

GRANDES ELEMENTOS DE HORMIGÓN PREFABRICADO PARA EDIFICIOS INDUSTRIALES

Por CARLOS FERNANDEZ CASADO
y LUIS HUARTE GOÑI

Ingenieros de Caminos

Esta comunicación al III Congreso de Hormigón Prefabricado celebrado este año en Estocolmo, referente a la manipulación de grandes elementos prefabricados, complementada por la que los mismos autores presentaron al VI Congreso de Puentes y Estructuras celebrado también este año en la misma ciudad, abarca todos los temas referentes al prefabricado de grandes piezas para edificios industriales.

Comunicación presentada al III Congreso Internacional de Hormigón prefabricado, de Estocolmo.

Esta comunicación se refiere a la preparación de grandes elementos estructurales para la construcción de edificios industriales, prefabricados en talleres situados en las mismas obras y llevados a cabo todos

ellos por la Empresa Constructora Huarte y Cía., de Madrid.

En la mayor parte de los casos, los elementos corresponden a cubiertas: arcos, cerchas triangulares,

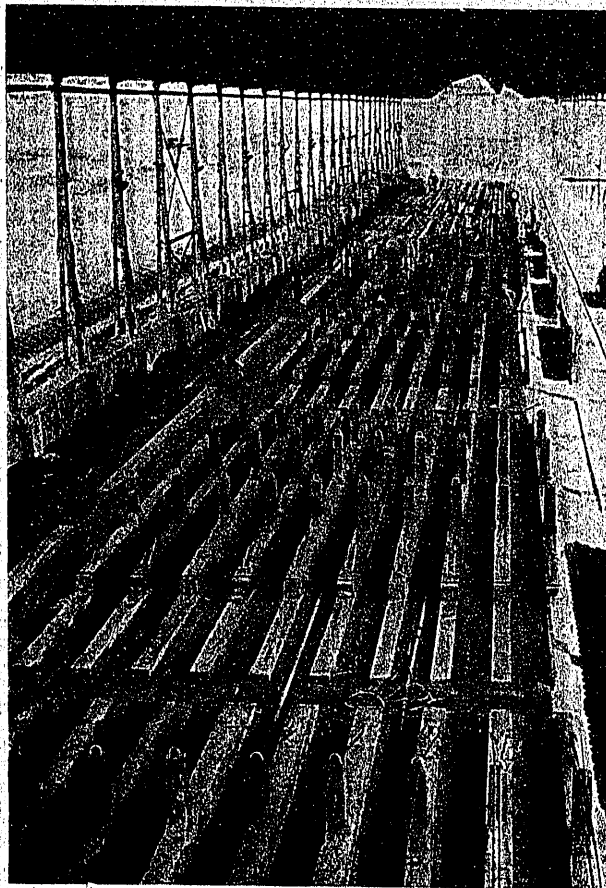


Foto 1.—Taller de prefabricación de vigas. Nave de laminación de ENSIDESA (Avilés).



Foto 2.—Taller de prefabricación de losas. Nave de laminación de ENSIDESA (Avilés).

vigas, viguetas y losas nervadas. Excepcionalmente se han prefabricado los pilares, y en otros casos, las vigas de puente-grúa.

Los pesos de los elementos han variado entre 5 y 10 toneladas, para los pilares, y entre 0,5 y 1 tonelada, en los elementos secundarios, losas o viguetas. En vigas grandes, el peso ha llegado hasta 12 toneladas.

La proporción de hormigón prefabricado en el total de la estructura, ha variado entre el 15 y el 70 por 100, y la de la parte propiamente ejecutada en cubierta, entre el 60 y el 95 por 100.

Vamos a hacer sobre las fotografías que adjuntamos, un análisis rápido de los problemas que plantea la fabricación propiamente dicha y la manipula-

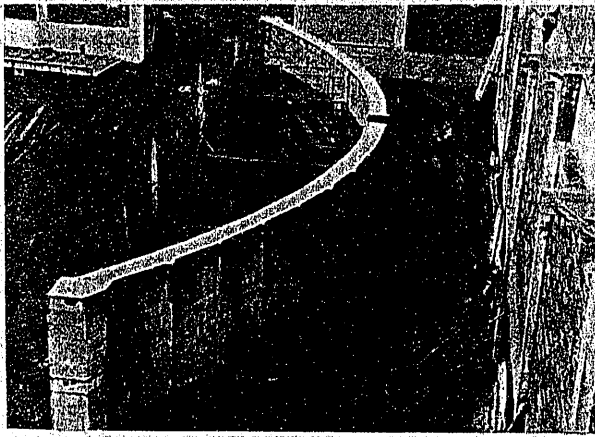


Foto 3. — Bloques de superposición vertical. Arcos de cubierta de la nave de fundición de INASA, en Irurzun.

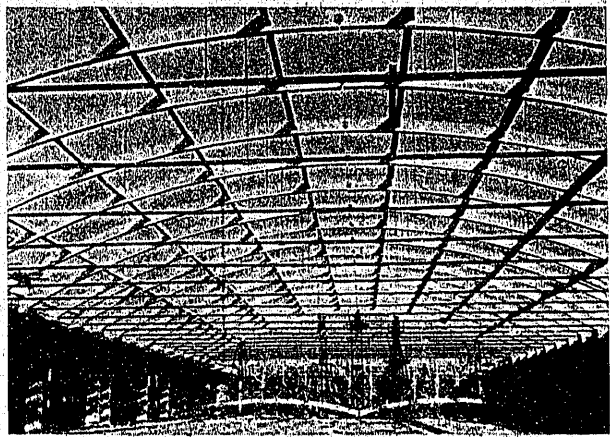


Foto 6. — Estación de Trolebuses de Madrid.

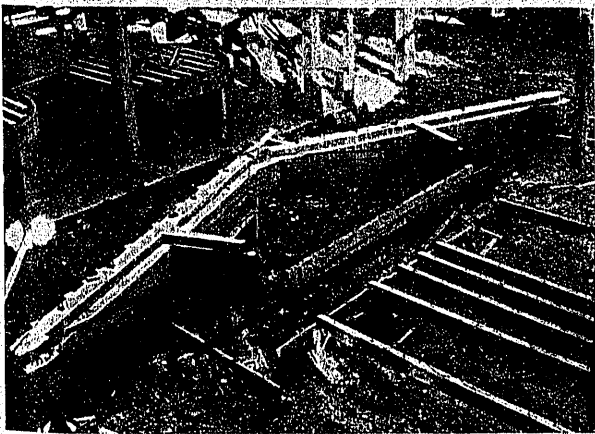


Foto 4. — Bloques de superposición vertical. Cerchas para la cubierta de la nave de Española del Cine, de Cartagena.

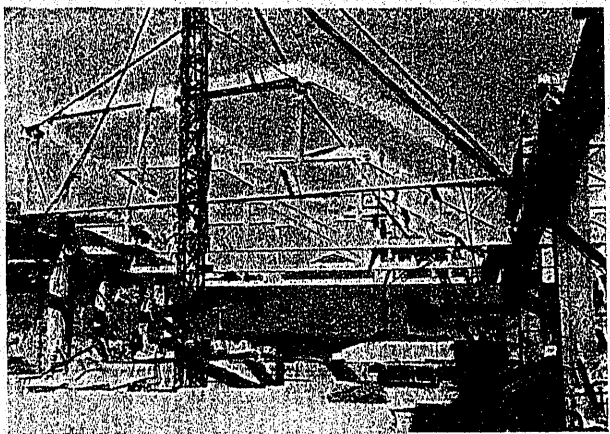


Foto 7. — Talleres de Fiat Hispania, en Madrid.



Foto 5. — Comienzo del hormigonado de los semiarcos de cubierta agrupados en adosamiento vertical. Estación de Trolebuses de Madrid.

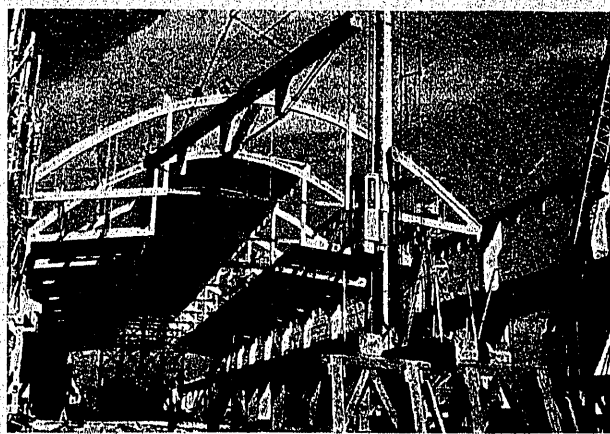


Foto 8. — Montaje de arcos y vigas de cubierta en ENSI-DESA (Avilés).

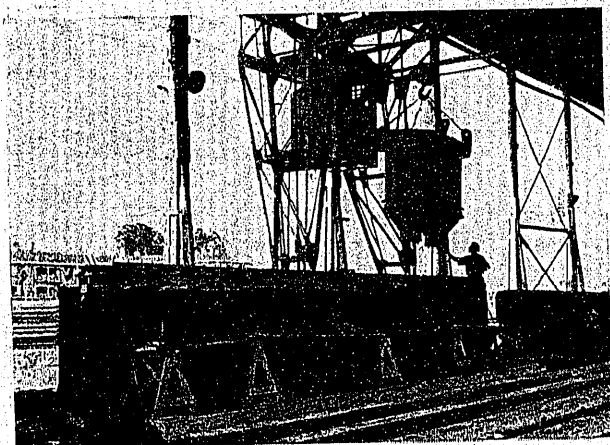


FOTO 9.



FOTO 11.

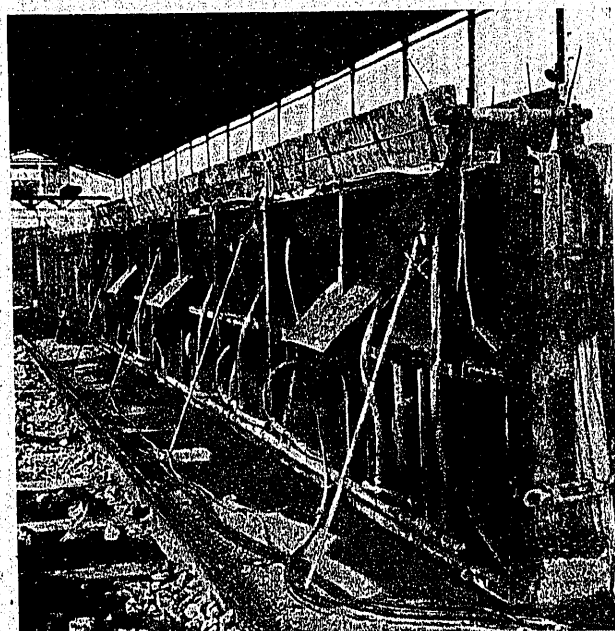


FOTO 10.

Foto 9. — Hormigonado de las vigas de puente-grúa en el taller de prefabricación de Avilés.

Foto 10. — Moldes metálicos para vigas de puente-grúa de 12 toneladas, con aplicación de yacío. Taller de laminación de Avilés.

Foto 11. — Manejo de placas en el taller de Avilés.

Foto 12. — Elevación de vigas de cubierta en el taller de laminación de ENSIDESA.

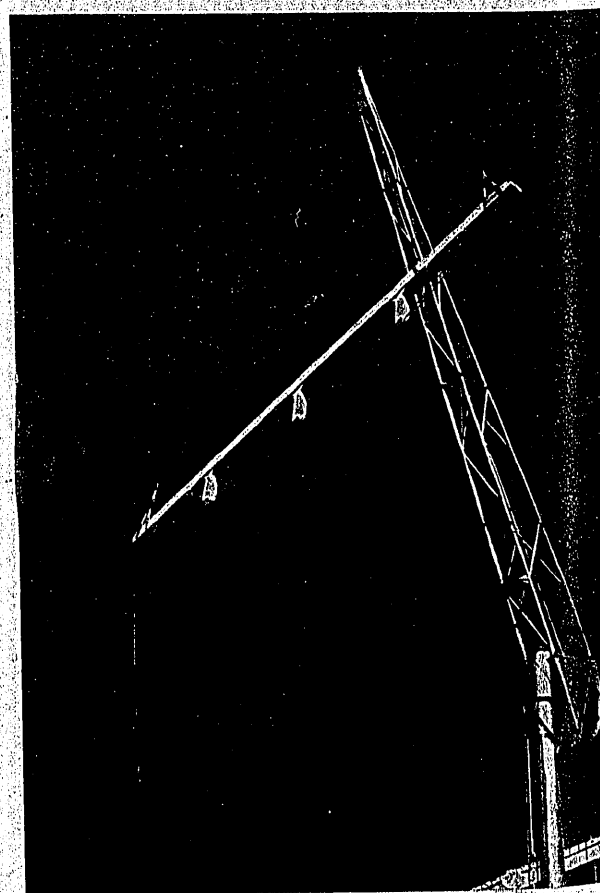


FOTO 12.

ción de los elementos hasta montaje. El problema de unión de las diferentes piezas ha sido objeto de una comunicación al VI Congreso Internacional de Puentes y Estructuras.

Examinaremos sucesivamente los siguientes puntos concretos:

Áreas de prefabricación.

Moldes.

Hormigonado.

Movimientos.

Áreas de prefabricación. — Solamente en una ocasión ha sido necesario construir un taller de prefabricación propiamente dicho. Se trataba de cubrir una superficie de 135 000 m.² para la nave de laminación de la Siderúrgica de Avilés, y esto exigió la fabricación de un millar de arcos de cubierta para naves de 30 m. de ancho, 4 000 vigas de 13 a 15 m., 24 000 placas nervadas y 600 vigas maestras para los puentes grúas. Es uno de los talleres provisionales más importantes que se hayan construido en todo el mundo.

Para construir las vigas y placas se dispusieron dos áreas de prefabricación, una de 2 600 m.², para las vigas y otra, de 1 600 m.², para las placas, cubiertas por tinglados de madera y servidos por una central de hormigonado con dosificación automática en peso y una central de producción de vacío. Los elementos, placas y vigas, se moldeaban sobre bancos de hormigón independientes y se retiraban siete días después (fotos 1 y 2). Los arcos se construyeron por bloques distribuidos en zonas estratégicas de las naves.

En general, los elementos iguales se moldean en bloques por superposición horizontal de elementos, como en el caso de la foto 3, para arcos de cubierta, y foto 4, para cerchas triangulares.

Pero si tienen formas sencillas, se pueden disponer los bloques por adosamiento vertical de elementos, como en el caso de los arcos de la estación de trolebuses de Madrid (foto 5), donde solamente se construyeron dos bloques, en una extremidad de la nave, orientados en dirección paralela a la posición definitiva, reproduciendo la forma del trasdós de los arcos. Cada uno de los bloques correspondía a un grupo completo de semiarcos (se trataba de arcos de tres articulaciones) y el encofrado era cilíndrico.

Los dos bloques quedaban a ambos lados del eje longitudinal de la nave y la situación de los veinticinco semiarcos adosados uno al lado del otro, en cada bloque, permitió que el montaje se efectuara por una sola traslación horizontal, seguida del izado a su posición definitiva (foto 6). La nave tiene una luz de 42 m.

En otros casos, para evitar los movimientos de traslación que son los más costosos, se han fabricado los elementos debajo de su posición definitiva, aisladamente o en grupos de dos, superpuestos (foto 7).

Es el problema de la economía de movimientos lo que controla la situación de los bloques de elementos. También es preciso tener en cuenta el no perturbar

la ejecución de la parte *in situ* de la obra, puesto que se debe comenzar la prefabricación al mismo tiempo que los cimientos.

Moldes: Los moldes pueden ser metálicos si hay un gran número de piezas a prefabricar, como en el caso de la nave de laminación de Avilés (foto 10). Influye mucho en el sistema de moldes la forma de consolidación, y en el caso de Avilés se ha procedido por vibración y aplicación de vacío. De este modo se pudieron retirar los moldes inmediatamente y utilizarlos de nuevo, con lo cual se necesitaron sólo dos juegos, que eran muy complicados, a causa de los tubos de vacío y los soportes de los vibradores.

En el caso de las placas, del mismo taller, los contramoldes eran de hormigón con enlucido fino. La elevación de los elementos se hizo con ventosas, utilizando la misma canalización desde la central de vacío (foto 11).

En los casos de hormigonado en bloques los encofrados suelen ser de madera, disponiéndose de una vez el inferior si se trata de bloque para adosado vertical.

En los bloques para adosado horizontal se coloca uno de los costados completo, subiéndose el otro por tablas, a medida que se van hormigonando los elementos.

Hormigonado: El hormigonado de los elementos ha de ejecutarse con un control riguroso, cuidando mucho la regularidad. Se debe dosificar por peso y de un modo automático el agua de amasado, cuya relación con el peso de cemento no supera nunca a 0,45. La consolidación se ha hecho siempre por vibración, que unas veces se ha aplicado al encofrado, otras a la superficie y otras a la masa.

En el caso de ENSIDESA, en Avilés, el hormigonado fue realizado por transporte del hormigón en cubos mediante una grúa pórtico de 14 m. de luz, que también sirvió para el transporte de moldes y manipulación de los elementos prefabricados, con traslado hasta el parque de espera (foto 9).

El control del agua en los elementos prefabricados debe ser muy riguroso. En Avilés hemos partido de una relación agua-cemento de 0,40 que se reducía por la absorción del agua al aplicar vacío. Fueron empleados tres dimensiones de áridos.

Movimientos: Los movimientos a realizar son, en general, de tres tipos: separación de la pieza del bloque, transporte horizontal e izado.

La separación de la pieza del bloque es peligrosa cuando se trata de apilamiento por superposición horizontal, puesto que las piezas tienen una gran esbeltez y la resistencia transversal es débil. Se les debe agarrar desde tres puntos, por lo menos, para el rebatimiento, colgándose después desde dos para el izado.

Los movimientos horizontales son los más onerosos y se deben evitar en ellos las falsas maniobras, transportándose, si es posible, desde el bloque. Si hay taller, se precisa generalmente un movimiento previo de traslado al parque de espera.

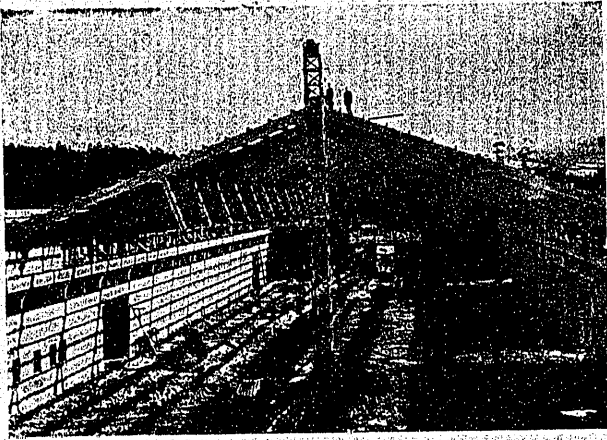


Foto 13. — Elevación de las cerchas de 30 m. Taller de fundición de ENDASA (Avilés)



Foto 15. — Pórticos en diente de sierra totalmente prefabricado. Metalúrgica Santana, de Linares.



Foto 14. — Ejecución, con dos plumas metálicas, de la cubierta del taller de sulfato en la factoría de Barnús, de SIN.



Foto 16. — Montaje de vigas cumbreira en la cubierta de Metalúrgica Santana.

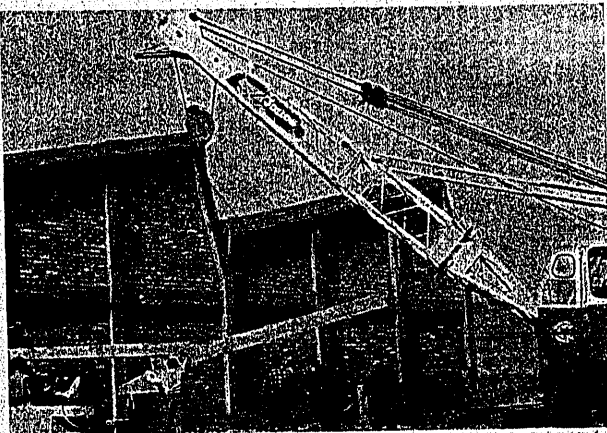


Foto 17. — Transporte de un pilar en la estructura de Lacas Mari, Barcelona.



Foto 18. — Montaje de cerchas en el taller de Electrólisis de Española del Cinc, en Cartagena.

La mayor economía se consigue, en el caso que hemos indicado de construcción, debajo de su emplazamiento definitivo. En general, con elementos pesados se emplea una máquina diferente para cada uno de los movimientos. Se puede hacer una primera distribución con grúa sobre ruedas u orugas. La elevación se hace después con elementos más lentos y

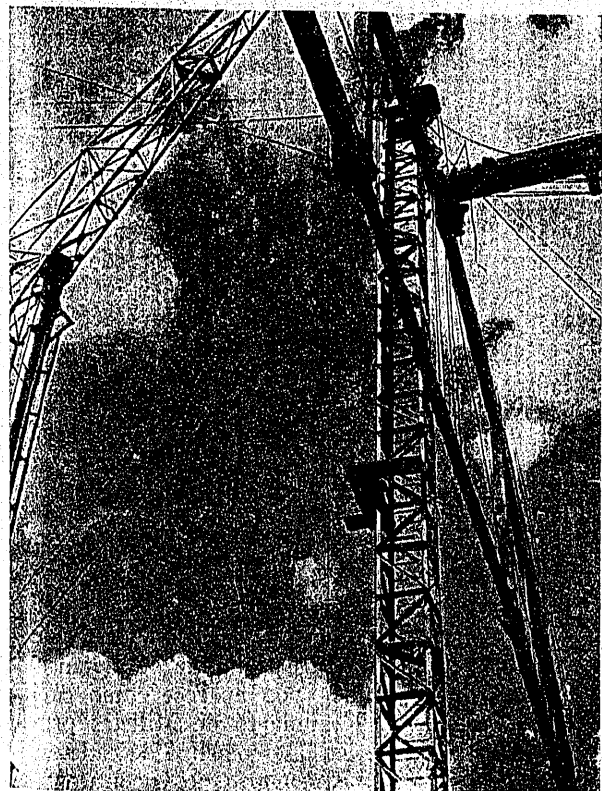


Foto 19. — Montaje de arcos de cubierta en el taller de fundición de Española del Cine, en Cartagena.

potentes que se fijan para realizar el izado. En el caso de Avilés, había una grúa para cada uno de los semiarcos que se dejaban colgados de una torreta metálica mientras se hacía la unión de los arcos y la soldadura del tirante (foto 8). En la foto 13 se ve una parte de la cubierta ya montada, las vigas y los puentes-grúas y el nuevo arco en espera de su unión con los otros por medio de vigas longitudinales que se elevan a continuación (foto 12).

En la nave de fundición de ENDASA (foto 13), una torreta metálica ha servido para el izado de las cerchas de 30 m. de luz, divididas en dos mitades con el tirante cortado. Se trasladaron hasta el plano de izado mediante grúa móvil sobre ruedas.

En los talleres de Santana, en Linares (fotos 15

y 16), con cerchas en diente de sierra, se ha prefabricado toda la estructura, pilares con vigas inclinadas formando pórticos múltiples, vigas longitudinales en cunbrera y canalón, viguetas de cubierta y placas de hormigón ligero de cobertura. Todos los elementos se montaron con una excavadora provista de pluma especial.

Hemos realizado también por prefabricación total la estructura de un taller con cubierta en dientes de sierra en Barcelona. Se ve en la foto 17 la manipulación de los pilares en Y.

La altura máxima a que hemos elevado elementos de cubierta es de 28 m. (foto 20) en las naves de Lixiviación para la factoría de Española del Cine, en Cartagena. En esta factoría, para el taller de elec-

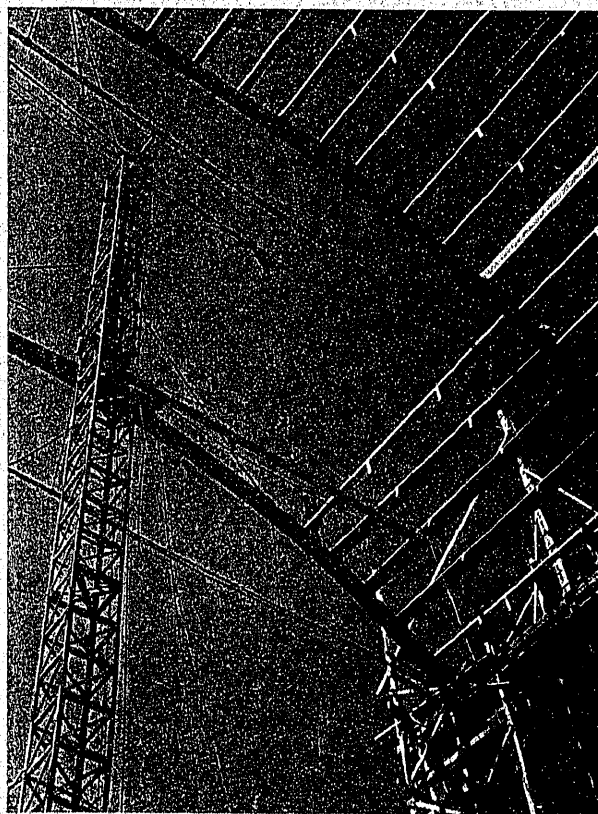


Foto 20. — Elevación de vigas en la cubierta del taller de Lixiviación de Española del Cine, en Cartagena.

trólisis, se ha utilizado un andarivel con el que se realizó el transporte, izado y colocación de arcos y vigas de cubierta (foto 18). En otro caso, hemos utilizado el puente-grúa del taller definitivo, que había sido previamente montado para hacer todas las operaciones de ejecución de la cubierta.