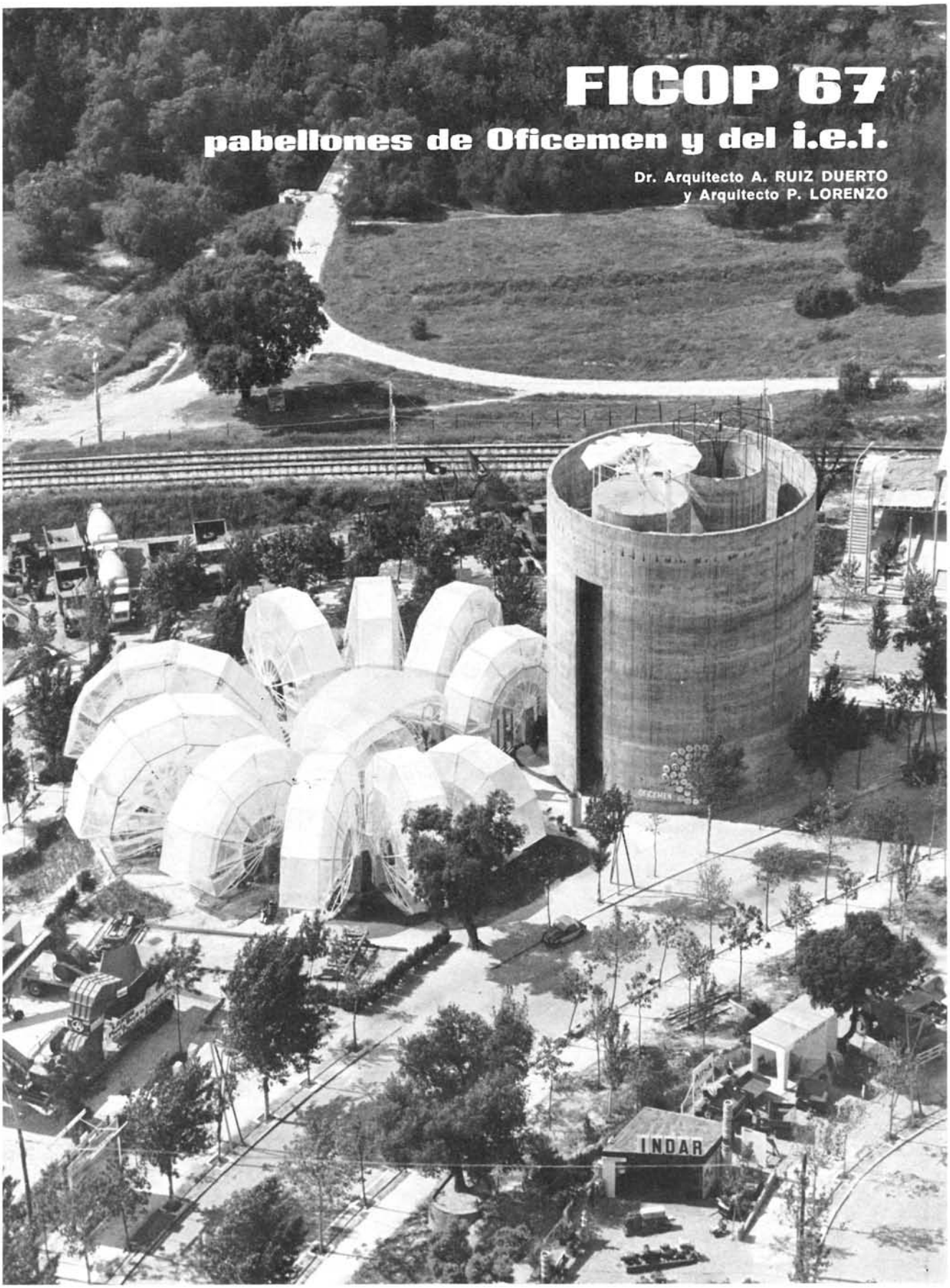
Informes de la Construcción Vol. 20, nº 194
Octubre de 1967

FICOP 67

pabellones de Oficemen y del i.e.t.

Dr. Arquitecto A. RUIZ DUERTO
y Arquitecto P. LORENZO



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

sinopsis

149 - 15

Los pabellones

de OFICEMEN **(Grupo Nacional Autónomo de Fabricantes de Cementos Artificiales)**

del I.E.T.c.c. **en FICOP 67 (Feria Internacional de la Construcción y Obras Públicas) se proyectaron y realizaron conjuntamente.**

En este artículo se expresan:

los conceptos previos al proyecto,
el proyecto,
el cálculo de la estructura,
la realización,
el resultado obtenido.

participantes

El proyecto es de los arquitectos Pedro Lorenzo y Antonio Ruiz Duerto, de la **Sección de Industrialización de la Construcción del Instituto Eduardo Torroja.**

El tipo estructural lo definió Jaime Nadal, director del **Instituto Eduardo Torroja.**

La coordinación en la construcción y montaje corresponde a Gonzalo Echegaray, director adjunto del **Instituto.**

El proyecto de la estructura del pabellón de OFICEMEN lo desarrollo **N.D.I. Ings. Consultores.**

La estructura del pabellón del I.E.T.c.c. fue calculada por los ingenieros Julio Martínez Calzón y Rafael Fernández.

Encofrados deslizantes: **Interconsult.**

Hormigón preamasado: **Hympsa.**

Pretensado: **Procedimientos Barredo.**

Empresa Constructora: **Anfesa.**

características generales

La feria es una agrupación de datos.

El expositor de un dato intenta que éste sea recibido y permanezca en la mente del visitante.

Para iniciar la comunicación entre el dato y la mente se provoca en ésta una sensación.

El visitante de feria, al principio, con la mente despejada y ávida, recorre todo espacio, se detiene en cada objeto, absorbe toda sensación.

Pronto sólo impresiona su mente una sensación distinta a la normal recibida. Empiezan a interesarle los datos de conjunto (desprecia zonas enteras) o los anecdóticos y concretos; cuando esto pasa, vuelve a ser importante el objeto, pierde el ambiente y se concentra.

Ya es un visitante de feria: su nivel de sorpresa está alto circunstancialmente, su mente está cargada de sensaciones medias; cualquier otra sensación de este tipo será fácilmente olvidada.

El dato que reciba debe sobrepasar el nivel medio de sensación.

es un cartel entre carteles,

es una voz entre voces.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

Se intenta otro proceso en la mente del visitante: sacarle del nivel medio de sensaciones e introducirle en un espacio distinto, no vivido hasta ese momento, que le haga olvidar momentáneamente toda la vivencia de la feria.

El olvido se busca mediante una necesidad de concentración de comprensión.

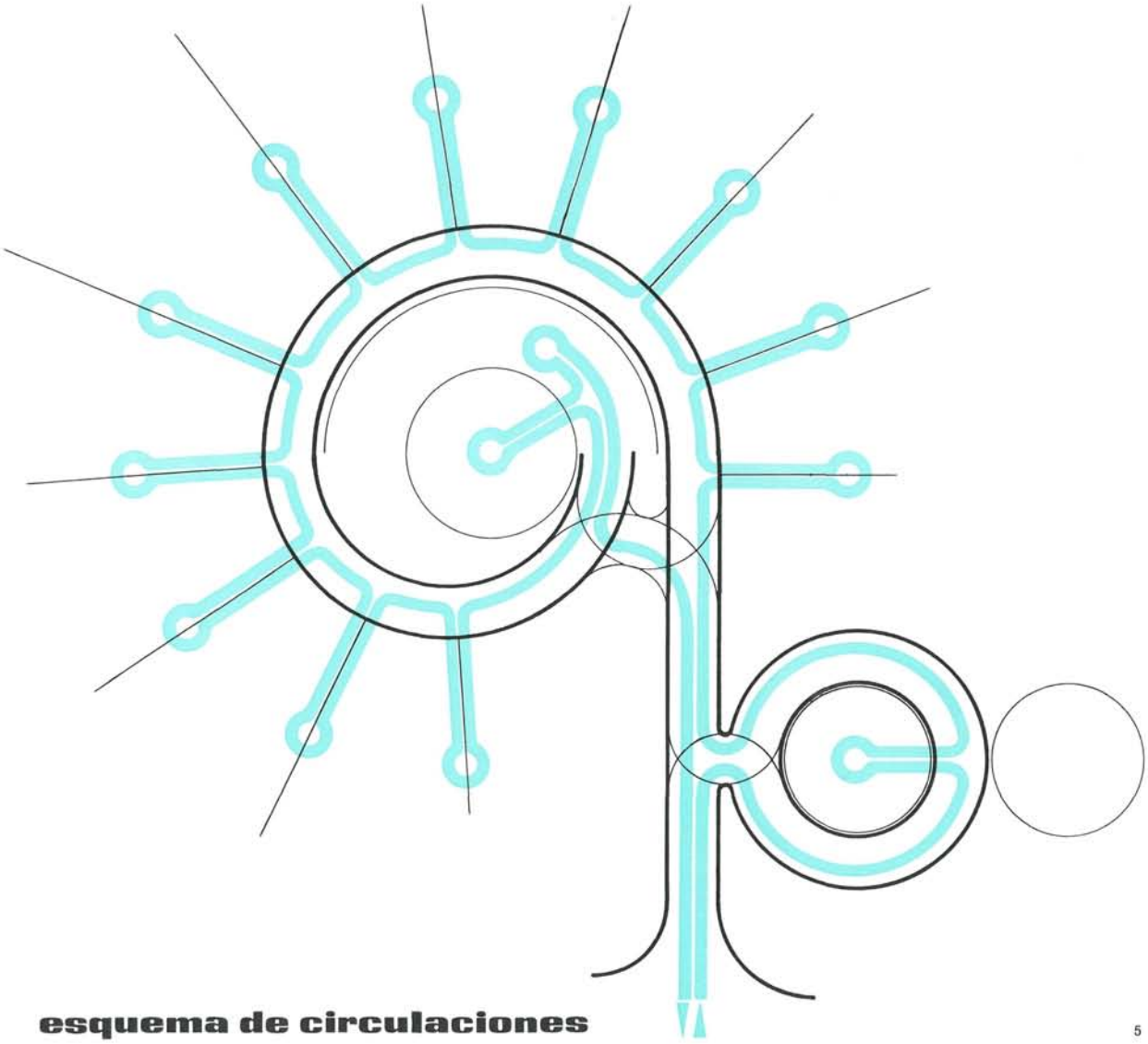
Cuando la mente está en ese nuevo espacio, concentrada, comprendiendo, se le da un nuevo dato que absorberá inmediatamente.

Cuando salga de este espacio volverá a reconocer la feria e inmediatamente recuperará su nivel alto de sensación.

El dato que acaba de obtener será duradero y distinto, le apetecerá contarlo y que sea vivido por otras mentes.

Se ha logrado un hueco entre carteles que deja ver algo.

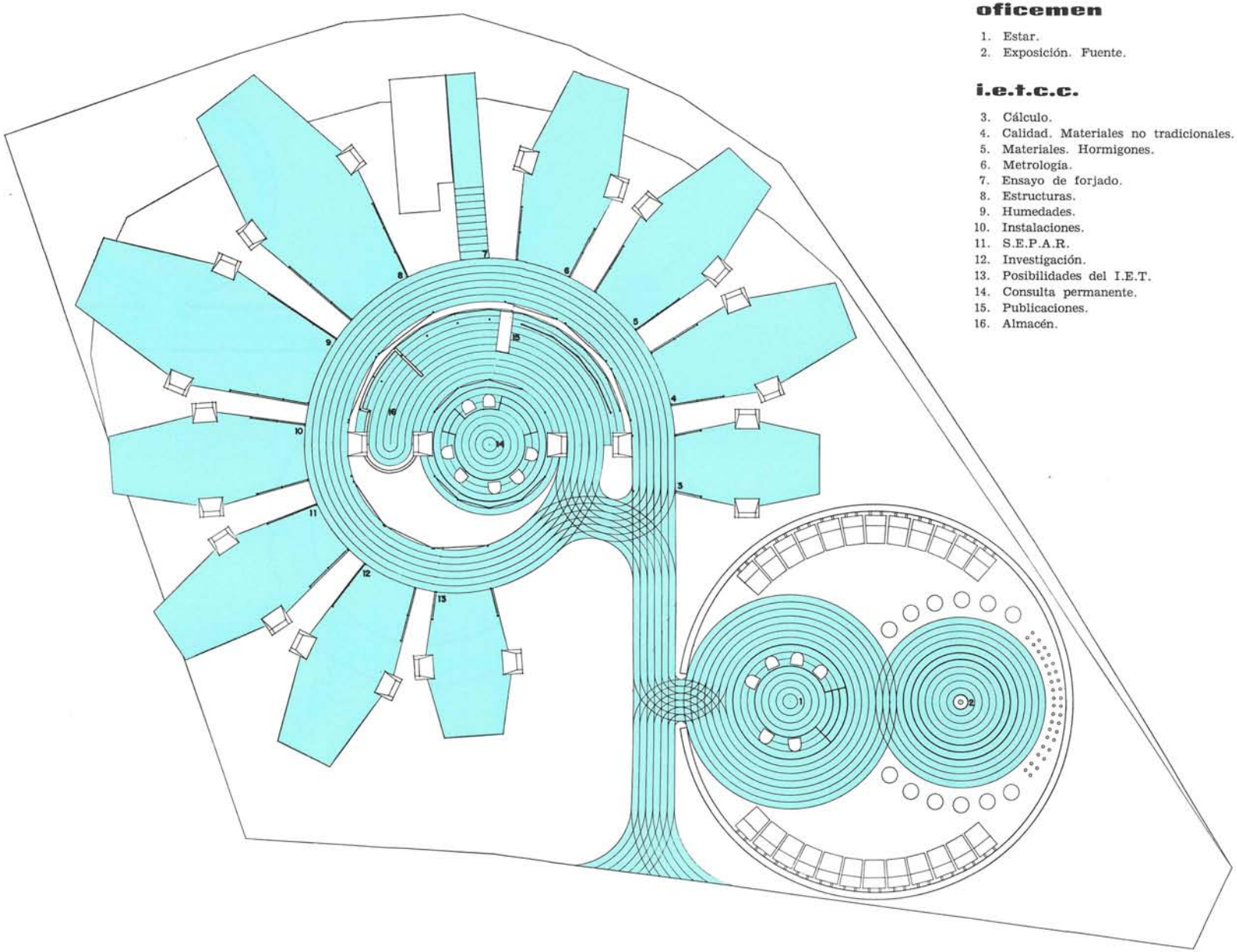
es una sensación sonora entre voces.



esquema de circulaciones

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

planta general



oficemen

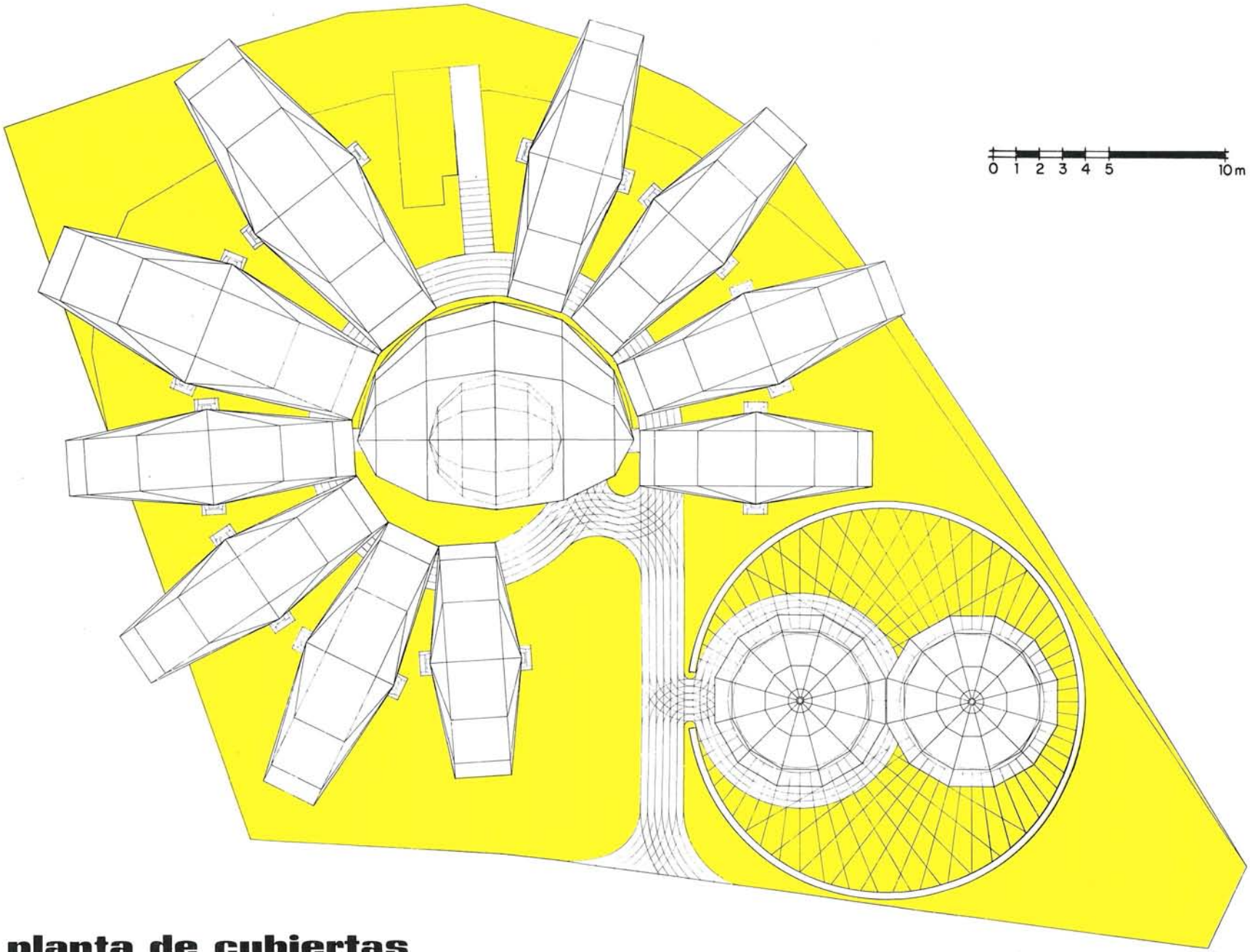
1. Estar.
2. Exposición. Fuente.

i.e.t.c.c.

3. Cálculo.
4. Calidad. Materiales no tradicionales.
5. Materiales. Hormigones.
6. Metrología.
7. Ensayo de forjado.
8. Estructuras.
9. Humedades.
10. Instalaciones.
11. S.E.P.A.R.
12. Investigación.
13. Posibilidades del I.E.T.
14. Consulta permanente.
15. Publicaciones.
16. Almacén.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



planta de cubiertas

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

pabellón de oficemen

Datos que se quieren expresar:

La industria del cemento es potente,
tiene una producción de acuerdo con la demanda planteada.

El cemento no es uno, sino una gama completa para resolver las distintas necesidades,
es sometido a un control para lograr una calidad.

Se considera fundamental expresar la existencia de la gama de distintos cementos, pero el visitante no puede aprender toda la teoría de aplicación de los distintos tipos de cemento en una visita. Esta teoría se expresa en un folleto que utilizará el visitante en el momento de aplicación.

Se toman como conceptos origen del planteamiento:

CEMENTO,
CALIDAD CONTROLADA,
POTENCIA DE LA INDUSTRIA QUE LO FABRICA.

El dato que se quiere dar es conceptual, debe ser dado por el espacio en sí mismo, construido con CEMENTO.

Es necesario que el dato sea inesperado.

El espacio exterior es simple, apetece saber lo que hay dentro, pero no se sospecha.

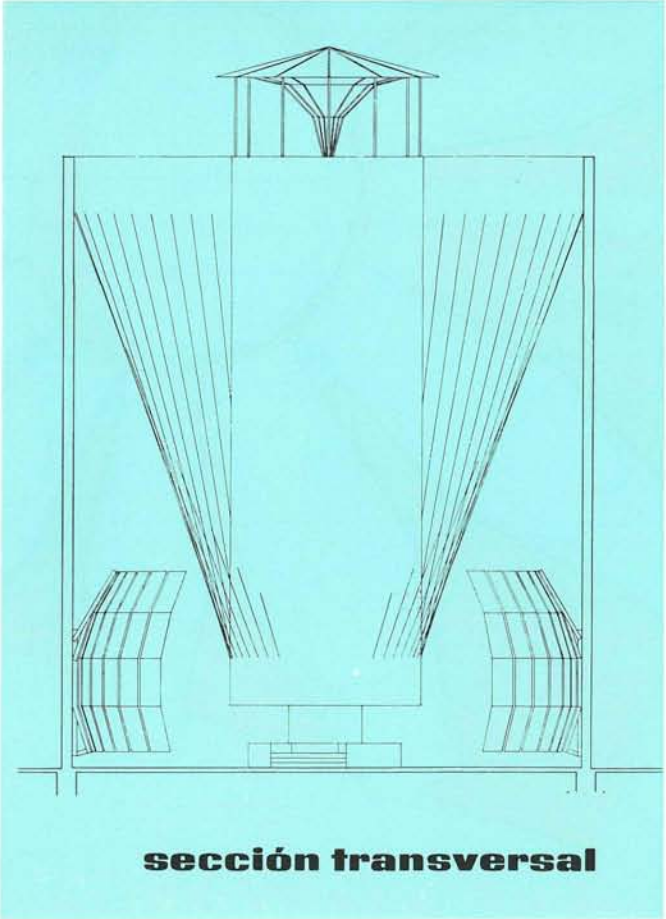
Al descubrir el interior se recibe una sensación unitaria.

Es un espacio en el que no se ha estado nunca y no se comprende.

El visitante necesita analizar este espacio y concentra en él su mente.

Entra.

Al primer análisis comprende la magnitud del espacio. Sobre su cabeza tiene unos cilindros de gran peso que forman un espacio sorpresa.



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

El sistema de cuelgue de estos cilindros produce una sensación de irrealizable o muy difícilmente realizable, que da a su mente un planteamiento de algo que se escapa a su posibilidad inmediata.

Necesita comprenderlo.

Pregunta o supone.

Está concentrado y comprendiendo.

Ha olvidado el espacio exterior.

La sensación conjunta es distinta.

Se dan los datos pretendidos.

Dos grupos de fotografías rodean al visitante y mantienen su necesidad de análisis y concentración: Uno de ellos está formado por grandes ampliaciones de elementos de pequeño tamaño, que sólo tienen un dato común: CEMENTO. Son trozos de hormigón, mortero, etc. El segundo grupo aporta el segundo dato: FABRICACION DE CEMENTO CON MEDIOS INDUSTRIALES QUE ASEGURAN CALIDAD. El aparato o la máquina fotografiada no tiene valor, sino la necesidad de esfuerzo o seguridad que representa. Son computadores electrónicos, grandes hornos, laboratorios, etc.

El espacio es tenso, simétrico, quieto.

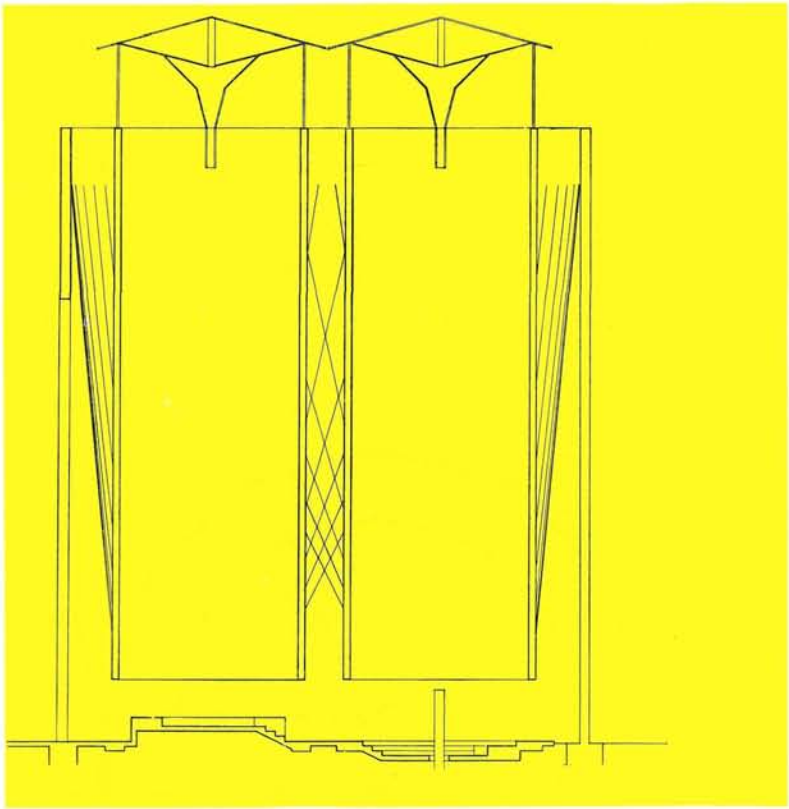
Se incorpora el movimiento.

Surge un volumen de lechada de cemento, continuamente cambiante en forma y sonido.

El visitante no se cansa de contemplar.

Detrás de este espacio hay una palabra: CEMENTO.

Es la causa de la sensación recibida.



sección longitudinal

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

pabellón del i.e.t.c.c.

El I.E.T. realiza dos funciones fundamentales | AYUDA.
ESTUDIA.

La ayuda está dirigida a los que intervienen en la construcción y a la CONSTRUCCION misma.

La feria es de la CONSTRUCCION y será visitada por los que intervienen en la construcción.

El concepto que se quiere expresar es: AYUDA del I.E.T.

Los tipos de ayuda son muy variables e independientes unos de otros.

Cada tipo de ayuda estará rodeado por un espacio.

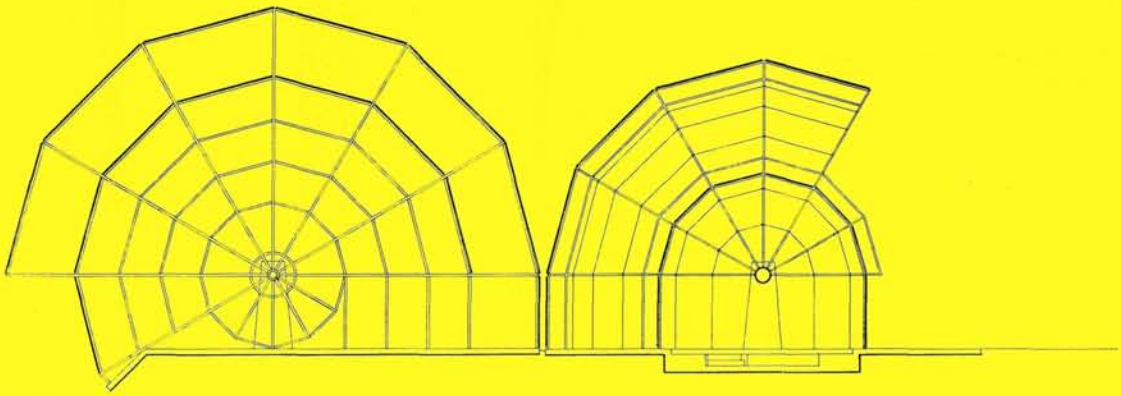
El espacio está limitado por una simple envoltura.

El visitante está dentro de un paquete.

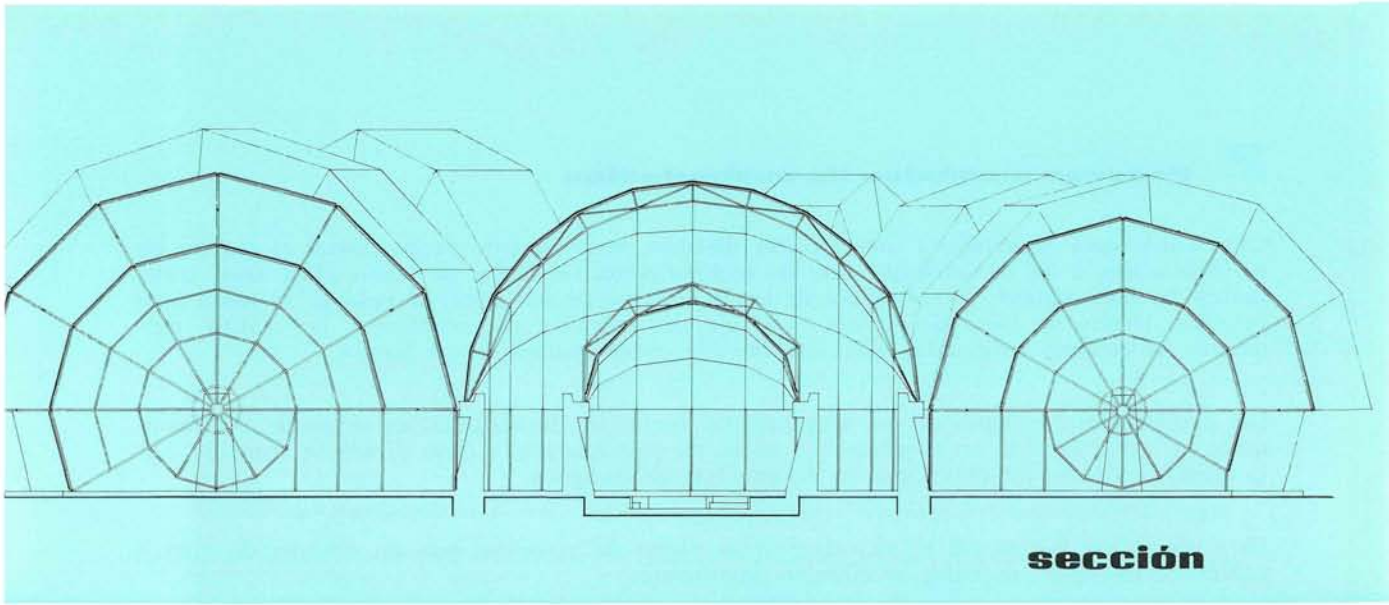
lo importante es el contenido | el ensayo,
el aparato.

Al acabar de recorrer un espacio recibe una sensación instantánea de vegetación que descansa la mente y la prepara para el próximo espacio.

Es un fondo vegetal situado entre espacio y espacio.



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



Después de ver las ayudas del Instituto se desemboca en el centro del pabellón.

Es la zona común.

Se puede preguntar u opinar sobre temas de construcción en la zona de consulta permanente.

Se puede obtener lo encontrado en el tiempo de ESTUDIO del Instituto en la zona de publicaciones.

la mente del visitante ha visto el funcionamiento de un organismo.

le ha comprendido mejor o le ha conocido. Ha entendido la ayuda que le puede dar.

cálculo oficemen

1 Descripción de la estructura

Formalmente, la estructura objeto del presente proyecto consiste en dos cilindros, de hormigón armado, de 2,80 m de radio interior, 20 cm de espesor de pared y 17,35 m de altura, suspendidos mediante 90 cables en el interior de un tercer cilindro, también de hormigón armado, de 8,00 m de radio interior, 30 cm de espesor de pared y 19,30 m de altura. La disposición en planta y alzado del conjunto puede observarse esquemáticamente en los dibujos adjuntos.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc) http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

2 Proceso mecánico de sustentación

Cada cable está sometido a una tensión distinta, inversamente proporcional al coseno de su inclinación, a fin de conseguir que las componentes verticales de todos ellos sean constantes. De esta manera, la resultante de las fuerzas verticales, igual al peso de la masa suspendida, tendrá su línea de acción en el eje del cilindro, no existiendo, por tanto, momentos volcadores originados por una posible excentricidad de tal fuerza.

Las componentes radiales de las tensiones en los cables de sustentación originan una resultante no nula, situada en el plano del anillo de sustentación, y cuya dirección coincide con la intersección de tal plano con el de simetría de la figura.

Esta resultante horizontal se absorbe, en su plano de actución, con un sistema de cuatro cables horizontales anclados al cilindro envolvente.

A la altura del zuncho de sustentación, cota + 17,50, se dispone otro sistema plano de cables análogo al descrito anteriormente y que surge con dos finalidades distintas:

a compensar cualquier acción imprevista, o defecto de ejecución, evitando cualquier posible desplazamiento de la masa suspendida;

b obrar a modo de tirante en el zuncho de cilindro exterior, atenuando los esfuerzos de flexión en éste y corrigiendo en parte sus deformaciones.

Todo el sistema de suspensión descrito someramente en los párrafos anteriores se encuentra explicado, gráficamente, en los planos adjuntos.

cálculo i.e.t.c.c.

Estructuras tubulares

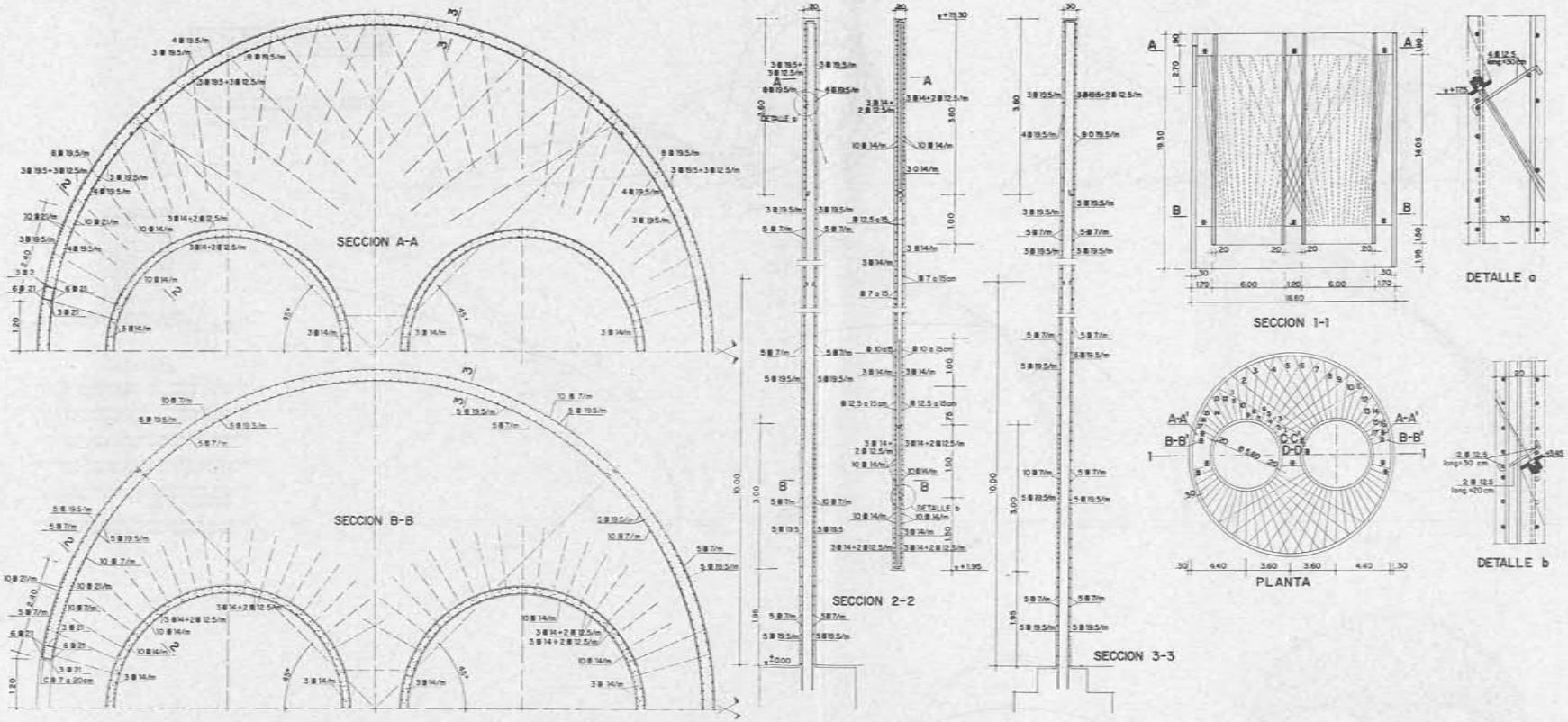
Respondiendo a las dos condiciones fundamentales iniciales propuestas para la estructura, mínima labor de montaje in situ y mínima importancia de la misma, para resaltar los elementos expuestos en su interior, aquélla fue concebida a partir de figuras de revolución, constituidas por varias costillas con la forma de la directriz, y rigidez propia en su plano, arriostradas entre sí por elementos tensores que seguían, aproximadamente, las generatrices, anclados en ambos extremos a la solera.

A causa de la dificultad de apoyo de los plásticos que habían de formar la cobertura en los tensores, en caso de que éstos estuvieran formados por cables, y también, debido a que el lóbulo central había de quedar abierto en uno de sus extremos, dichos tensores fueron sustituidos por tubos, los cuales, además de facilitar la colocación de los plásticos, permiten resistir ligeros esfuerzos de compresión, necesarios en este último caso citado.

Para el cálculo de las costillas, formadas por celosías, solicitadas por la acción del viento y las componentes de los elementos tensores, fue utilizado el ordenador propiedad del I.E.T.c.c.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc) http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)



http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

leyes de momentos

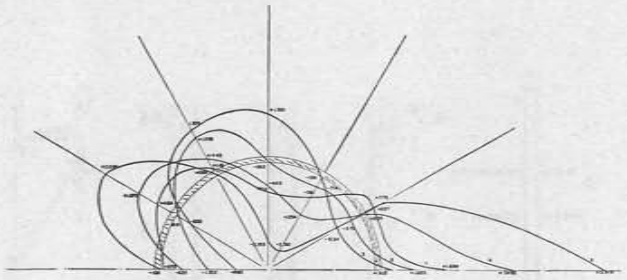


Fig -1-

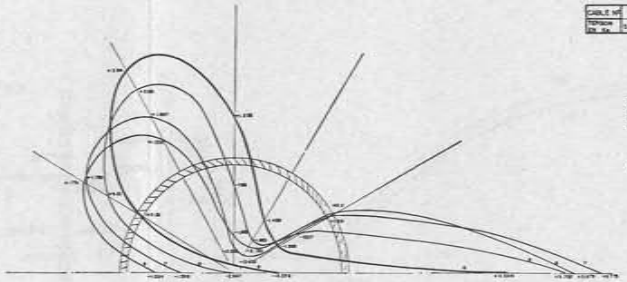


Fig -2-

CABLE Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
TENSION EN Kg.	5.451	5.363	5.325	5.232	5.163	5.090	5.031	4.987	4.920	4.879	4.844	4.814	4.790	4.775	4.761	4.751	4.741

CABLE Nº	A	B	C	D	A'	B'	C'	D'
TENSION EN Kg.	5.505	5.903	–	–	794	794	1.000	1.000

NOTA:
LOS CABLES 1,2,....17 VAN DE COTA +5.45 A COTA +17.50
LOS CABLES A,B,C Y D SON HORIZONTALES A COTA +5.45
" " A',B',C' Y D' " " " " +17.50

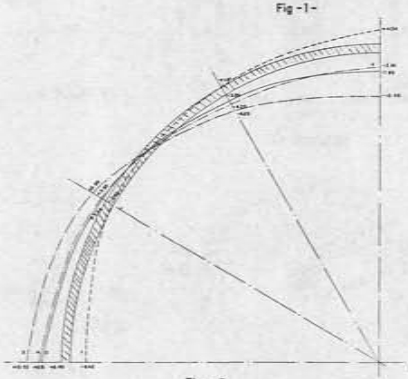


Fig -3-

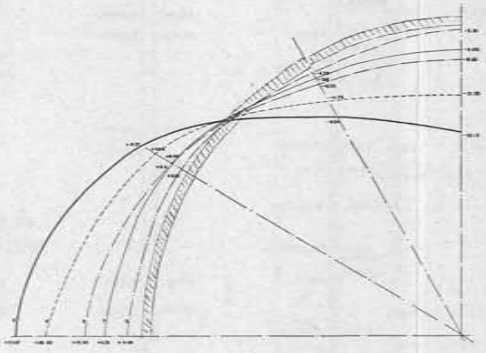


Fig -4-

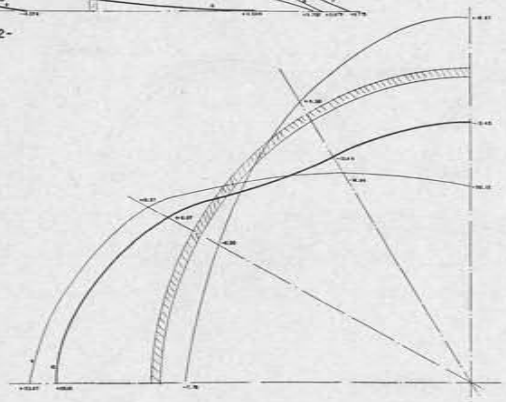


Fig -5-

FASE	CABLES
1	3 Y 15
2	6 Y 12
3	9
4	1 Y 17
5	2 Y 16
6	5 Y 13
7	4 Y 14
8	7 Y 11
9	8 Y 10
10	A,A',B,B',C,C',D,D'

FASES DE TENSADO DE CABLES

NOTA:
LOS CABLES INDICADOS SE TENSARAN SIMULTANEAMENTE CON SU SIMETRICO EN CADA CUADRO.

L E Y E N D A

Fig-1 LEYES DE MOMENTOS FLECTORES EN ANILLO A COTA + 5.45 DEL SILO INTERIOR EN LAS FASES DE TESADO 1 A 5.

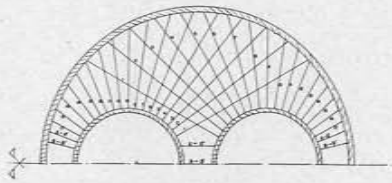
Fig-2 LEYES DE MOMENTOS FLECTORES EN ANILLO A COTA + 5.45 DEL SILO INTERIOR EN LAS FASES DE TESADO 6 A 9.

Fig-3 LEYES DE MOMENTOS FLECTORES EN ANILLO A COTA +17.50 DEL SILO EXTERIOR EN LAS FASE DE TESADO 1 A 4

Fig-4 LEYES DE MOMENTOS FLECTORES EN ANILLO A COTA +17.50 DEL SILO EXTERIOR EN LAS FASES DE TESADO 5 A 9.

Fig-5 LEYES DE MOMENTOS FLECTORES EN ANILLO A COTA + 17.50 DEL SILO EXTERIOR EN LAS FASES DE TESADO 9 Y 10, Y SUPERPOSICION DE AMBAS.

Fig-6 LEY DE MOMENTOS FLECTORES EN ANILLO A COTA +17.50 DEL SILO INTERIOR EN LA FASE DE TESADO 10.



DISPOSICION DE CABLES

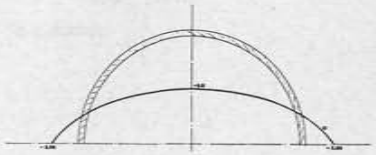
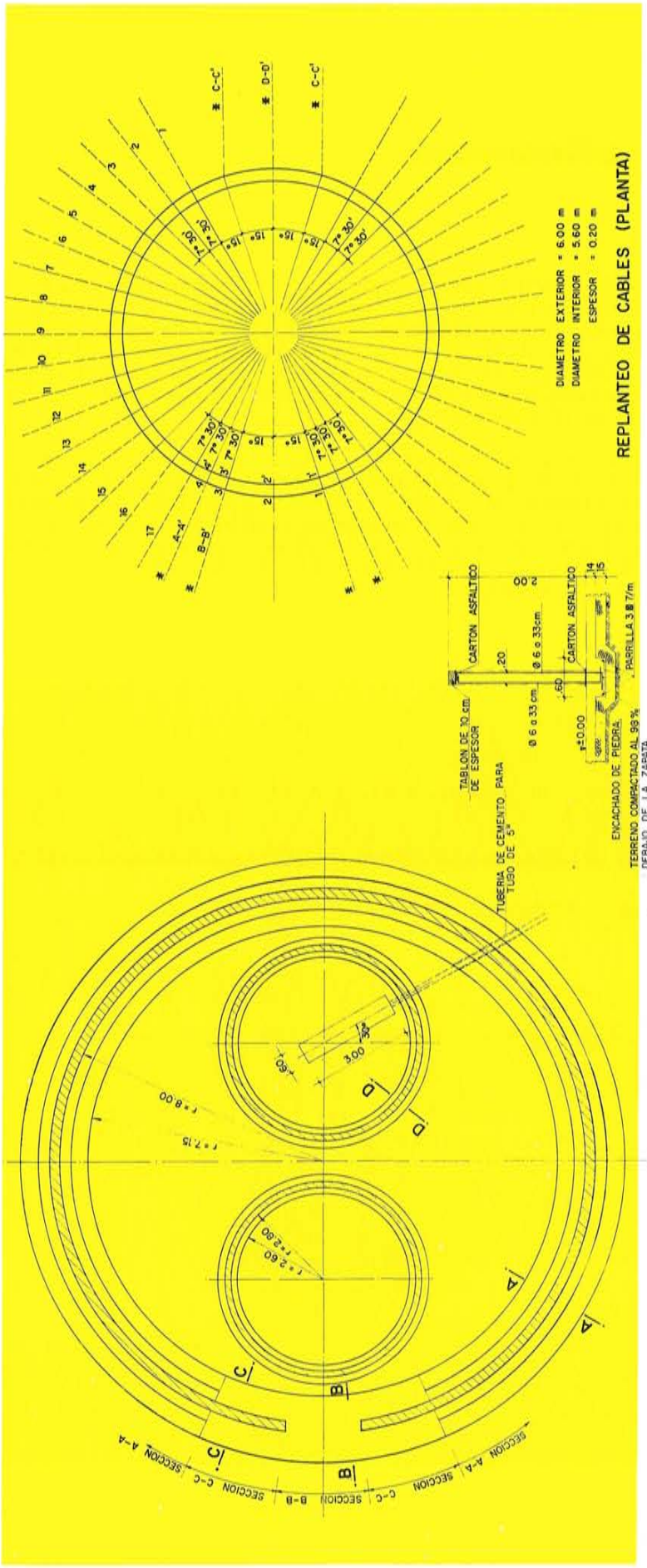


Fig -6-

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



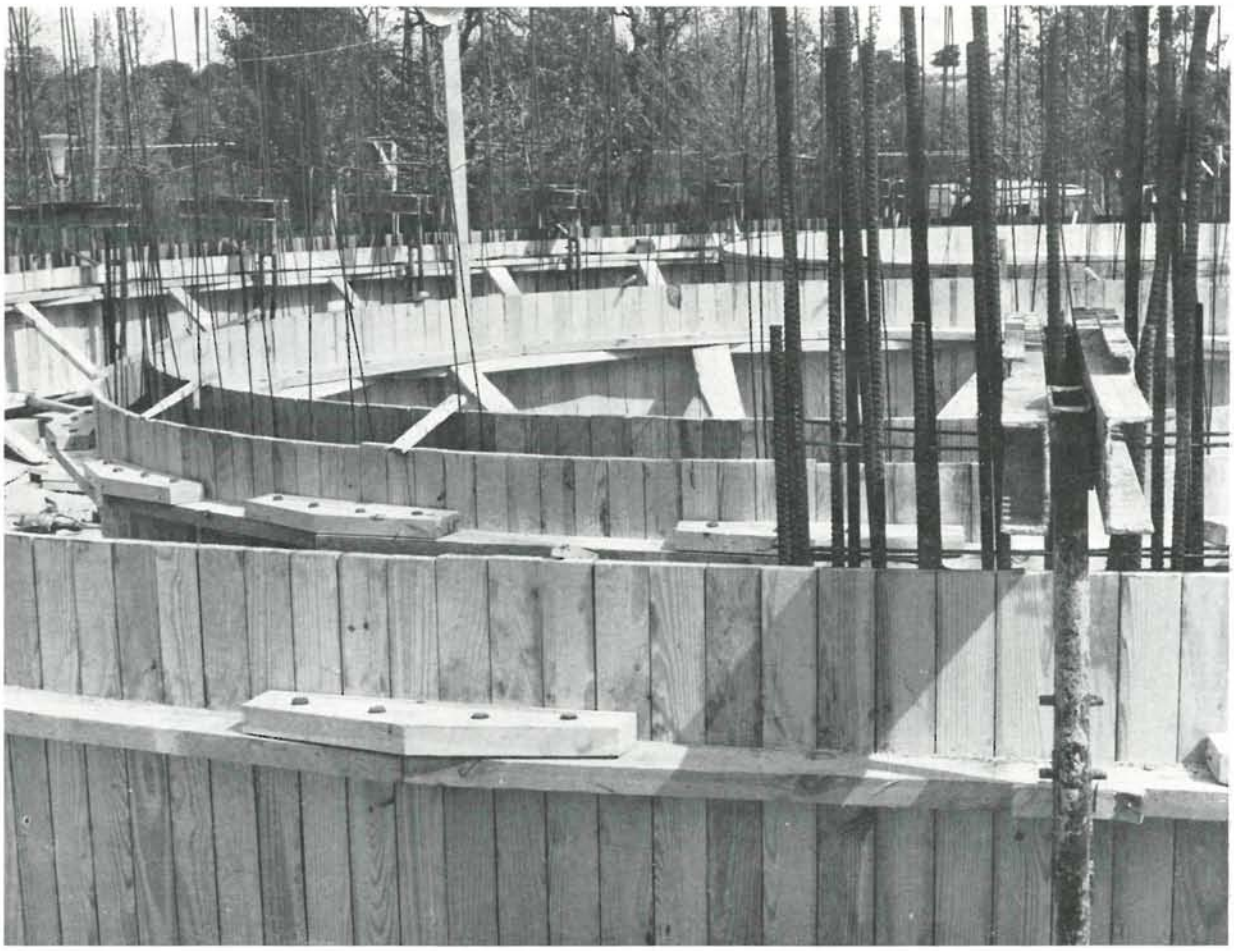
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

pabellón de oficemen

introducción

Para mejor exponer la solución constructiva adoptada en el Pabellón de Oficemen es necesario partir del concepto arquitectónico. El Grupo Nacional Autónomo de Fabricantes de Cementos Artificiales tenía que estar representado en FICOP por un pabellón singular, cuya espectacularidad debía quedar grabada en la mente del visitante, expresando globalmente toda la «potencia» de la Industria Cementera, sin concesiones particulares, de forma muy simple, y en cuya solución constructiva interviniera con predominio casi absoluto el cemento. Es decir, tenía o debía ser de HORMIGON.

Dada la premura con que era necesario proyectarlo y construirlo (a mes y medio vista la inauguración de la feria), se pensó en un principio en definir un pabellón con un sistema de piezas prefabricadas. Sin embargo, la «escala», el moldeo y fraguado de las piezas y los medios auxiliares de puesta en obra que se precisaban impidieron el desarrollo de esta solución. De la dificultad de obtener en hormigón una forma que cumpliera las premisas antes expuestas y en tiempo récord, para este material, surgió la idea de emplear un sistema de encofrados deslizantes, como mejor solución.



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc) http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

En cierto modo el sistema dio lugar al espectáculo. Este espectáculo consistió, esencialmente, en un espacio definido por dos cilindros de 6 m de diámetro y 20 cm de espesor de pared y de 17,5 m de altura, flotando sobre las cabezas de los espectadores, con un total de 165 t de peso, encerrados en otro cilindro de 16 m de Ø y 30 cm de espesor de pared, que arrancaba desde el suelo y llegaba a los 19,30 m de altura.

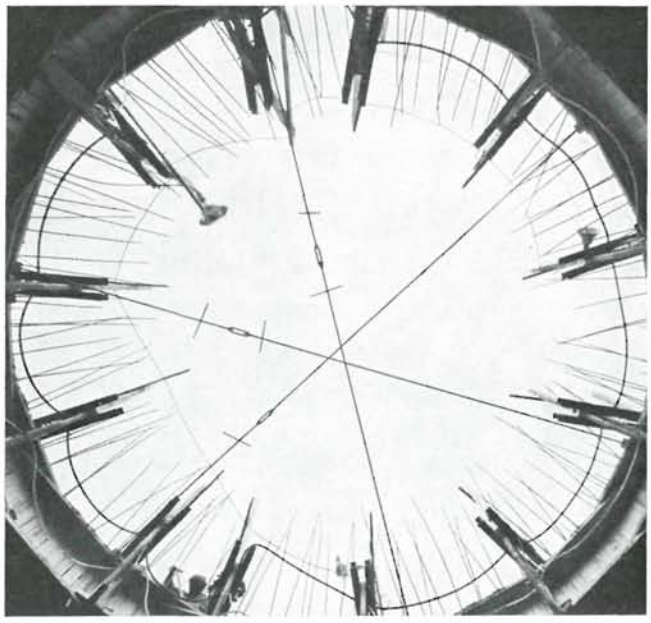
construcción

Como se ha indicado antes, para la construcción del Pabellón de OFICEMEN se eligió el sistema de encofrados deslizantes porque permitía elevar paredes de hormigón, con forma libre y sección constante en altura, a una velocidad, en ciertos casos, de hasta 7 m/24 h, con un encofrado de 1 metro de altura, aproximadamente. Por otro lado, se eligió como sistema de suspensión de los cilindros interiores el de cables para pretensado porque satisfacía las condiciones impuestas en el proyecto.

fases de construcción

cimentación

El sistema de cimentación fue el tradicional de zapata corrida de hormigón armado. Fue necesario cimentar también los dos cilindros interiores, ya que para



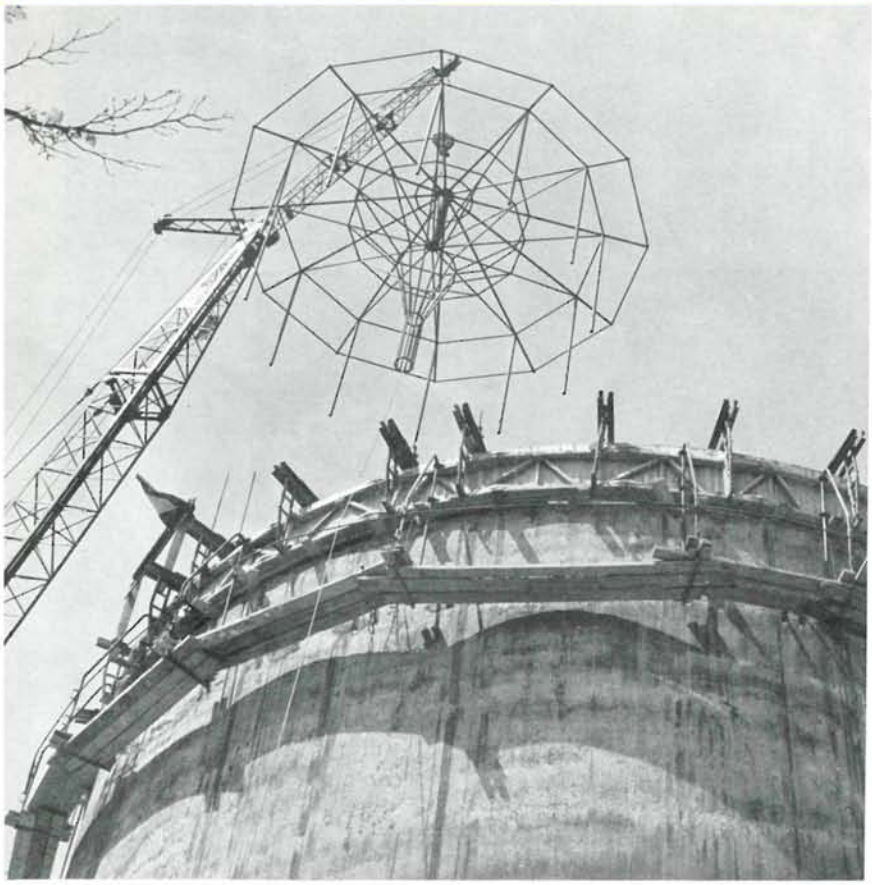
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

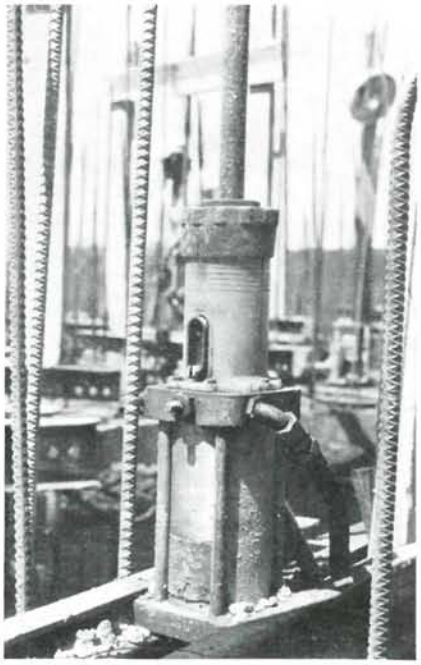
Encofrados en fase de deslizamiento.

la construcción de éstos con encofrado deslizante era imprescindible que arrancasen desde el suelo, suplementando con un muro provisional ligeramente armado, que luego se eliminaría, quedando los cilindros suspendidos a 2 m de altura.

ejecución de los cilindros

Una vez terminada la cimentación, en la que se dejó en espera las armaduras verticales hasta una altura aproximada de 6 m en el cilindro exterior, se colocó el encofrado de madera de los tres cilindros. Este encofrado fue realizado en dos días, en los talleres del Instituto.

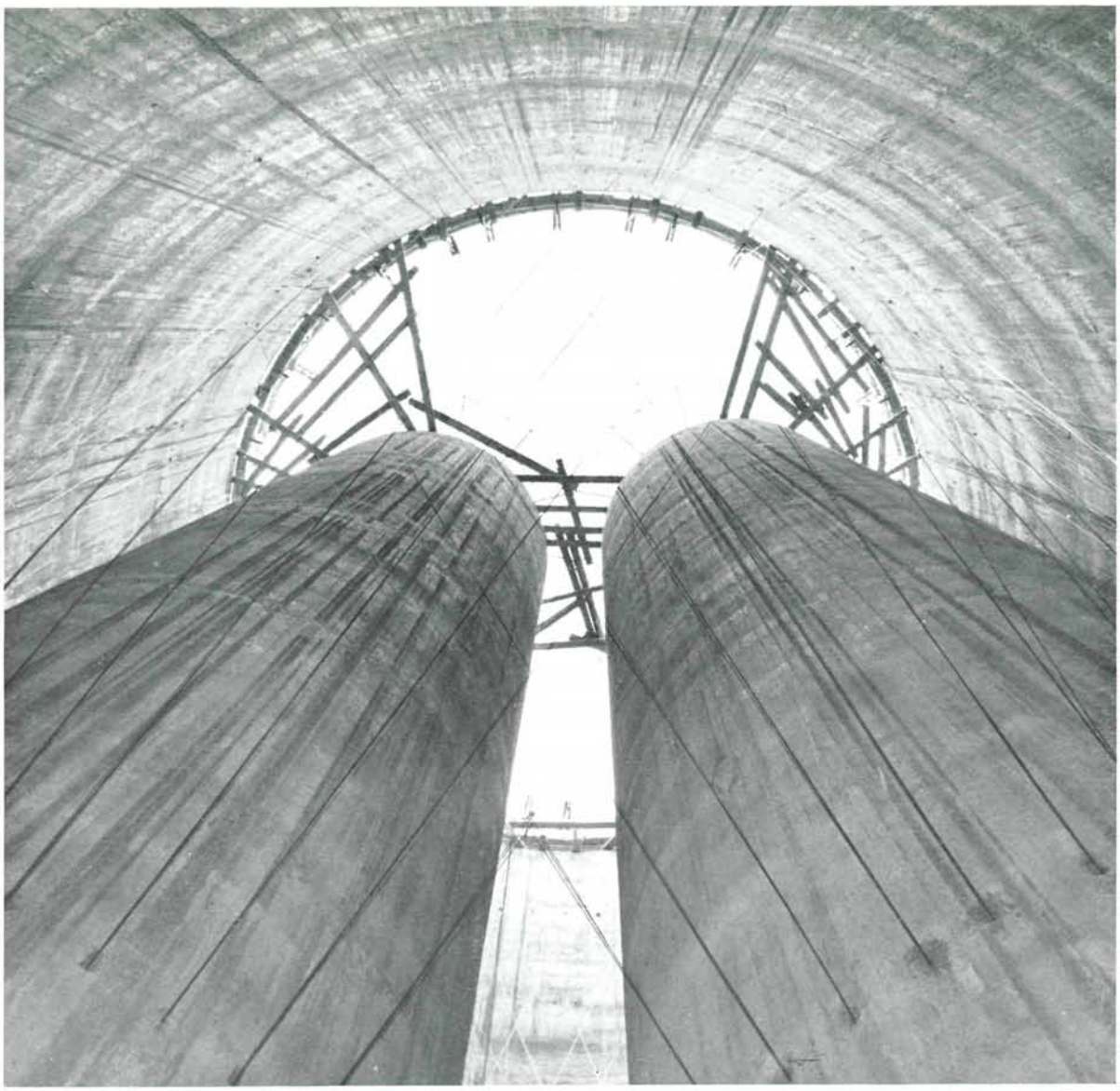


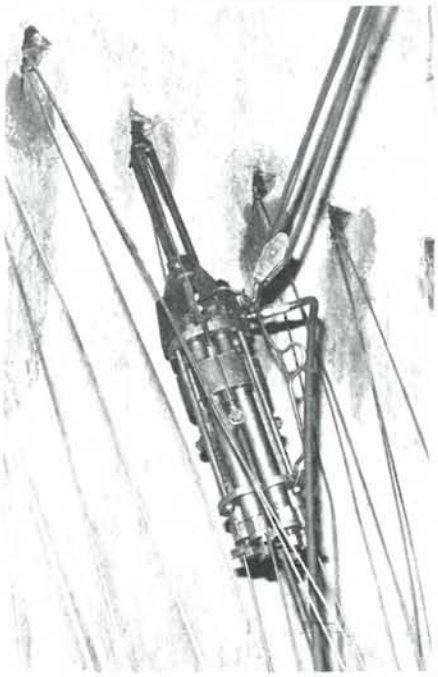


Gatos hidráulicos para deslizamiento.

Montaje de la estructura metálica de la cubierta de los cilindros interiores.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es





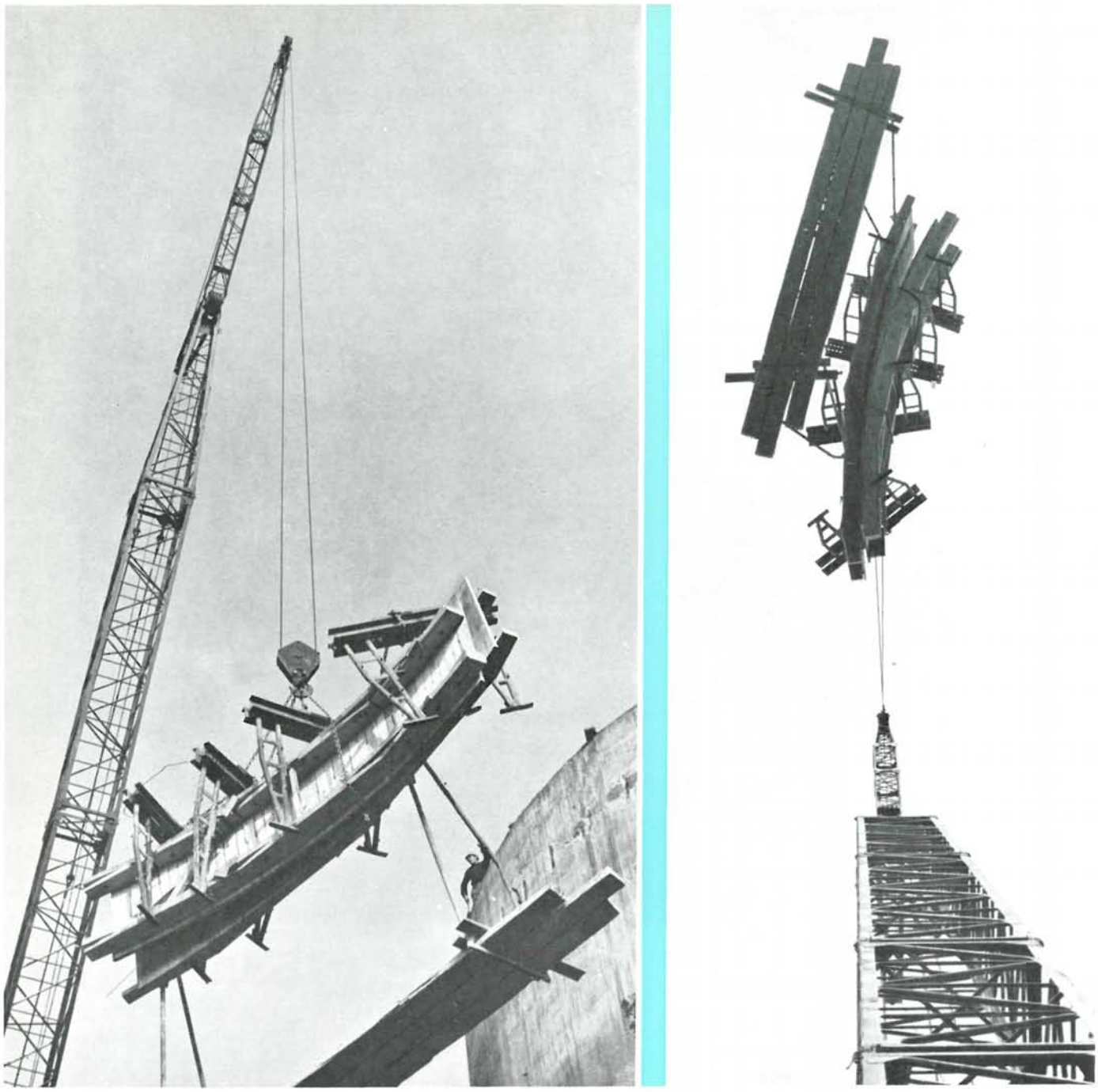
Aspecto interior en construcción.

Gatos hidráulicos para tesado de cables.

A continuación se colocó el equipo de elevación con los yugos, la plataforma de trabajo y, finalmente, los gatos. A uno y otro lado de los dos cilindros menores se dejaron, en la plataforma de trabajo, sendos huecos, dotados con maquinillos para suministro del hormigón con carretillas, desde el nivel del suelo.

Al alcanzar los 2 m de altura, se dispuso, en las paredes de los cilindros que debían ir suspendidos, una junta horizontal hecha con tablero de fibras, que serviría como línea de corte cuando se colgasen aquéllos, a partir de la cual se colocó la correspondiente armadura. Previamente, al comienzo del hormigonado, se habían preparado las 68 piezas para anclaje de los cables.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



Desmontaje, por tramos, de los encofrados.

Estos anclajes se soldaron, en su posición correspondiente, a las armaduras verticales de los cilindros interiores y del cilindro exterior.

A los cinco días de comenzado el hormigonado se llegó a la cota + 19,30, continuando el deslizamiento en vacío para permitir la colocación de un andamio provisional con tablones cruzados para facilitar el desmontaje del encofrado y las posteriores operaciones de acabado. Para todas estas operaciones, así como para acceso a la planta de abajo, se había dispuesto, en el interior de uno de los cilindros, una escalera provisional con andamiaje tubular.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

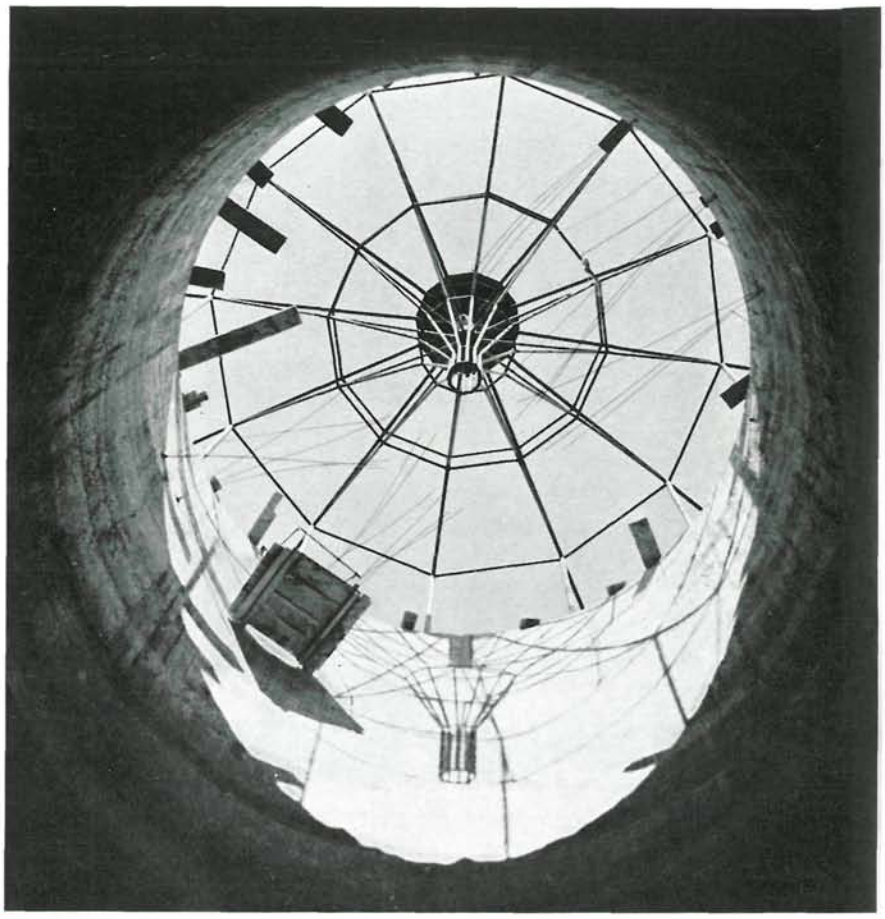
colocación y tesado de los cables

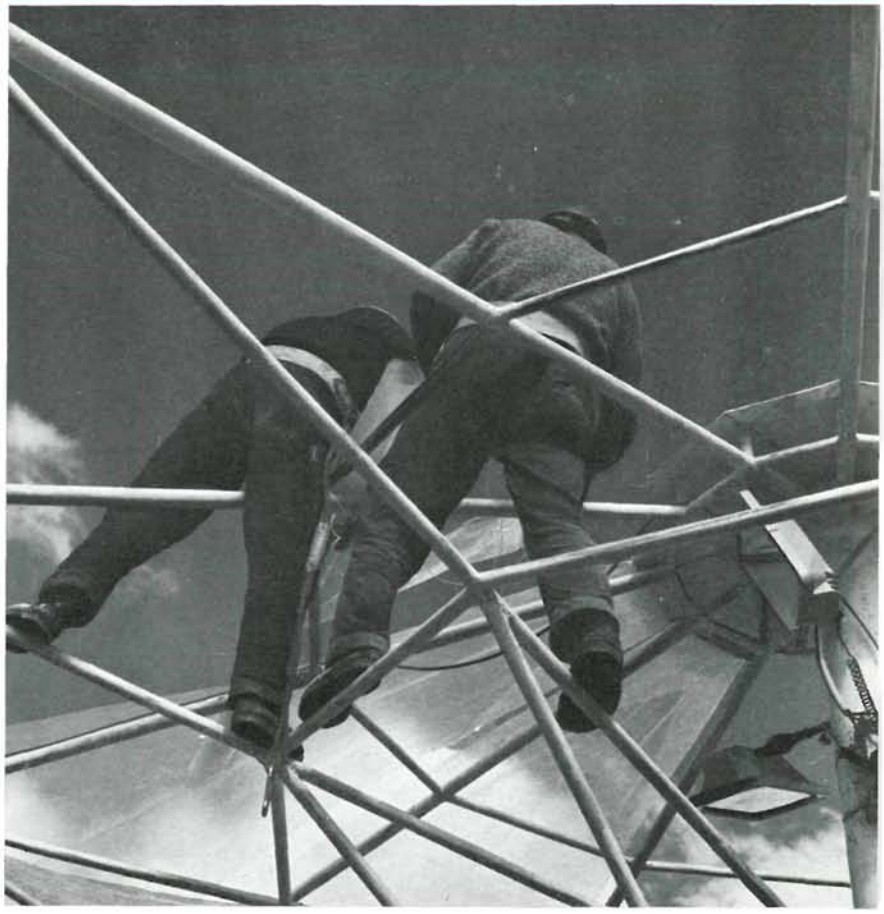
A los tres días de hormigonados los cilindros se procedió al paso de los 204 hilos (tres por cable). Estos se ensartaron por la parte alta del cilindro exterior. La operación se ejecutó desde el andamio colgado por fuera a 2,5 m por debajo del nivel de la plataforma de trabajo.

Un día después se tesaron los cables desde la parte baja del interior de los cilindros de 6 m de diámetro, dando a cada uno, exactamente, la tensión necesaria. Alcanzada ésta se produjo una grieta por el lugar en que se había dispuesto la junta, entre los cilindros y su base provisional de apoyo. Lon cilindros habían quedado, pues, suspendidos. Poco después se procedió a la demolición de las partes bajas de los muros de hormigón con un equipo de dos compresores y ocho martillos neumáticos.

acabado

Las operaciones de acabado del Pabellón consistieron: por un lado, en la ejecución de las soleras, zona de estar bajo el cilindro suspendido próximo a la entrada, y en la colocación de dos lámparas de estructura tubular y cubierta de polietileno como remate de los cilindros interiores; por otro lado, bajo el cilindro opuesto al de entrada se dispuso una fuente de lechada de cemento, alimentada



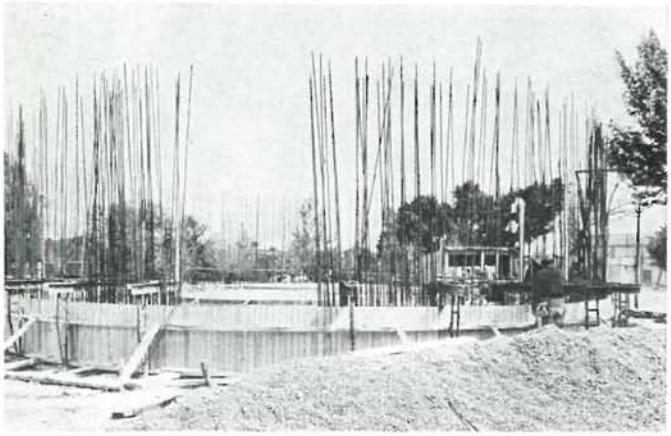


Colocación del film de polietileno sobre la armadura metálica de cubierta.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

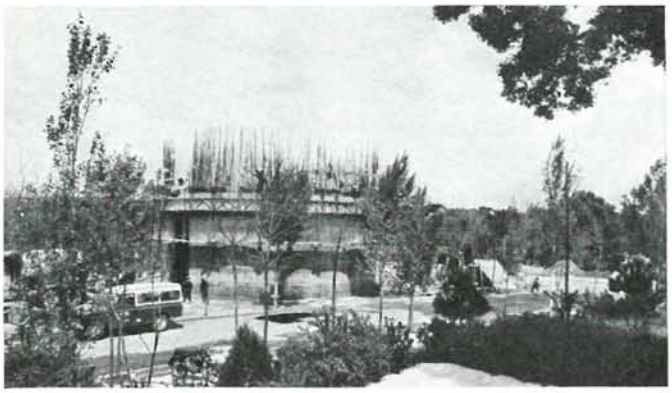
desarrollo de la construcción

25-IV-67

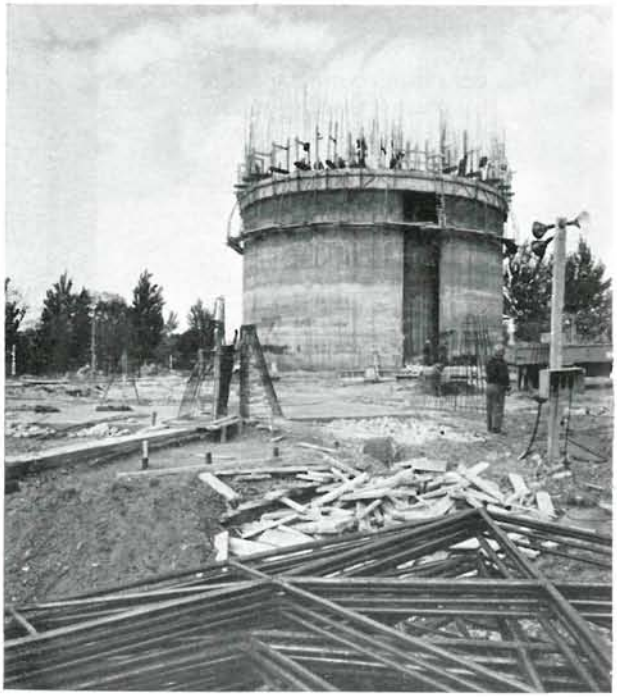


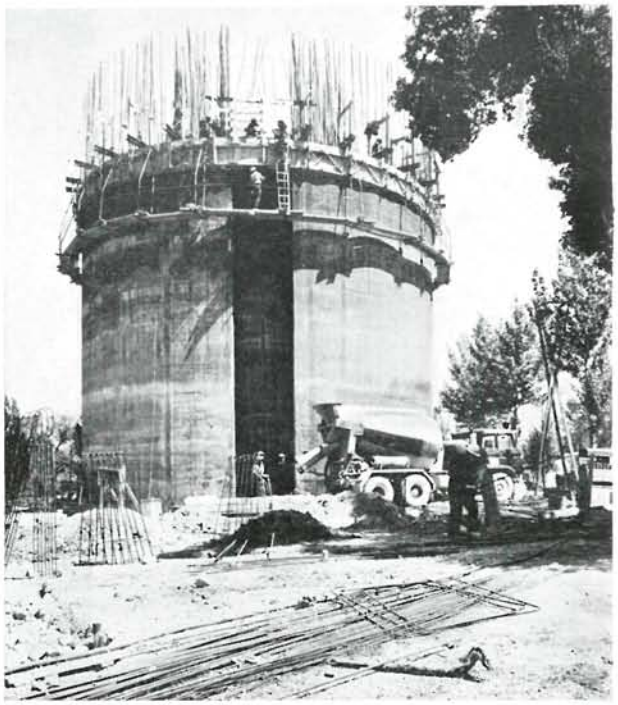
29-IV-67

30-IV-67
1-V-67



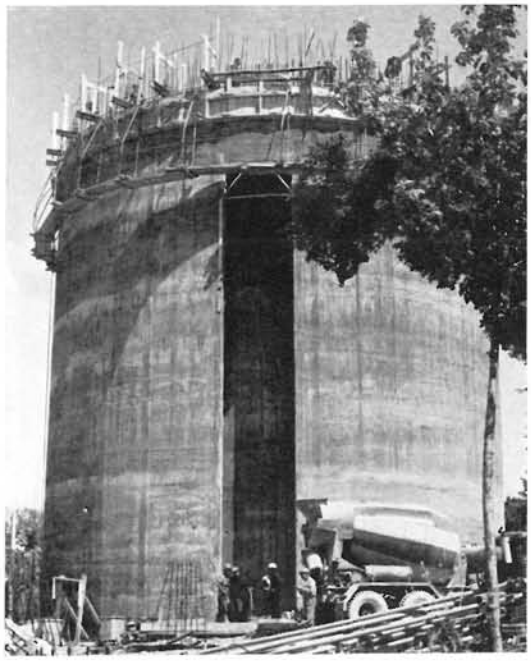
2-V-67



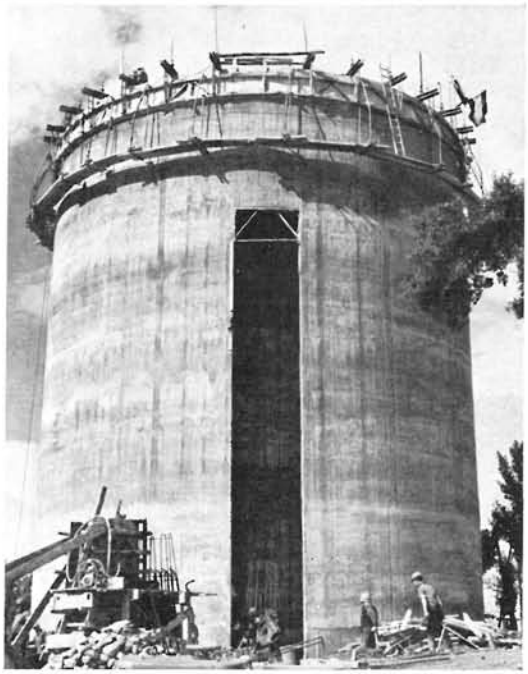


3-V-67

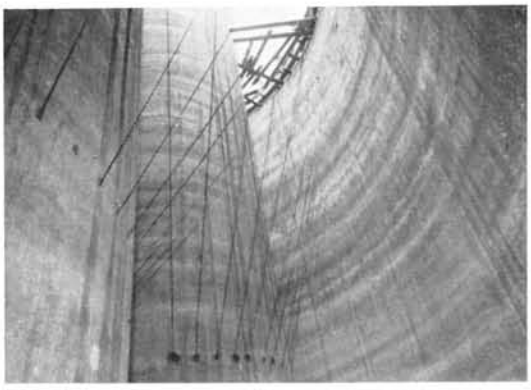
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)



4-V-67

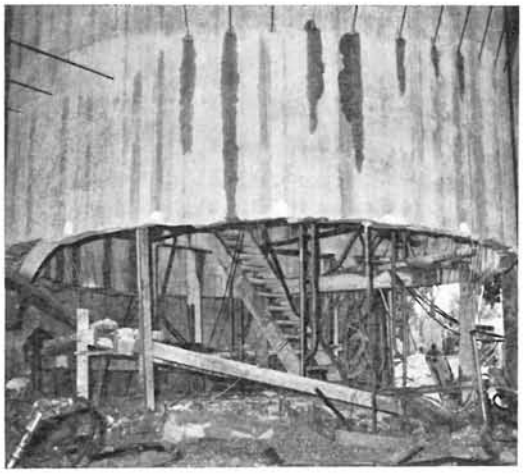


5-V-67

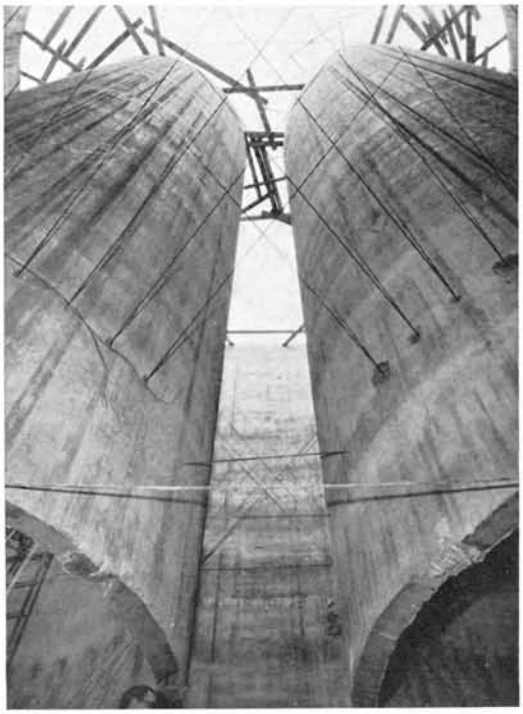


9-V-67

11-V-67



12-V-67



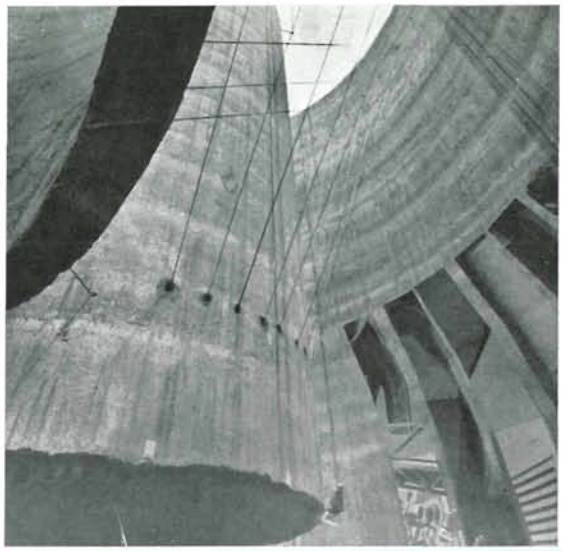
13-V-67

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

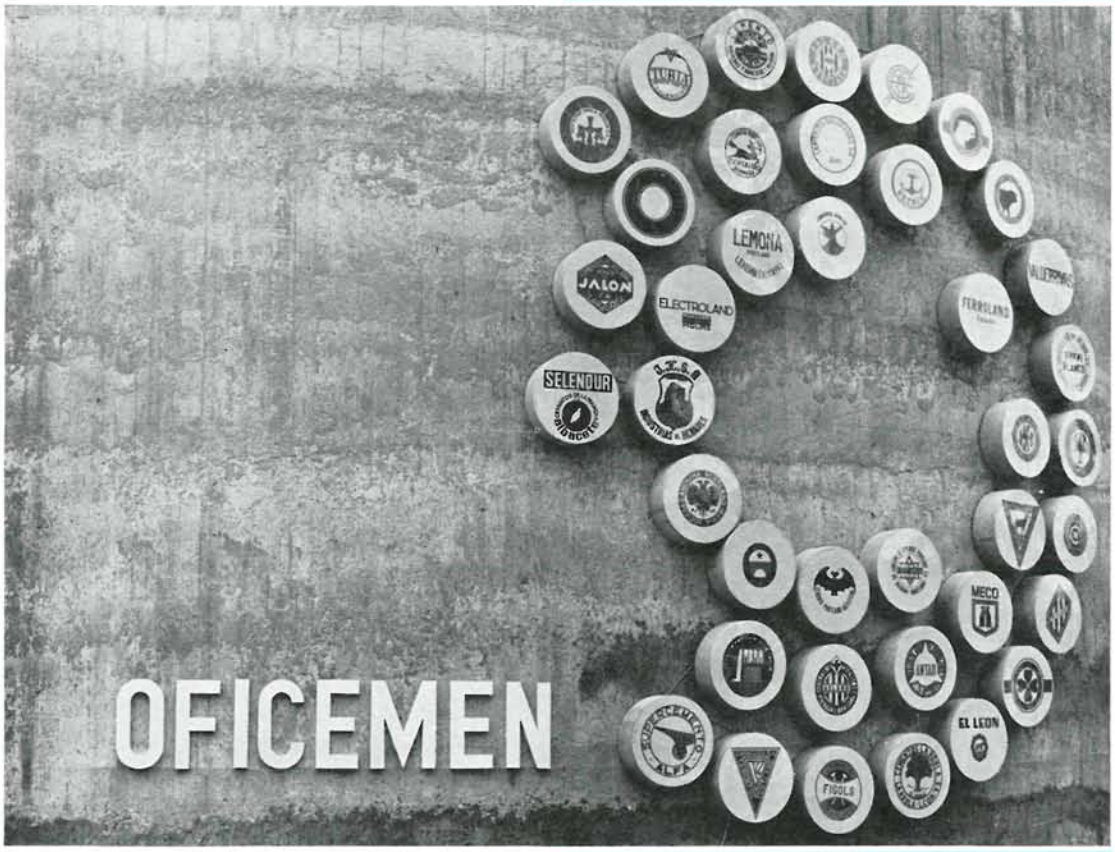
con una bomba de 20 CV., que daba un caudal de 150 metros cúbicos.

Sobre las paredes interiores del cilindro exterior, a uno y otro lado de los dos cilindros supendidos, se colgaron los fragmentos de 24 fotografías de 6 m de altura recibidas sobre bastidores de madera.

Alrededor de la fuente se colocaron doce muestras, cada una representa-



Interior.



Símbolo del Pabellón.

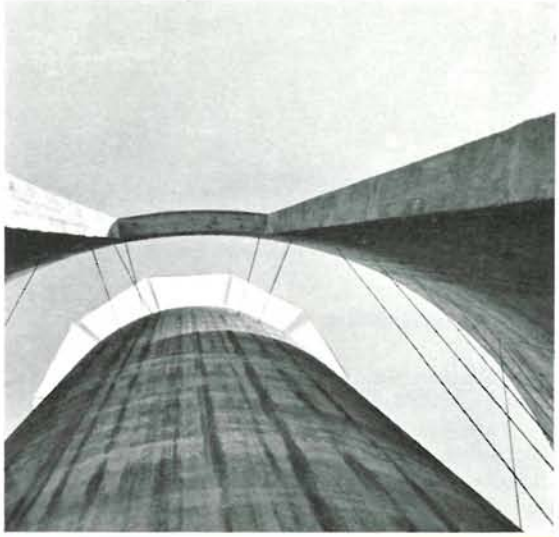
Recepción.

tiva de un tipo de cemento diferente, de los fabricados en España. Cada muestra se expuso en el interior de un cilindro de fibrocemento de 50 centímetros de diámetro, cubierto con un disco de plexiglás e iluminado exteriormente con un reflector. También se dispuso alrededor de la

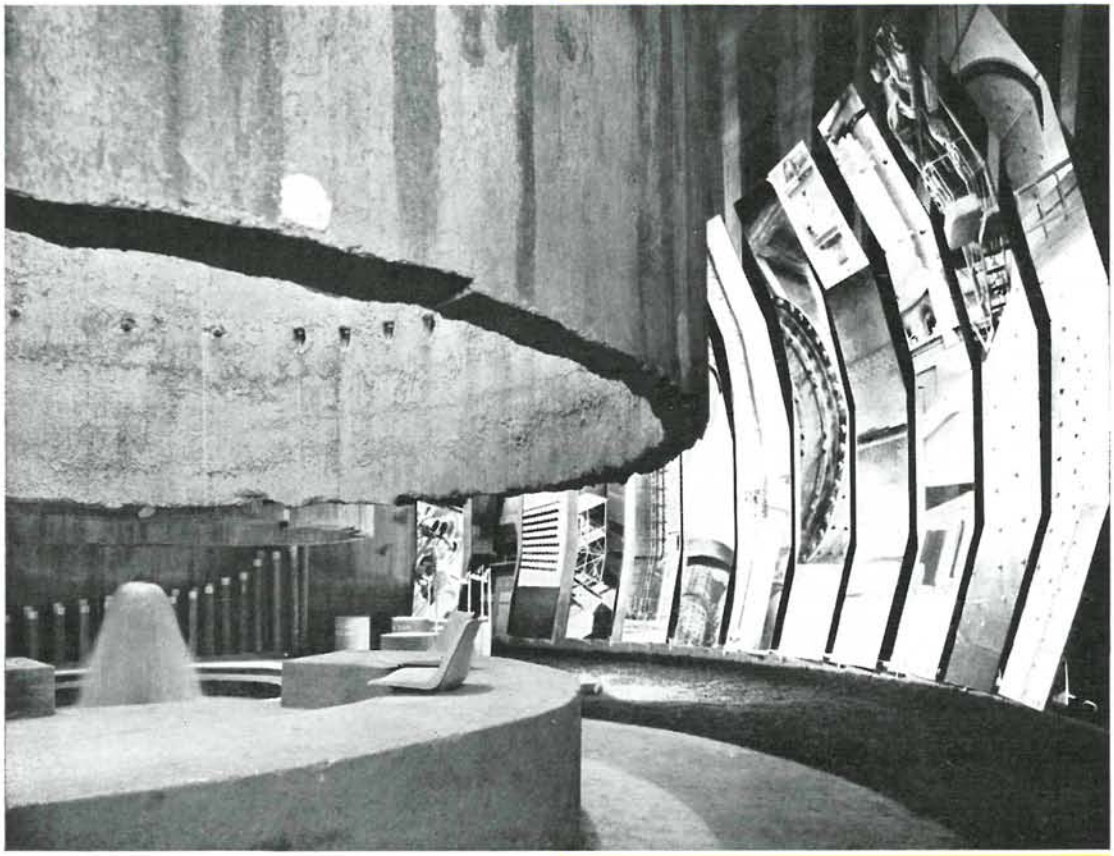
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

fuente un gráfico de producción y consumo de cemento, materializado con tubería de 120 cm de diámetro en fibrocemento.

Por último, la parte de suelo no ocupada por las soleras, es decir, la no pisable, se cubrió con césped en forma de tepes.



Vista interior de la exposición.
Fuente de lechada de cemento.



materiales utilizados

En la construcción del Pabellón de Oficemen se utilizaron entre otros:

- 700 m^3 de hormigón preamasado de cemento P-350 con dosificación de 350 kg/m^3.
- 80 t de acero corrugado de alta resistencia.
- 1.000 kg de acero para pretensado de cemento P-350 con pensión de cilindros.
- 13 m^3 de madera de pino para encofrados.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

construcción

pabellón del I. E. T. c. c.

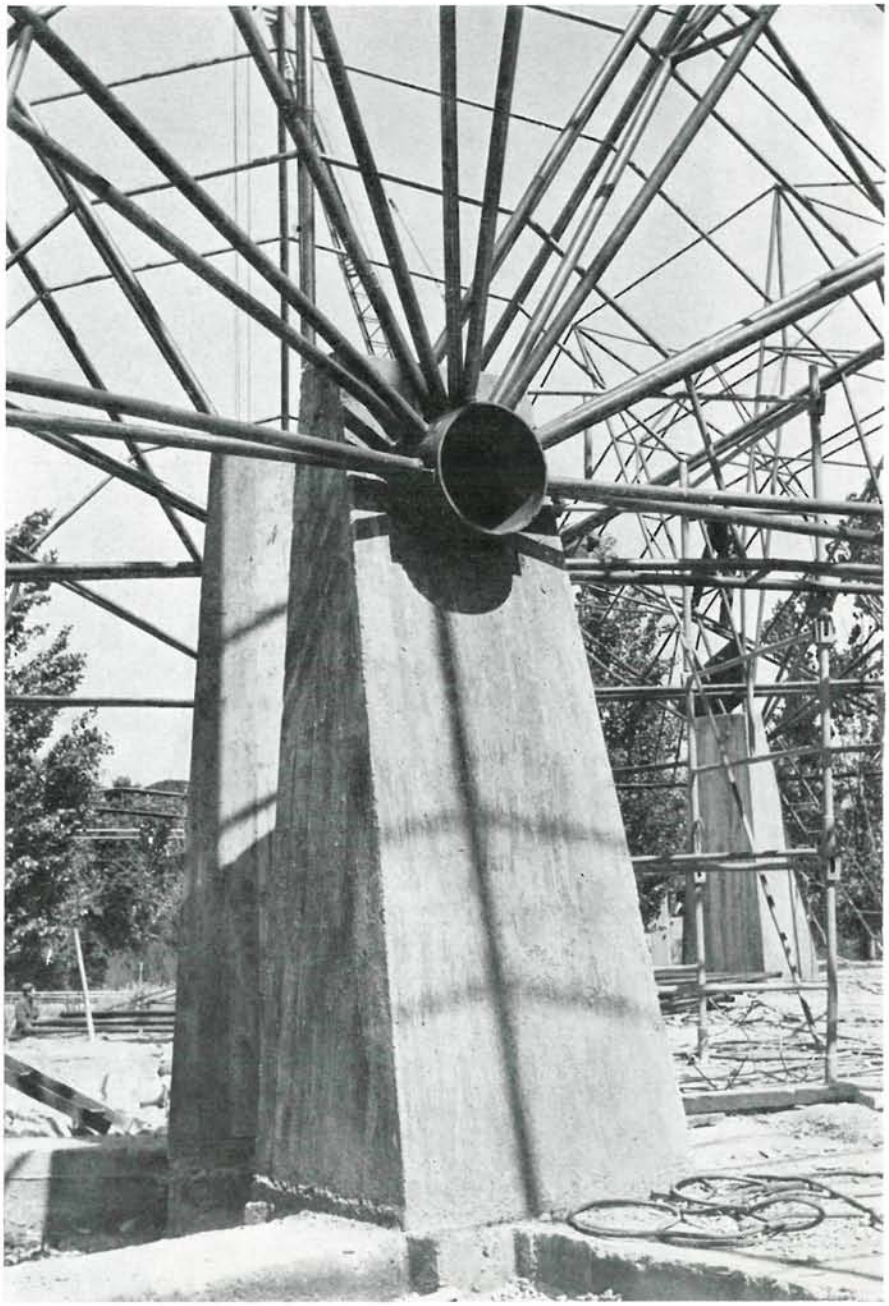
introducción

El Pabellón del Instituto Eduardo Torroja en la última Feria Internacional de la Construcción (FICOP-67), planeado conjuntamente con el de OFICEMEN (Grupo Nacional Autónomo de Fabricantes de Cementos Artificiales) en un mismo islote del recinto de la Feria, es, conceptualmente, materialmente y constructivamente, la antítesis del anterior. Toda la simplicidad, la unidad de expresión y la potencia del Pabellón de Oficemen contrasta en este caso con la complejidad, variedad y ligereza del Pabellón del Instituto.

Para justificar su solución constructiva es también necesario partir de los principios básicos que definieron el proyecto.

La exposición, en una feria, de la actividad, o de un sector de la actividad de un Centro dedicado, en general, a la tecnología de la construcción, resulta extremadamente difícil si no se apoya en aspectos parciales de esa actividad. Es decir, es necesario echar mano de los ejemplos. Así, pues, el Pabellón del Instituto se componía de una serie de recintos aislados entre sí, en cada uno de los cuales se mostraba un ejemplo concreto de algunas posibilidades del I.E.T.c.c. enfocadas desde el punto de vista de su asistencia técnica. Estos recintos estaban unidos entre sí por un paso aislado que desembocaba en dos núcleos centrales: uno, en el que figuraban las publicaciones del Instituto; y otro, en el que se acogía al visitante interesado por cualquier consulta técnica relacionada con problemas de la construcción.

Lo expuesto en cada recinto, o «lóbulo», debía mostrarse de forma que apareciera con toda su im-



Detalle de uno de los nudos de la estructura.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

Montaje de la estructura.

portancia y que despertara el interés del espectador, dentro de un ambiente lo más *neutro* y etéreo posible.

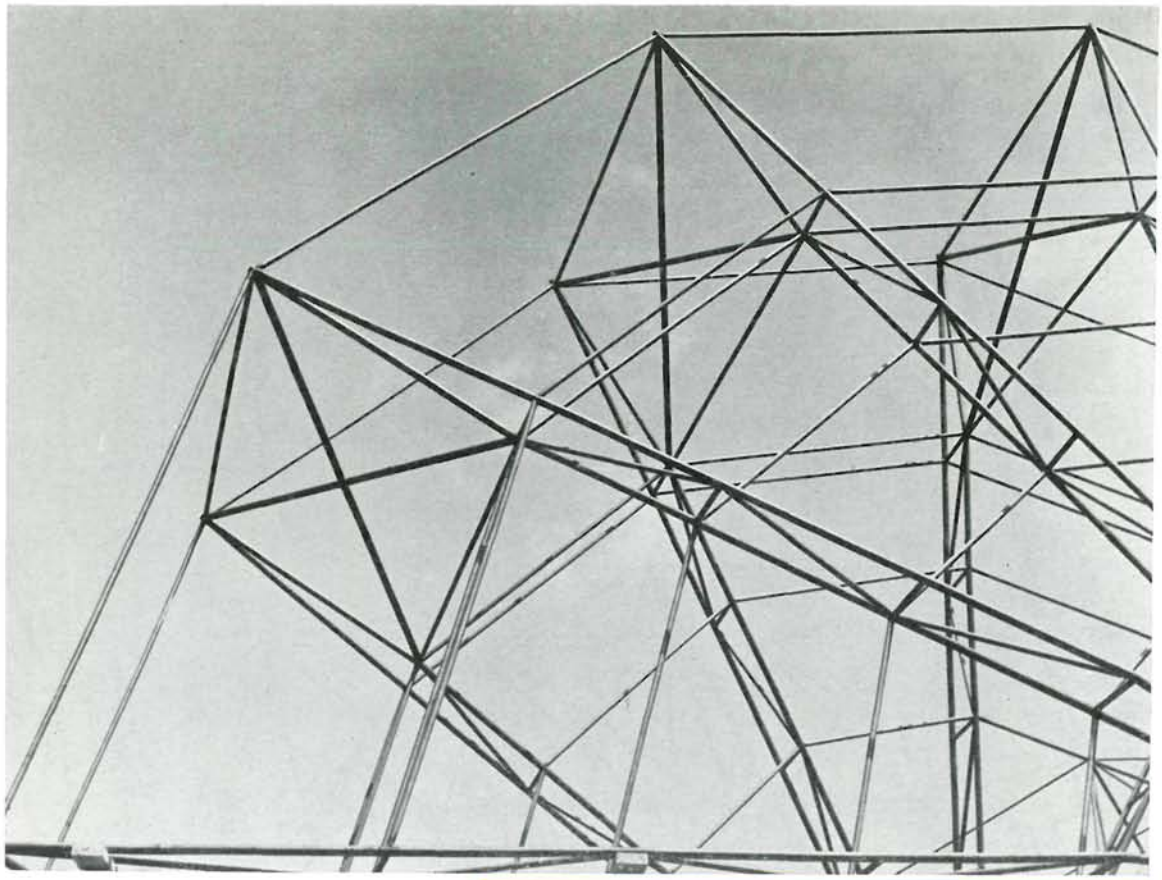
Esta consideración influyó importantemente, tanto en la elección de las formas curvas como en los materiales para la estructura y la cubierta de esas formas.

Por otro lado, el conjunto del Pabellón debía ser expresión de la complejidad de las actividades del Instituto Eduardo Torroja.

construcción

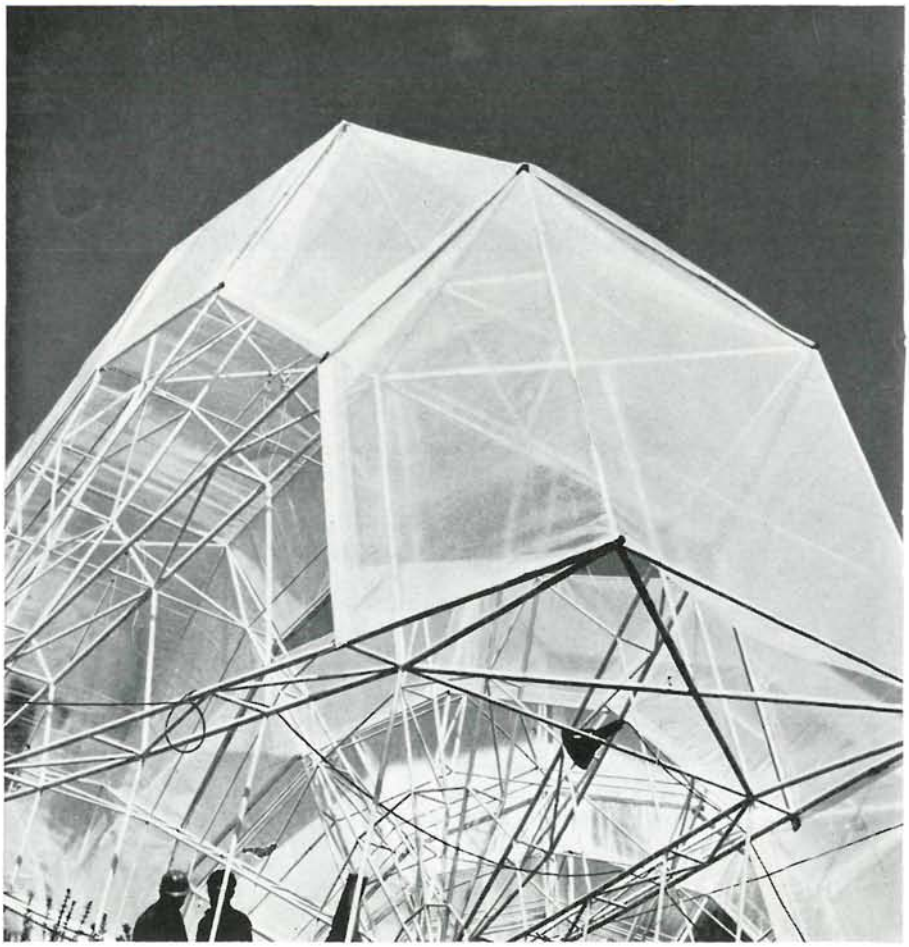
Tres fueron los materiales básicos empleados en la construcción del Pabellón del I.E.T.c.c.: hormigón en cimientos, tubo de acero para la estructura resistente, y film de polietileno como material de cobertura.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



Estructura.

Primera capa de la cubierta con film de polietileno.



Como se apuntó al principio, el Pabellón estuvo definido por una serie de 11 recintos, independientes, de tres tamaños distintos en forma de lenteja con borde plano, dispuestos alrededor de un fragmento de 3/4 de semiesfera que, a su vez, cubría a otra semiesfera central. La forma de estos elementos se consiguió con una estructura tubular asimilable a las estructuras espaciales, cubierta con film de polietileno en tensión. El espacio así conseguido era continuo, sin interrupción entre paredes y techo.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

i.e.t.c.c.

Materiales y procedimientos no tradicionales de construcción
DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA

C. D. U.: 69.022
S. F. B.: Gf2 (21) (23)

Instituto Eduardo Torroja
Costillares - Chamartín
MADRID-16 - ESPAÑA

H. I. S. A.

Sociedad Española HERENG INGENIERIA, S. A.
Consejo de Ciento, 322, 4E - BARCELONA-7

Despacho en Francia:
8 Boulevard de Vaugirard - París-15e

D. I. T. N.º 16
convalidación del Agrément del C. S. T. B. n.º 2672

Procedimiento de construcción
Procédé de gros oeuvre
Structural System

RECONOCIDO POR LA "UNION EUROPÉENNE POUR L'AGRÉMENT TECHNIQUE DANS LA CONSTRUCTION"

INFORME TECNICO

1. PRINCIPIO

La estructura, formada por muros transversales resistentes hormigonados en obra mediante paneles de encofrado metálico, y placas prefabricadas de forjado, se completa con los elementos de fachada prefabricados de hormigón y poliestireno, de tipo «sandwich».

2. MATERIALES

— Hormigón de arena y grava con dosificación de 350 kg de cemento CPA 400 (*) por m³.

— Acero para las armaduras.

— Poliestireno expandido o espuma de poliuretano.

— Gres cerámico o pasta de vidrio.

3. ELEMENTOS

3.1. Paneles de muro de fachada

Están constituidos por una capa exterior de hormigón de 7 cm de espesor, de una capa de poliestireno expandido de un espesor mínimo de 3 cm y de una capa interior de hormigón de 9 cm de espesor mínimo.

Las dos capas de hormigón están armadas con un mallazo soldado (4-3/150-150 en general) y unidas por nervios de 5 cm de ancho situados en el borde de los paneles y en el recercado de las ventanas, y armados con estribos de acero ø 6 cada 0,20 metros.

Estos paneles pueden ser de diversas formas:

— Paneles de ventana.

Su borde superior posee un rebajo en pendiente hacia el exterior de 4,5 cm de profundidad.

A lo largo del borde inferior sobresale la capa exterior de hormigón, formando un resalto de 20 cm de altura y de 7,5 cm de espesor en el arranque, y revestida por su cara interior con una capa de poliestireno expandido de 2 centímetros.

A lo largo de los costados verticales sobresale igualmente 7 cm la capa exterior, existiendo en el borde un canal de sección triangular.

El dintel se reviste en obra de una capa de 2 cm de poliestireno expandido y de un paramento de escayola o de amianto-cemento.

En los bordes verticales sobresalen en espera aceros ø 8 cada 0,25 metros.

En los dinteles quedan empotrados en espera dos tubos de diámetro interior 17 milímetros.

Las ventanas pueden ir incorporadas durante la fabricación, o bien colocadas en obra mediante una serie de casquillos roscados empotrados en las entalladuras previstas para la colocación del cerco.

— Paneles de entrepaño.

Son paneles ciegos en los que la forma del borde es la misma que en los paneles de ventana, estando prevista una entalladura sobre uno de los bordes verticales.

— Paneles de antepecho.

Tiene la misma forma de los bordes verticales y horizontal inferior que los paneles de ventana.

Su borde horizontal superior forma el alféizar de ventana.

En el borde inferior se disponen en espera 2 redondos ø 12 de acero especial.

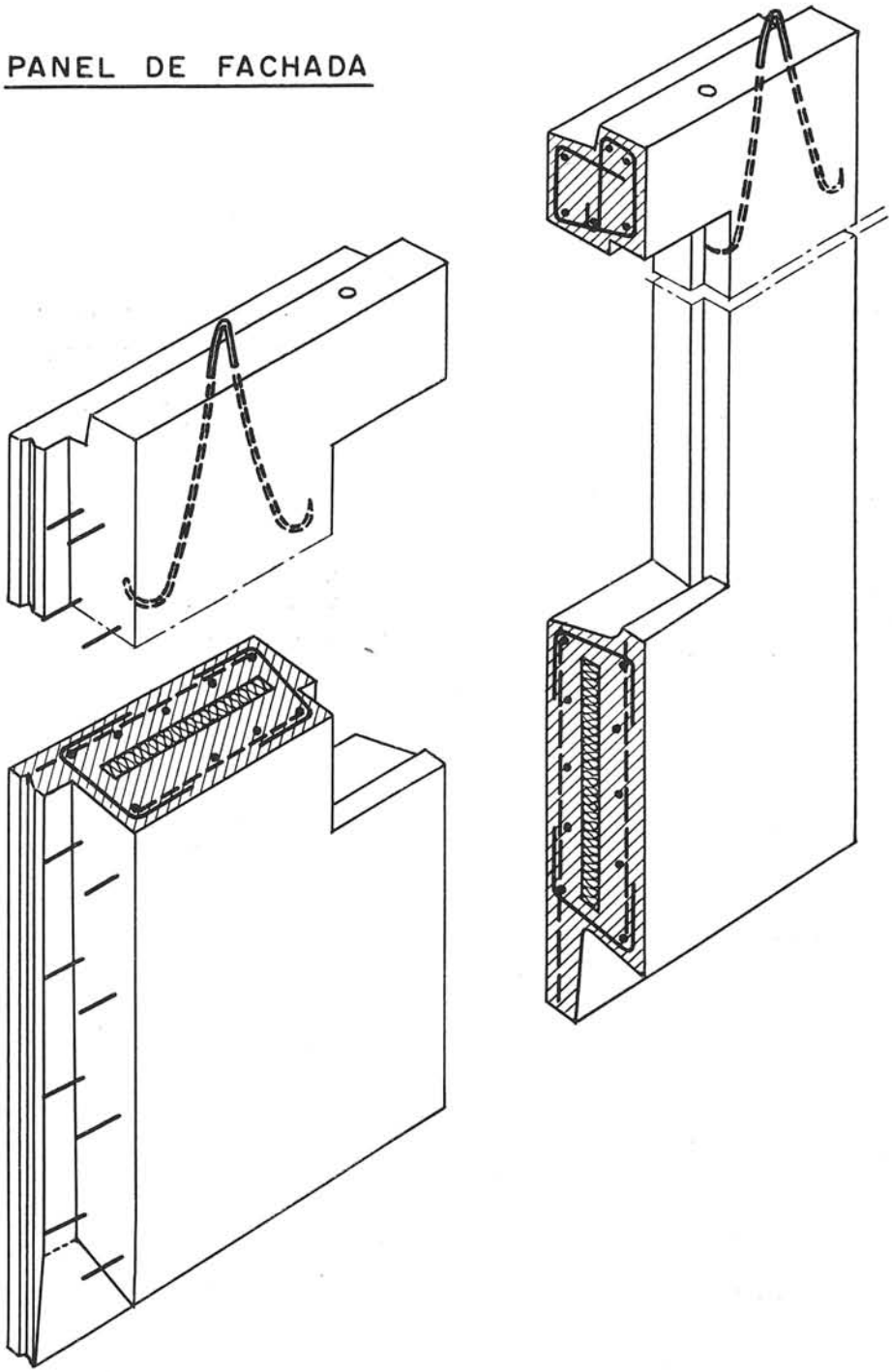
3.2. Paneles de forjado

Son losas de un espesor mínimo de 14 cm, variable según la luz de forjado, y que eventualmente pueden ser aligeradas mediante vaciados tubulares realizados con ayuda de tubos de cartón im-

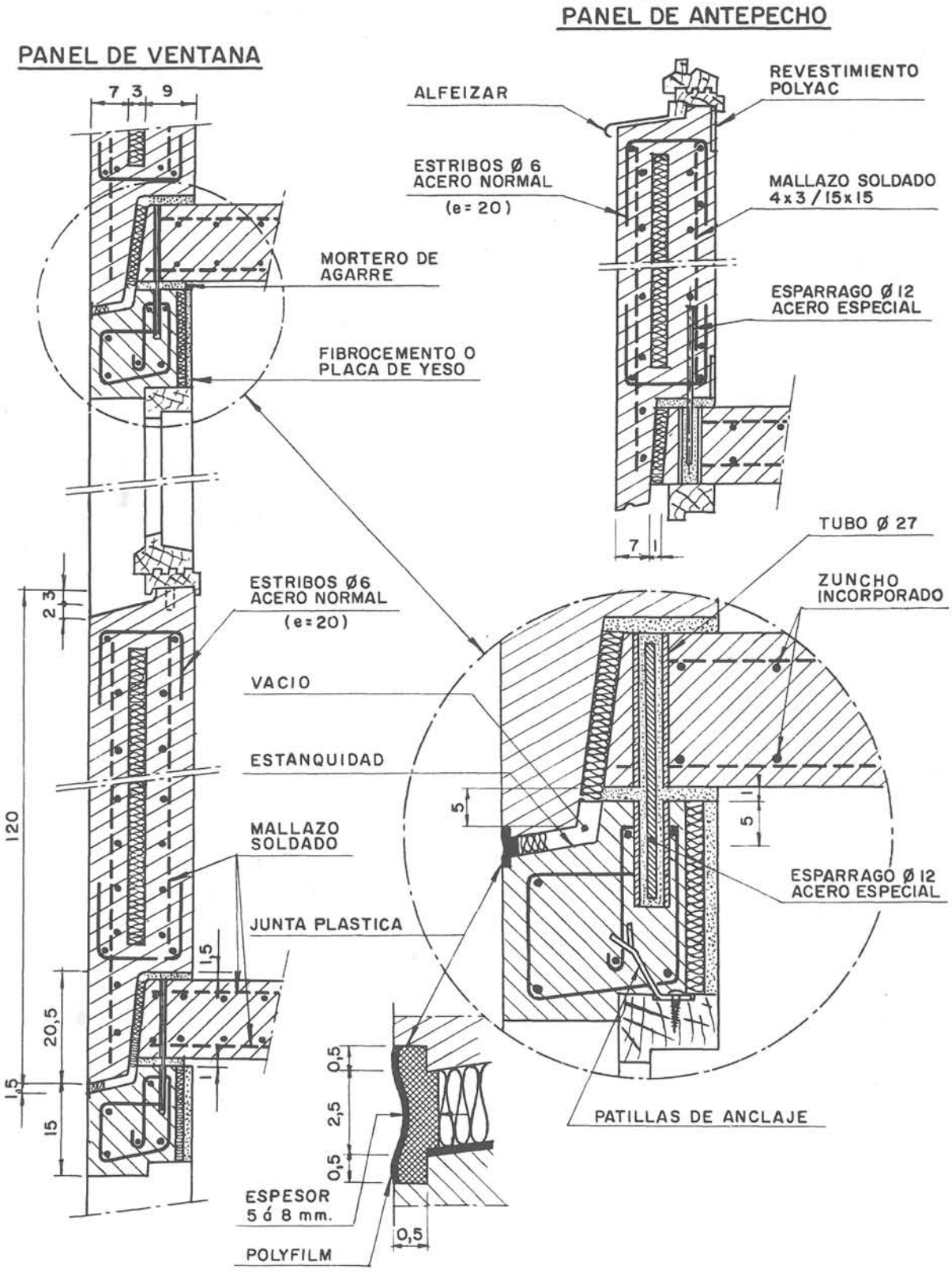
(*) Equivale al cemento Portland 350 ó 450.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

PANEL DE FACHADA



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

permeabilizados y espaciados de tal manera que no sea necesario prever armadura de esfuerzo cortante.

Los bordes de apoyo y los de fachada están simplemente biselados, mientras que los bordes paralelos al sentido de la luz, y a lo largo de los cuales se efectúa la unión con la placa adyacente, tienen forma de V abierta hacia el exterior. De estos bordes sobresalen en espera armaduras de acero ⌀ 10 mm, formando bucles y separados a 1 metro.

En los bordes de apoyo sobresalen en espera aceros de la cara superior e inferior de la placa (⌀ 8 a razón de 5 p/m, por ejemplo). A lo largo del borde de fachada se han incorporado 2 ó 4 aceros especiales ⌀ 10, que sobresalen 0,25 m. A 7 cm de este borde se han empotrado dos tubos de diámetro interior 17 milímetros.

4. FABRICACION

Se efectúa en taller provisional cubierto, o bien en fábrica. Los elementos de muro exterior se fabrican en moldes metálicos basculantes, y los elementos de forjado sobre bancada corrida o en moldes metálicos fijos.

La cara del paramento exterior de los elementos de muro se realiza generalmente en el fondo del molde, disponiendo sucesivamente los diferentes materiales y las armaduras.

Mediante tratamiento térmico se puede obtener una aceleración del fraguado del hormigón. Los moldes se recubren con materia plástica bajo la cual se inyecta vapor a 60°C aproximadamente. El ciclo de fabricación se reduce así a 12 horas, no excediendo la temperatura del hormigón de 45°C.

5. PUESTA EN OBRA

Una vez enrasados los muros resistentes transversales a la altura de apoyo de los forjados, el orden de las operaciones es el siguiente:

— Colocación de las placas de forjado descansando sobre puntales y doblado de los aceros incorporados a la placa al lado opuesto de los zunchos verticales de cabeza de los muros resistentes.

  Puesta en obra de la armadura de los zunchos transversales.

— Colocación de los encofrados de los muros resistentes que son aplomados y nivelados mediante cuñas y puntales en la parte superior y en la inferior, colocación de las armaduras y especialmente de los aceros en espera en los bordes verticales. Hormigonado y pervibrado.

— Puesta en obra de los elementos de fachada que son manejados por la grúa equilibrándolos mediante un perfil metálico y colocándolos en su emplazamiento. Las varillas en espera que sobresalen del borde inferior de los paneles de antepecho, se introducen en los tubos empotrados en el forjado previamente rellenos de mortero. Para los paneles de entrepaño y de ventana se introducen dos redondos ⌀ 12 de acero especial en los tubos empotrados en el forjado y se deslizan hasta introducirse en los tubos empotrados en el dintel rellenos previamente del mismo mortero.

  Los paneles se nivelan y aploman mediante cuñas de madera, y para los antepechos, mediante puntales. Después se retaca la junta de mortero de asiento. En el espacio reservado en la junta vertical se coloca una lámina de poliestireno expandido y después se efectúa el hormigonado del mismo.

— En el espacio definido por el canal situado en el borde exterior de la junta vertical de los paneles, se coloca una lámina de acero F 17 o de PVC. Al final de la obra se completa el sellado de la junta colocando una masilla plástica revestida de una pintura sintética.

6. CARACTERISTICAS

6.1. Aspecto

Interior: hormigón visto o tratado a la talocha con una capa de revestimiento POLYAC en algunos puntos.

Exterior: hormigón visto o pintado (Polyfilm), o revestimientos delgados de gres cerámico, pasta de vidrio, plaquetas de piedra o grava lavada.

6.2. Dimensiones y peso

Las dimensiones y pesos máximos de los elementos son, aproximadamente, los siguientes:

— Paneles de ventana: altura, 2,70 m; longitud, 6 m; peso, 6 t.

— Entrepaños: altura, 2,70 m; longitud, 6 m; peso, 8 t.

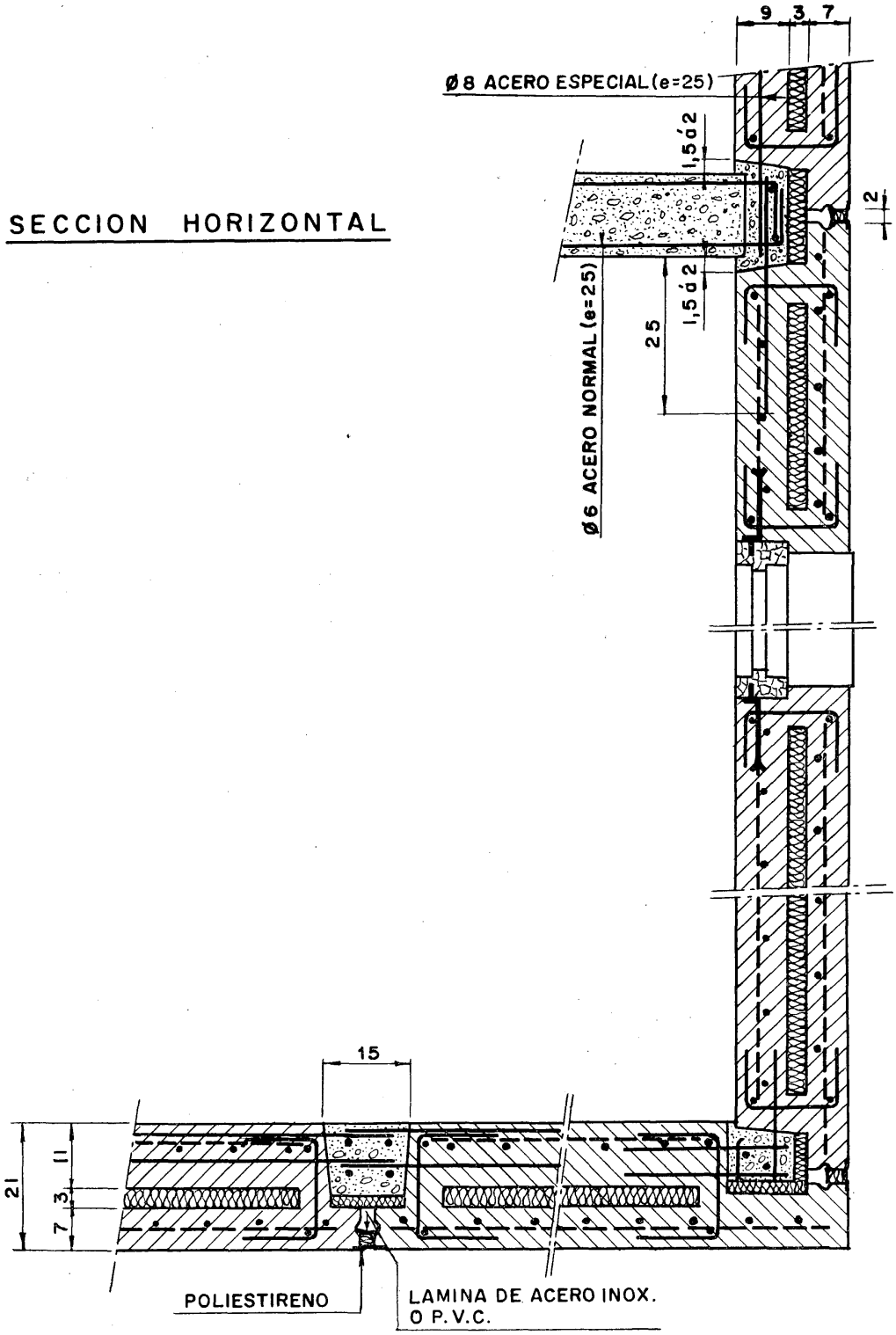
— Antepechos: altura, 1,00 m; longitud, 6 m; peso, 2,5 t.

— Forjados: según la capacidad de la grúa.

6.3. Características térmicas

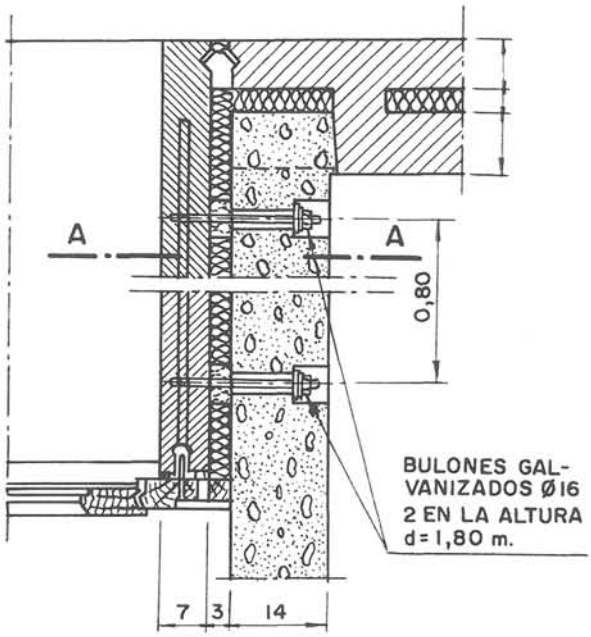
Para la constitución indicada con 3 cm de poliestireno expandido y 10 cm de la capa interior de

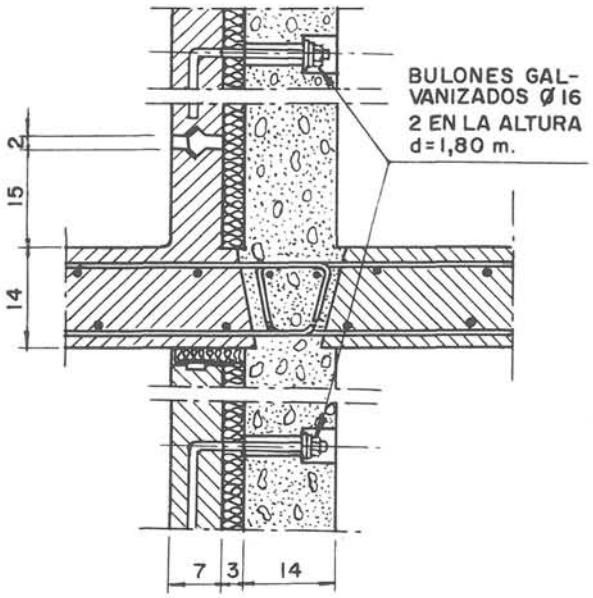
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

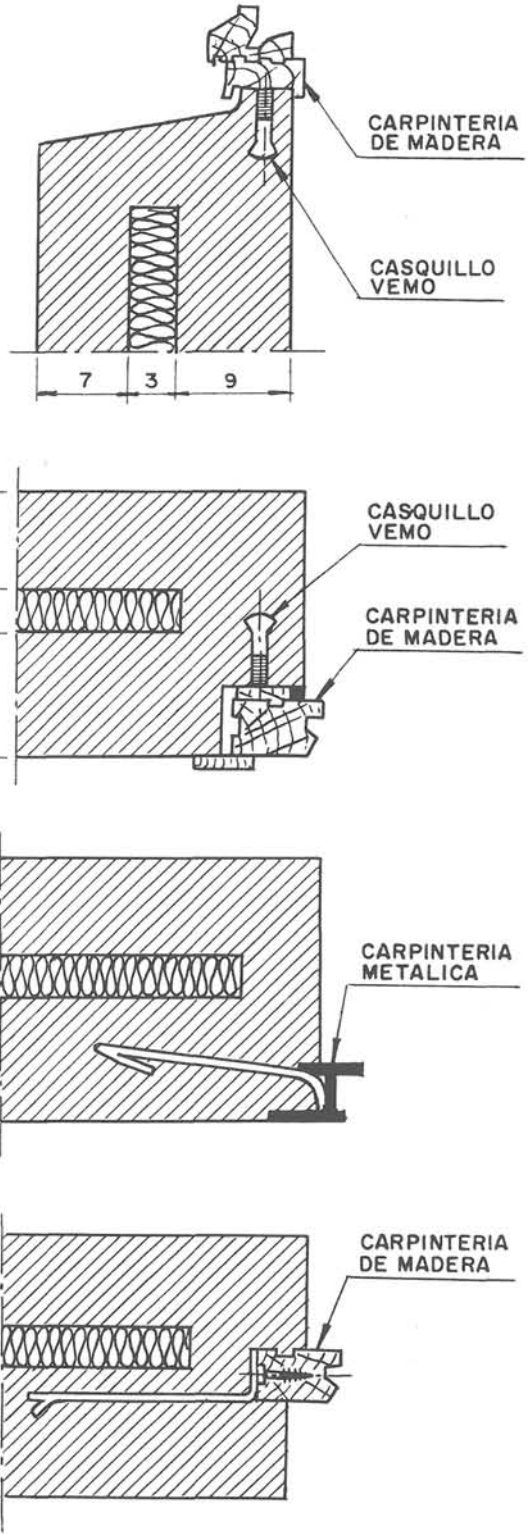
SECCION DE PANEL DE LOGIA





Sección A-A

DETALLE DE FIJACION DE VENTANAS



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

CONVALIDACION

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO EDUARDO TORROJA DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO,

— en virtud del Decreto 3.652, de 26 de diciembre de 1963, de la Presidencia del Gobierno, por el que se faculta al Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento para extender el Documento de Idoneidad Técnica de los materiales y procedimientos no tradicionales utilizados en la edificación y obras públicas,

— vista la Decisión de Agrément número 2.672, emitida con fecha 23 de abril de 1967 por el «Centro Scientifique et Technique du Bâtiment» (París), junto con las observaciones correspondientes de la Comisión de Expertos,

— vista la solicitud de Convalidación de «agrément» en España para el procedimiento de construcción H.I.S.A., presentado el día 10 de febrero de 1967 por la Sociedad Española HERENG INGENIERIA, S. A., y

— de acuerdo con los artículos 7 y 8 de los Estatutos de la «Union Européenne pour l'Agrément Technique dans la Construction»,

DECIDE:

Conceder el Documento de Idoneidad Técnica número 16, por el que se convalida en España la Decisión de Agrément número 2.672, emitida por el C.S.T.B. de París, con fecha 23 de abril de 1967, para el procedimiento de construcción H.I.S.A., creado y puesto a punto por la Sociedad Española Hereng Ingeniería, S. A., y reconocer a dicho procedimiento apto para ser utilizado en la construcción bajo las mismas condiciones de fabricación, puesta en obra, cálculo y estabilidad, y empleo que señala la mencionada Decisión del C.S.T.B. de París, y con la siguiente

CONDICION ADICIONAL

En cualquier momento debe vigilarse especialmente la seguridad de los obreros que efectúan la operación de montaje de las placas de forjado y limpieza de los residuos de mortero, tomando las precauciones prescritas en el Reglamento de Seguridad del Trabajo en la Industria de la Construcción, aprobado por Orden del Ministerio de Trabajo de 20 de mayo de 1952.

VALIDEZ

El presente Documento de Idoneidad Técnica tiene el mismo período de validez que el «agrément» que se convalida, esto es, hasta el 1.° de mayo de 1970, fecha en que debe someterse a renovación, y es de aplicación al sistema definido por el informe técnico que acompaña a la presente Decisión.

En el caso de que el procedimiento hubiera de utilizarse en España, el interesado deberá notificarlo al Instituto Eduardo Torroja, para que, en su momento, pueda proceder a la comprobación de la identidad entre el sistema explotado y el definido en el «agrément» de origen. La omisión de tal notificación será causa de invalidez del presente Documento. La mencionada comprobación por parte del I.E.T.c.c. dará lugar, en su día, a un Documento complementario de esta convalidación.

Madrid, 28 de septiembre de 1967

El Director del Instituto Eduardo Torroja,

J. NADAL

A. G. MAG, S. L. - Madrid - 25378

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

hormigón y para un tamaño de paneles de 2,50 × × 3,50 m con huecos de 1,20 × 1,50 m en fachada y ciegos en muro piñón, las características térmicas serán las siguientes:

	Peso equivalente	Coeficiente de transmisión térmica
Muro de fachada	440 kg/m²	1,55 W/m² · °C (1,35 kcal/m² · h · °C)
Muro piñón	440 kg/m²	1,35 W/m² · °C (1,15 kcal/m² · h · °C)

7. REFERENCIAS

Se realizaron 786 viviendas en Nancy (Hauts du Lievre) mediante este procedimiento.

OBSERVACIONES DE LA COMISION DE EXPERTOS

La Comisión de Expertos, reunida en el C.S.T.B. de París el día 27 de enero de 1967, ha propuesto que el sistema H.I.S.A., presentado por Mr. J. M. HERENG, ingeniero, sea objeto de un «agrément» por un período de tres años, teniendo en cuenta las observaciones siguientes:

1. Este procedimiento, que pertenece a la familia de los paneles «sandwiches» clásicos, presenta, sin embargo, las siguientes particularidades:

   — La continuidad del zuncho perimetral de las losas prefabricadas de forjado, se consigue mediante el hormigonado de la unión de estas losas sobre los apoyos formados por los muros resistentes transversales hormigonados en obra. La composición de este hormigón y los medios de compactación deben evitar, pues, toda segregación y proporcionar una buena compacidad en esta zona en que el hormigonado se confunde con el de los muros resistentes transversales.

     Por otra parte, deben limpiarse los residuos de mortero que sobresalen hacia adelante al apoyar las placas de forjado, antes de su endurecimiento, a fin de que pueda quedar libre el espacio previsto entre la cabeza del panel inferior y el resalto del muro superior.

     Debe vigilarse en cualquier momento la seguridad de los obreros que efectúan esta operación, tomando las precauciones prescritas en la reglamentación en vigor.

   — El aislamiento térmico de los muros laterales de logia se consigue mediante una placa de hormigón armado revestida por su interior de una capa de poliestireno expandido que cubre la parte superior de la placa, uniéndose ésta a los muros resistentes mediante espárragos roscados. A fin de evitar las dificultades e incluso las imposibilidades de montaje que pudieran derivarse de algunas imprecisiones de ejecución de los muros resistentes hormigonados en obra, o de colocación de los elementos prefabricados, deben preverse diámetros relativamente grandes para los taladros de paso de los espárragos roscados y para las arandelas.

   — El sistema de sujeción de los paneles de fachada implica igualmente una buena precisión. A este respecto, así como para hacer posible un recubrimiento y empotramiento conveniente de las barras de anclaje, los tubos incorporados en los elementos prefabricados deben ser de diámetro suficiente.

2. El espacio previsto para hormigonar en el ángulo fachada-muro piñón es demasiado estrecho, teniendo en cuenta las armaduras que comprende, para que el hormigonado pueda efectuarse en buenas condiciones; debe, por lo tanto, ser agrandado, lo cual, por otra parte, no tiene ninguna dificultad particular.

3. En las juntas longitudinales de forjado, el espacio común reservado a los bucles de acero en espera, es pequeño, y, a fin de facilitar el hormigonado en esta zona, debe limitarse a dos el número de redondos que la atraviesan.

4. En el caso en que los nervios que unen la capa interior y exterior en los recercados de ventana o en la periferia de los paneles de muro exterior estén distanciados horizontalmente más de 2 m, deben preverse uniones suplementarias que podrán ser puntuales (llaves de acero inoxidable, o armaduras de acero ordinario con un recubrimiento de 5 ó 6 cm de diámetro), o bien continuas (nervios de 5 cm de ancho armados como los nervios periféricos).

5. El modo de fijación del travesaño inferior de ventana mediante casquillos roscados empotrados verticalmente en el alféizar, obliga a tomar ciertas precauciones particulares: después del atornillado sobre el alféizar, la fijación a lo largo del dintel después de las jambas no se puede hacer convenientemente más que cuando los taladros tengan suficiente holgura para poder alcanzar el casquillo roscado.

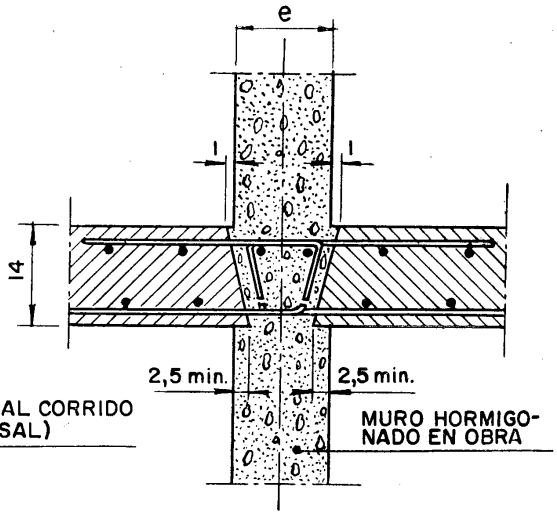
   La colocación de las guarniciones de estanquidad laterales y bajo el dintel debe realizarse ulteriormente después de la puesta en obra de un calafateado continuo.

   Cuando se trata de ventanas sobre antepecho corrido, debe ejecutarse un calafateado eficaz entre el forjado y el travesaño superior, y el alféizar

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

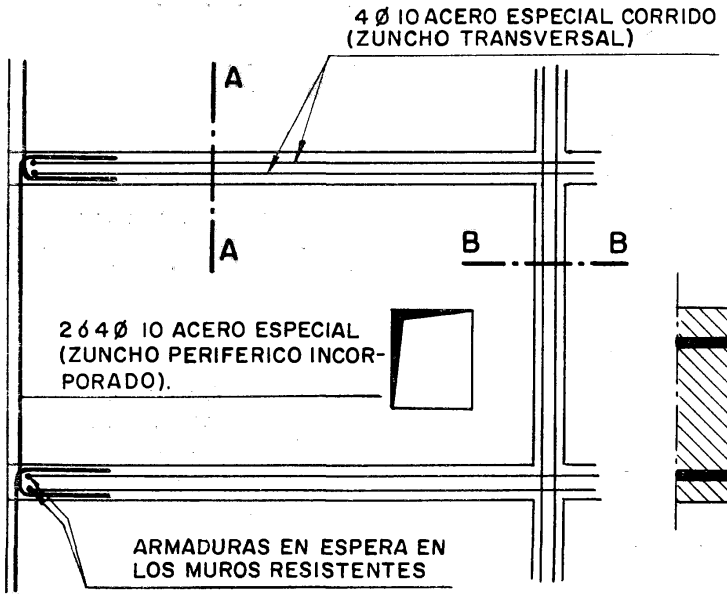
SECCION A-A

UNION DEL FORJADO CON EL MURO RESISTENTE

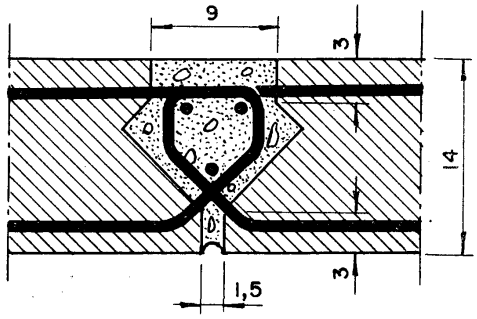


ZUNCHOS DE FORJADO

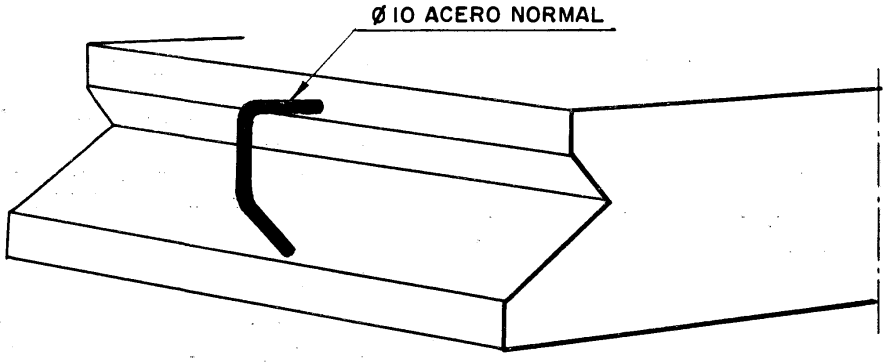
VISTOS EN PLANTA



SECCION B-B



PERSPECTIVA DE LA UNION ENTRE DOS PLACAS CONTIGUAS DE FORJADO



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

metálico corrido debe fijarse sobre el antepecho mediante el dispositivo de anclajes propio de este sistema de apoyo.

En sitios expuestos, es conveniente reforzar la estanquidad entre el antepecho y la ventana mediante una lámina inoxidable incorporada a la pieza de apoyo.

6. Los sistemas de estanquidad de las juntas verticales y horizontales son de concepción correcta. Para que sean eficaces, interesa que el perfil de la sección de los elementos, ranuras, resaltos, etc., se moldee correctamente y no se deteriore durante las maniobras.

   El envejecimiento del mástic plástico que obtura la parte delantera del sistema de estanquidad es mal conocido, sobre todo para secciones fuertes, y sólo debe considerarse como un complemento.

7. La disposición constructiva interior del dintel es una buena solución para evitar puentes térmicos, frecuentes en este punto y cuya corrección es, muchas veces, imperfecta. Para que el aspecto del paramento interior sea adecuado, es necesario que la preparación de este aislamiento se ejecute en un cajeado realizado con precisión, tanto por su profundidad como por la plenitud de la superficie. La fabricación con el paramento interior en el fondo del molde debe permitir obtener, bastante fácilmente, la precisión necesaria.

   Esta disposición de aislamiento debería extenderse, eventualmente, a los entrepaños estrechos, que, con la técnica de muros «sandwiches» de este tipo, es prácticamente imposible de aislar convenientemente.

8. El hormigón de las juntas verticales entre paneles queda visto sobre el paramento interior bruto del muro piñón. Salvo en el caso en que el revestimiento permita disimular las fisuras que puedan aparecer, se recomienda marcar la junta a lo largo del plano de separación de los diferentes hormigones, o disponer un tapajuntas.

9. Teniendo en cuenta estas observaciones, este procedimiento debe permitir la realización de construcciones de buena calidad, bien entendido, sin embargo, que las empresas encargadas de la fabricación y puesta en obra deben recibir del peticionario la asistencia técnica necesaria en las distintas etapas.

DECISION NUM. 2.672 DEL C.S.T.B. DE PARIS

El procedimiento de construcción H.I.S.A., fabricado y puesto en obra bajo el control y la asistencia técnica de Mr. J. M. HERENG y definido en el informe técnico anterior, ha sido objeto del «agrément» número 2.672 del C.S.T.B. de París, con fecha 23-4-67, bajo las condiciones siguientes:

CONDICIONES DE FABRICACION

— El recubrimiento de las armaduras de la cara exterior deben ser, al menos, de 3 cm de hormigón.

— En los paneles ciegos deben preverse nervios intermedios de 5 cm de ancho cada 2 m (o cualquier otra disposición de unión complementaria que represente una fijación equivalente).

— La sección del núcleo de hormigón de la unión de ángulo será, al menos, de 12 × 10 centímetros.

— La carpintería de ventanas debe ser de buena calidad.

— En lugares expuestos debe interponerse una lámina estanca entre la superficie de contacto del hormigón y el travesaño inferior de la carpintería de ventanas.

— Los revestimientos delgados exteriores deben empotrarse por medio de algún procedimiento adecuado.

— Los revestimientos exteriores de muro de fachada o muro piñón deben ser poco absorbentes.

CONDICIONES DE PUESTA EN OBRA

— En cada nivel de forjado deben limpiarse, antes del endurecimiento, los residuos de mortero que sobresalen al colocar el forjado sobre los muros exteriores.

— Las canalizaciones no deben pasar a través de los zunchos y uniones hormigonadas en obra.

— La unión entre el aislante dispuesto en el interior del dintel y el resto del paramento interior debe disimularse mediante un cubrejuntas.

— Los entrepaños estrechos (de menos de 30 cm de anchura) deben revestirse interiormente como los dinteles.

CALCULO Y ESTABILIDAD

A este objeto se seguirán las indicaciones y métodos dados en las Directrices U.E.A.t.c. para la construcción con grandes paneles prefabricados.

CONDICIONES DE EMPLEO

Este procedimiento puede emplearse en todas las zonas climáticas.

Sus aplicaciones deben hacerse bajo el control y con la asistencia técnica de Mr. J. M. HERENG.

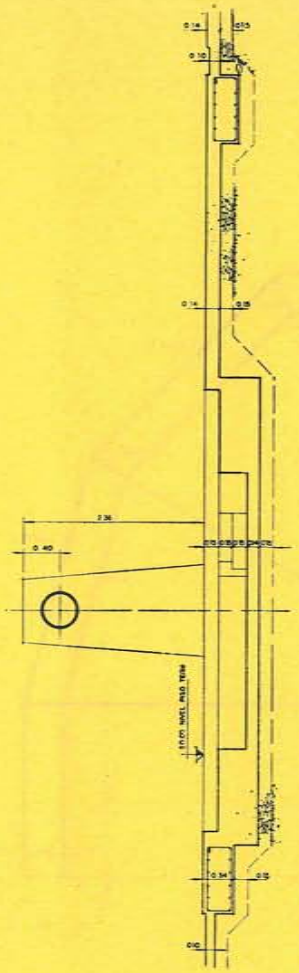
VALIDEZ

El presente «agrément» debe someterse a renovación el 1.º de mayo de 1970.

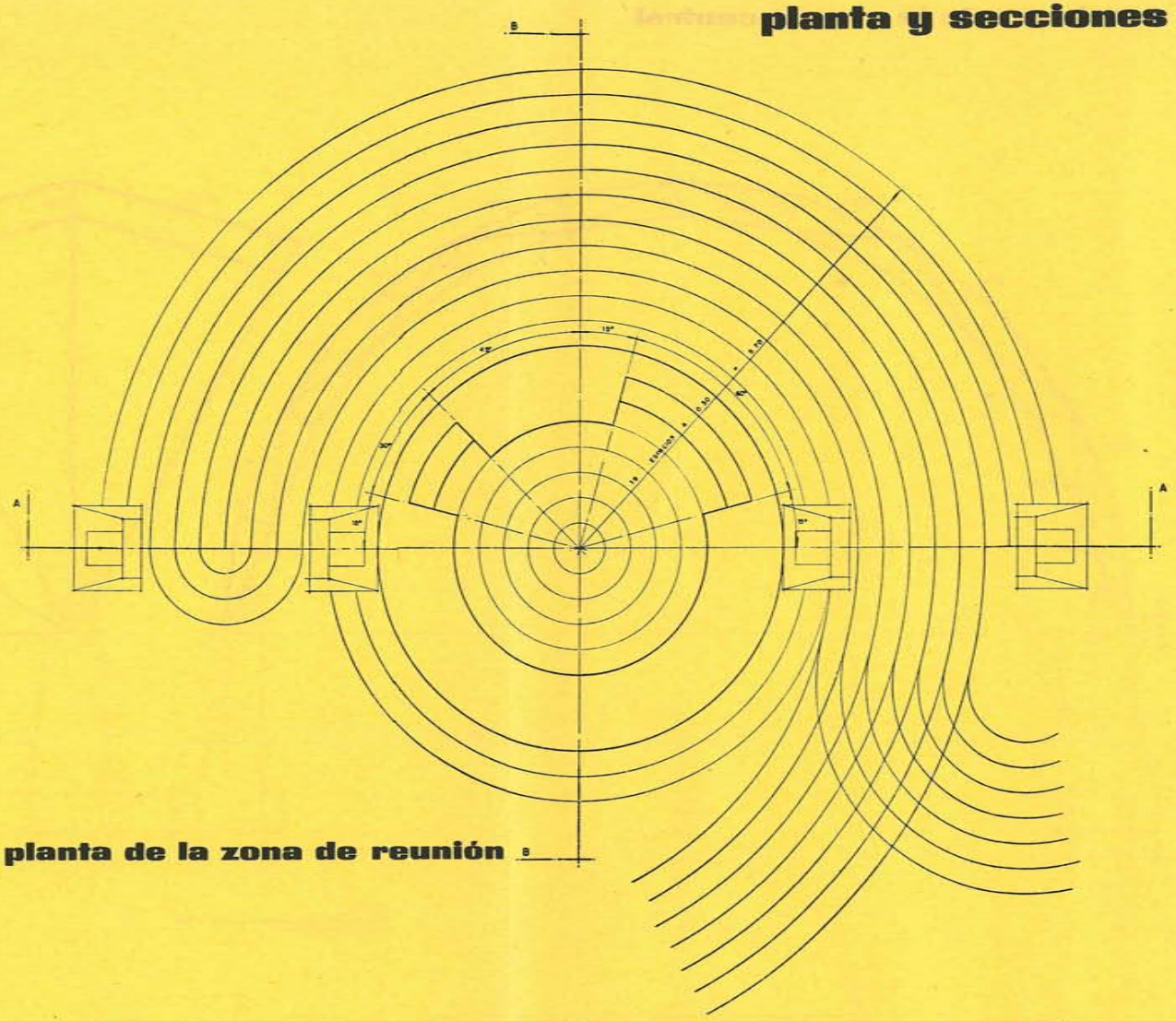
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

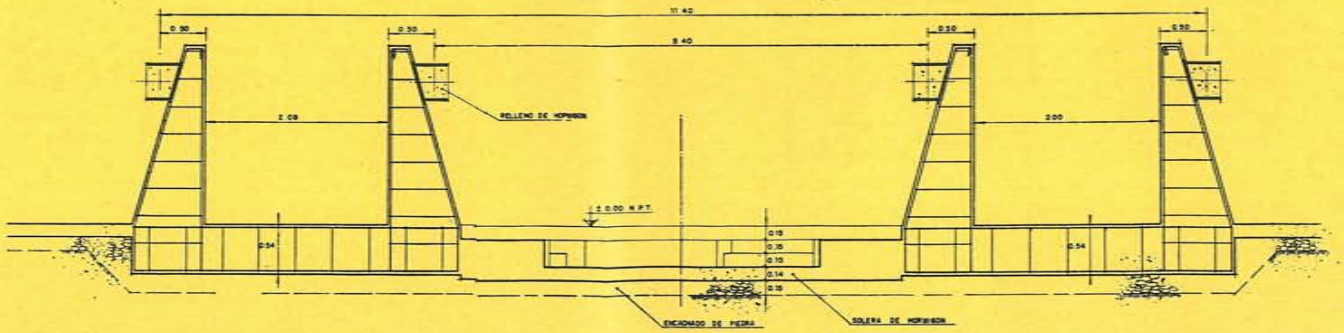
planta y secciones



sección B-B



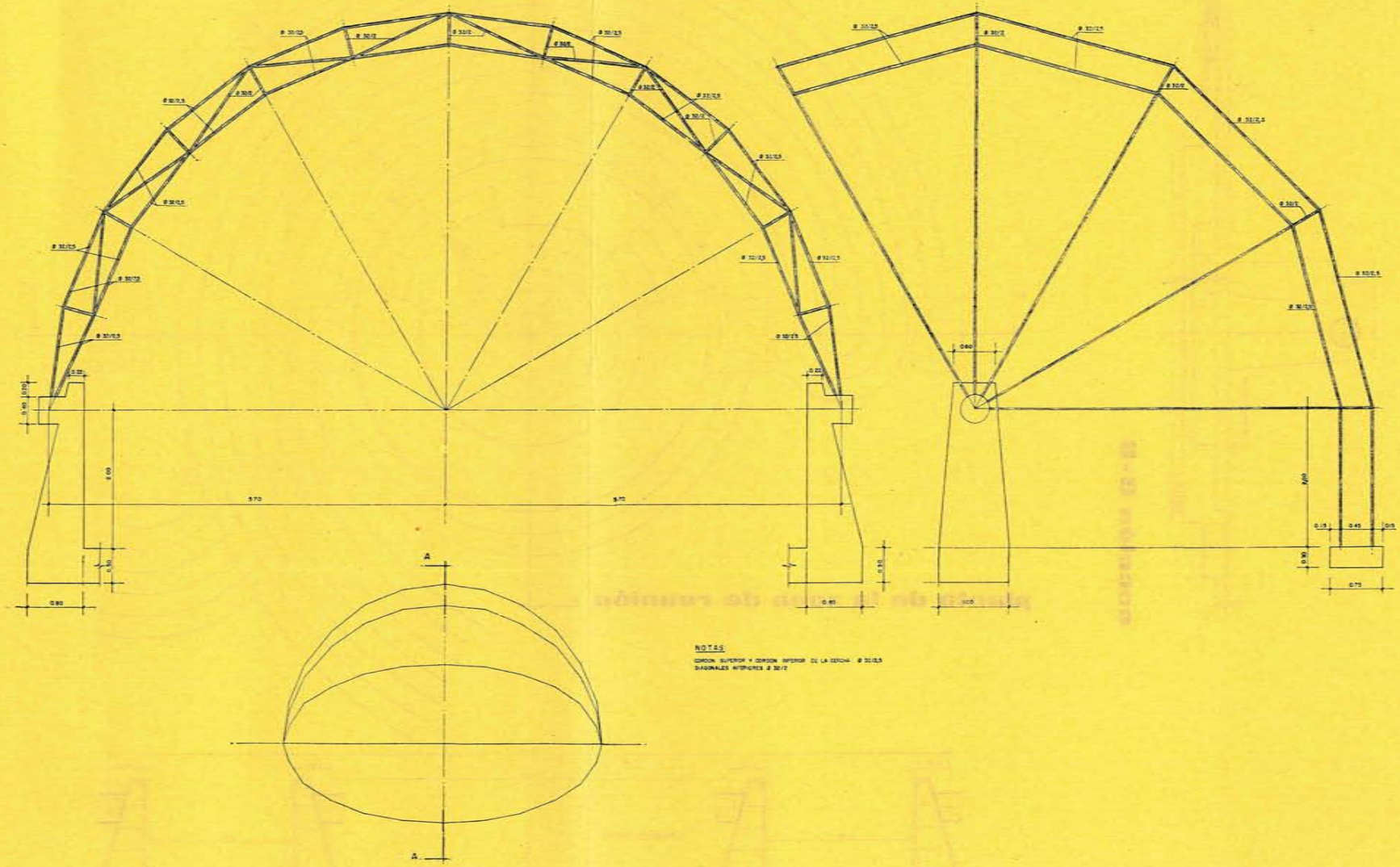
planta de la zona de reunión



sección A-A

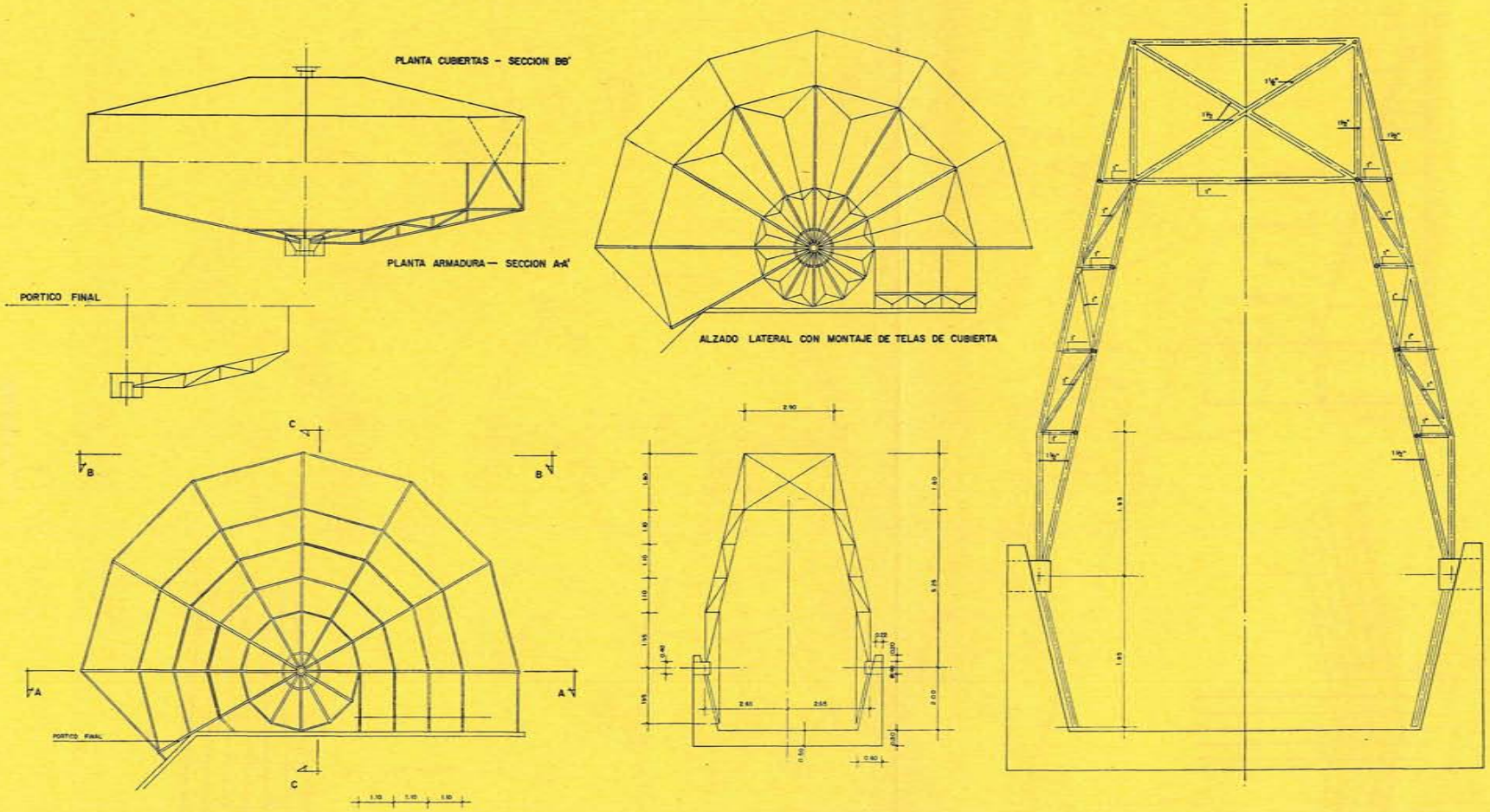
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

secciones de la cúpula central



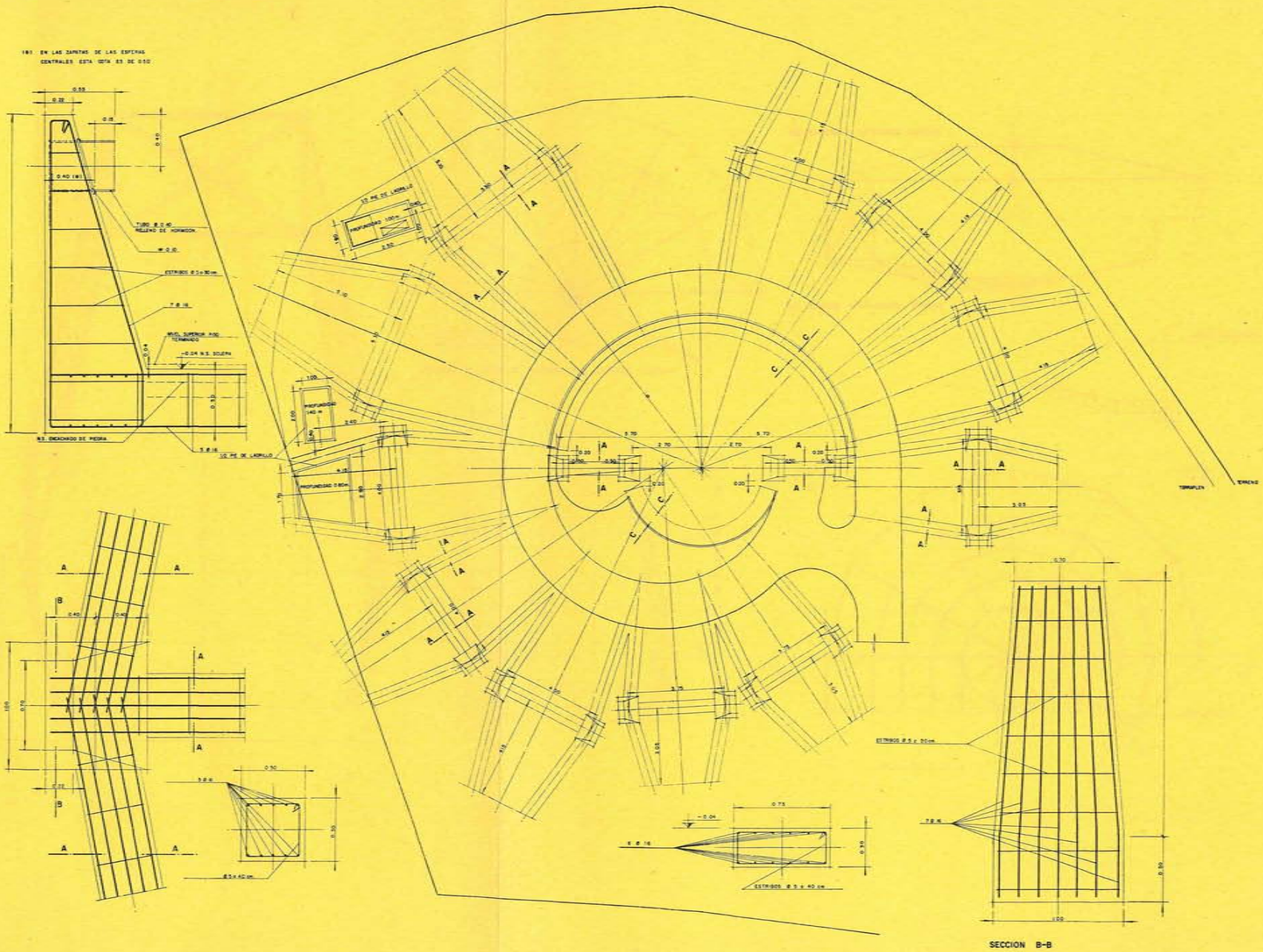
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

alzados y secciones de los lóbulos radiales

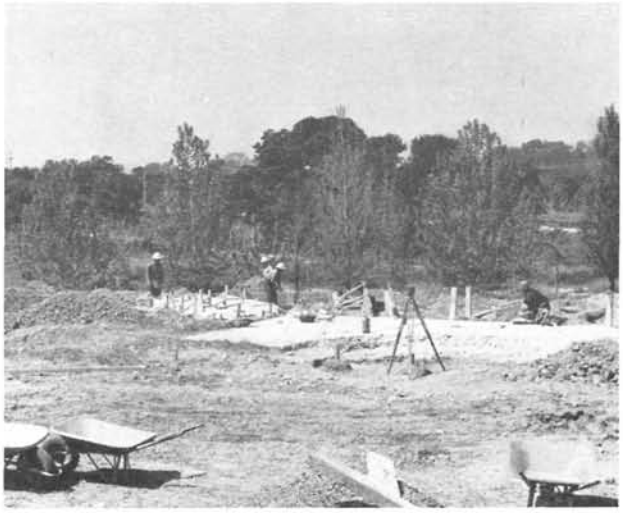


© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

planta de cimentación y detalles de apoyos

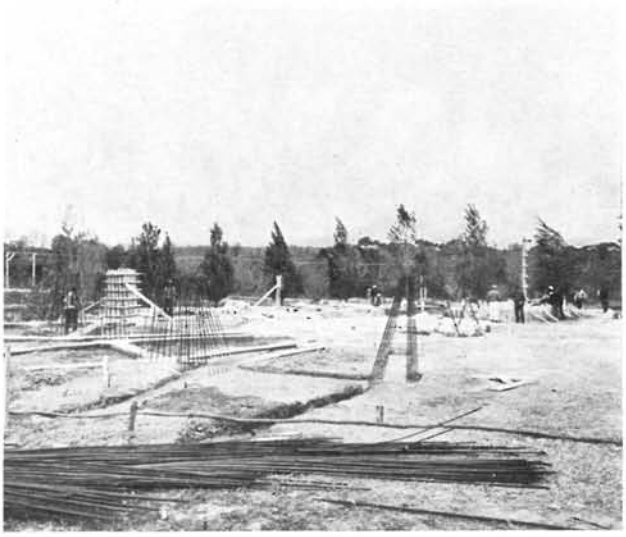


© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

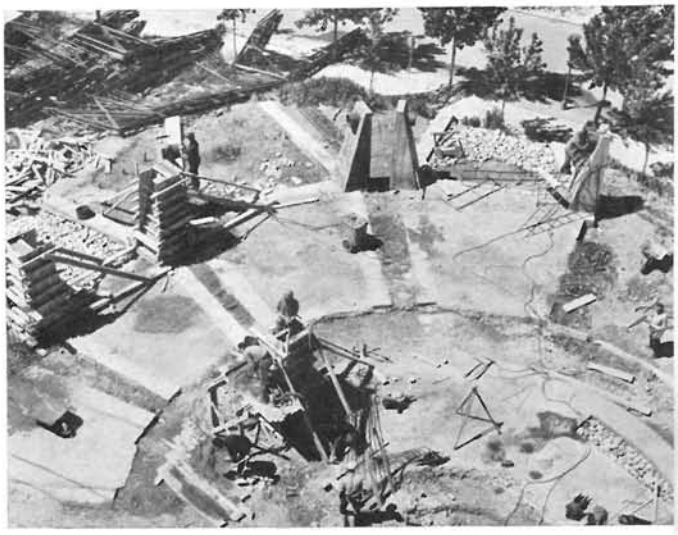


25-IV-67

3-V-67



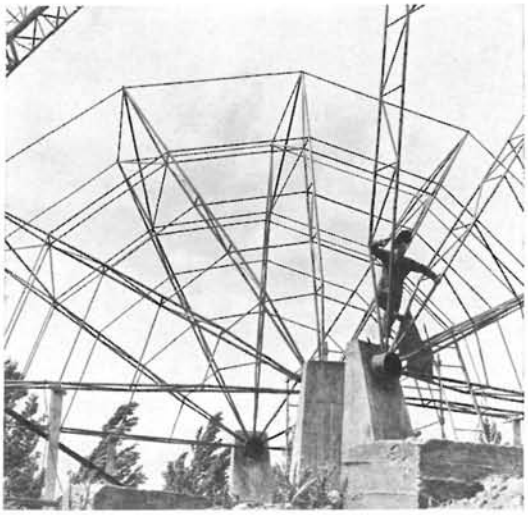
29-IV-67



4-V-67

1-V-67

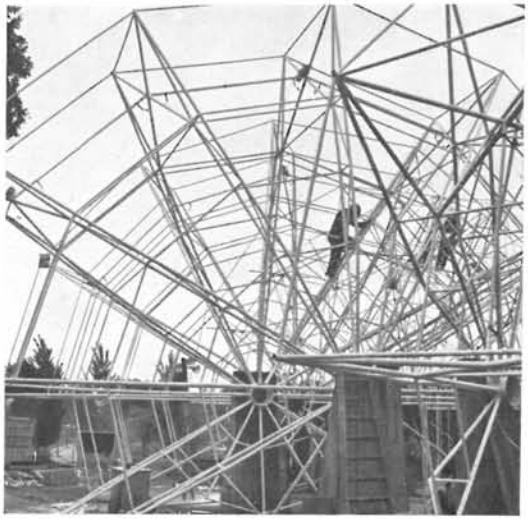
5-V-67



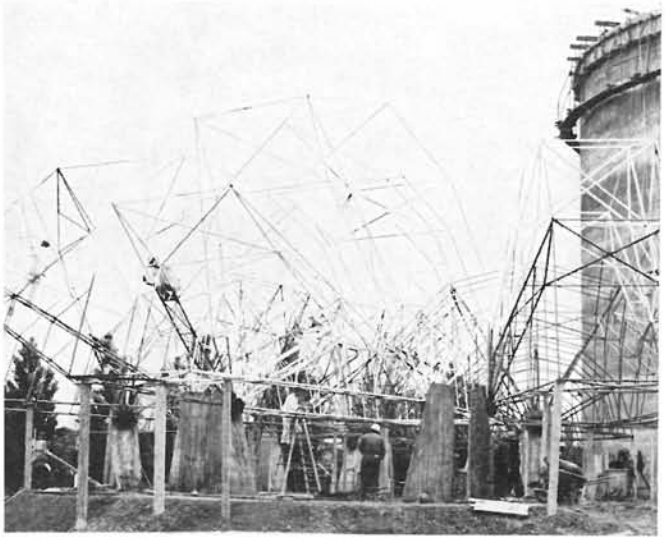
construcción

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

6-V-67



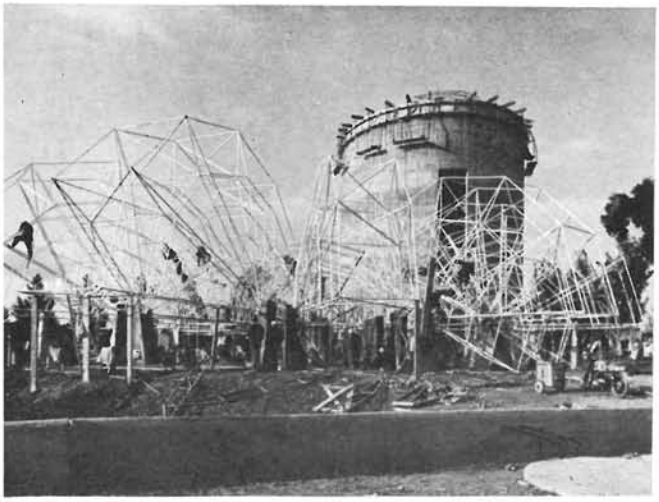
11-V-67



9-V-67

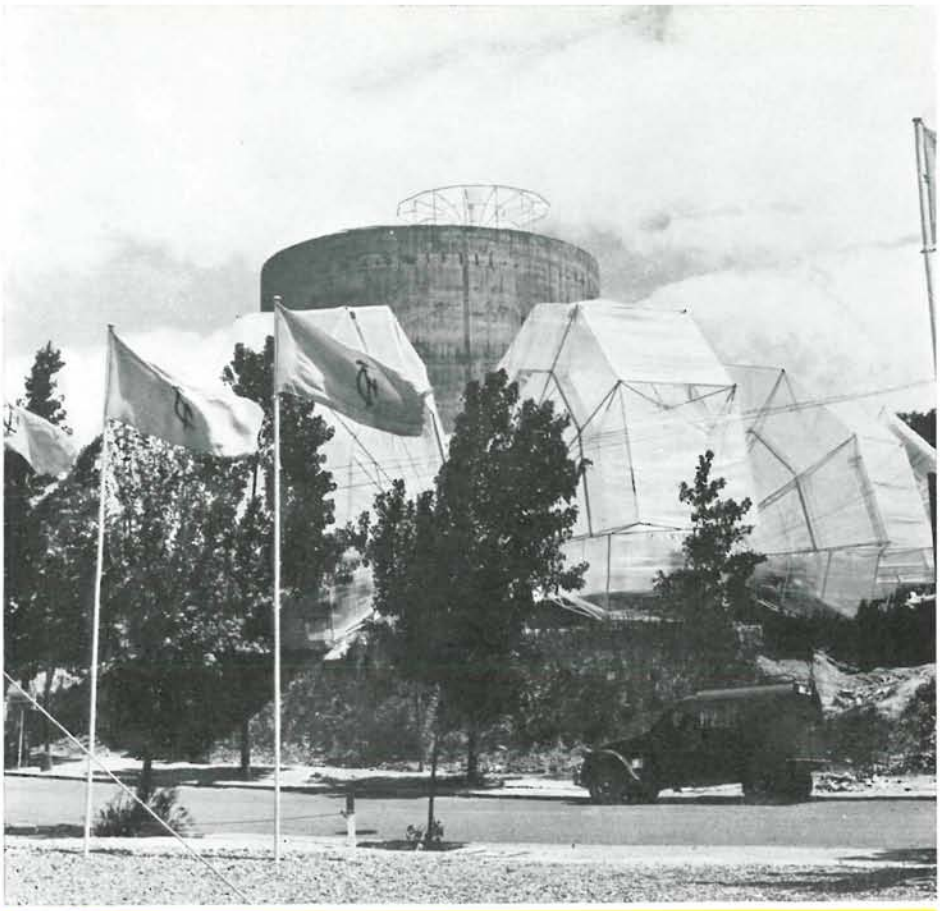
12-V-67

10-V-67



13-V-67

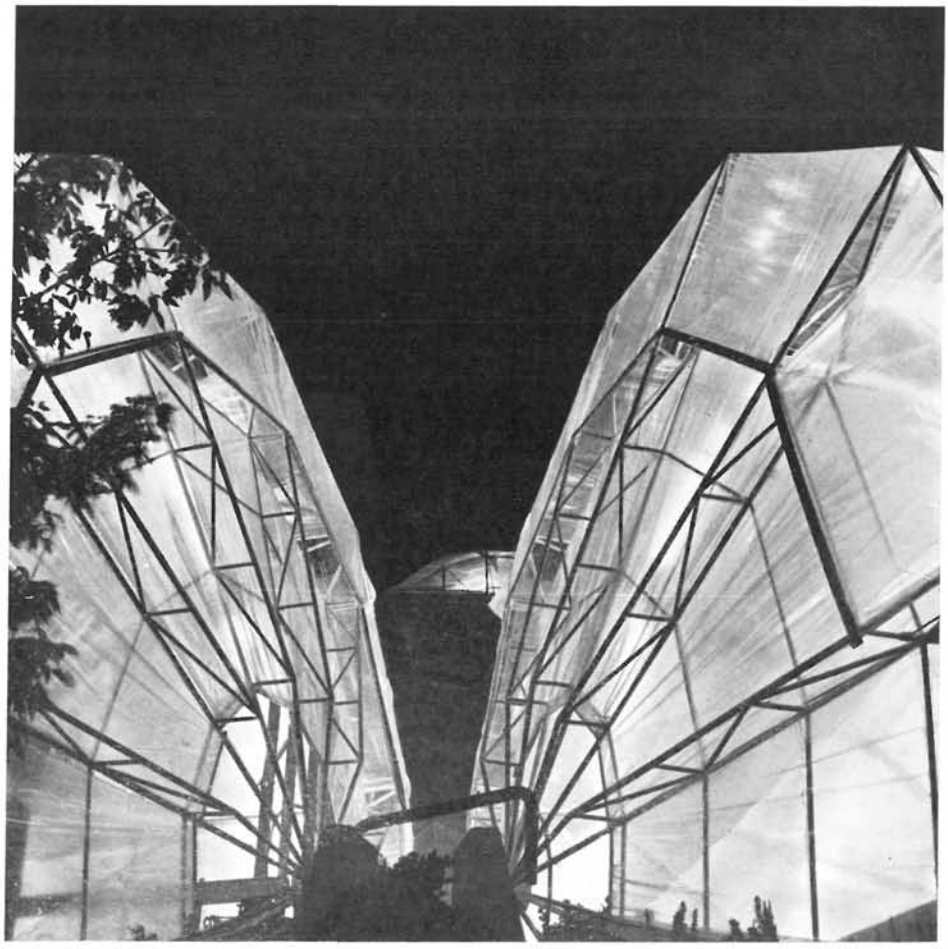
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)



Exterior.

Cúpulas de recepción y reunión.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



Parcial exterior.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

cimentación

La estructura metálica de cada uno de los recintos, definidos anteriormente, se apoyaba en dos cilindros metálicos de chapa de 10 mm de espesor, recibidos sobre pilares troncopiramidales regulares de hormigón armado, de 2 m de altura a partir de la solera. La pareja de pilares de cada recinto estaba unida por una viga de hormigón armado enterrada, y estabilizados en sentido perpendicular por otros dos pares de vigas de hormigón enterradas que constituían el borde de la solera.

La construcción de la cimentación y de los pilares se efectuó según el siguiente orden: primeramente se hormigonaron en zanja las vigas antes mencionadas; después se armaron y se encontraron los pilares, dejando en este encofrado unas placas metálicas de 10 mm de espesor con sus respectivas barras de anclaje, para que, después de hormigonar dichos pilares, pudieran soldarse a las placas metálicas los cilindros para apoyo de la estructura tubular.

estructura metálica

Como se dijo anteriormente, la estructura metálica de los elementos que formaban el Pabellón del Instituto Torroja era de tubo de acero. Los diámetros utilizados por simplicidad constructiva fueron de pulgada y pulgada y media.

Los lóbulos o recintos de exposición estaban conformados por una serie de siete cerchas iguales y otra diferente, las cuales apoyaban o arrancaban, formando abanico, de los cilindros recibidos en los pilares de apoyo.

Estas cerchas estaban trabadas entre sí, para mantener su posición relativa, por barras rectas dispuestas entre los nudos de las cerchas.

En el caso de las esferas, las cerchas tenían forma de arco triangulado; y arrancando también, en forma de abanico, de dos cilindros metálicos recibidos en los pilares de hormigón, mantenían la posición relativa de unas con otras mediante barras entre los nudos de cada arco.

Las cerchas se montaron en taller y de esta forma se transportaron a obra.

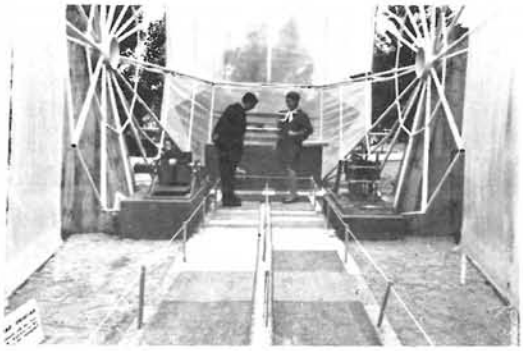
cubiertas de plástico

Aprovechando las cualidades de transparencia, ligereza, resistencia a tracción y economía del film de polietileno, se cubrieron todas las formas metálicas del Pabellón del I.E.T.c.c. con este material.

Para ello se prepararon una serie de piezas o gajos independientes cuya forma se adaptaba al sector definido por cada dos cerchas metálicas. Los extremos de estas piezas de polietileno llevaban un doblez, hecho con soldadura por puntos, en el cual se alojaba una barra clíndrica de madera, y a los extremos de esta barra se unían los cabos de cuerda de nylon que servían para tensar sobre las formas de tubo el film de polietileno.

Este criterio se utilizó en todos los casos, incluso en las esferas y en las lámparas que cubrieron los cilindros suspendidos del Pabellón de Oficemen.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc) http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



MATERIALES NO TRADICIONALES

En el «stand» de solados del Pabellón del I.E.T.c.c. se trata de exponer un ejemplo de los trabajos de investigación que se realizan en el Instituto Eduardo Torroja, encaminados a obtener un mayor conocimiento de las características de los materiales no tradicionales, así como del comportamiento de los mismos en condiciones naturales de uso, con el fin de poder emitir un juicio sobre la adecuación o aptitud técnica para su empleo en la construcción.

Esta es la finalidad del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TECNICA, por el que se reconoce la aptitud para el empleo en la construcción de aquellos materiales y procedimientos no tradicionales que facilita la industria a los que no son aplicables las normas nacionales vigentes, después de someterlos a un estudio riguroso y a las observaciones y conclusiones de un grupo de expertos en la materia que representen a los distintos organismos y profesiones interesadas.

Entre dichos materiales no tradicionales que pueden ser objeto del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TECNICA, los revestimientos delgados de suelos constituyen un caso típico; y en el «stand» a que nos referimos tratamos de mostrar algunos ejemplos representativos del estudio que se realiza con dichos pavimentos y de los ensayos que se llevan a cabo.

A este fin se ha dispuesto un pasillo con muestras de diversos tipos de pavimentos sometidos al desgaste natural producido por el paso de las personas que visitan la exposición. La apreciación del desgaste sufrido por el pavimento al final de la exposición se efectúa obteniendo el perfil transversal de la superficie del pavimento desgastado y comparándolo con el perfil obtenido antes del desgaste.

En el «stand» se han dispuesto, asimismo, otros aparatos con los que se trata de reproducir en laboratorio aquellos fenómenos naturales que pueden influir en la durabilidad de un revestimiento de suelos, como son la máquina de punzonamiento dinámico (o de «pie de silla»), que reproduce el efecto ocasionado por una persona que bascula en su asiento; la máquina de desplazamiento de pie de mueble (también de punzonamiento dinámico), que reproduce el efecto producido por un mueble con las aristas de los pies más o menos suavizadas al desplazarse sobre el revestimiento que se estudia; la máquina de desgaste, tipo STUTTGART, que reproduce el desgaste ocasionado por los transeúntes con los zapatos al caminar sobre el revestimiento.

Aparte de estos aparatos que reproducen los fenómenos naturales se ha expuesto también la máquina de tracción, que forma parte de otro grupo de aparatos destinados a estudiar las características mecánicas del material.

A. Ensayo natural de desgaste de pavimento por abrasión.

B. Máquina, ensayo pata de silla.

C. Ensayo a tracción de pavimentos.

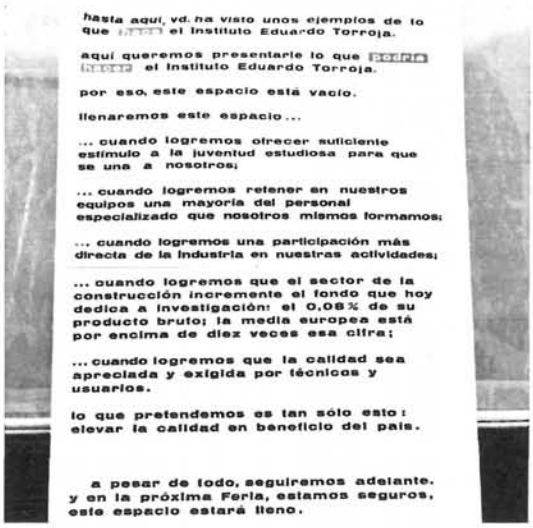
D. Máquina ensayo de desgaste.

PABELLON DEL SEPAR

En este pabellón se pretendía mostrar al visitante las ayudas que el I.E.T.c.c. presta en obras de carreteras. Así, se exponían una serie distinta de suelos estabilizados con cemento, en diversas proporciones, demostrando así la ayuda del I.E.T.c.c. para todos los problemas de estudios de suelo-cemento para bases y caminos rurales. La parte del SEPAR presentaba alguna de las máquinas que comprende el equipo de construcción de firmes de hormigón y que se prestan a las empresas que lo solicitan. Exponía las máquinas que a continuación se indican: la serradora de diamante; repartidora de paleta; terminadora transversal; coronas para extracción de probetas testigos, y algunos modelos de juntas usadas normalmente en autopistas.

En el «stand» de carreteras de los señores Fernández y Sanz Llano se expusieron, por parte de este último, diversas muestras de suelos correspondientes a los distintos tipos que define la P.R.A. De estas distintas muestras se presentaron las fracciones granulométricas necesarias para la realización de todos los ensayos de dosificación de cemento con objeto de obtener el suelo-cemento requerido. Fueron enumerados asimismo estos ensayos. Se expusieron distintas probetas de suelo-cemento con diferentes dosificaciones y distintos tipos de suelo. Referente a aparatos de laboratorio, solamente se presentó el «Speedy Moisture Tester» para medir humedad de suelos y suelos-cemento.

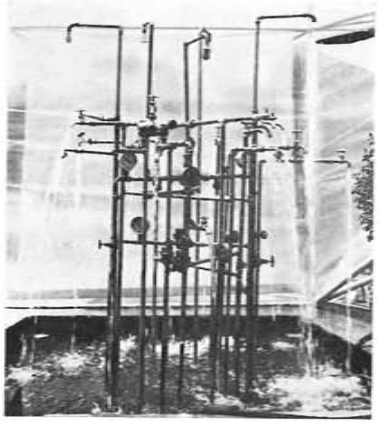
A. Ensayos de suelo-cemento.—**B.** Máquinas complementarias taladradoras y cortadoras.—**C.** Juntas de carreteras de hormigón.



POSIBILIDADES

No habría sido completa una exposición sobre el Instituto si no hubiese contenido algo relativo al gran problema de la investigación en España: la desatención en que se encuentra inmersa, tanto por parte del sector público como del privado. En este último lóbulo, acabado el recorrido, el visitante se encuentra con un espacio totalmente vacío, en el que sólo existe un cartel con unas pocas frases. Toda la capa pensante española que se dedica a investigación en todos los campos, está formada por 2.800 personas... Pobre noosfera, que diría Teilhard de Chardin. Algún día se dará cuenta el país de lo que esto significa.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



8

SECCION DE INSTALACIONES DEL EDIFICIO

Objeto: Se trataba de presentar las posibilidades que el Instituto tiene para colaborar con los proyectistas, fabricantes y montadores de las instalaciones de fontanería y saneamiento de los edificios; así como mostrar algunos de los trabajos de experimentación que se llevaban a efecto.

Exposición: La exposición comprendía:

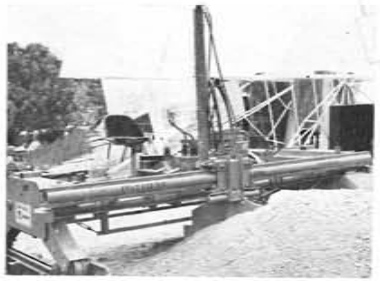
a) una máquina de grifos que automáticamente los abre y cierra en las condiciones normales de trabajo; esto es, con circulación de agua, con el giro de apertura corriente y con un par de cierre de 0,20 m - kg, aproximadamente;

b) un conjunto de grifos, rociadores, llaves de paso, manómetros, termómetros, etc., enlazados entre sí con tuberías de acero y plástico;

c) un grupo de cinco cisternas altas, para inodoros, de distintos fabricantes, que automáticamente descargaban.

A una de las cisternas se le sustituyó la pared anterior del depósito por una placa de plástico transparente, con el fin de que se viera cómo funciona el mecanismo de alimentación y descarga de un dispositivo corriente.

A. Ensayo de grifos.
B. Complejo de instalaciones.
C. Ensayo de cisternas.



a

SERVICIO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

Tren de construcción de carreteras de hormigón.
a. Extendedora de paleta.
b. Terminadora transversal.

5

LOBULO DEL LABORATORIO MOVIL

Con el fin de dar a conocer al visitante un ensayo típico de los realizados por el Laboratorio Móvil, se construyó un forjado constituido por dos tableros independientes, uno de ellos destinado al ensayo propiamente dicho, de dimensiones 4,40 × 2,35 m, con un voladizo de 1,70 × 1,25 m, y el otro destinado a zona transitable, de dimensiones 4,40 × 1,25 m, con una escalera de acceso. El forjado, así como la escalera, eran del tipo autárquico, formado con piezas cerámicas, con un espesor total, incluida capa de compresión, de 13 cm.

Como elementos de carga se utilizaron cinco depósitos de lona plastificada reforzados con armadura metálica, dos de ellas de 280 × 116 centímetros y los otros tres de 165 × 116 cm, siendo éstos los utilizados normalmente en los ensayos.

La carga aplicada fue de 500 kg/m², equivalente a una altura de líquido en los depósitos de 50 centímetros.

En la parte inferior del forjado se dispusieron 5 fleximetros.

A. Depósitos de agua.

3

DEPARTAMENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

Se presentaron los ensayos más sobresalientes que se hacen en el Departamento:

En cuanto a cemento, se expuso la arena normalizada y probetas de mortero normal.

Respecto al hormigón, se exhibieron sus componentes en distintos compartimientos, mostrando la posibilidad de análisis de un hormigón ya preparado o de composición del mismo, en sentido inverso:

Proceso directo: Dada el agua, A; cemento, B; arena, C; grava, D; se puede indicar el tipo óptimo de hormigón, E.

Proceso inverso: Dado el hormigón, E, se puede indicar: la grava, F; la arena, G; el cemento, H; el agua, I.

Mediante probetas de hormigón de cemento blanco, se mostraron los fenómenos de segregación y compacidad.

También se expusieron varias probetas de hormigón rotas a compresión y a tracción (ensayo brasileño), así como probetas de aceros de diversos diámetros y calidades, rotas a tracción.

Unas muestras de refractario corroídas por crudo de cemento cierran la serie de materiales.

Asimismo se presentaron al público las máquinas de rotura, a compresión y flexotracción, de mortero normal.

1

LOBULO DE LA DIVISION DE CALCULO

El objeto de este lóbulo era el de ofrecer al público una muestra del Servicio que la División dedica al público. Mediante este Servicio, que es una de las proyecciones del Instituto hacia el exterior, el Instituto colabora con los proyectistas, calculándoles sus estructuras con el computador electrónico instalado en la División.

En el lóbulo se dispusieron algunos símbolos del computador, se presentaron las hojas de resultados dados por el computador para la estructura que se indicaba y se ofrecieron unos folletos con las fichas aparecidas en «Informes de la Construcción», conteniendo las estructuras tipo para cuyo cálculo el Instituto dispone de los correspondientes programas. El fondo del lóbulo estaba formado por una gran fotografía de parte de una de las hojas dadas por el computador, con el cálculo del pabellón del Instituto.

A. Fotografía de parte de una hoja de los resultados dados por el computador, del cálculo de la estructura del pabellón.
B. Nudo de estructura.
C. Prospectos. Algunas ayudas posibles del computador electrónico.
D. Cintas perforadas para el computador.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

4

6

DIVISION DE METROLOGIA

RELACION DE APARATOS Y FINALIDADES DE LOS LLEVADOS A LA FERIA

Medidor de resonancia: Determinar, sobre probetas, el módulo elástico-dinámico E_d, que puede relacionarse, a su vez, con la resistencia mecánica del hormigón.

Detector de armaduras: Aparato destinado a «trazar», desde el exterior de piezas de hormigón, la situación y orientación (y en algunos casos el diámetro) de las barras de hierro cuya capa de recubrimiento sea de unos cuantos centímetros.

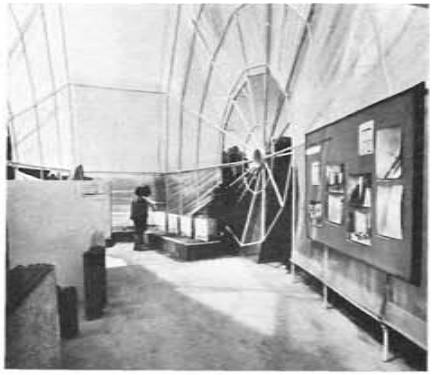
Máquina saca-testigos: Es una forma de sonda de poco peso, dedicada a la extracción de testigos cilíndricos en hormigón armado o en masa, con el fin de obtener probetas para su ulterior estudio en el laboratorio. Estas probetas dan indicaciones sobre porosidad del hormigón, densidad aparente, homogeneidad, presencia o ausencia de coqueras, resistencia a compresión y otros datos de interés para el conocimiento de la calidad del material.

Aparato ultrasónico: Equipo destinado a determinar la velocidad de propagación de una onda elástica de alta frecuencia (unos 100.000 Hz), por medición del **tiempo** empleado por la onda para recorrer un espesor determinado de hormigón. La velocidad se utiliza para averiguar el módulo elástico-dinámico E_d, tal como se explicó más arriba. El aparato puede emplearse indistintamente en obra o sobre probetas.

Aparatos para la medida de vibraciones: Los acelerómetros de titanato de bario utilizados con este equipo permiten medir y registrar vibrogramas o espectros de vibración en máquinas o estructuras. Como ejemplo se puso en la Feria una viga metálica sometida a vibración, con objeto de ilustrar sobre los importantes efectos de la resonancia.

Esclerómetros normal y de péndulo: La finalidad de estos aparatos es la determinación de la resistencia superficial del hormigón, en un intento para deducir la resistencia global o en masa del mismo. Trabajan por el principio de medición de la altura de rebote de una masa lanzada con una fuerza constante sobre la superficie (vertical u horizontal) del hormigón objeto de ensayo.

A. Ensayo de resonancia de elementos estructurales.—**B.** Ensayo de flexotracción.—**C.** Extracción de probetas de hormigón. **D.** Ensayos no destructivos; aparatos de medidas.



7

10

6

LOBULO DE ENSAYOS MECANICOS

Mediante el montaje completo de un ensayo sencillo se pretendió mostrar al visitante, no sólo una de las posibles formas para realización de pruebas, sino que al mismo tiempo pudiera apreciar las peculiaridades resistentes de un material dado, en este caso el hormigón pretensado. El ensayo consistió en someter a una viga de 6 m de luz, postesada, a la acción de dos cargas puntuales, simétricamente dispuestas, que tenían un ciclo de actuación, con un tiempo de carga de 4 minutos y medio, durante el cual se podía observar el proceso de fisuración y descarga en 20 segundos. La pieza fue prevista para que llegara a fisurarse fuertemente (espesor máximo apreciado, 0,8 mm), y que al descargarse desapareciera completamente esta fisuración. El sistema de carga estaba formado por una palanca y bidones con agua, que al alcanzar el nivel previsto accionaban el dispositivo de descarga. En la viga se hallaban situados múltiples aparatos de lectura, tanto mecánicos como electrónicos, de forma que pudiesen dar una visión completa de las posibilidades actuales de la Sección. Como complemento de este ensayo se mostraron: Un soporte de hormigón armado después de su rotura por flexocompresión esviada. Una estructura metálica tipo para ensayos, con el montaje de un tubo sometido a compresión diametral. Cuatro paneles con fotografías de las más recientes pruebas realizadas en la Sección, tanto en la parte de investigación como en la de ensayos para el exterior (Industrias; Estudios; etc.).

A. Ensayo de viga pretensada.—**B.** Aparatos de medida.—**C.** Ensayo de tuberías.

7

PABELLON DE HUMEDADES

En el pabellón de humedades se mostró el efecto que producen en viviendas ciertos defectos en la construcción de las mismas, defectos que, por otra parte, son los más corrientemente apreciados en cuanto a humedades en edificios se refiere.

Con relación al problema de humedades producidas por capilaridad, por agua procedente del terreno, se reprodujeron ensayos realizados en el I.E.T.c.c. en los que se hacía patente el corte de la propagación de las humedades por medio de láminas impermeabilizantes. Su efecto se comparaba con la ascensión de humedad en un muro sin tratamiento. En esta demostración se interrumpió a propósito la continuidad de la lámina impermeabilizante, en la unión de dos de ellas, en las esquinas del muro, y al rehundir una llaga (defectos más comunes en construcción real), observándose el franco paso al agua que estas deficiencias permitían.

Sobre una pared, refrigerada por uno de sus paramentos, en la que existían diversos puentes térmicos (deficiencia de aislamiento, vigas que interrumpen la cámara, etc.), se provocaron en su otro paramento (caliente y húmedo) manchas de condensación, espectros de los puentes térmicos que en dicha pared se habían colocado, reproduciendo las manchas de condensación más frecuentemente producidas en viviendas reales.

A. Humedades por capilaridad.—**B.** Condensaciones.

10

DEPARTAMENTO DE QUIMICA

SECCION DE ESTUDIOS ESPECIALES SOBRE CONGLOMERANTES

Material expuesto y su significado

Hormigón: Prismas y cilindros de hormigón, de 150 kg de conglomerante por m³, mantenidos en agua y suelo yesíferos durante el tiempo que expresa su rótulo. Se investiga el efecto destructor del yeso en los hormigones pobres que se aprecia por las alteraciones en el aspecto externo, la dureza superficial, y el peso.

Morteros: Prismas de mortero, 1 : 3, de pequeñas dimensiones (1 × 1 × 6 cm) sumergidos en las disoluciones y durante el tiempo expresado en el rótulo. Se investiga la resistencia del conglomerante contra los sulfatos que se aprecia por el estado de conservación del prisma y el valor de la resistencia a la rotura por flexotracción. Barras de 27 cm de longitud, con índices; prismas muy esbeltos de mortero, sumergidos en disoluciones de sulfatos. Se aprecia la resistencia al ataque mediante su aspecto exterior y las variaciones de longitud.

Conglomerante hidratado: Placas de pasta (conglomerante amasado con agua), de muy poco espesor (2 mm), obtenidas por un método propio del I.E.T.c.c., el cual permita alcanzar, en un intervalo relativamente pequeño de tiempo, información acerca de la resistencia del conglomerante frente al ataque por aguas salinas. Se valora esa cualidad mediante la inalterabilidad de las dimensiones y el análisis químico de las disoluciones. Tortas obtenidas al amasar el conglomerante hidratado y pulverizado con la mitad de su peso de yeso, sometidas a presión y mantenidas después en ambiente húmedo. Se mide las variaciones del diámetro de la torta, y su estado exterior, unido a la magnitud de la variación, se utiliza como diagnóstico de la resistencia del conglomerante frente al yeso.

Tubos: Trozos de tubos de hormigón mantenidos en contacto con las disoluciones y durante el tiempo indicado en el rótulo. Se investiga la resistencia de los tubos en contacto con disoluciones de sulfatos, que se aprecia por su estado de conservación, así como por las variaciones de peso y dimensiones. Cámara para trabajos en atmósfera inerte (nitrógeno). Se utiliza para los estudios sobre la carbonatación de los hormigones que adquieren así cierta resistencia al ataque causado por las aguas y suelos agresivos. Corrosión de armaduras. Trozo de hormigón destruido por la oxidación de las armaduras debida a su colocación inadecuada.

SECCION DE INSTALACIONES DEL EDIFICIO

Objeto: Exponer un trabajo de Investigación, encargado al I.E.T.c.c., referente al paso del aire a través del hormigón.

Exposición: Se presentaron cinco placas de 1 × 1 m y de distintos espesores, de las 36 placas fabricadas para estas pruebas y que están en la nave de ensayos de la Sección de Instalaciones.

Una de las placas se montó con un equipo de ensayo compuesto con los siguientes elementos principales: un compresor de aire; dos depósitos, uno de presión y otro de recogida del aire que pasa a través de la placa; un gasómetro para la medida del aire recogido en el depósito; un presostato diferencial de mercurio regulable hasta 2 mm de Hg. La mayor parte de los elementos de este equipo han sido diseñados y fabricados en el I.E.T.c.c.

A. Estudio de permeabilidad al aire de placas de hormigón.—**B.** Aparatos de medida.—**C.** Estudios de durabilidad.—**D.** Cámara de atmósfera inerte.

http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

FICOP 67

A. Ruiz Duerto, Dr. Architecte.
P. de Lorenzo, Architecte.

Les stands d'OFICEMEN (Groupe National Autonome des Fabricants de Ciments Artificiels);

de l'I.E.T.c.c. dans la FICOP 67 (Foire Internationale du Bâtiment et des Travaux Publics) ont été conçus et réalisés ensemble.

Cet article décrit: les concepts préalables au projet, le projet, le calcul de la structure, la réalisation, le résultat obtenu.

FICOP 67

A. Ruiz Duerto, Dr. Architect.
P. de Lorenzo, Architect.

The OFICEMEN stands (National autonomous group of artificial cement manufacturers).

The I.E.T.c.c. stands at the FICOP 67 (International construction and public works fair) were jointly designed and constructed.

This paper describes: the concepts underlying the project, the project design, the calculation of the structure, the construction of the stand, the result obtained.

FICOP 67

A. Ruiz Duerto, Dr. Architekt.
P. de Lorenzo, Architekt.

Die Ausstellungsräume des OFICEMEN (Unabhängige Staatliche Vereinigung der Hersteller von Kunstzement) und

des I.E.T.c.c. in der FICOP 67 (Internationale Messe für Bauwesen und öffentliche Arbeiten) wurden zur gleichen Zeit entworfen und errichtet.

Dieser Artikel behandelt: die dem Projekt vorausgegangenen Ueberlegungen, das Projekt, die Bauberechnungen, der Bau, das Ergebnis.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)