_{d0} = 0,70 * E_{d28}$  ( $\alpha_0 = 0,70$ ).

Tab: Valores de referencia del tiempo de desmonte  $t_0$  para la construcción típica de edificios y  $\alpha_0 = 0,70$  [6]

	1	2	3	4
	Temperatura <sup>(2)</sup>	Resistencia del hormigón $r = f_{cm2} / f_{cm28}^{(1)}$		
	$\vartheta$ en °C	Rápido	Intermedio	Lento
		$R \geq 0,50$	$R \geq 0,30$	$R \geq 0,15$
1	$\vartheta \geq 15$	4	8	14
2	$15 > \vartheta \geq 15$	6	12	20

(1) La adquisición de la resistencia del hormigón está determinada por el ratio de los valores indicados relativos a la resistencia a compresión del hormigón después de 2 días y después de 28 días. La adquisición de resistencia del hormigón debe ser indicada por el proveedor del hormigón en las especificaciones técnicas.

(2) La temperatura de a variable  $\vartheta$  durante la transferencia del calor de hidratación es generalmente superior a la del aire. En vez de la temperatura de la variable  $\vartheta$ , se puede aplicar la temperatura media del aire  $\vartheta_m$ . La temperatura media del aire  $\vartheta_m$  es el valor medio entre la temperatura del día más caluroso y el más frío en el entorno inmediato a la estructura.

(3) En el caso de que la temperatura del aire  $\vartheta_m < 5$  °C es necesario incrementar el tiempo requerido para el desencofrado los días que la variable de temperatura era menos que cinco grados  $\vartheta_m < 5$  °C.

Si los métodos mencionados anteriormente no son aplicables, el punto de tiempo de desencofrado  $t_0$  debe definirse por la resistencia a la compresión requerida para el hormigón  $f_{cm0}$  o la clase de resistencia mínima del hormigón en el proceso de diseño de la estructura. En cualquier caso, los ingenieros responsables de la estructura o la jefatura de la obra son los únicos responsables de tomar la decisión de cuando se debe desencofrar. La resistencia  $f_{cm0}$  en el momento de desencofrado se debe demostrar a partir de pruebas de endurecimiento, pruebas de resistencia del hormigón u otros métodos de control del curado de la estructura [5].

El apeo se utiliza a menudo en la construcción. El proceso de apeo implica la sustitución del encofrado horizontal del hormigón por puntales temporales. Esto permite que la losa adquiera resistencia mientras la construcción continúa sobre ella y alrededor de ella. Mientras tanto, el encofrado se puede utilizar para el hormigonado otros elementos constructivos.



### Riesgos comunes



- Riesgo de aplastar a una persona u objeto al no estar la carga correctamente suspendida.



- Riesgo de lesiones debido a la caída de los componentes del sistema de encofrado.



- Riesgo de derrumbe de la estructura durante el desmontaje del encofrado y el sistema de apuntalamiento.



- Riesgo de golpe a un trabajador que no esté visible durante el movimiento de cargas suspendidas que podría estar en el radio de alcance del aparato elevador o del sistema de eslingado.



## Reglas básicas de seguridad y medidas preventivas



Asegurarse de que el hormigón alcanza la resistencia necesaria antes de desmontar el encofrado y el sistema de apuntalamiento.



En caso de bajas temperaturas o fuertes vientos, es necesario prolongar el tiempo de asentamiento de los elementos del encofrado.



El desmontaje del encofrado debe llevarse a cabo de acuerdo con el procedimiento establecido en el 'Manual técnico'.



Los trabajadores que montan y desmontan el encofrado están obligados a utilizar equipos de protección anticaídas.



El desmontaje del encofrado debe llevarse a cabo en el orden inverso al de montaje.



Está prohibido arrojar los elementos de encofrado desmontados.



Los elementos desmontados deben acopiarse adecuadamente de acuerdo con el propósito previsto (nueva puesta en obra o retirada definitiva), y colocarse en un lugar donde puedan cargarse sin transferencias adicionales innecesarias.



Los elementos dañados se han de retirar y acopiar por separado, e informar al fabricante para su sustitución o reparación.



*Fig.2 Contenedor paletizado para el transporte y almacenamientos de pequeños componentes de encofrados [Fuente: PERI]*



### **Realidad aumentada**

Para saber más, utilice la aplicación ARFAT.

## 4. Bibliografía

- [1] Hertle, R.; Motzko, C.: Gerüstbau. Beton Kalender 2007, Ernst & Sohn, Berlin, 2007
- [2] Hertle, R.: Gerüstbau – Vereinheitlichte Europäische Regeln und deren Anwendung. Stahlbau Kalender, Ernst & Sohn, Berlin, 2015
- [3] Nather, F.; Lindner, J.; Hertle, R.: Handbuch des Gerüstbaus. Ernst & Sohn, Berlin, 2005
- [4] Motzko, C.: Systemschalungen - Ergebnis komplexer Aufgabenstellung. BD-Baumaschinendienst 7-8/2000, Kraftthand Verlag Walter Schulz GmbH, 2000
- [5] CLOEMC IV - Mechanics of materials and structures for construction managers - C. Motzko
- [6] Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.: DBV-Merkblatt Betonschalungen und Ausschalfrieten, Berlin, 2006
- [R1] BS EN 12812:2008-12 Falsework - Performance requirements and general design. Berlin, 2012.
- [R2] BS EN 12813:2004-09 Temporary works equipment - Load bearing towers of prefabricated components - Particular methods of structural design. Berlin, 2004.
- [R3] BS EN 1065:1998-12 Adjustable telescopic steel props - Product specifications, design and assessment by calculation and tests. Berlin, 1998.
- [R4] BS EN 16031:2012-09 Adjustable telescopic aluminum props - Product specifications, design and assessment by calculation and tests. Berlin, 2012.
- [R5] BS EN 13377:2002-11 Prefabricated timber formwork beams - Requirements, classification and assessment. Berlin, 2002.
- [R6] DIN 20000-2:2013-12 Application of construction products in structures - Part 2: Prefabricated timber formwork beams. Berlin, 2013.
- [R7] DIN 18216:1986-12 Formwork ties; requirements, testing, use. Berlin, 1986.
- [R8] DIN 18218:2010-01 Pressure of fresh concrete on vertical formwork. Berlin, 2010.
- [R9] BS EN 12811-1:2004-03 Temporary works equipment - Part 1: Scaffolds - Performance requirements and general design. Berlin, 2004.
- [R10] BS EN 12811-2:2004-04 Temporary works equipment - Part 2: Information on materials. Berlin, 2004.

[R11] BS EN 12811-3:2003-02 Temporary works equipment - Part 3: Load testing. Berlin, 2003.

[R12] BS EN 12811-4:2014-03 Temporary works equipment - Part 4: Protection fans for scaffolds - Performance requirements and product design. Berlin, 2014.

[R13] BS EN 12810-1:2004-03 Facade scaffolds made of prefabricated components - Part 1: Products specifications. Berlin, 2004.

[R14] BS EN 12810-2:2004-03 Facade scaffolds made of prefabricated components - Part 2: Particular methods of structural design. Berlin, 2004.

[R15] BS EN 13374:2013-07 Temporary edge protection systems - Product specification - Test methods. Berlin, 2013.

[R16] BS EN 13670:2011-03 Ausführung von Tragwerken aus Beton. Berlin, 2011.

Coordinador del proyecto:



The Faculty of Civil Engineering,  
Warsaw University of Technology (Polonia)

Socios:



Fundación Laboral de la Construcción (España)



Polskie Stowarzyszenie Menedżerów  
Budownictwa (Polonia)

Polskie Stowarzyszenie  
Menedżerów Budownictwa



Technische Universität Darmstadt (Alemania)



PERI Polska (Polonia)



Universitat de València (España)

