

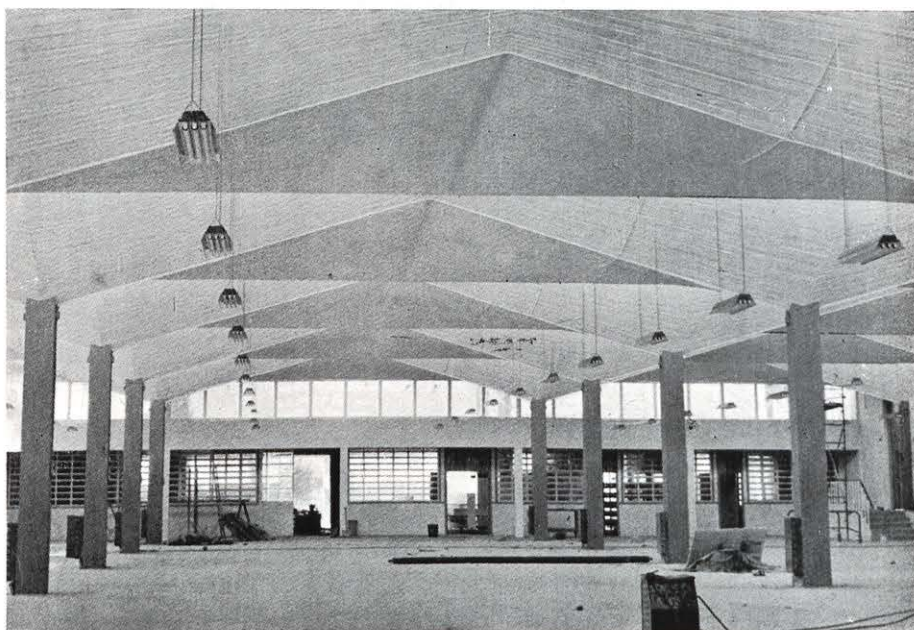
APLICACION DE LAS ESTRUCTURAS LAMINARES EN LA CONSTRUCCION DE NAVES INDUSTRIALES

José Enrique Ruiz-Castillo.
Ricardo Urgoiti.

Siendo estudiantes nos llamaron especialmente la atención las espectaculares obras de Félix Candela. Al terminar nuestros estudios la Fundación Juan March nos concedió una beca para trasladarnos a Méjico y familiarizarnos allí con los problemas de cálculo y ejecución de estas nuevas formas estructurales.

Durante cuatro meses abusamos de la amabilidad y sentido pedagógico de Félix Candela, que puso a nuestra disposición todos los datos referentes a sus trabajos; nos orientó en el cálculo de nuevas estructuras y acompañó a sus obras.

Actualmente en España hemos introducido algunas aplicaciones de esta especialidad, siendo la más característica la ejecución de naves industriales con "paraguas" en diente de sierra, colaborando (como constructores unas veces y otras solamente como calculistas) con los arquitectos interesados en este peculiar campo constructivo.



Vista interior de la nave-taller de formación profesional de los PP. Salesianos.

Arquitecto: Miguel Oriol.

La economía y velocidad de ejecución de los paraguas, cuando existe un número suficientemente repetido de ellos, radica en una estricta racionalización de la marcha de la obra. El número óptimo de cimbras que debe prepararse depende únicamente del número de paraguas que haya que construir; sin embargo, siempre es conveniente el empleo al menos de dos de ellas, consiguiéndose así una ocupación aceptable del equipo de hormigonado.

Las cimbras (cada paraguas se descompone en cua-

tro cuartos) circulan sobre solera terminada con ruedas que llevan incorporados unos husillos especialmente diseñados para realizar los desplazamientos verticales. Cada cuarto de cimbra avanza sobre ocho ruedas y se eleva o desciende por medio de seis gatos; todo ello por procedimientos elementales y rápidos.

El tinglado tubular es ligero, ya que sólo ha de soportar el reducido peso de la losa de hormigón y el del maderamen.

El forro de madera tendido sobre correas, que se asientan sobre el conjunto tubular por medio de otros husillos reglables para su perfecta nivelación, debe ejecutarse con sumo detalle, ya que de ello depende el número de utilizations que pueda tener y el aspecto que adquirirá el intradós de la cubierta en el futuro.

Cada paraguas puede cubrir en planta una superficie de 200 metros cuadrados en forma cuadrada o rectangular, pudiendo estar sus cuatro bordes horizontales o dos de ellos inclinados para la formación de dientes de sierra, sin que por ello varíe sensiblemente el precio.

En estas obras sorprende la velocidad con que se ven crecer las naves, sobre todo teniendo en cuenta el reducido número de operarios que participan en su construcción. Como además se emplea poco material, el coste de la estructura completa (cimentación, arqueta, columna con recogida de pluviales, cubierta y marco del ventanal en el diente de sierra) suele ser de 650 pesetas metro cuadrado.

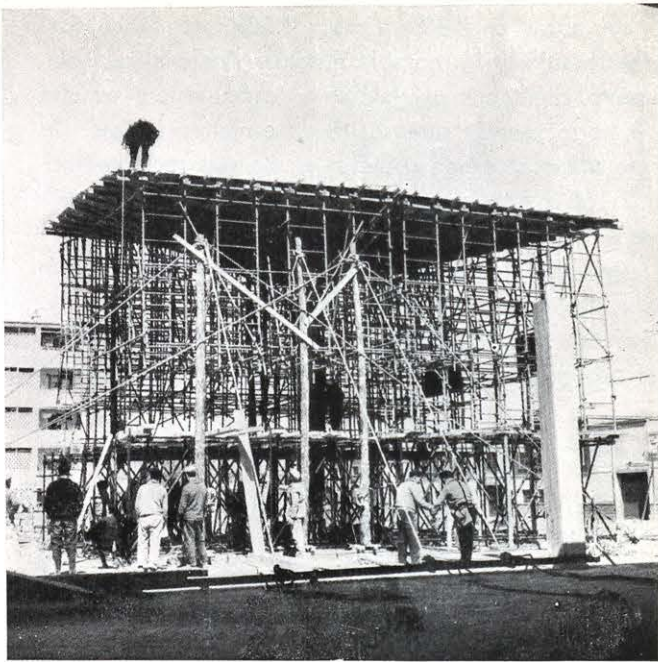
Se debe utilizar un cemento rápido, incluso activado con acelerante y controlar escrupulosamente el tamaño de los áridos, la dosificación más adecuada, el tiempo de la mezcla en la hormigonera; y sobre todo la plasticidad, espesor y vibrado del hormigón.

El hormigonado se organiza con un equipo de 17 obreros: cuatro en la hormigonera, uno en el elemento elevador, seis transportando el hormigón sobre la cimbra, y dos equipos iguales de un operario con el vibrador y dos que fratasen. Con este equipo se hormigona un paraguas en media jornada.

El mismo equipo emplea otra media jornada en descimbrar y colocar la cimbra en la siguiente posición. Un equipo de siete ferrallas coloca en dos medias jornadas la armadura de un paraguas que previamente se ha preparado a pie de obra. El desencofrado se realiza generalmente a las treinta y seis horas.

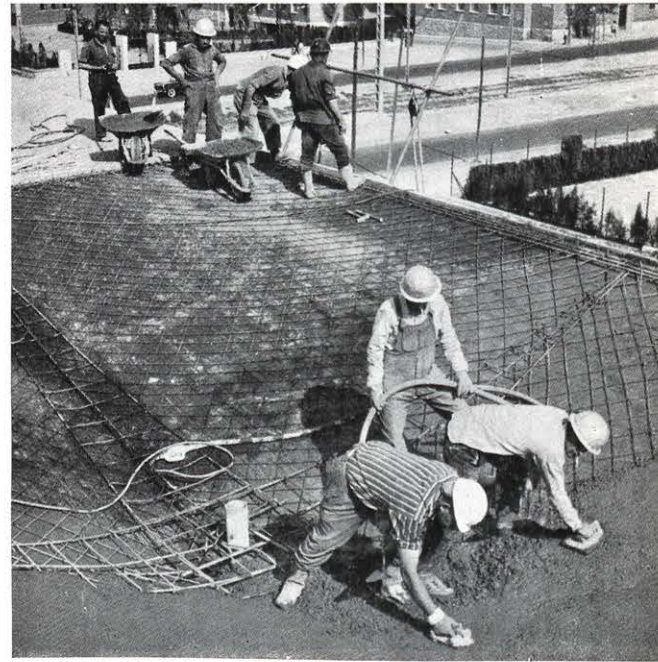
En una obra grande (mayor de 2.500 metros cuadrados), y utilizando tres cimbras (A, B, C) puede obtenerse un ritmo de un paraguas diario con el siguiente plan de obra. (Cada fecha laborable se ha descompuesto en dos medias jornadas.)

Para proyectos mayores puede duplicarse el equipo e incluso triplicarse sin que ello produzca ningún entorpecimiento, ya que cada uno de ellos actúa independientemente.



Nivelación de una cimbra.

Hormigonado.



M = Movimiento de cimbra.
H = Hormigonado.

F = Colocación de ferralla.
C = Curado del hormigón.

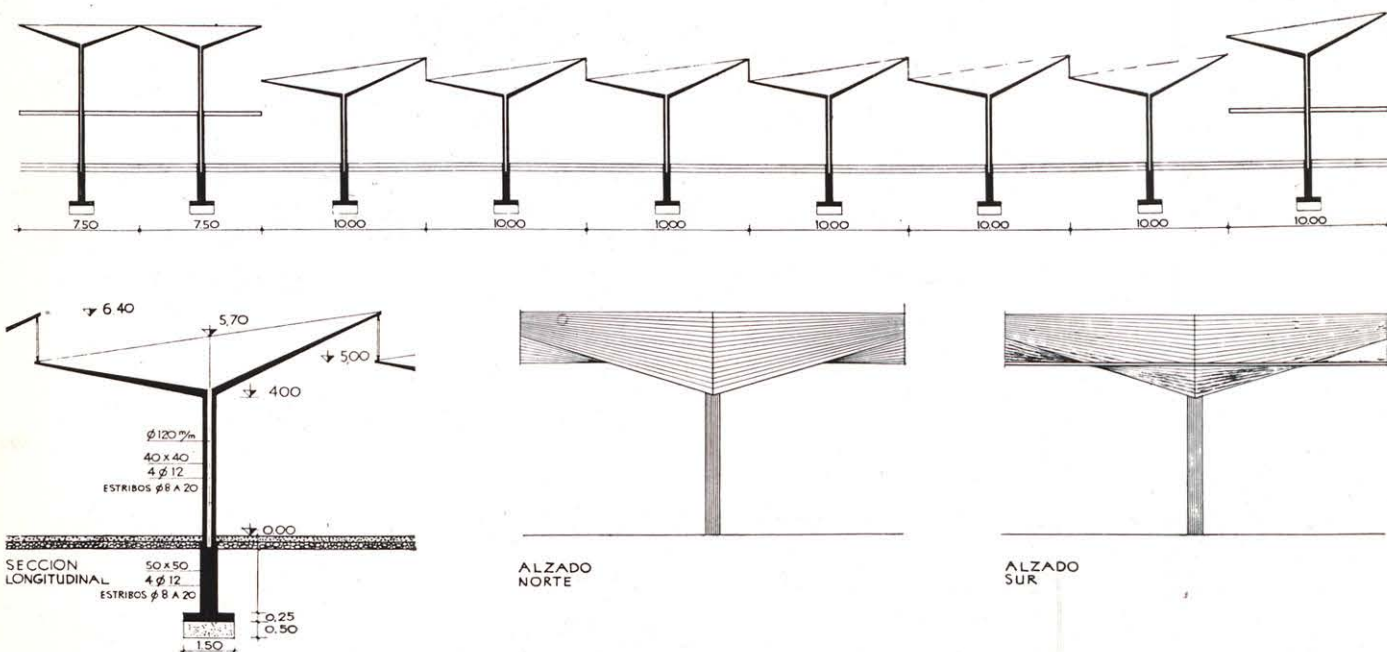
Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	M F	F H	C C	M F	F H	C C	M F	F H	C C	M F	F H	C C	M F	F H	C C
B	+ —	M F	F H	C C	M F	F H	C C	M F	F H	C C	M F	F H	C C	M F	F H
C	— —	— —	M F	F H	C C	M F	F H	C C	M F	F H	C C	M F	F H	C C	M F

En obras pequeñas (hasta 2.500 metros cuadrados) resulta más rentable emplear dos cimbras solamente, quedando parcialmente desocupado el equipo de hormigonado que se utiliza en otras faenas. De esta manera se han cubierto en Barajas recientemente 2.160 metros cuadrados (18 paraguas de 12×10) en el plazo de un mes.

Dejando a un lado las ventajas económicas y estéticas de este sistema constructivo, existen otras de carácter funcional dignas de tenerse en cuenta. El desagüe es óptimo debido a la forma de la cu-

bierta, que acelera las aguas hacia la bajante, evitándose además toda suerte de canalones. La iluminación que se consigue en el interior de la nave es de una intensidad y uniformidad excelentes.

Finalmente, las estructuras laminares pueden adaptarse a un gran repertorio formal abarcando un amplio campo de necesidades (desde las suntuarias hasta las recreativas). Su coste es reducido y su realización rápida siempre y cuando se afine en el cálculo, se estudie rigurosamente la organización de la obra y se controle minuciosamente su ejecución.



Un ejemplo típico de nave-taller es la realizada en San Blas según proyecto del arquitecto Miguel Oriol. En la parte sur de esta nave se han dispuesto seis paraguas horizontales de $11,40 \times 7,50$ metros, contruídos sobre un forjado. La nave propiamente dicha consta de 21 paraguas en diente de sierra de $11,40 \times 10$ metros, cuyas cimbras debieron de elevarse en el extremo Norte para encofrar tres paraguas a mayor altura y construir después una entreplanta debajo de ellos. La cubierta de hormigón es de cuatro centímetros de espesor, con capa de aislamiento de hormigón celular y una impermeabilización asfáltica.

