

sinopsis

En este artículo se analizan las experiencias adquiridas por el autor en la redacción de proyectos y construcción de cubiertas laminares, realizadas a base de hormigón armado, pretensado, de plástico, o colgadas, debiéndose elegir el tipo más adecuado en función del recinto que se va a cubrir y de las luces máximas exigidas.

experiencias

adquiridas a través del proyecto arquitectónico, dirección de obra y construcción de cubiertas laminares

JOSE RAMON AZPIAZU ORDOÑEZ, arquitecto

886-25



CANODROMO MADRILEÑO: Tribuna.

El principal problema técnico que se le presenta a la Arquitectura, al limitar los espacios habitables, es la ejecución de la cubierta de estos espacios.

Las dificultades aumentan en función de la luz libre. Si examinamos la evolución que a través de la Historia ha tenido la construcción arquitectónica, tanto en cuanto al empleo sucesivo de diferentes materiales —piedra, madera, hierro, hormigón armado, hormigón pretensado, cables, etc.— como al descubrimiento de elementos constructivos como dintel, arco, bóveda, entramado especial, cúpula geodésica, lámina colgada, etc., ha ido encaminada siempre a conseguir cubrir espacios con luces libres cada vez mayores.

Estamos en este momento en plena era del hormigón armado y pretensado y entramados especiales metálicos y comienza la futura era del plástico, material este que, por su ligereza y transparencia, posee unas cualidades excelentes como material de cubierta, no obstante le falte todavía resistencia a compresión y longevidad.

En este artículo voy a analizar una serie de experiencias que he adquirido a través del proyecto arquitectónico, dirección de obra y construcción de una serie de cubiertas laminares.

Siempre me han apasionado las cubiertas laminares.

Quizá sea porque en España tuvieron, si no su origen, sí su desarrollo inicial, y posteriormente españoles han sido

los que las han divulgado y construido en Hispanoamérica.

El material que hasta ahora se ha empleado en su construcción es el hormigón armado. Llevamos unos 37 años de experiencias y ahora empieza a decaer su desarrollo por el coste excesivo del encofrado y por no haber encontrado un sistema de prefabricación adecuado que permita que estas cubiertas laminares no pierdan su condición de cáscara al perder su monolitismo y dividirse en una serie de elementos prefabricados.

Se comienza a emplear el plástico en la construcción de cubiertas laminares, pero tiene todavía algunos inconvenientes, tales como el no admitir fácilmente esfuerzos de compresión y poseer corta vida. Quizá este material para lo que más esté indicado sea como elemento de cobertura y no como elemento resistente de cubierta.

El acero también se emplea en forma de cable en cubiertas laminares como elemento resistente, combinado con plástico (cloruro de polivinilo, poliéster, etc. o chapas metálicas como materiales de cobertura).

Las cubiertas laminares, ya sean de hormigón armado, pretensado, plástico o colgadas, interesa que tengan doble curvatura o alabeo, pues son mucho más resistentes que las de simple curvatura.

La elección del tipo de cubierta se halla condicionada a la forma del recinto que queremos cubrir y a la luz libre o vano entre apoyos del mismo.

Voy a analizar los diferentes tipos sobre los que tengo experiencia por haber proyectado o dirigido su construcción:

Cubiertas laminares de hormigón armado

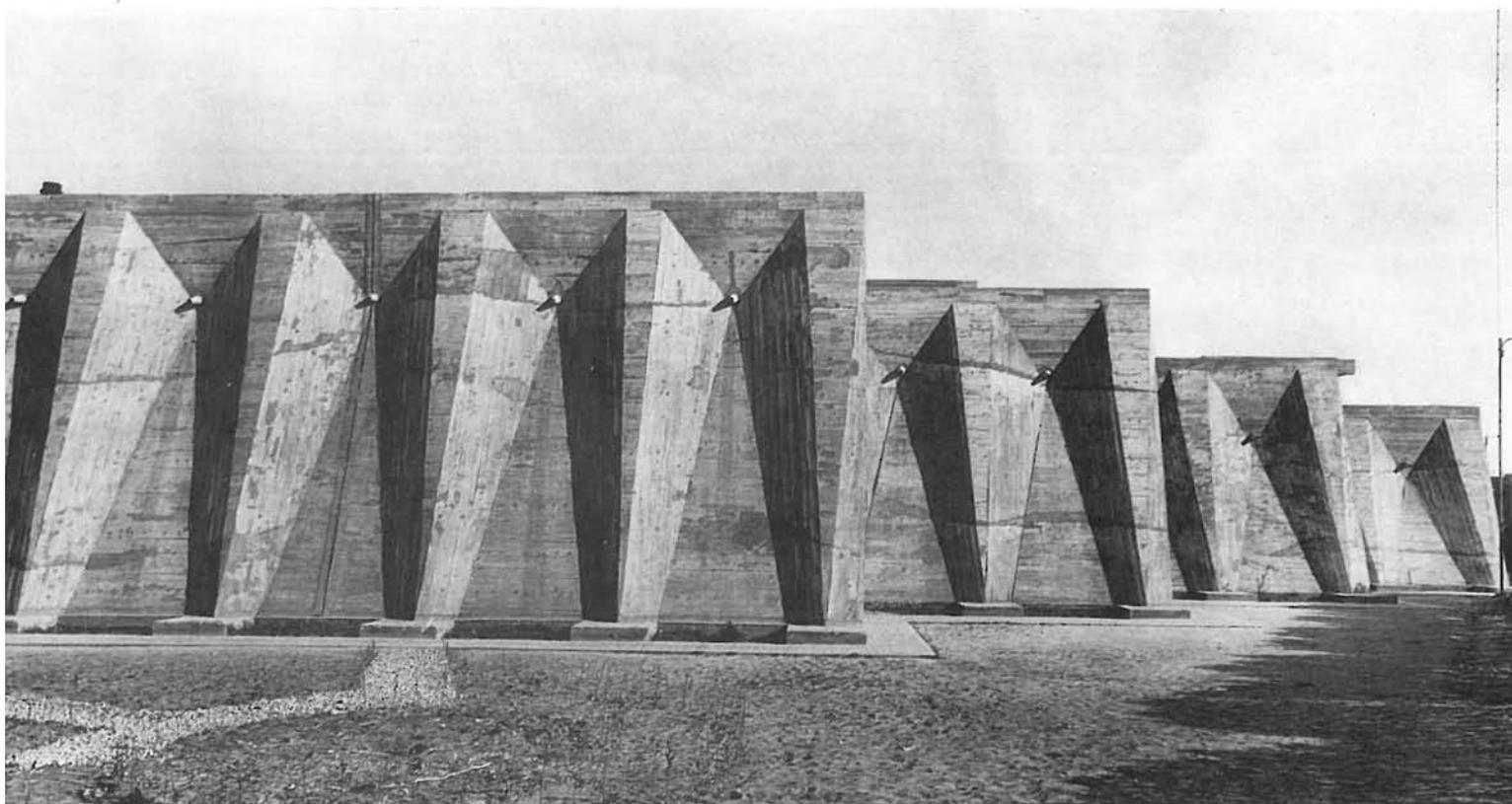
Cada tipo de lámina tiene sus limitaciones de luz libre dentro de un costo adecuado y lógico. No se deben forzar demasiado las dimensiones de los vanos libres; es mejor elegir el tipo de lámina adecuada para cada vano.

Con hormigón pretensado se pueden aumentar mucho las luces; sin embargo, el hormigón pretensado lo considero más adecuado para elementos prefabricados que se disponen yuxtapuestos y actúan por separado.

Láminas plegadas

Son las más sencillas de encofrado, las de mejores condiciones acústicas, siempre que se proyecten racionalmente, y las más indicadas para emplear en voladizos, ya que se las calcula para soportar esfuerzos de flexión y, por tanto, no suelen fisurarse. Conviene que no sean desarrollables y que tengan inercia variable, comportándose éstas muy bien ante los efectos sísmicos y de viento.

INSTITUTO SOROLLA: Fachada exterior del salón de actos y gimnasio.



salón de actos y gimnasio del Instituto «Sorolla», de Valencia, son estructuras de láminas plegadas, de hormigón armado, en forma de pórticos transversales que siguen la luz menor del recinto. El «Palacio del Tenis» en el Club de Tenis Chamartín comprendía un recinto de $59 \times 58,40$ m, capaz de albergar tres pistas de tenis y 6.000 espectadores. El problema principal consistía en que, debido a las exigencias de la Copa Davis de no poderse jugar en recintos cubiertos, la pista central se tenía que poder descubrir a capricho. Este requisito nos hizo eliminar el sistema de láminas colgadas, que para estas dimensiones de luces libres son las más indicadas, y optamos por la solución de lámina plegada, de hormigón armado pretensado, dejando libre la pista central, sobre la que circularía un puente-grúa que desplazaba una cubierta auxiliar de plástico translúcido sobre estructura metálica. Esta cubierta auxiliar proporcionaba iluminación natural cenital al recinto. La iluminación lateral se conseguía mediante placas de plástico dispuestas entre los pórticos.

Paraboloides hiperbólicos

El paraboloides hiperbólico quizá sea el tipo de lámina alabeada, de generatrices rectas, que mejor se comporta como cáscara propiamente dicha. Si se le da una curvatura adecuada, el hormigón trabaja exclusivamente a compresión; esto permite disminuir el consumo de hierro (de 10 a 12 kg/m²).

Como principales ventajas señalaremos la gran facilidad de construir el encofrado, por poderse emplear tablas rectas en sentido de las generatrices, y su escaso peso propio, debido a que se pueden alcanzar espesores de 4 cm.

Su empleo más racional es en forma de paraguas, descansando los cuatro paraboloides sobre un pilar central que sirve, además de elemento de sostén, de desagüe de las aguas pluviales.

Como luces límites señalaremos 18 a 20 m entre pilares o estribos.

Entre los inconvenientes citaremos sus malas condiciones acústicas y su fácil fisuración, provocada por la retracción del fraguado del hormigón al tener muy poco espesor, o por haberle dado la suficiente curvatura para que el hormigón trabaje a compresión y no estar calculado para soportar esfuerzos de flexión que, en la práctica, es lo que generalmente ocurre. Su expresión plástica es de gran finura y espectacularidad.

También presentamos en este artículo fotografías de la nave de llenado Butsir en la carretera de San Martín de la Vega (Madrid), la Iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe, en Madrid, y la maqueta del Concurso para la Universidad Laboral de Madrid.

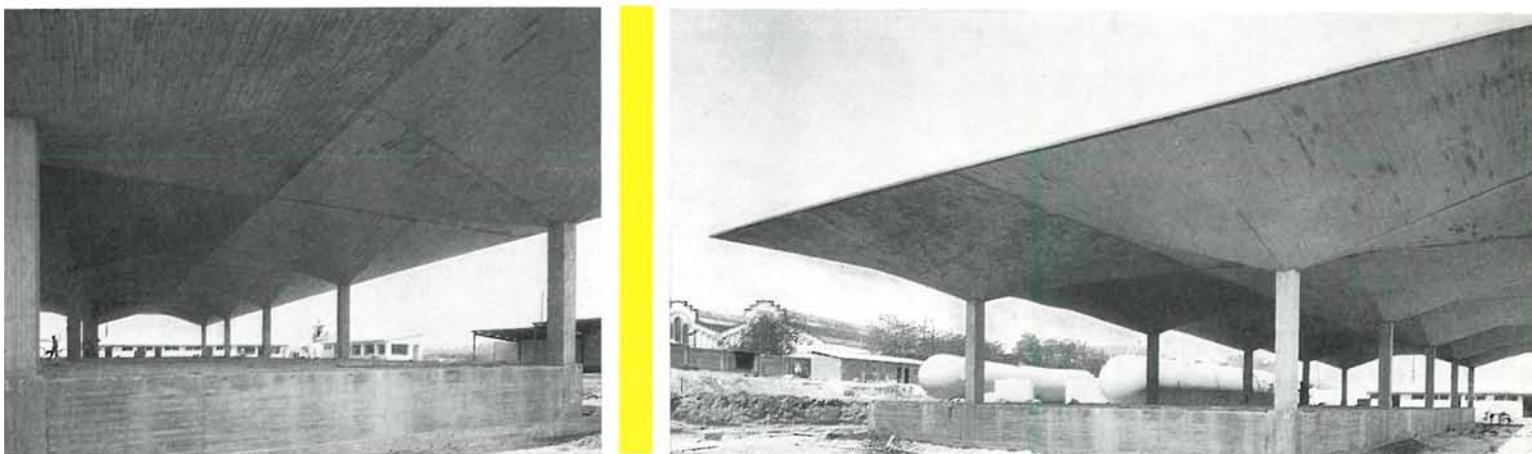
La primera es una estructura formada por paraguas de paraboloides hiperbólicos regulares de 10 m de luz entre pilares.

El Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe es una estructura de hormigón armado que cubre un recinto octogonal mediante ocho paraboloides hiperbólicos sustentados por cuatro pilares inscritos en un círculo de 29 m de diámetro y un muro de cerramiento que, a la vez, sirve de estribo y tiene forma de lámina plegada con vidrieras artísticas de vidrio grueso y nervios de hormigón armado.

Los cuatro paraboloides centrales alcanzan en su extremo superior la altura de 25 m y se encuentran enlazados por una estructura metálica que sostiene unas vidrieras artísticas, de hormigón armado y vidrio grueso, formando una linterna central, por donde recibe luz cenital el recinto. Lateralmente recibe luz mediante las vidrieras intercaladas en los muros de cerramiento.

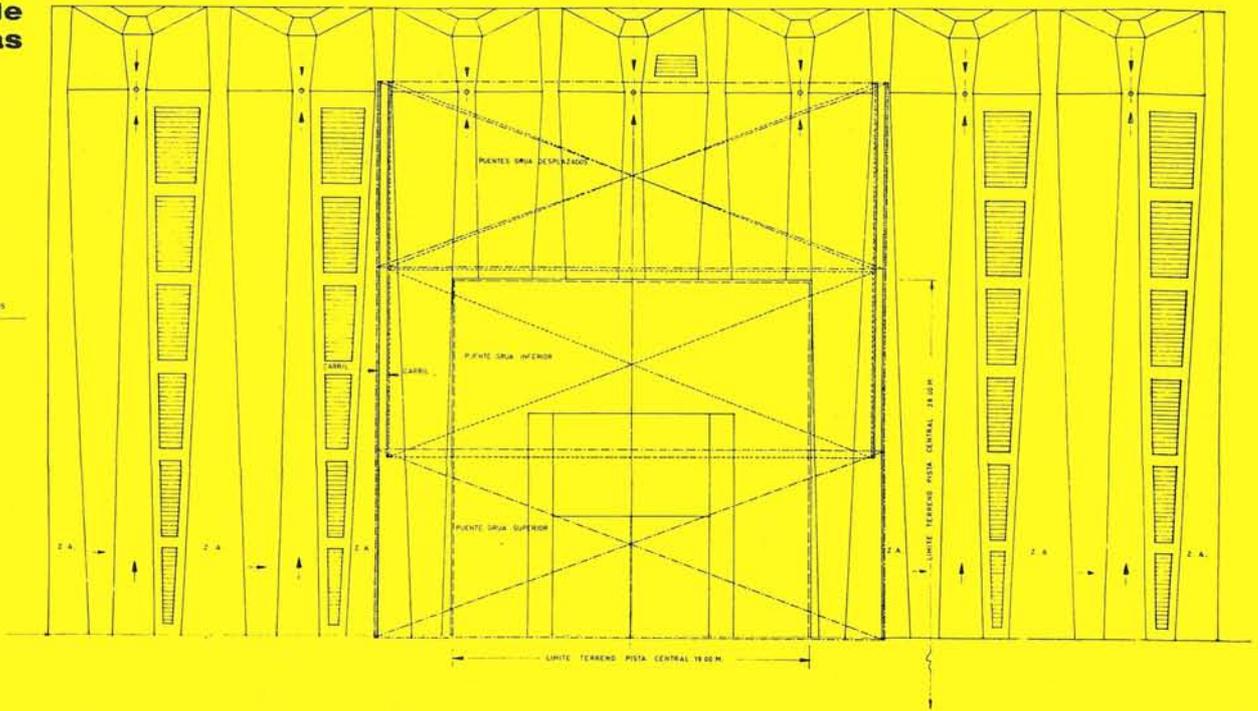
En el anteproyecto de la Universidad Laboral de Madrid presentamos una estructura, de hormigón armado, en la que se combinan toda clase de paraboloides hiperbólicos para cubrir los recintos de la zona noble y representativa de la misma.

Planta de llenado Butsir en la carretera de San Martín de la Vega (Madrid).

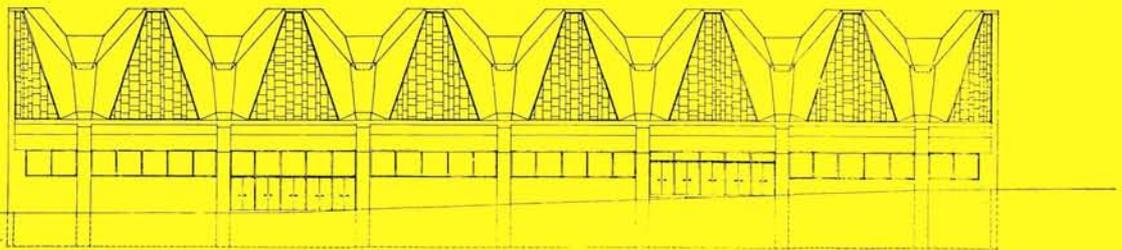


planta de cubiertas

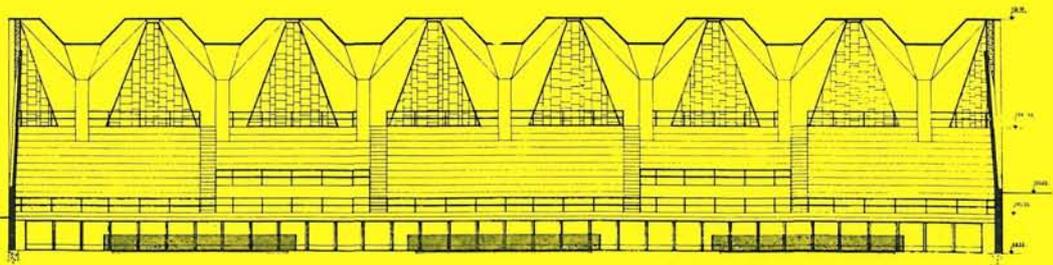
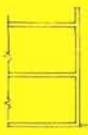
EDIFICIO VESTIARIOS



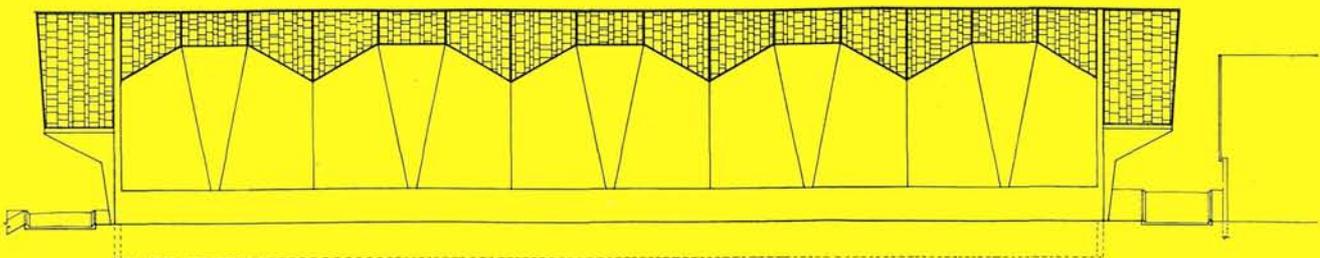
alzado principal

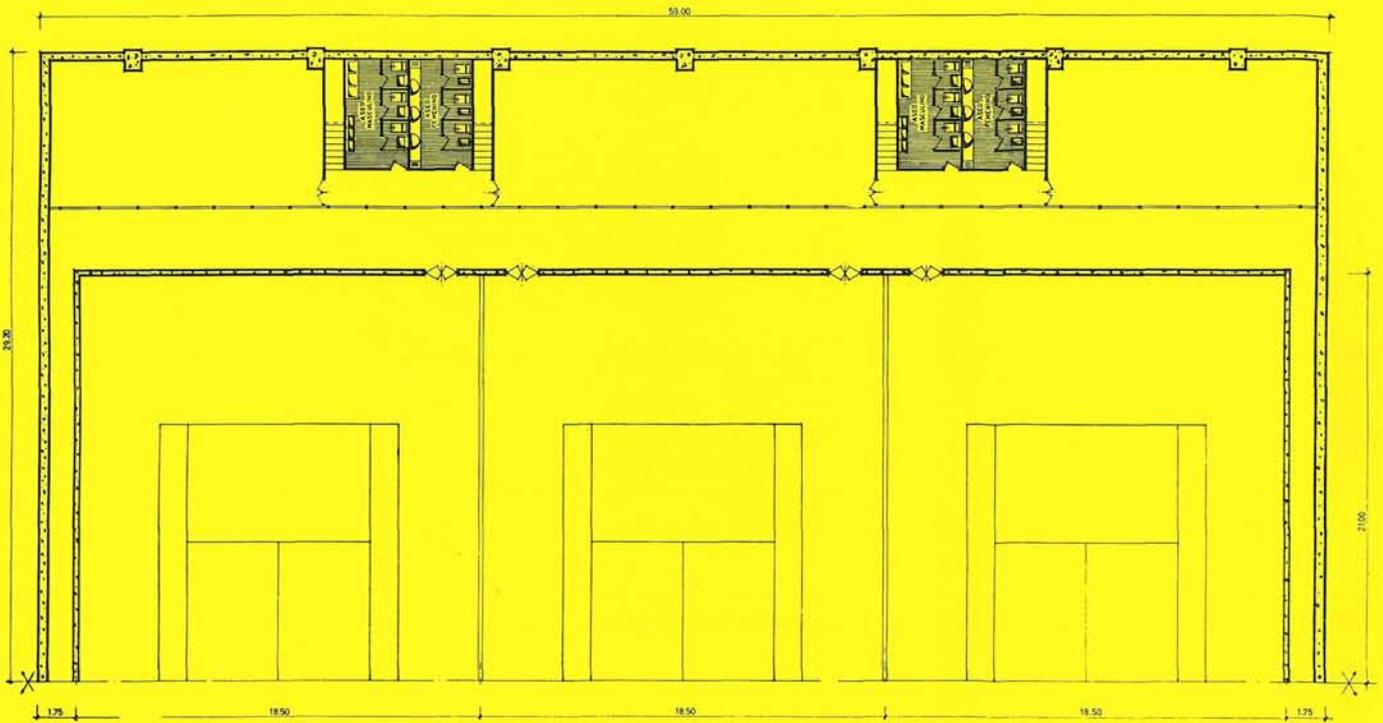


sección longitudinal

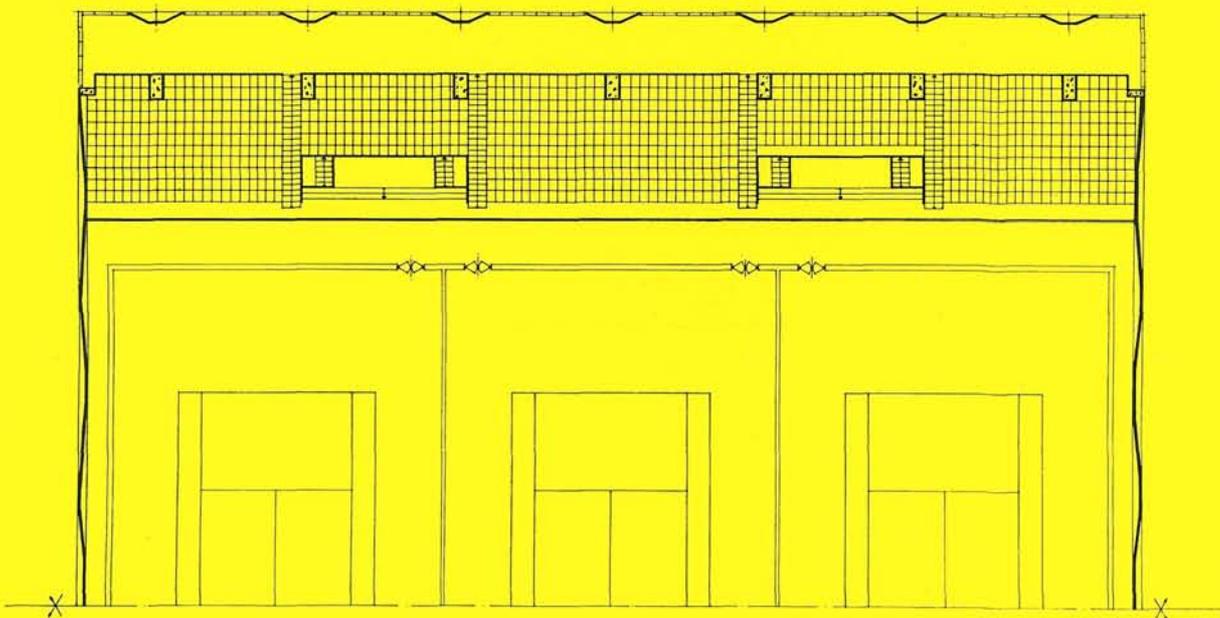


alzado lateral

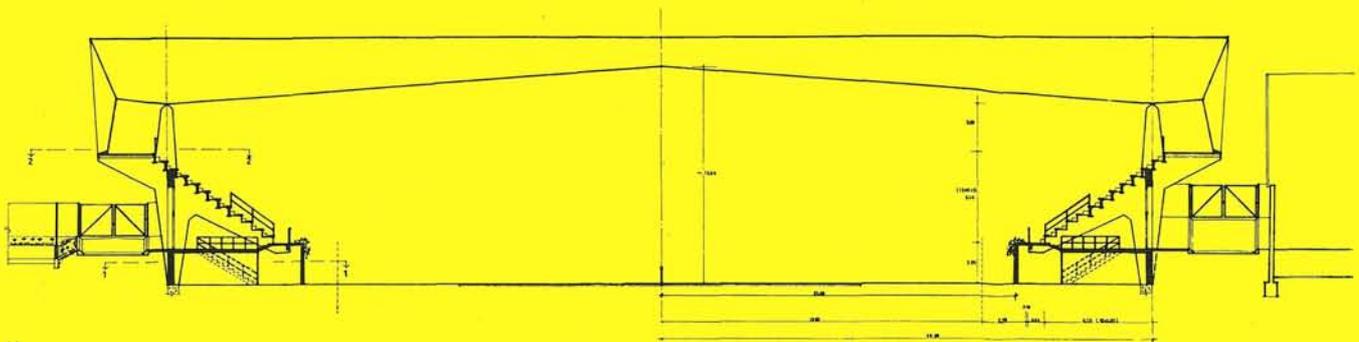




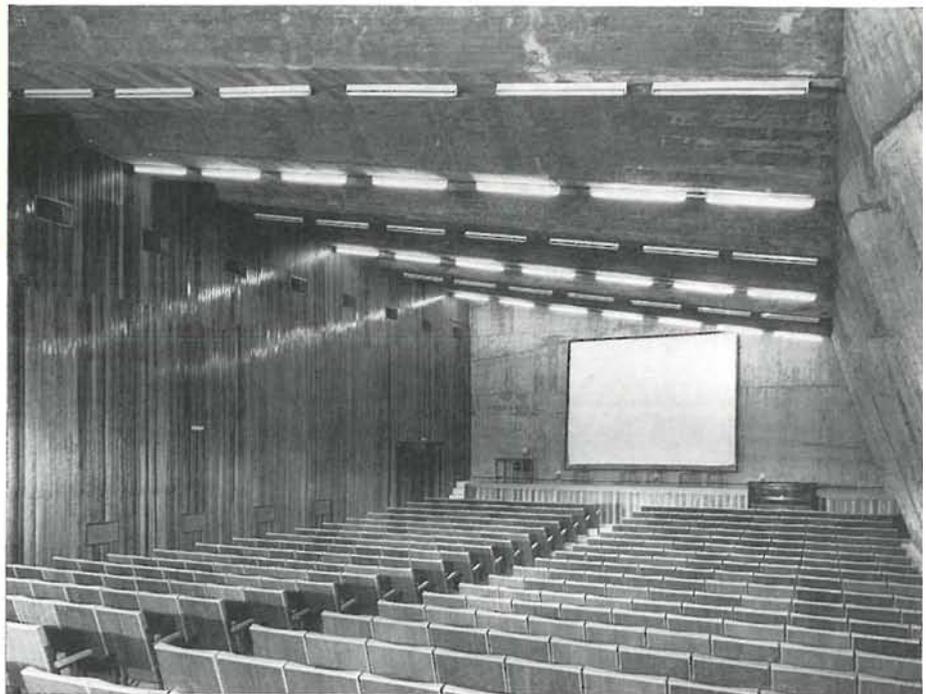
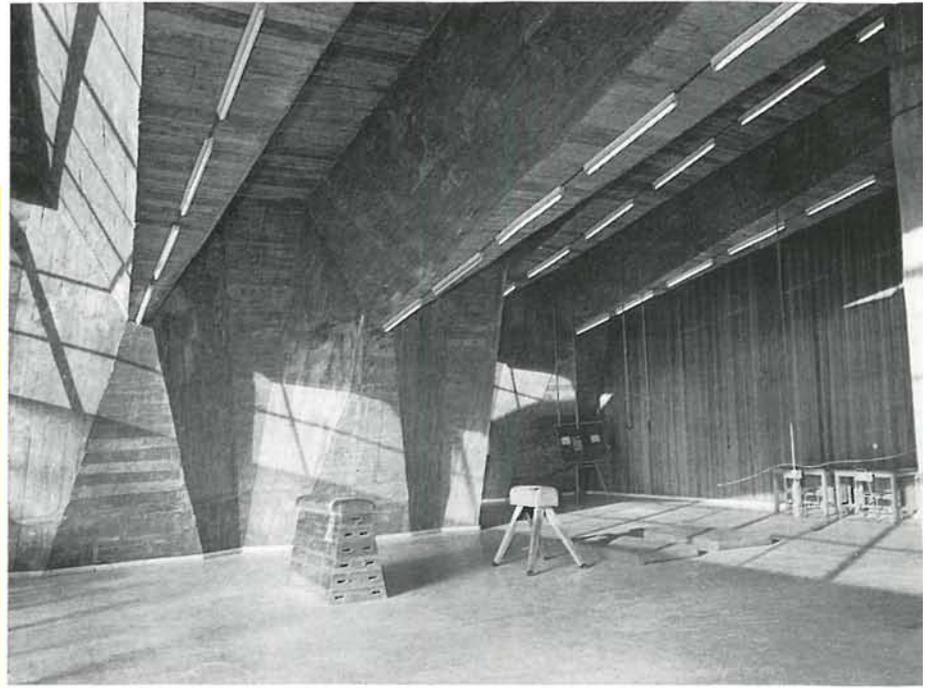
planta
sección
2-2



sección transversal



Fotos: MARQUEZ



INSTITUTO SOROLLA:
Cubiertas del gimnasio.
Interior del gimnasio.
Interior del salón de actos.

Otra ventaja es que se ajustan con gran facilidad al recinto ideal a cubrir, sin necesidad de perder grandes espacios, por no necesitar ni grandes curvaturas, ni inclinaciones especiales. Como inconvenientes señalaremos la cantidad de hierro por metro cuadrado (de 20 a 30 kg/m²) y su peso propio, que resulta considerable. El espesor de la lámina debe ser variable entre 6 y 12 cm. El efecto estético es de gran fuerza expresiva.

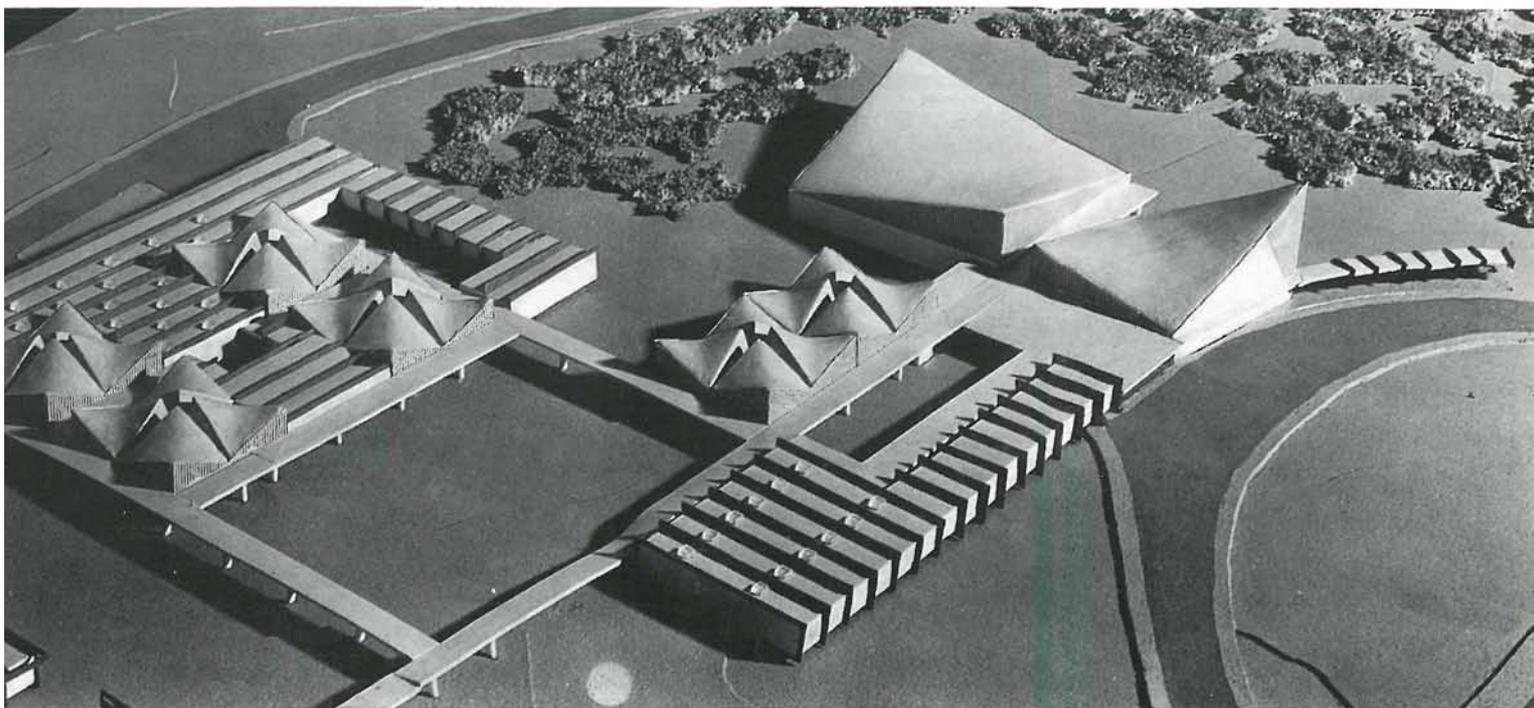
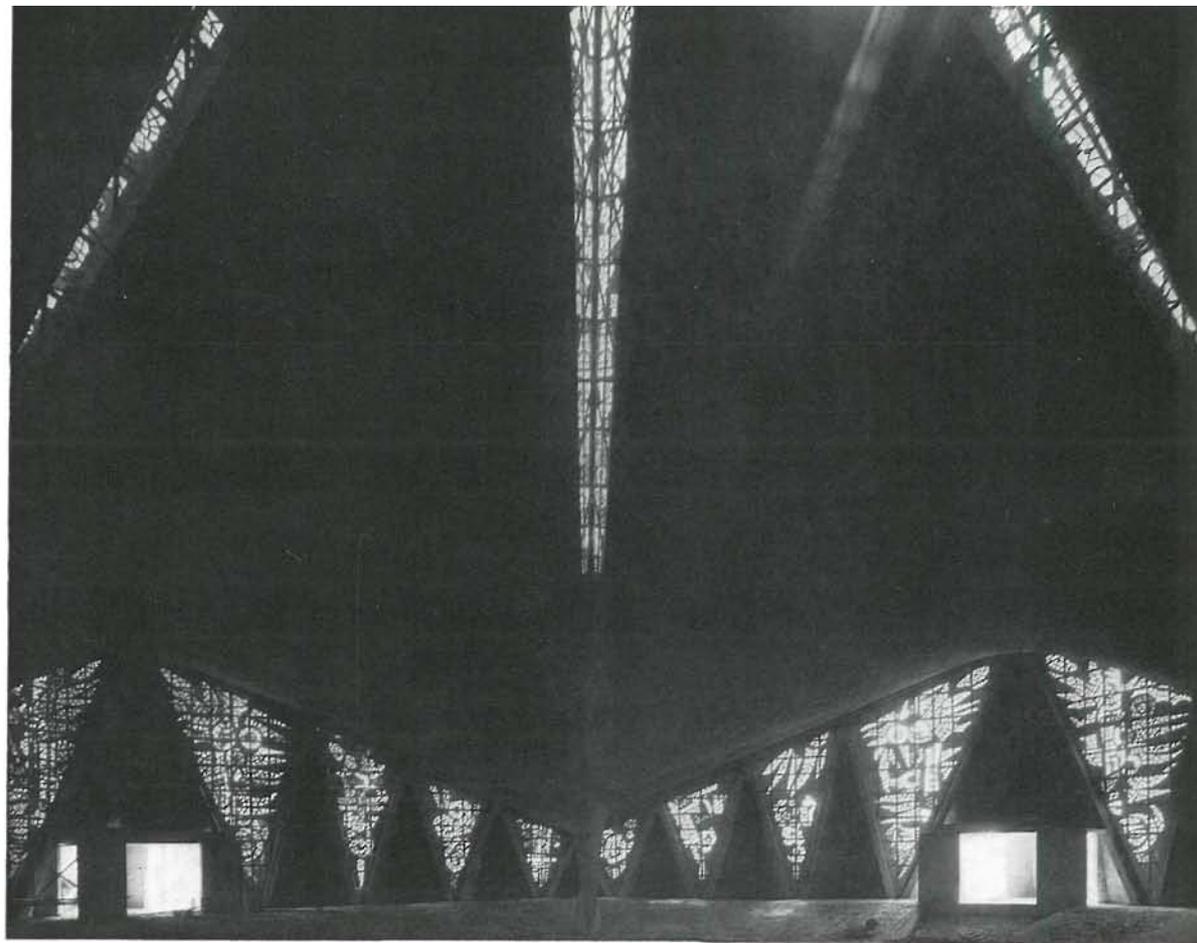
Presentamos en este artículo fotografías de la tribuna del Canódromo madrileño, el salón de actos y gimnasio del

Instituto de Segunda Enseñanza «Sorolla», de Valencia, y el anteproyecto de lo que en principio se pensó que iba a ser el «Palacio del Tenis» en el Club de Tenis Chamartín, de Madrid.

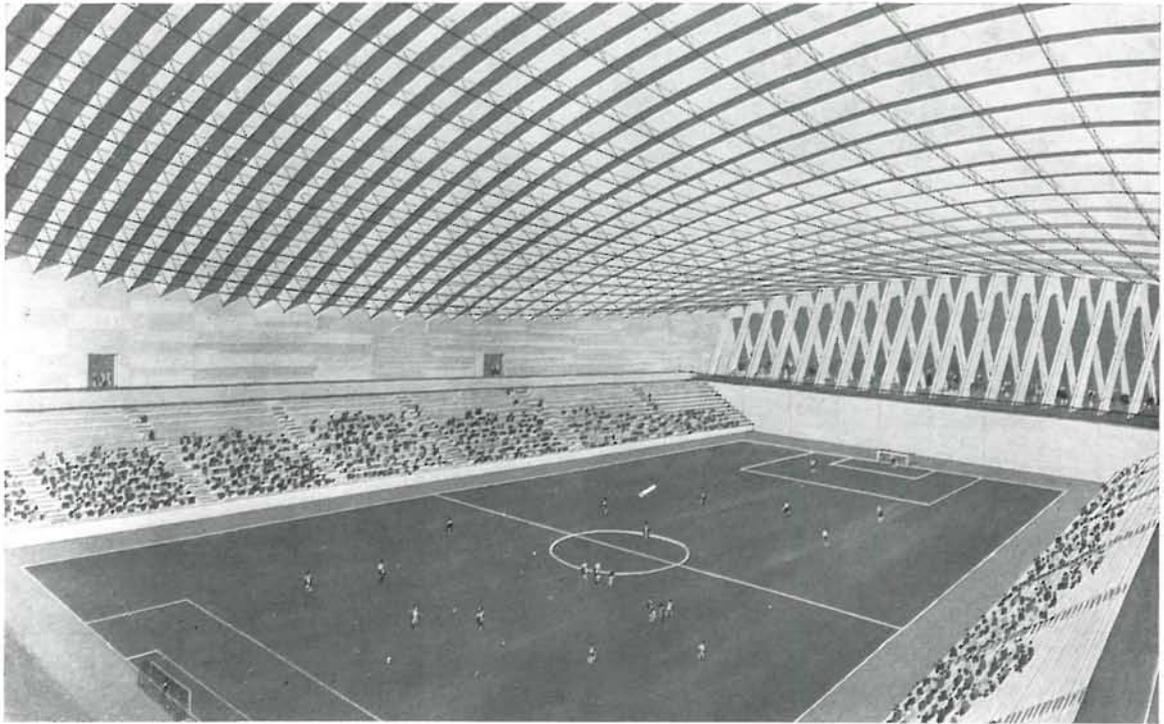
La tribuna del Canódromo madrileño es una estructura en lámina plegada, de hormigón armado, no desarrollable y de inercia variable. Voladizo de 18 m de longitud sobre pórticos situados a 8 m de distancia. El tirante posterior en forma de V contrarresta el peso del voladizo, que bascula apoyado en la articulación del pilar central. El

**SANTUARIO
DE NUESTRA SEÑORA
DE GUADALUPE:**

Interior de la iglesia.



MAQUETA DEL CONCURSO DE ANTEPROYECTOS PARA LA UNIVERSIDAD LABORAL DE MADRID: Zona noble y representativa.



Láminas colgadas

Cuando se necesitan cubrir espacios con luces libres superiores a 40 m, las láminas adecuadas son las colgadas. De todas ellas las más sencillas son las formadas por cables resistentes, de acero pretensado, en forma de catenaria, según la luz mayor, y cables de arriostamiento, en parábola, según la luz menor. Como material de cubierta se pueden emplear chapas metálicas o de plástico (cloruro de polivinilo, poliéster, etc.).

Presentamos asimismo el anteproyecto de un campo de fútbol cubierto mediante una lámina colgada de doble curvatura, formada por cables de acero pretensado; los resistentes, en catenaria y dirección longitudinal, y los tensores, en parábola y dirección transversal.

Se ha proyectado con doble cable, en catenaria, y doble cable, en parábola, intercalando, entre ambos, planchas de plástico opaco arriostradas por cables rectos que ac-

túan como persianas, obteniéndose con ello una buena iluminación natural, de tipo cenital, no molestando para nada el sol al recibir exclusivamente luz norte.

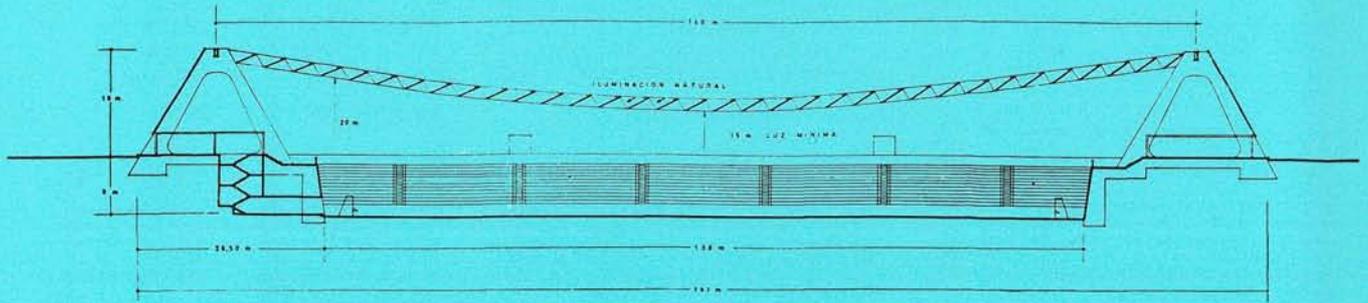
Como material de cobertura se emplean planchas de poliéster transparente.

Las posibilidades constructivas de este sistema son variadísimas, dado que permite adoptar en planta infinidad de formas y soluciones.

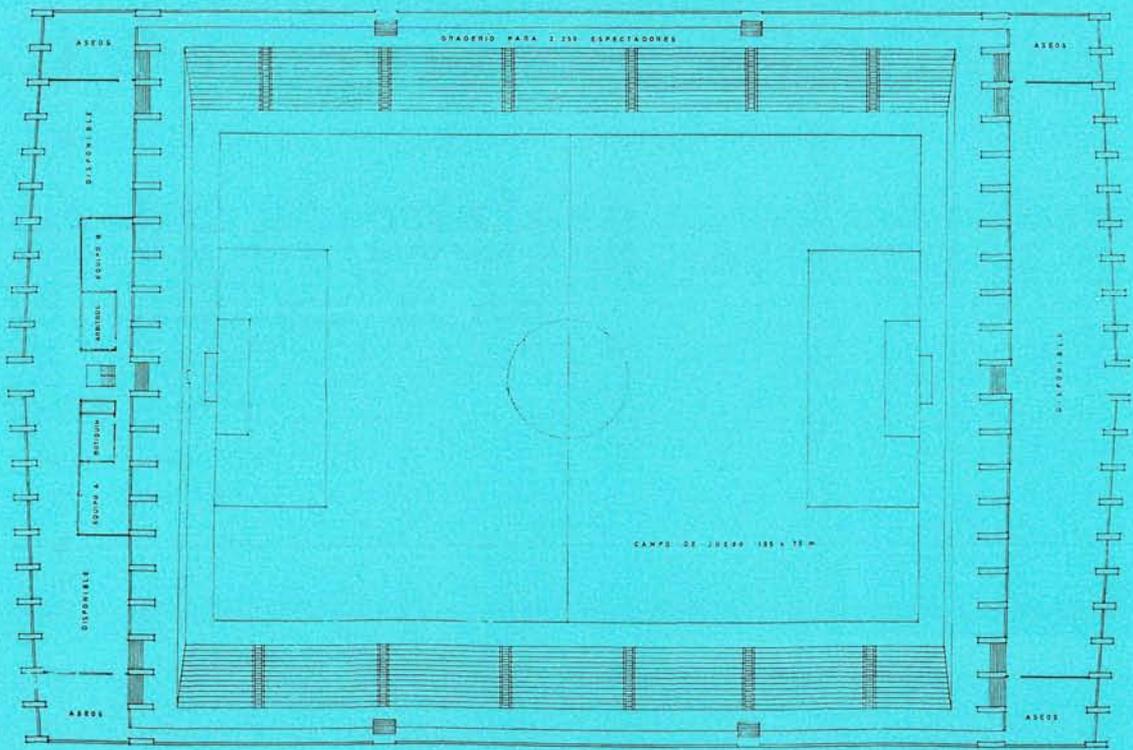
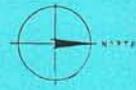
Los vanos a cubrir pueden ser de grandes dimensiones, señalando como límite recomendable 200 m.

Como ventaja más importante señalaremos su reducido costo por metro cuadrado, su fácil construcción y, sobre todo, que se adaptan con gran facilidad a los recintos rectangulares, que generalmente son los más apropiados para naves industriales, recintos deportivos, salas de exposiciones, etc.

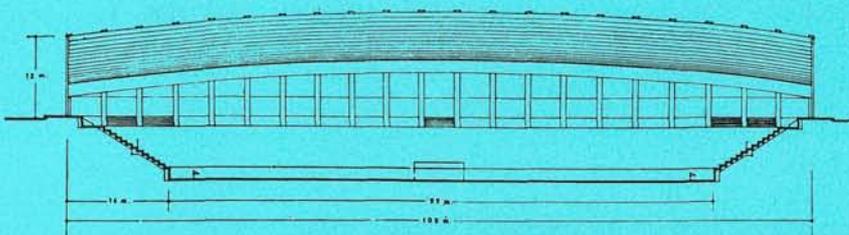
Anteproyecto de cubierta para campo de fútbol.



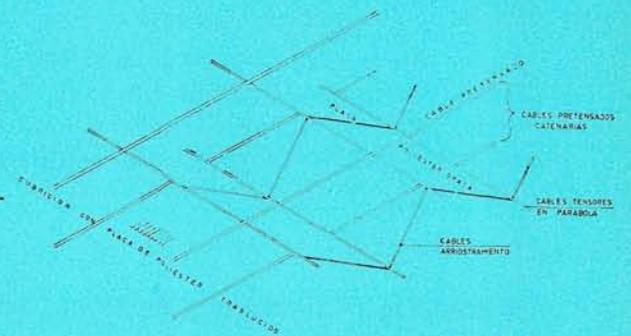
sección longitudinal



planta



sección transversal



detalle de estructura de cubierta

résumé

Expériences acquises à travers le projet architectural, direction des travaux et exécution de voiles minces

José Ramón Azpiazu Ordóñez, architecte

Dans cet article, l'auteur analyse les expériences qu'il a acquises par la conception de projets et la construction de voiles minces, réalisés en béton armé, précontraint, en plastique, ou suspendus, devant en choisir le type le plus approprié en fonction de l'enceinte à couvrir et des portées maxima exigées.

summary

Experience acquired in the course of architectural design, construction and site planning of thin shell roofs

José Ramón Azpiazu Ordóñez, architect

This article analyses the experiences acquired by the author in designing and constructing thin shell roofs, made with reinforced and prestressed concrete, plastics and suspended structures. He considers that a design should be chosen that is most apt to the functional use of the hall and the overall free spans to be covered.

zusammenfassung

Erfahrungen bei der architektonischen Planung, Bauleitung und Konstruktion von Foliendächern

José Ramón Azpiazu Ordóñez, Architekt

In diesem Artikel werden die vom Autor gesammelten Erfahrungen analysiert bezüglich der Planung und Konstruktion von Foliendächern ausgehend von Stahl- und Spannbeton, Plastik oder in Form von Hängedächern, wobei immer der jeweils geeignetste Typ auszusuchen ist in Abhängigkeit von der zu überdachenden Fläche und den maximalen geforderten Weiten.

publicación del i.e.t.c.c.

protección química de la construcción

HANS KÖLZOW

Dr. Químico Dipl.
Stadtbaurat a.D.

La importancia creciente que se concede a la protección química de las obras de fábrica y la carencia de un tratado que reúna toda la literatura dispersa que existe sobre el tema, han llevado a la publicación de este libro, que debe leerse con atención en todas y cada una de sus páginas a fin de que nada resulte incomprensible.

En la Technische Akademie de Wuppertal el autor celebró, durante los últimos años, ocho seminarios, de tres días de duración cada uno, sobre protección de obras. Los participantes a

estos seminarios han sido arquitectos e ingenieros procedentes de organismos oficiales y de empresas privadas, así como químicos de las industrias dedicadas a la fabricación de sistemas y métodos químicos protectores. De las conferencias y de los coloquios consiguientes se han obtenido resultados importantes y esperanzadores que merecen ser conocidos por círculos mucho más amplios. Por todo ello se ha creído conveniente la publicación del presente resumen, indicando expresamente que, de ningún modo, se trata de un manual ni de un libro de recetas.

Encuadernado en rústica, de 17×24 cm, compuesto de 74 páginas. Madrid, 1971.

Precios: España, 300 pesetas. Extranjero, \$ 6.