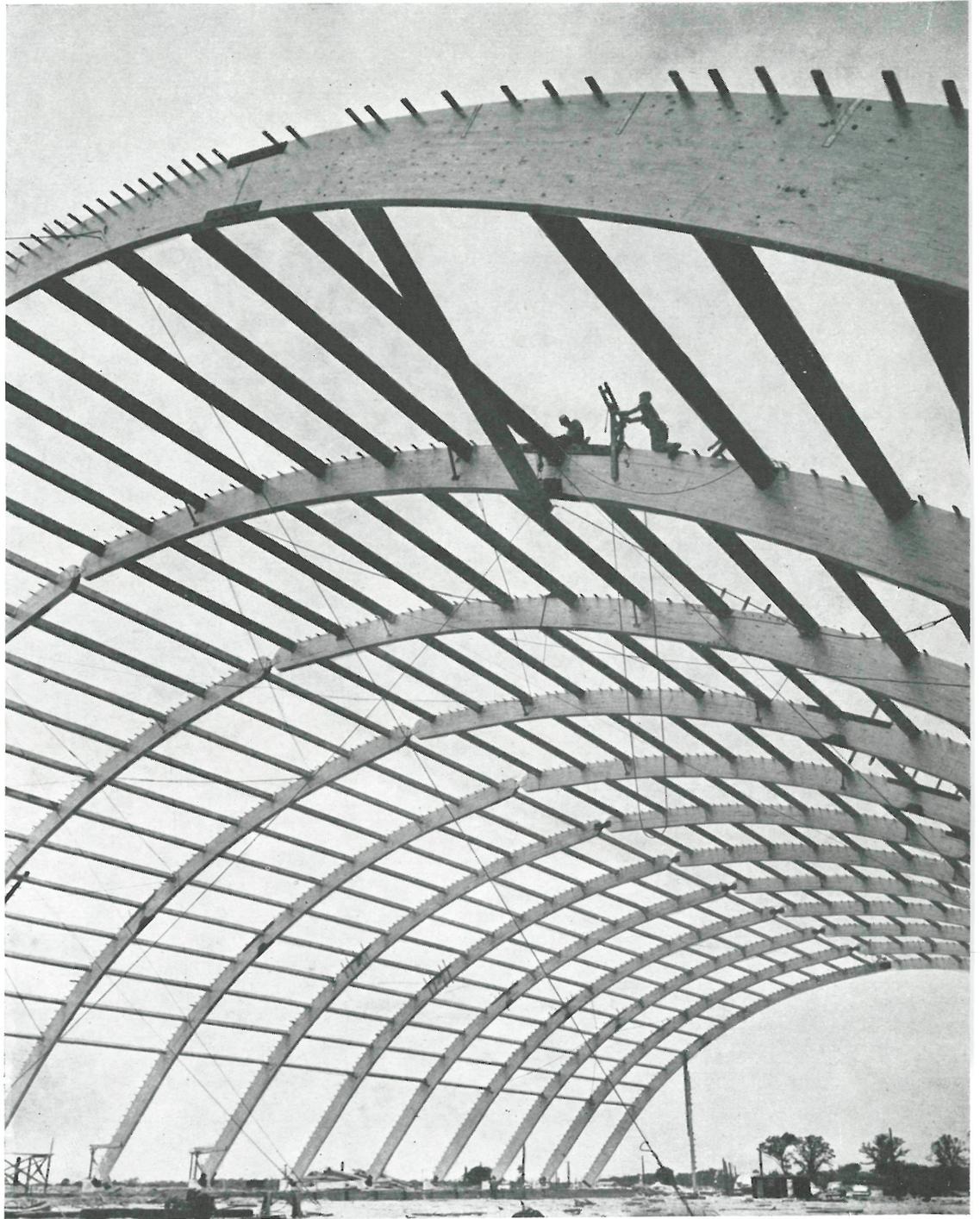


# madera encolada



853 - 3

## estructuras laminares

R. T. WALTERS, ingeniero



La laminación, tratándose de la madera, consiste en formar, partiendo de láminas o tabla delgada, elementos de mayor escuadra o dimensiones por la yuxtaposición de tablas encoladas unas contra otras. Las tablas se encolan entre sí y, a veces, se solidarizan por medios mecánicos de fijación. El hilo de la madera es paralelo, que contrasta con el contrachapado cuyas láminas finas cruzan su hilo en placas alternas.

Si consideramos un elemento ya laminado, éste se puede obtener de dos maneras distintas. Una de ellas consiste en colocar las láminas según planos verticales y, en este caso, el efecto que los defectos pueden introducir en la resistencia de las vigas decrece al aumentar el número de láminas. Por tanto, se pueden admitir mayores tensiones de trabajo en la flexión para un elemento de madera laminada dado, que las que podrían tolerarse si el elemento fuera de madera maciza.

Las colas más usadas actualmente son las de caseína. Con ellas se obtienen juntas tan resistentes como la propia madera, pudiendo emplearlas confiadamente en los miembros estructurales que no han de hacer frente a una humedad superior al 20 %. Cuando esto ocurra se emplearán colas de resinas adhesivas sintéticas.

Las resinas adhesivas sintéticas son relativamente nuevas. Tienen la propiedad de ser muy resistentes al agua e inmunes a los ataques de bacterias; sin embargo, cuanto mejor sea el comportamiento, tanto mayor será el cuidado necesario en su mezcla, aplicación y operaciones de prensado. Las hay de muchas clases, pero las más conocidas son las de bases de urea, fenoles y resorcinolas.

Admitida la concepción laminar, los cálculos para los elementos estructurales laminados de dirección horizontal son muy similares a los correspondientes a miembros sólidos. Se aplica normalmente la teoría corriente estructural, y en las tensiones debidas a la flexión se admite que varían uniformemente en la sección transversal. Las tensiones de trabajo suelen ser, generalmente, las mismas que en los elementos sólidos de madera ordinaria, a excepción de los valores para las tracciones y compresiones paralelas al hilo, que, en este caso, se pueden aumentar sustancialmente. Los referidos aumentos de tensiones no pueden aplicarse en los casos de flexiones, puesto que en las láminas exteriores la tensión se hace crítica; sin embargo, en la flexión, la tensión en las láminas centrales es menor que en las exteriores. Esto permite emplear materiales de peor calidad en la parte central, a condición que se consiga una uniformidad razonable en la densidad y dirección del hilo, así como un perfecto encolado de la tabla. La práctica americana consiste en dar valores determinados a las láminas exteriores de la sección y cubrir las tres quintas partes centrales con madera de un grado inferior.

En los miembros rectilíneos, el espesor de los laminados se halla condicionado solamente por la necesidad de lograr un buen contacto en las planas encoladas (se emplea normalmente un espesor de 50 milímetros).

El coeficiente de aumento de resistencia en la laminación de la madera con tres tablas es de 1,5, y si dicho número se eleva a seis, el coeficiente sería de 1,7; pero permanece en dicho valor si el número de láminas sigue aumentando.

A pesar de estas ventajas, la laminación en planos verticales se emplea raramente y la gran mayoría de este tipo de elementos se prepara utilizando tablas encoladas en posición horizontal.

La ventaja más importante de la laminación horizontal consiste en poder curvar los elementos, obteniendo arcos que, estructuralmente, constituyen formas económicas.

Los arcos y pórticos de madera laminada tienen cierto atractivo estético, que se amplía aún más por la terminación que se puede dar a estos materiales.

Entre otras ventajas, los miembros de madera laminada se prestan a un moldeado o formas de igual resistencia. El secado de la madera es relativamente fácil, debido a las pequeñas secciones que presentan cada una de las láminas, y la madera se puede elegir, entre la que no podría ser utilizada, por tener menores dimensiones, en elementos estructurales: ventaja de la que se puede sacar partido en las explotaciones forestales. La madera laminada tiene una elevada resistencia al fuego y, generalmente, se considera superior, a este respecto, al acero estructural expuesto al exterior.

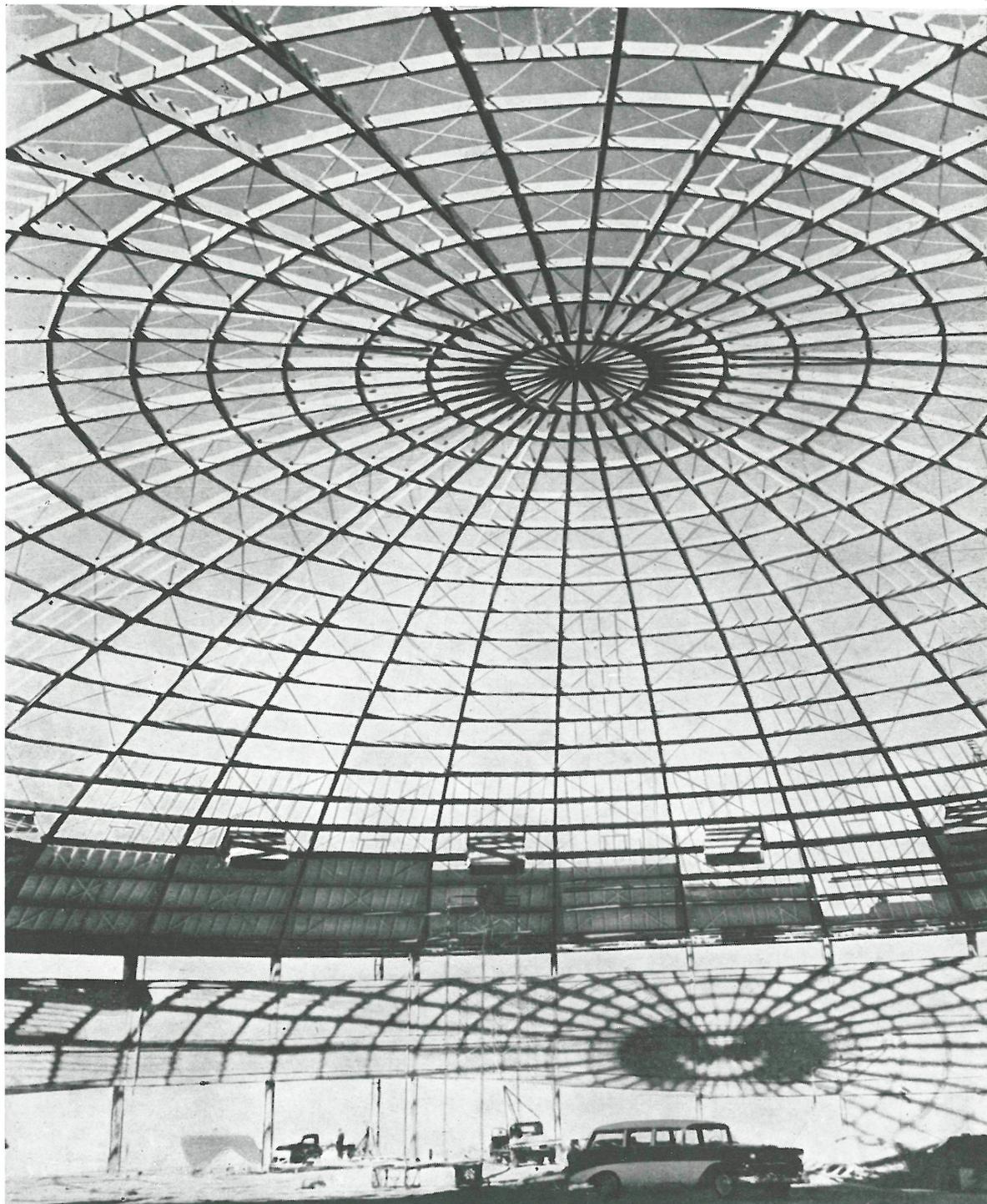
Una de las exigencias básicas en el proceso de la laminación de la madera es el material adhesivo que ha de emplearse, ya que éste ha de ser tan resistente y duradero como la propia madera. Por este motivo se prefieren los adhesivos de colas o resinas, a los medios mecánicos de solidarización de láminas.

Los primeros tipos de colas se obtenían de materias orgánicas, tales como los huesos, pieles o restos, es decir, las llamadas "colas animales". Actualmente se encuentran en uso, y gozan de gran reputación por su resistencia y duración bajo las condiciones de un ambiente seco. El principal inconveniente de las colas animales es su incapacidad absoluta para resistir a la humedad y temperatura elevada.



Si los miembros tienen cierta curvatura, la madera ha de poderse curvar en seco sin romperse, sin calentarse y conteniendo ya la cola; sin embargo, el espesor de las láminas debe reducirse a medida que el radio de curvatura disminuya.

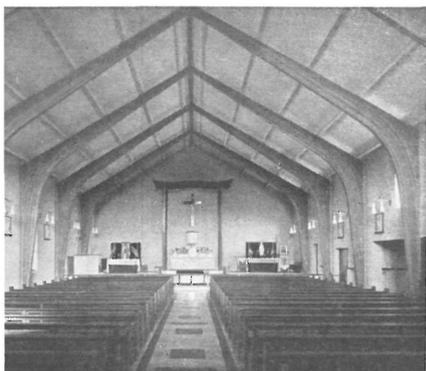
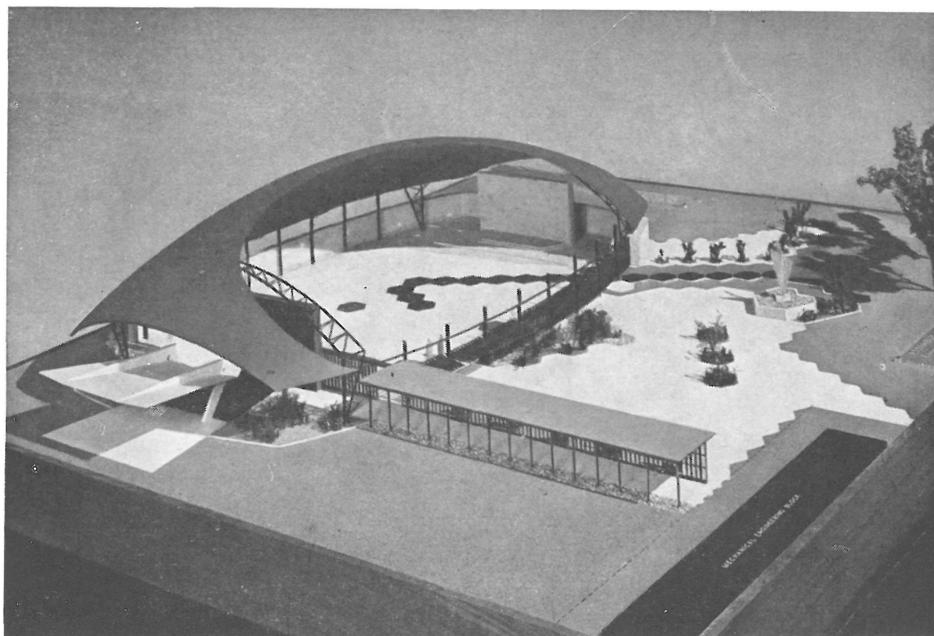
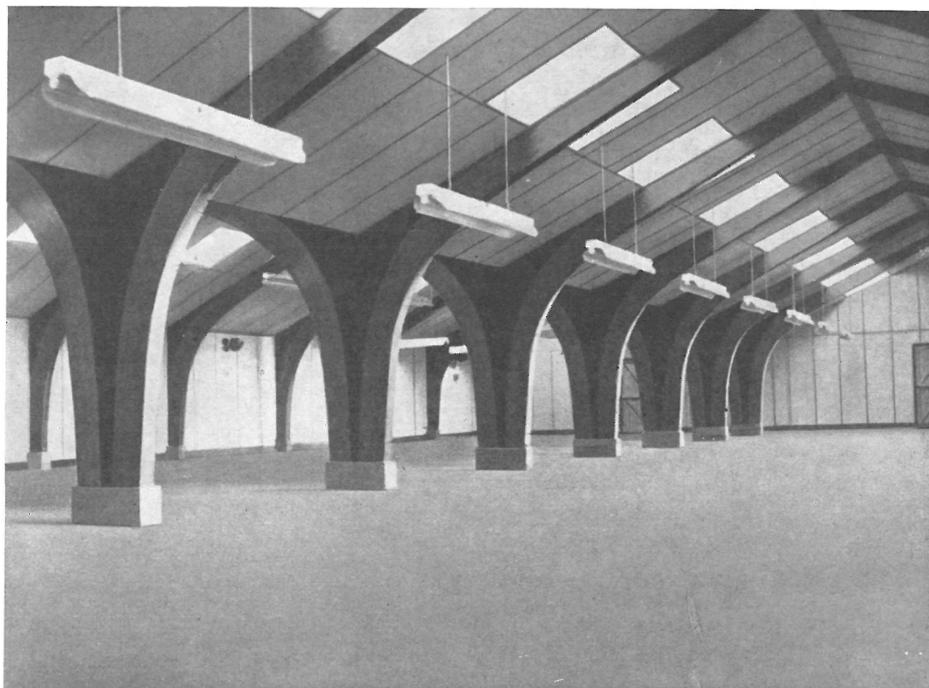
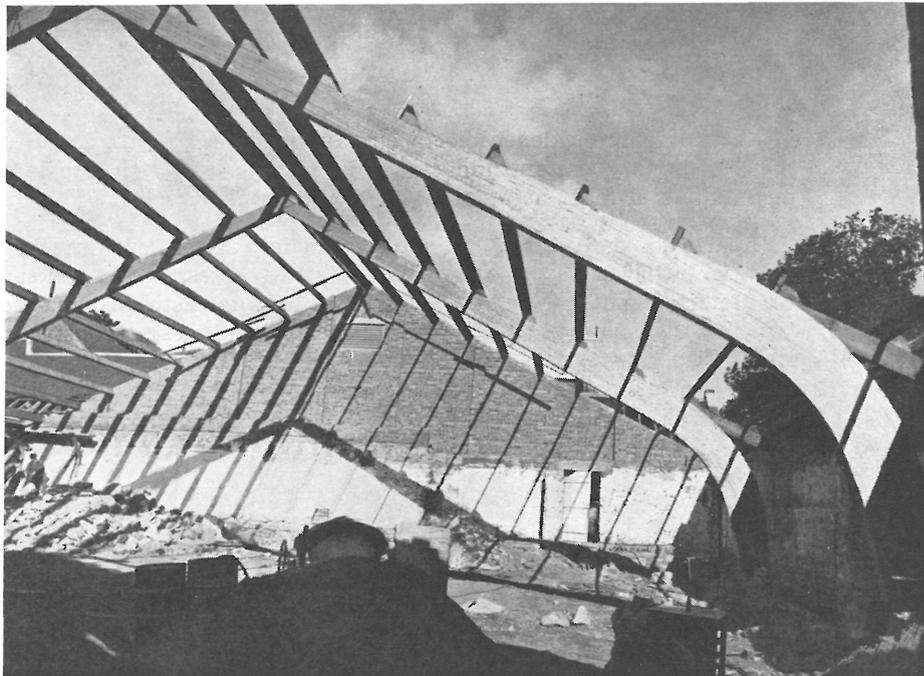
Aparte los empleos de este tipo de madera laminada a muebles, partes de pianos y otros usos más, su utilización, como elementos estructurales, se debe, en su mayor parte, a los procedimientos Hetzer, alemán, que usa las colas de caseína. Estos sistemas se extienden después a Suiza, Dinamarca, Suecia, Noruega y otros países. Una de estas construcciones se halla caracterizada en un edificio suizo, de St. Gallen, que data del año 1913, cubierto con arcos de este tipo, de 9,15 metros de luz.



En EE. UU. este tipo de construcciones ha experimentado una gran evolución a partir del año 1935, fecha en que empezaron las primeras aplicaciones estructurales de interés.

En Suecia, país en el que se dispone de buena y abundante madera, estos sistemas de elementos de madera laminada, utilizando tabla de 2,5 cm de espesor, han encontrado un magnífico campo de aplicaciones varias, ya que, desde las construcciones agrícolas, deportivas, militares y otras de naturaleza diversa, se han construido puentes.

El empleo de la madera laminada en la construcción es, realmente, más caro que si se utiliza la madera normal de la carpintería de armar. La calidad de la madera ha de ser buena, pues los nudos y distorsión del hilo son causas de defectos. Se necesitan también hornos para el secado de la tabla, y personal algo especializado en este tipo particular de la carpintería; pero puede, en determinados casos, competir aún



económicamente con la madera ordinaria, como sucede cuando su terminado no requiere techos colgados o revestimientos de determinadas formas arquitectónicas.

## **actividades del instituto**

### **Estructuras colgantes pretensadas**

En el pasado mes de diciembre se celebró, en la Sala de Conferencias de Costillares, la anunciada disertación del arquitecto alemán, Hans Hottinger, y el ingeniero sueco, David Jawerth, sobre el tema «Estructuras colgantes pretensadas».

Tras la presentación, efectuada por el arquitecto, Jefe del Departamento de Publicaciones de este Instituto, señor Cassinello, el arquitecto Hans Hottinger se ocupó de definir y catalogar cada uno de los sistemas empleados en la construcción de cubiertas colgantes, destacando la importancia que tiene el desarrollo de este tipo de estructuras ligeras por su facilidad de ejecución y considerable economía de material. Entre estas cubiertas destaca el sistema original, ideado por el ingeniero Jawerth, consistente, en esencia, en dos cables primarios situados en un mismo plano vertical, que presentan sus curvaturas inversas atirantadas por un cable diagonal.

David Jawerth desarrolló, a continuación, las particularidades y fundamentos estáticos de su sistema, detallando el cálculo de esfuerzos en sus distintos elementos, comprobados en múltiples experiencias de laboratorio.

Jawerth terminó su disertación con un estudio comparativo de los distintos sistemas, para destacar las ventajas y posibilidades de esta nueva forma de cubierta colgante, cuyo conocimiento y divulgación considera de interés para su aplicación en España.

La conferencia, presentada en alemán, fué vertida al castellano por los equipos de traducción simultánea de este Instituto. Numerosas diapositivas de obras realizadas según los distintos sistemas de estructuras colgantes, sirvieron para aclarar y amenizar la documentada conferencia sobre este tipo estructural.