

Obra civil

Ejecución de tableros con autocimbra

Emilio García Isla

Rebeca Pérez Díez

Miguel González Olivares

Héctor Bernardo Gutierrez

Carlos Polimón Olabarrieta

1ª edición: abril 2013

© Emilio García Isla, Rebeca Pérez Díez, Miguel González Olivares,
Héctor Bernardo Gutierrez y Carlos Polimón Olabarrieta

© Fundación Laboral de la Construcción

© Tornapunta Ediciones, S.L.U.
ESPAÑA

Edita:

Tornapunta Ediciones

Av. Alberto Alcocer, 46 B Pª 7 - 28016 Madrid



Tél.: 900 11 21 21

www.fundacionlaboral.org

ISBN: 978-84-15205-87-6

Depósito Legal: M-13638-2013

ÍNDICE

	Introducción	5
	Objetivos generales del curso	7
UD1	Conceptos generales	9
UD2	Descripción de los elementos de las autocimbras	31
UD3	Construcción de tableros con autocimbra. Montaje y desmontaje de la autocimbra	55
UD4	Lanzamiento de la autocimbra	85
UD5	Construcción de tableros con autocimbra	115
	Índice de figuras	141



INTRODUCCIÓN

Las exigencias técnicas de las obras de construcción en general y de las obras de infraestructuras en particular nos obligan a la utilización de nuevas tecnologías que nos permitan afrontar con éxito los retos que nos plantean dichas obras.

Estas tecnologías, no solo deben hacer posible la construcción de la obra, sino que deben ser una garantía para la seguridad de los trabajadores que intervienen en su ejecución.

En particular para la elaboración de tableros de puentes y viaductos se utilizan las cimbras autolanzables o autocimbras.

Si bien estos equipos de trabajo permiten la ejecución de tableros de más de 50 m de longitud a grandes alturas, sus características dimensionales (su longitud puede ser superior a los 100 m y pesar varios cientos de toneladas) y la necesidad de desplazar el conjunto a lo largo de todo el puente o viaducto, podría causar gravísimos accidentes en caso de un defectuoso montaje u operación.

En este manual pretendemos que todas las personas que intervienen en el proceso de montaje, mantenimiento y operación de la autocimbra, conozcan sus principios de funcionamiento, las características de cada una de los elementos que la componen y del conjunto en general, así como las pautas de actuación en cada una de las fases de ejecución del tablero.

En la unidad didáctica 1, vemos los principios de funcionamiento, las distintas clasificaciones de las autocimbras y los elementos principales que la componen.

Ejecución de tableros con autocimbra

La unidad didáctica 2, describe con detalle todos los elementos que constituyen la autocimbra, haciendo especial hincapié en la importancia que tiene para la seguridad del conjunto los distintos tipos de uniones de la estructura.

Las grandes dimensiones de la autocimbra y de los distintos componentes, nos obligan a realizar en obra el montaje de todo el conjunto, igualmente una vez acabada la obra debemos proceder a su desmontaje y posterior acopio, todos estos trabajos los analizamos en la unidad didáctica 3.

En la unidad didáctica 4, estudiamos con detalle la operación que, a priori, puede resultar más peligrosa, esto es, el proceso de lanzamiento del conjunto para la ejecución del siguiente vano.

La unidad didáctica 5, la dedicamos al estudio de los medios auxiliares que nos van a facilitar la realización, sobre la autocimbra, de los trabajos propios de las estructuras de hormigón: trabajos de encofrado, colocación de ferralla y hormigonado.

A lo largo de cada una de las unidades didácticas hacemos referencia a las normas de seguridad más importantes que es necesario considerar, no obstante es preciso recordar que la seguridad debe estar presente a lo largo de toda la jornada laboral en todas y cada una de las tareas que realicemos, por muy sencillas que parezcan.







OBJETIVOS GENERALES

- Saber los principios de funcionamiento de las autocimbras.
- Conocer los principales elementos que constituyen una autocimbra, su función y los elementos clave para la seguridad del conjunto.
- Analizar los distintos tipos de uniones y comprender la importancia que tienen para la seguridad de la autocimbra.
- Estudiar los procesos de montaje y desmontaje, y los riesgos que se presentan durante estas operaciones.
- Ser capaces de organizar las distintas zonas de acopio, montaje y desmontaje.
- Conocer los principios básicos para los trabajos de lanzamiento de la autocimbra.
- Ser capaces de entender todo el proceso, paso a paso, en el lanzamiento de cualquier autocimbra.
- Adquirir conocimientos para entender los aspectos más importantes para la seguridad en el manual del fabricante de cada autocimbra.
- Conocer los medios auxiliares necesarios para los trabajos de encofrado, ferralla y hormigonado.
- Adquirir los conocimientos para una adecuada organización de los medios auxiliares.

UD1

ÍNDICE

	 Objetivos	10
	Mapa conceptual	11
1.1	 Introducción	12
1.2	Definición y clasificación	13
1.3	Elementos generales de la autocimbra	20
1.4	Comportamiento estructural de un puente. Tableros isostáticos e hiperestáticos	21
1.5	Manual de operaciones y manual de seguridad	24
	 Resumen	27
	 Terminología	29

**OBJETIVOS**

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Saber qué es una autocimbra y qué tipos existen.
- Conocer los principios básicos de funcionamiento de la autocimbra y el comportamiento estructural en las distintas fases de ejecución.
- Conocer las diferencias entre un puente isostático y otro hiperestático.

MAPA CONCEPTUAL





1.1 INTRODUCCIÓN

Antes de entrar en un estudio detallado de las autocimbras, es preciso tener un conocimiento claro sobre su funcionamiento.

Si bien el comportamiento de todos los tipos de autocimbras es similar, cada una tiene particularidades que es necesario considerar a la hora de definir los procesos de trabajo y las medidas preventivas más adecuadas.

Esta Unidad didáctica trata, siguiendo el orden previsto de la definición general de las cimbras autoportantes, su clasificación y utilidad.

1.2 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

La construcción de tableros de hormigón *in situ* precisa dos elementos básicos: el encofrado que soporta y da forma al hormigón y la cimbra que sujeta el tablero durante su ejecución hasta que el puente se sustente por sí mismo.

Una cimbra, como elemento de sustentación, recibe las cargas que se generan en la ejecución del tablero y las transmite directamente al terreno portante o a otras partes de la estructura con resistencia propia.

En el primer caso la cimbra apoya en el suelo y existen diversas tipologías en función de la disposición y, especialmente, de la altura del tablero.



Figura 1.
Cimbra cuajada

En el segundo caso hablamos de cimbras autoportantes o autocimbras, para las cuales existen diversas disposiciones.

Las autocimbras son utilizadas para el hormigonado de tableros vano a vano estableciendo continuidad entre éstos. El procedimiento de construcción de tableros por medio de una cimbra autoportante es un proceso automatizado en cuanto a las operaciones de:

- Cimbrado.
- Nivelación.
- Ajuste del encofrado.
- Descimbrado.

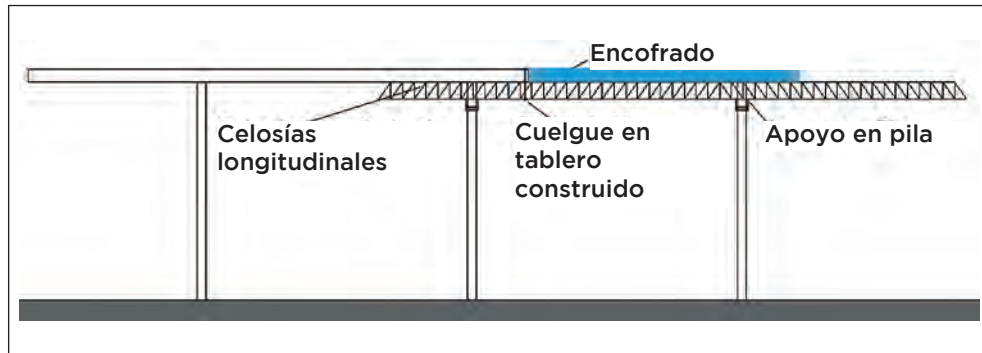


Figura 2. Esquema general de autocimbra

La estructura principal está formada por celosías (o en ocasiones vigas de alma llena) metálicas longitudinales que soportan el encofrado de un vano completo de tablero entre juntas de hormigonado. Esta estructura está concebida de tal modo que pueda avanzar de un vano a otro apoyándose en las pilas mediante ménsulas metálicas (ocasionalmente también en torres auxiliares) y en el extremo del puente ya construido de tablero.

Las autocimbras sirven también como plataforma de trabajo y protección durante la realización de otros trabajos necesarios para la ejecución de la losa (ferrallado, pretensado, etc.).

Debido a sus características se puede decir que la autocimbra se encuentra dentro del grupo de cimbras-máquina por cuanto participa de aspectos estructurales y mecánicos. Debido al carácter de estructura con capacidad para moverse, es muy importante el estudio de su cinemática examinando las posiciones más críticas.

La autonomía de este tipo de cimbras se consigue a través de unos **sistemas de ripado** que permiten el desplazamiento transversal de la cimbra y el desplazamiento longitudinal de los encofrados para salvar las pilas.

Mediante este sistema es posible la construcción de tableros salvando luces importantes que pueden llegar a vanos del orden de los 60 m sin que esto suponga un límite *a priori* ya que el vano está directamente relacionado con la capacidad portante de la estructura principal. Sin embargo, una parte importante en todo sistema constructivo, para competir con otros, es su operatividad; actualmente está garantizada para vanos de hasta 70 m; se permite un ciclo de trabajo de un vano a la semana o cada dos semanas, según las características de la sección del tablero.

1.2.1 Casificación de las cimbras autoportantes

a. Según su posición

Las autocimbras pueden ser, según su posición:

- Cimbra por abajo

En este caso las vigas longitudinales principales se sitúan debajo del tablero que se va a construir. El encofrado se apoya en las vigas longitudinales a través de elementos transversales que reproducen la sección transversal del tablero.

Con este sistema se debe resolver la interferencia con las pilas durante el avance de la cimbra. Para ello existen varios sistemas, como el **ripado** transversal de las vigas longitudinales, el abatimiento del encofrado en su parte inferior o una combinación de ambos.

La disposición de cimbra por abajo tiene la ventaja de dejar la parte superior libre para la introducción de la **ferralla prefabricada**.



Figura 3.
Autocimbra por abajo

En este tipo de cimbra es necesario disponer de una altura libre bajo cabeza de pila de 7 a 12 m, según los diferentes fabricantes.



Figura 4.
Autocimbra sustentada en la parte inferior

- Cimbra por arriba

En este caso las vigas longitudinales se sitúan por encima del tablero. De estas vigas cuelgan barras que soportan la estructura donde se apoya el encofrado.

Los apoyos se hacen en las pilas dejando ventanas en el tablero.

La principal ventaja de este sistema es que permite trabajar en estructuras con gálibo estricto, esto es, que la altura bajo cabeza de pila es inferior a la mínima exigida para emplear la cimbra por abajo. Además posibilita la ejecución de tableros con menores radios que en el caso de la solución anterior. La principal desventaja es la interferencia que suponen los cuelgues en la colocación de ferralla prefabricada.



Figura 5. Autocimbra por arriba

La altura libre bajo cabeza de pila puede ser de 3 a 4 m, también según los fabricantes.



Figura 6. Autocimbra sustentada en la parte superior

b. Según el sistema de ejecución

Según el sistema de ejecución del tablero, se pueden clasificar en:

- Autocimbras para hormigonado *in situ*.
- Autocimbras para dovelas prefabricadas vano a vano.

En este caso sobre las vigas principales longitudinales se colocan carros sobre los que apoyan (o cuelgan) las dovelas.

c. Según el tipo de sección del tablero

Desde el punto de vista del tipo de sección del tablero que se va a hormigonar existen importantes diferencias en el funcionamiento de las cimbras:

- Sección cajón

Es la que habitualmente se dispone para las mayores luces de esta tipología (a partir de 40 m).

Tiene la dificultad de que el avance del encofrado interior se ve interrumpido por las riostras de pilas y por los nervios destinados al anclaje del pretensado.

La **riostra sobre pila** debe permitir el paso del encofrado interior replegado.

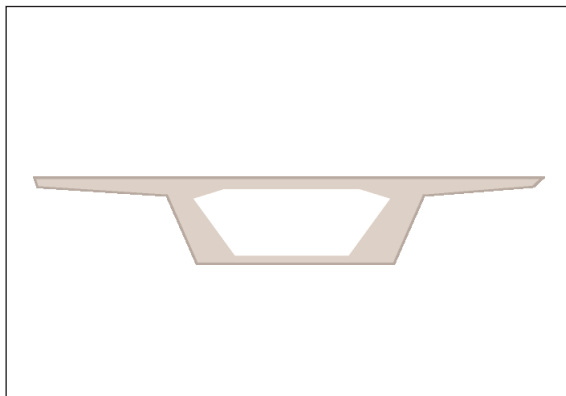


Figura 7.
Sección cajón

- Sección de losa aligerada

Se usa habitualmente para luces entre 30 y 40 m.

En este caso los aligeramientos no son encofrados sino que, en general, se realizan con materiales ligeros, como el porespán, por lo que no se da el problema del encofrado interior del tablero con sección cajón. La desventaja es que la estructura resulta poco aligerada, motivo por el que las luces de esta sección son menores que en la tipología anterior.

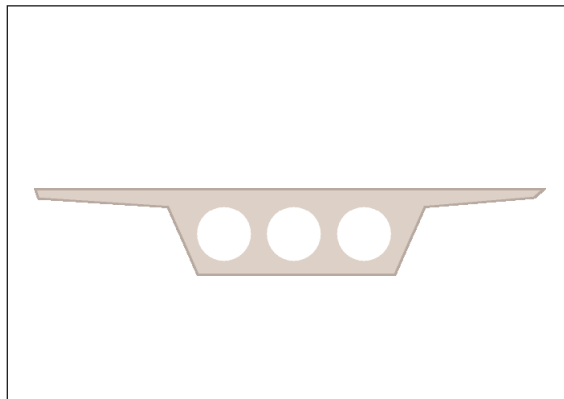


Figura 8.
Sección de losa aligerada

- Sección en PI

En este caso no existe encofrado interior y la sección resulta muy ligera.

El problema de esta sección es su reducida cabeza de compresión en la zona de momentos negativos, lo que puede resolverse sobredimensionando el canto, aumentando la resistencia característica del hormigón o disponiendo nervios más anchos aligerados con porespán. Otro problema surge en el caso de disponer riostras en las pilas o salientes para el anclaje del pretensado; en este caso hay que diseñar un sistema para salvar estos obstáculos.

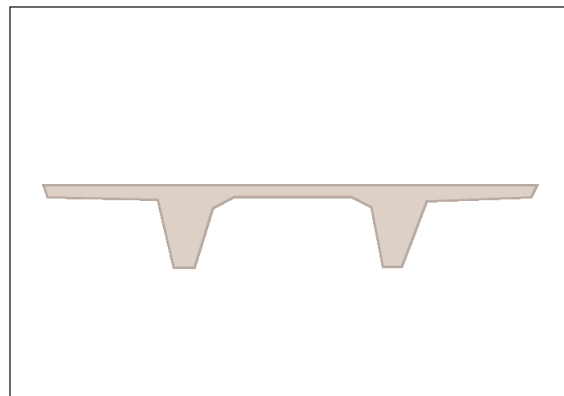


Figura 9.
Sección en PI

- Sección binervada

Es una variante de la anterior en la que cada uno de los nervios es más grueso y a su vez se aligera. De esta manera se aumenta la cabeza de compresión.

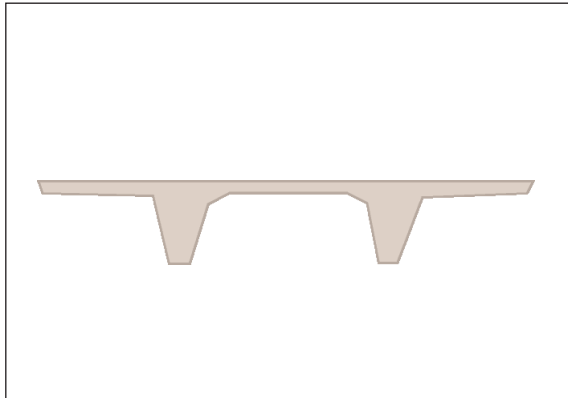


Figura 10.
Sección binervada

1.3 ELEMENTOS GENERALES DE LA AUTOCIMBRA

Hemos visto que existen varios tipos de autocimbras; cada tipo dispone de elementos propios característicos.

No obstante, podemos describir una serie de dispositivos comunes a todas las cimbras de avance.

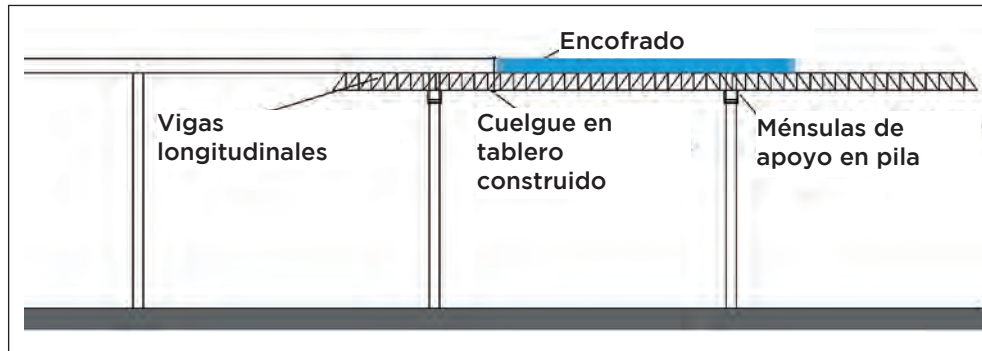


Figura 11. Elementos generales de una cimbra autoportante; alzado

- Vigas longitudinales

Habitualmente se trata de celosías metálicas con objeto de disminuir su peso. En pocas ocasiones se dispone de estructuras metálicas con alma llena.

- Vigas transversales y encofrado exterior

Reproducen la forma transversal del tablero. El encofrado puede ir unido a las vigas longitudinales o ser independiente. De cualquier modo, es necesario un movimiento del encofrado para salvar las pilas en su avance.

- Encofrado interior

En general es replegable y suele pasar a través del diafragma de pila después de haber colocado la ferralla del vano siguiente.

- Ménsulas de apoyo

Son estructuras metálicas que abrazan las pilas y dan apoyo a las vigas longitudinales durante el avance mediante unos **carretones** y durante su posición de hormigonado mediante unos gatos.

- Cuelgue trasero

Habitualmente los tableros que se ejecutan con autocimbras son **tableros hiperestáticos**; en este tipo de tableros el corte se realiza en la zona de menor flexión (entre $1/4$ y $1/5$ de la luz) y es necesario el cuelgue trasero para dar continuidad a la losa en el hormigonado.



RESUMEN

- La construcción de tableros de hormigón precisa encofrado y cimbra.
- Las cimbras son elementos de sustentación.
- Las cimbras pueden apoyar en el suelo o sobre otras partes de la estructura con resistencia propia (autocimbra).
- Los dispositivos comunes a las cimbras de avance son: vigas longitudinales, vigas transversales, encofrado interior y exterior, ménsulas de apoyo y cuelgue trasero.
- Toda estructura, para garantizar su correcto funcionamiento, debe cumplir dos principios básicos: el equilibrio y la resistencia.
- Dependiendo de la configuración de la estructura, podemos encontrar estructuras isostáticas o hiperestáticas.



TERMINOLOGÍA

Carretones:

Maquinaria auxiliar utilizada en la autocimbra para el movimiento, montaje y desmontaje de los paneles interiores de encofrado.

Ferralla prefabricada:

Parte de la armadura de ferralla que se elabora en un parque de montaje, fuera de la autocimbra, y que posteriormente se coloca en su posición definitiva en el tablero con el resto de elementos que configuran la armadura.

Movimiento de Ripado (de una autocimbra):

Desplazamiento transversal de la autocimbra, que permite que ésta en su avance supere el obstáculo que suponen las pilas del puente o viaducto que le sirven de sustentación.

Riostra sobre pila:

Elemento constructivo de una estructura que, al estar colocado en diagonal, permite asegurar la inmovilidad o evitar la deformación de otros elementos, horizontales y verticales, que forman parte de dicha estructura. En el caso de la ejecución de un tablero para un puente o viaducto, esta riostra se encuentra situada encima de la pila o pilas que sustentan el tablero, de ahí su nombre.

Sistemas de ripado:

Conjunto de mecanismos con los que está dotada la autocimbra y que producen el "Movimiento de Ripado" de ésta.

Tableros hiperestáticos:

Configuración estructural del tablero de un puente que permite que los esfuerzos transmitidos en una parte del tablero se distribuyan a lo largo de todos los vanos que configuran dicho tablero.