

*complejo deportivo
y sala de exposiciones*
ahoy
*en Rotterdam * Holanda*

G. PASSCHIER, arquitecto, de las oficinas asociadas de arquitectura
Groosman Parteners y Van der Stoep & Pinno, Rotterdam

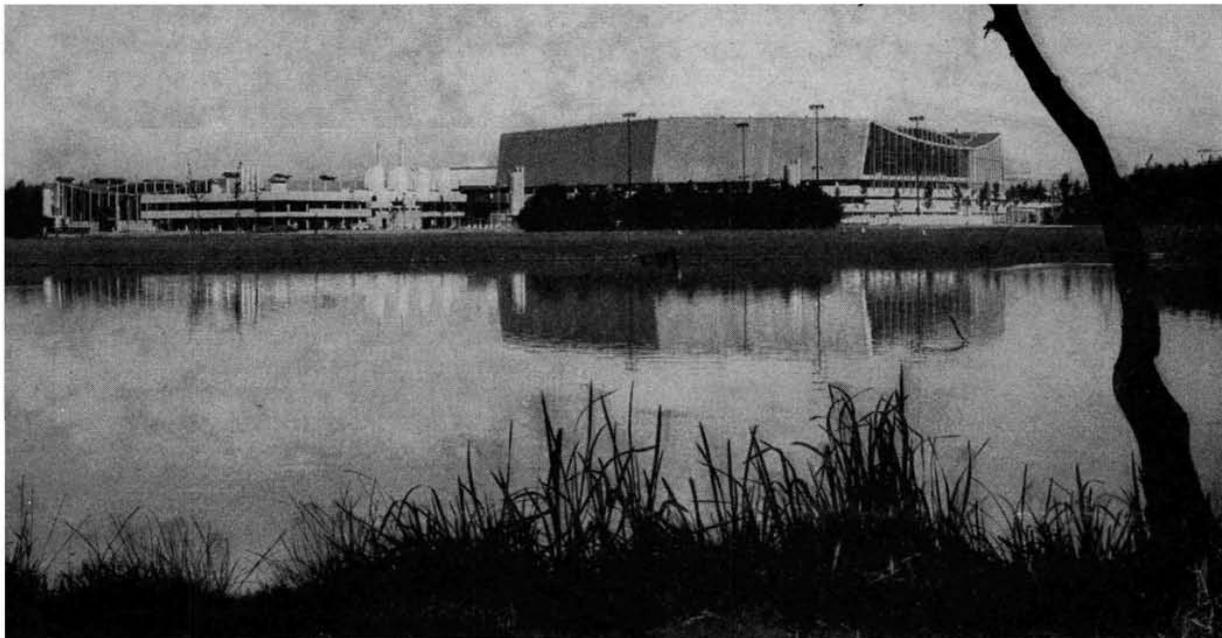
A. KRIJGSMAN, ingeniero consejero, de las oficinas de ingeniería
Adviesbureau voor Bouwtechniek, Arnhem

886 - 28

sinopsis Este conjunto edificado ocupa un solar de extraordinaria ubicación, en cuanto a comunicaciones se refiere, y está llamado a ser un centro de gran importancia social y económica. A sólo 12 minutos de la estación de ferrocarril de Rotterdam y en conexión con ella y con otros puntos vitales por autobús y metro, comprenderá: un centro comercial, garajes, edificios de oficinas, viviendas, un hotel, etc.

En este artículo se describen especialmente: el palacio de deportes, de 6.000 plazas sentadas; un edificio central para restaurantes, cafeterías, oficinas, prensa e instalación; y salas de exposiciones, con un total de 12.000 m² utilizables.





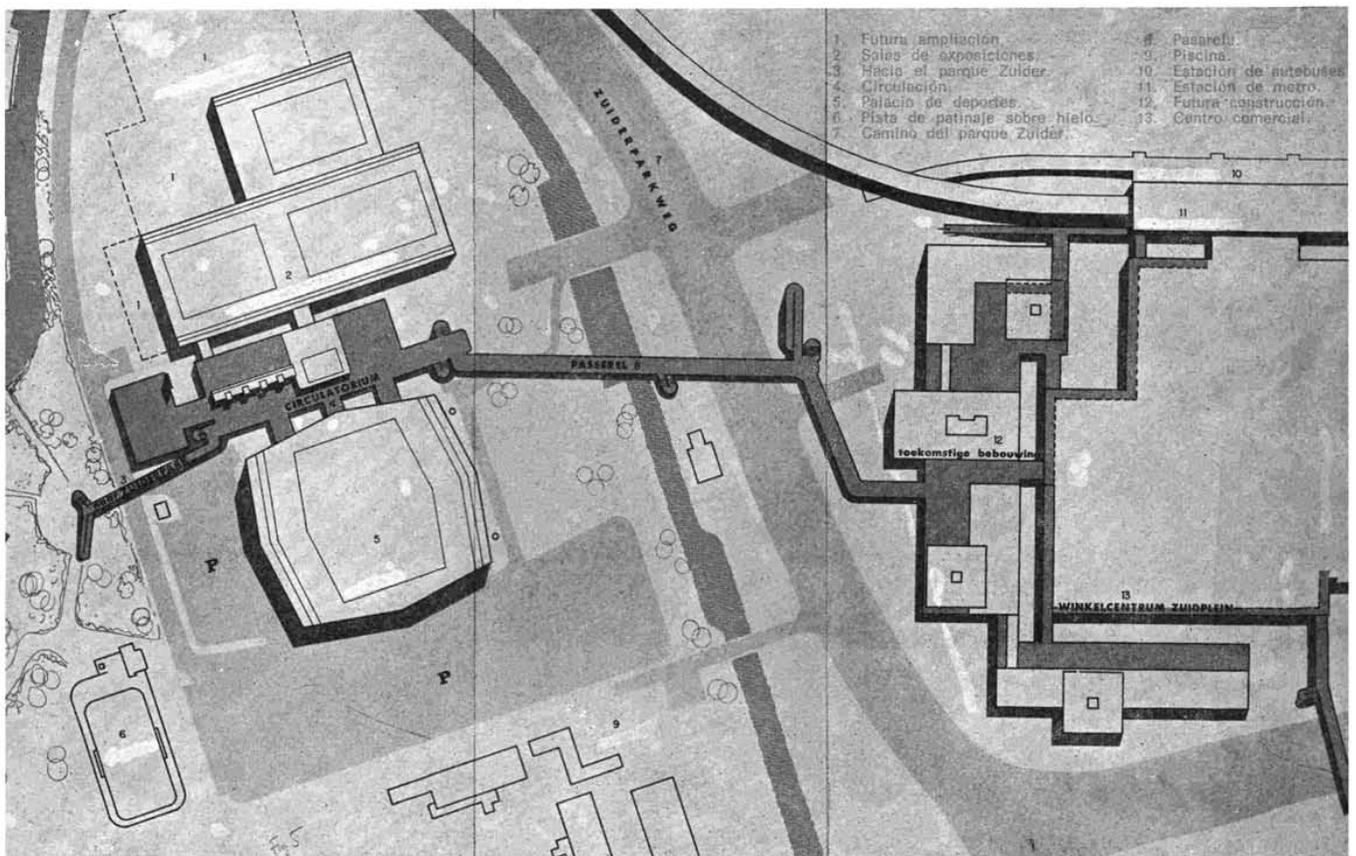
El complejo «AHOY» está ubicado en la ribera izquierda del río Mosa y al norte del Zuiderpark, lindando con el Zuidplein. El complejo será un centro de gran importancia social y económica. Su situación es muy favorable en lo que se refiere a las comunicaciones: a 12 minutos de la estación del ferrocarril de Rotterdam, a la que se puede llegar en el metro que parte del complejo; por autobús está comunicado local, regional y nacionalmente; por carretera, el complejo se halla en un nudo de encuentro de la red nacional de carreteras.

emplazamiento





Los planes de ampliación del Zuidplein en el que se encuentra el complejo «AHOY» son, entre otros: la construcción de un centro comercial al nivel de la estación del metro que está ya realizado, un garaje parking, edificios para oficinas, viviendas y un hotel; así como pasarelas para peatones, sobre la calzada, que unirán el complejo con los edificios colindantes tales como el hospital Jkazia y otros.

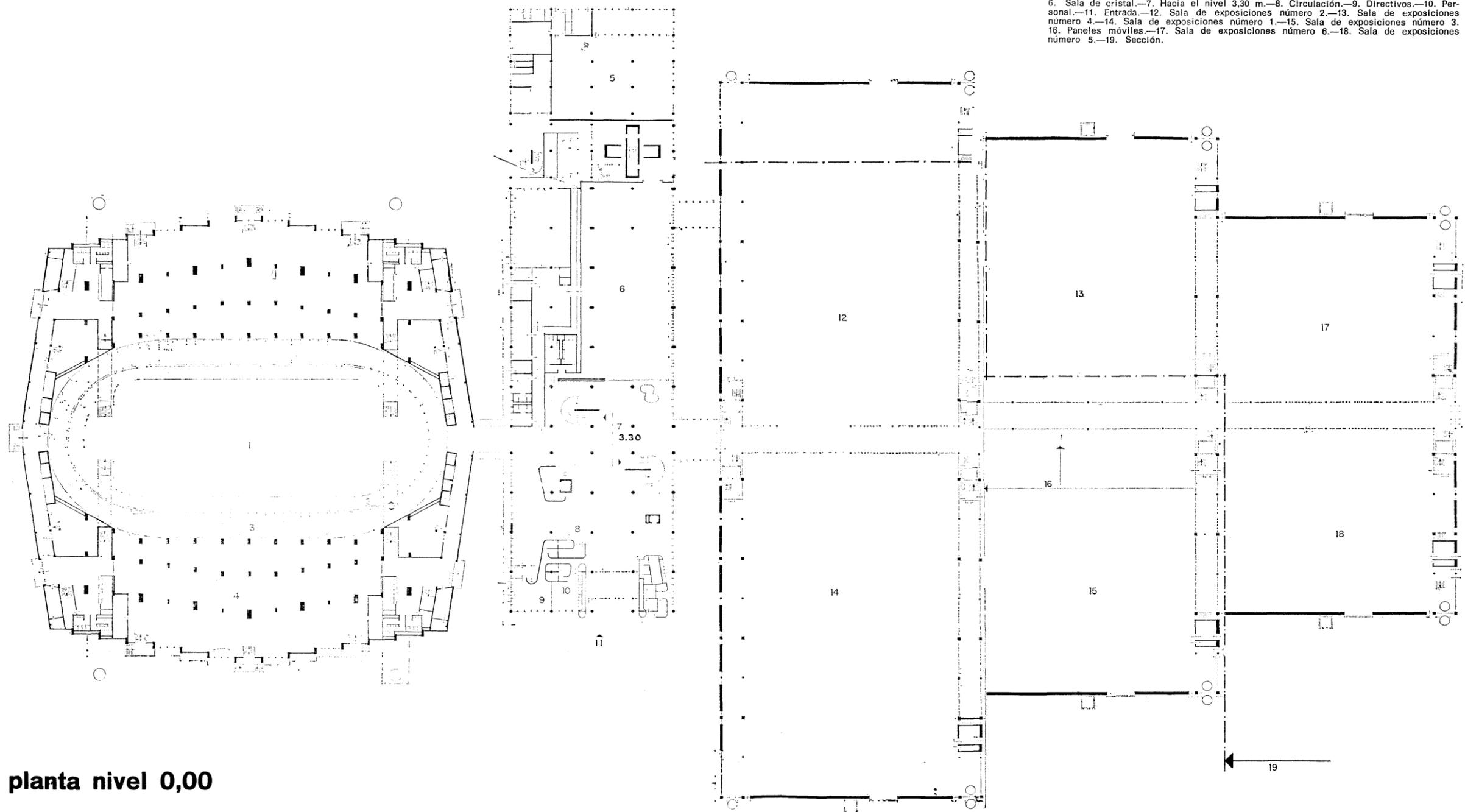


planta general



En enero de 1968, el Ayuntamiento de Rotterdam confiaba el proyecto a las oficinas de arquitectura y de ingeniería. El proyecto debía estar terminado a finales de 1970. Comprende 12.000 m² de salas de exposiciones, un palacio de deportes de 6.000 asientos con todos los servicios para el público, administración e instalaciones técnicas.

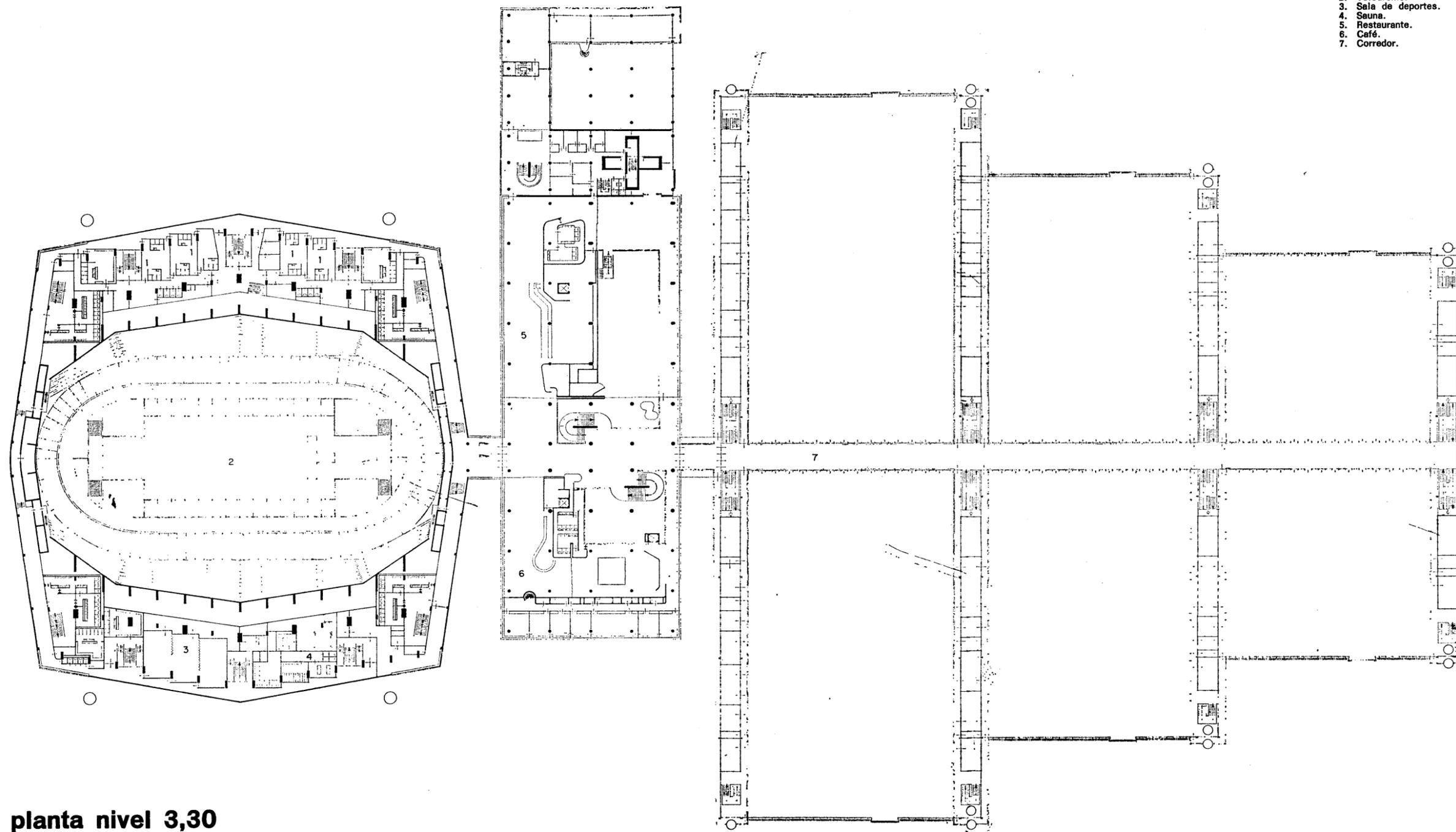




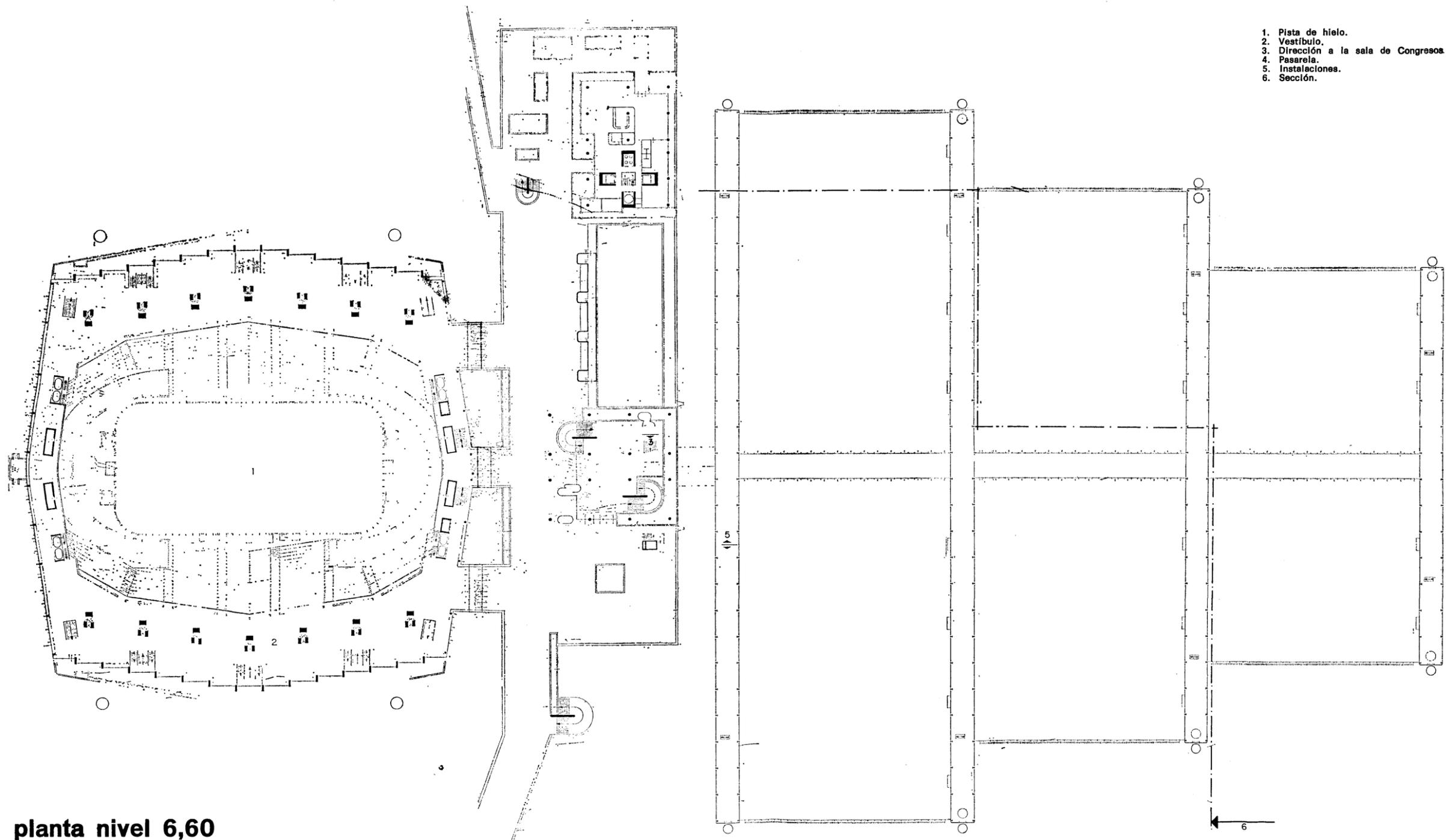
1. Palacio de deportes.—2. Túnel.—3. Velódromo.—4. Sala de deportes.—5. Local.—
 6. Sala de cristal.—7. Hacia el nivel 3,30 m.—8. Circulación.—9. Directivos.—10. Per-
 sonal.—11. Entrada.—12. Sala de exposiciones número 2.—13. Sala de exposiciones
 número 4.—14. Sala de exposiciones número 1.—15. Sala de exposiciones número 3.
 16. Paneles móviles.—17. Sala de exposiciones número 6.—18. Sala de exposiciones
 número 5.—19. Sección.

planta nivel 0,00

1. Vestuarios.
2. Velódromo.
3. Sala de deportes.
4. Sauna.
5. Restaurante.
6. Café.
7. Corredor.



planta nivel 3,30



planta nivel 6,60

El proyecto, en su totalidad, se ha dividido en tres partes por las razones siguientes:

- Las tres partes tienen una complejidad diferente en lo que se refiere a su realización. Las salas de exposiciones son lo más simple, después el palacio de deportes y, finalmente, el edificio central o «circulatorium» donde se encuentran la entrada, con la sala de prensa, los restaurantes, cafeterías, oficinas e instalaciones.
- La triple división facilitaba al mismo tiempo la realización, en diferentes fases, siguiendo su ritmo de ejecución específica.
- Con ese sistema, todos los períodos del planing y de la ejecución se podían intercalar.

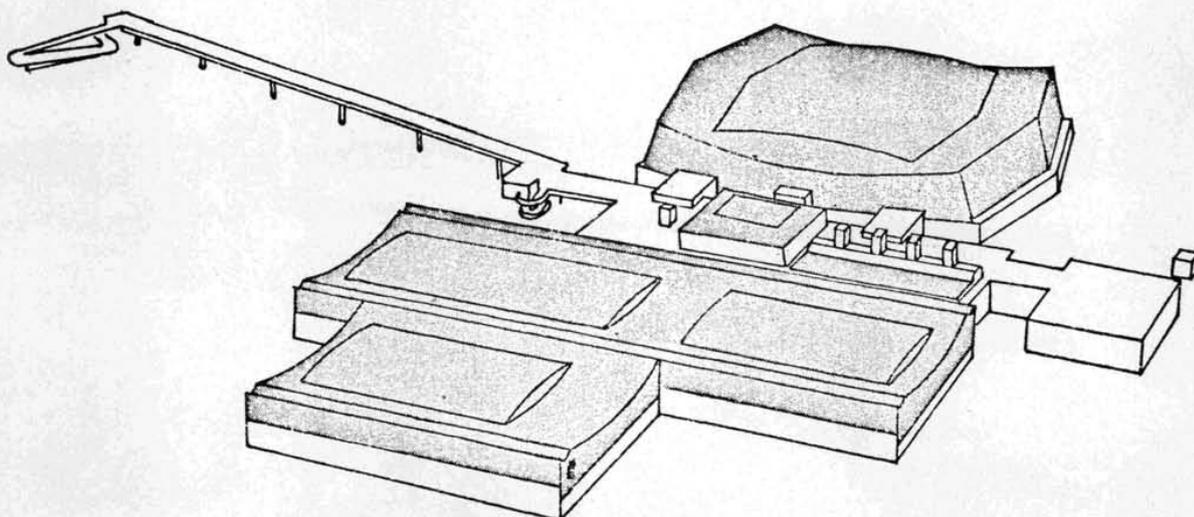
Los principios funcionales exigidos fueron un vano de cerca de 50 m para las salas de exposiciones, de 90 m para el palacio de deportes y pequeños vanos para los otros espacios funcionales. Se organizó su ejecución de tal manera que se pudiera subastar en partidas. Después de un amplio estudio se decidieron los siguientes grupos de espacios funcionales:

- a) Las grandes salas de exposiciones con sus espacios dedicados a almacenamiento, instalaciones, arrendatarios, vigilancia de bomberos y el espacio dedicado a exposiciones.





- b) El palacio de deportes con su pista de velódromo, pista para patinaje sobre hielo, el foyer para recibir al público, las instalaciones sanitarias, las cabinas para cambiarse los deportistas, y espacios para almacenamiento.
- c) Todos los otros espacios funcionales que son necesarios para el servicio de a) y b), así como una pequeña sala de exposiciones de 1.000 m² que se utilizará para exposiciones de poca envergadura, salas de reuniones y oficinas; por otra parte, espacios



-  CONSTRUCCIONES METALICAS
-  CONSTRUCCIONES EN HORMIGON ARMADO

funcionales de circulación y entrada, llamado el circulatorium, en el que se encuentran las puertas principales de entrada. La pasarela a + 6,60 m sobre el nivel de la calzada da sobre la cubierta; una gran puerta de entrada se encuentra al nivel de la calzada. Con esta disposición se puede, a partir de un determinado punto, llegar a las salas donde están los edificios unidos mediante un paso de unión, constituido por un puente a + 3,30 m de nivel que pasa, a través de las salas y del circulatorium, hasta el palacio de deportes. De esta manera se evita el inconveniente habitual en construcciones similares, donde hay muchas entradas y el público se ve necesariamente obligado a circular por las vías de acceso para vehículos.

Los materiales utilizados son el hormigón, el acero y el vidrio. En las construcciones de grandes luces con sobrecargas pequeñas, el peso propio tiene una gran importancia para el desarrollo de esfuerzos en las barras; en este caso es el acero el material recomendable. El hormigón se ha utilizado en la parte inferior del conjunto por razones de estética y funcionales. Para la concepción del proyecto de la cubierta se han estudiado las siguientes soluciones: cubierta de vigas de celosía triangulada, cubierta de membrana, cubierta suspendida, cubierta de sistema tridimensional en celosía triangulada. De cada solución debía saberse: su concepción, el tiempo necesario para su ejecución y el precio. Dándose preferencia a las soluciones que reunían uniformidad y facilidad de proyecto y realización.

Todas las soluciones han sido estudiadas concienzudamente y al fin se ha decidido adoptar una solución lineal de vigas de celosía triangulada.

Estructuras principales

En el croquis está detallada una vista general del conjunto de los trabajos ejecutados, que son, de la parte inferior a la superior, para las diferentes edificaciones:

- Cimentaciones sobre pilotes prefabricados de hormigón armado.
- La estructura, de la parte inferior, en hormigón armado vertido in situ.
- La cubierta y la fachada del palacio de deportes y las salas de exposiciones, así como algunas construcciones del circulatorium, son de acero.

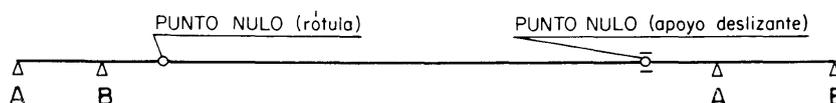
Sistema de construcción de los grandes vanos

El mismo tipo de viga de acero, de celosía, se ha utilizado para la cubierta del palacio de deportes y para las salas de exposiciones: su forma se ha adaptado a la línea de momentos flectores. Dicha viga está constituida por tres elementos:

- dos voladizos en forma de V, con barras superiores e inferiores, rectas entre nudos;
- una viga que se apoya sobre los dos voladizos, con barras superiores e inferiores, en forma de arco de circunferencia; las barras son rectas entre nudos.

La luz entre ejes de viga de celosía de cubierta es 6 m, distancia que hemos deducido de la luz óptima de las chapas delgadas de acero perfilado. Estas se encuentran directamente fijadas a las vigas de celosía de cubierta.

Con la aplicación de este sistema de tres elementos acoplados se ha logrado reducir la luz de 48 m a 33, para el cálculo en las salas de exposiciones y de 88,49 m a 64,40 m y de 77,69 a 54 m, para el cálculo en el palacio de deportes.



Determinación de las cargas de uso y sobrecargas para el cálculo

Las vigas de acero de celosía de cubierta se han calculado para las siguientes cargas:

	Salas de exposiciones (kp/m ²)	Palacio de deportes (kp/m ²)
— peso propio del tejado	40	40
— peso propio de la viga de celosía	15	25
— total, peso propio	55	65
— instalaciones, etc.	20	20
— nieve	50	50
— peso propio + sobrecarga	125	135

Se ha calculado la influencia de la sobrecarga de la nieve a un lado de la cubierta que determina el valor máximo de algunas diagonales; la carga puntual de las instalaciones se ha calculado aparte.

Con este sistema de construcción, según el esquema, tenemos en B fuerzas en dirección hacia abajo y en A hacia arriba (un par) que se pueden soportar bien por el resto de la estructura.

Las ventajas de este sistema son:

- a) Poca cantidad de material empleado.

Las características de los perfiles utilizados para la ejecución de las vigas de celosía de cubierta se encuentran en la tabla siguiente. El acero utilizado es de la calidad Fe 360, según Euronorm 25-72.

MATERIAL UTILIZADO: ACERO Fe 360			
Construcción	Vigas de celosía de cubierta entre consolas		Vigas de celosía de cubierta entre consolas + consolas + elementos de cierre
Salas de exposiciones	Perfiles: Barra superior: HE 220 A Barra inferior: HE 140 A Diagonales tubo de Ø 81,5 y t = 5	kg de acero por m ² de proyección horizontal 15	kg de acero por m ² de proyección horizontal 45
Palacio de deportes	Barra superior: HE 280 A Barra inferior: HE 220 A Diagonales tubo de Ø 108 y t = 3,75	25	35
Excluye las barras de contraviento, las fachadas y puentes de celosía			

NOTA: Las razones por las cuales se han obtenido estos resultados son las siguientes:

- a) Un material de cobertura ligero cuyo peso se ha calculado exactamente.
b) Un cálculo preciso en ordenador, con el programa adecuado para resolver estos tipos de estructuras, que tenemos en nuestra programática.

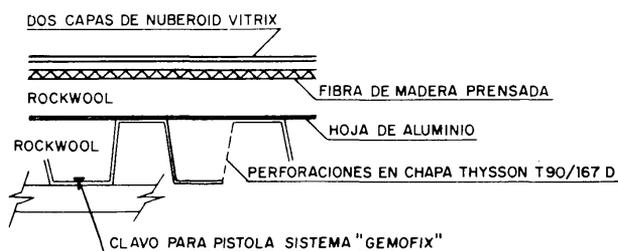
b) El montaje de la estructura de acero es relativamente simple y se ha realizado en dos fases, con la ayuda de una grúa, sin que haya sido necesario el auxilio de apoyos intermedios de montaje:

Fase primera: montaje de las consolas en forma de V.

Fase segunda: montaje de las vigas de celosía en forma de arco de circunferencia entre las consolas.

Material de cubierta

El peso propio juega un gran papel en el dimensionamiento de las barras en el caso de grandes luces; he aquí la razón por la cual hemos escogido un material de poco peso, como son las chapas delgadas de acero perfilado. En las paredes de las concavidades se han perforado agujeros de 4 mm de diámetro y la concavidad se ha rellenado de lana de roca o «rockwool», con el fin de obtener una superficie acústica suave. La longitud de las chapas es de 12 y 18 m, por lo que apoyan sobre dos o tres tramos de 6 m de luz para el cálculo resistente. Determinante para el dimensionamiento es la combinación del peso propio y 50 kp/m² de sobrecarga de nieve, con flecha máxima de 1/350 l. Las chapas están acopladas a las vigas de acero de celosía por medio de clavos, de alta resistencia, que son clavados a pistola.



Peso propio del sandwich de cubierta:

	kp/m ²
— 2 capas de ruberoid vitrix	10
— 5 cm rockwool y fibra de madera prensada	10
— 1 hoja de aluminio	
— rockwool en las concavidades	2
— chapas perfiladas t = 1,13 mm	18
Total peso propio	40

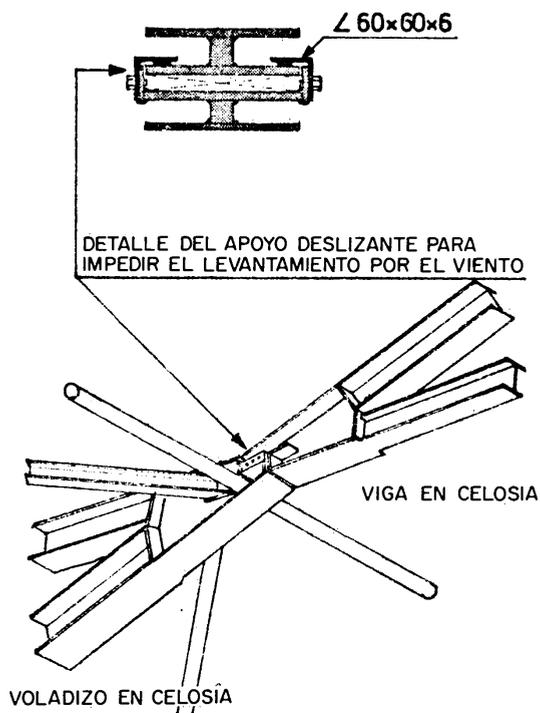
Vigas de celosía entre consolas

Las vigas de celosía de la cubierta con barras superiores e inferiores en forma de arco de circunferencia se apoyan sobre las consolas en forma de V.

De un lado estas vigas van articuladas a la consola y al otro lado tienen apoyo deslizante sobre la consola. Hemos empleado un apoyo deslizante ya que es muy difícil de determinar exactamente las fuerzas normales que se obtendrían a causa de acortamiento o alargamiento de las barras, a causa de la diferencia de temperatura, así como los diferentes desplazamientos de la cimentación. Como material deslizante para el apoyo se ha empleado teflon. Dicho apoyo se ha proyectado de manera que no se pueda levantar bajo la succión del viento.

Sistema de esfuerzos en la estructura principal de las salas de exposiciones

Cada 18 m de distancia entre ejes, medidos en el sentido longitudinal, se encuentran pórticos de 6 m de luz, medidos perpendicularmente. Sobre cada uno de los soportes hay una viga de celosía de 5,50 m de altura; las barras inferiores de ésta se encuentran a + 6,60 m. Sobre estas vigas y cada 6 m de luz entre ejes se apoyan las vigas de celosía de cubierta y, como consecuencia, cada soporte recibiría la carga de tres vigas de celosía de cubierta. De manera que la deformación, en lo que al viento se refiere de las vigas de celosía y los pórticos sea la misma. Se han proyectado cruces de estabilidad sobre las consolas. En el caso de sobrecarga a un lado del pórtico tendremos fuerzas de tracción en el soporte del otro lado, fuerzas que se eliminan, hasta cambiarse de signo, en compresión, con el peso propio de la estructura de hormigón de la parte inferior, lo que hace que en la cimentación incidan simplemente fuerzas de compresión. Los pórticos se han calculado con carga a un lado, lo cual da un estado desfavorable de fuerzas, pero, por otro lado, obtenemos una seguridad en lo que se refiere al conjunto, ya que, en caso de catástrofe, a uno u otro lado desaparecería la continuidad por rotura y los pórticos seguirían siendo estables con un coeficiente de seguridad más pequeño que en el caso de uso general.



Junta de dilatación en la cubierta

En la cubierta del palacio de deportes y en las salas de exposiciones sobre el apoyo deslizante se ha proyectado una junta de dilatación. Dada la longitud de las salas de exposiciones, se ha proyectado una junta de dilatación en sentido transversal, a la altura de los puentes de paso, con el fin de localizar los efectos de la diferencia de temperatura.

Sistema de fuerzas en la estructura principal del palacio de deportes

Este se puede apreciar en el dibujo. La forma de las consolas se ha adaptado a la construcción que hay debajo de ellas. Las consolas van apoyadas sobre dos soportes: el interior sobre las tribunas y el exterior en las columnas de fachada. Las dos columnas de la parte de atrás del trípode, en la tribuna, están colocadas en forma inclinada a fin de recibir solamente fuerzas normales.

Con el objeto de que las reacciones del apoyo trabajen en esa dirección inclinada, se le ha provisto de un rodillo de apoyo que trabaja sobre un apoyo inclinado 30° con relación al plano horizontal.

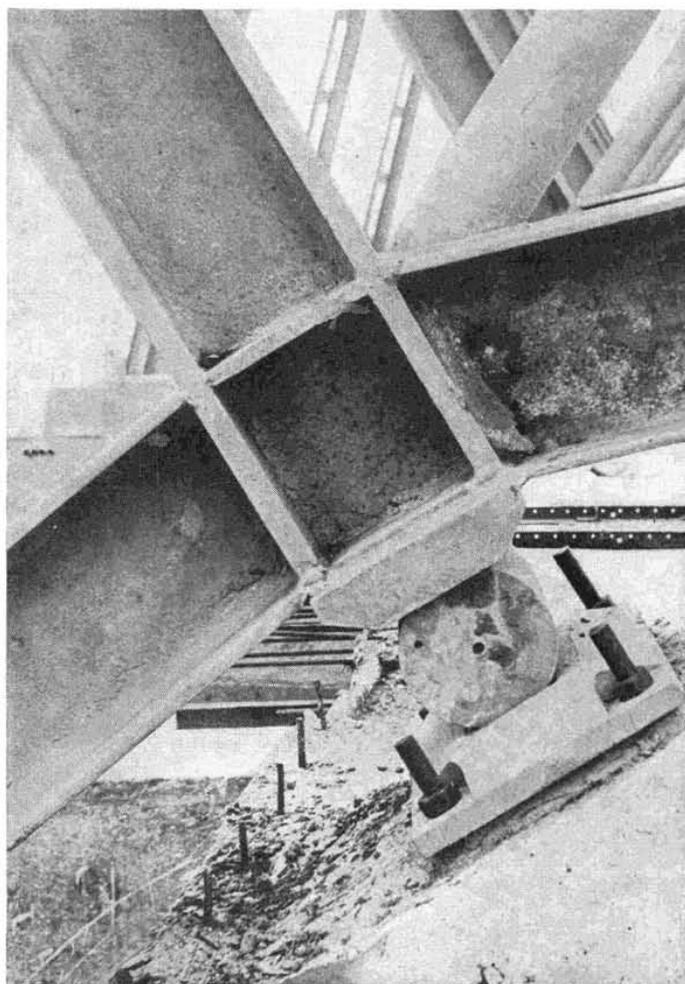
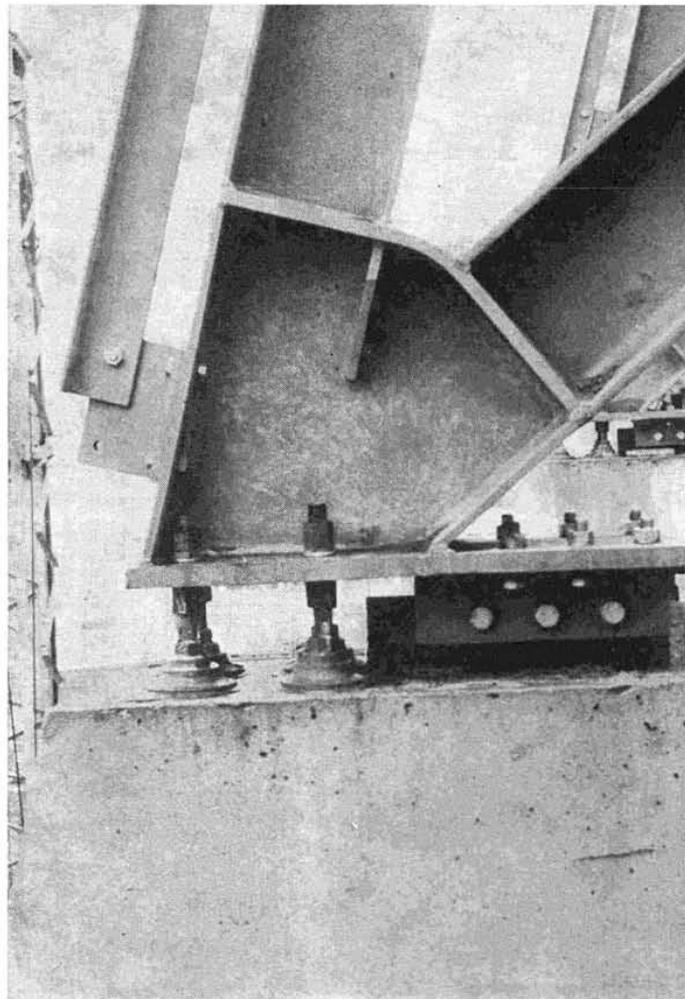
En el caso de carga total combinada con la de la tribuna la resultante pasa por el eje de la columna; mientras que para la primera cargada y la segunda descargada aparecen pequeños momentos en aquélla. En la columna de fachada tendremos una fuerza de tracción

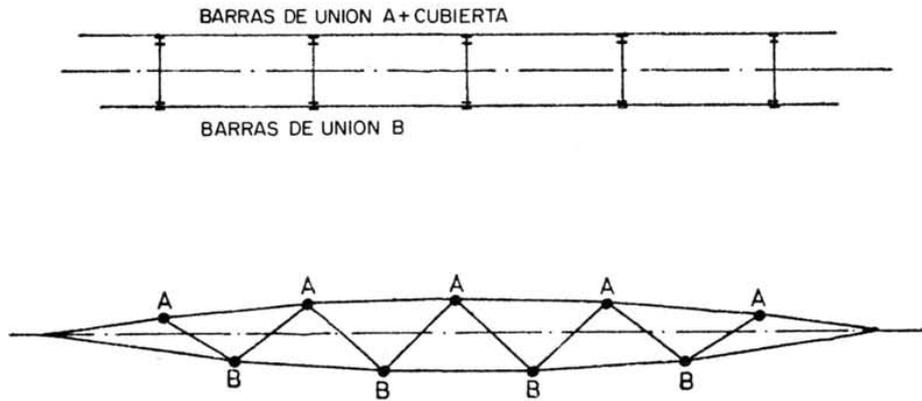
servicios técnicos de la Röntgen, y unas cuantas vigas de celosía, escogidas libremente, han sido controladas con ultrasonidos.

En los laboratorios de investigación científica «TNO» se han hecho pruebas para saber el comportamiento de los perfiles plegados en frío, que en nuestro caso se encontraban sobre las consolas.

Se pensaba que, después de un plegado en frío, aumentaría la fragilidad con la soldadura.

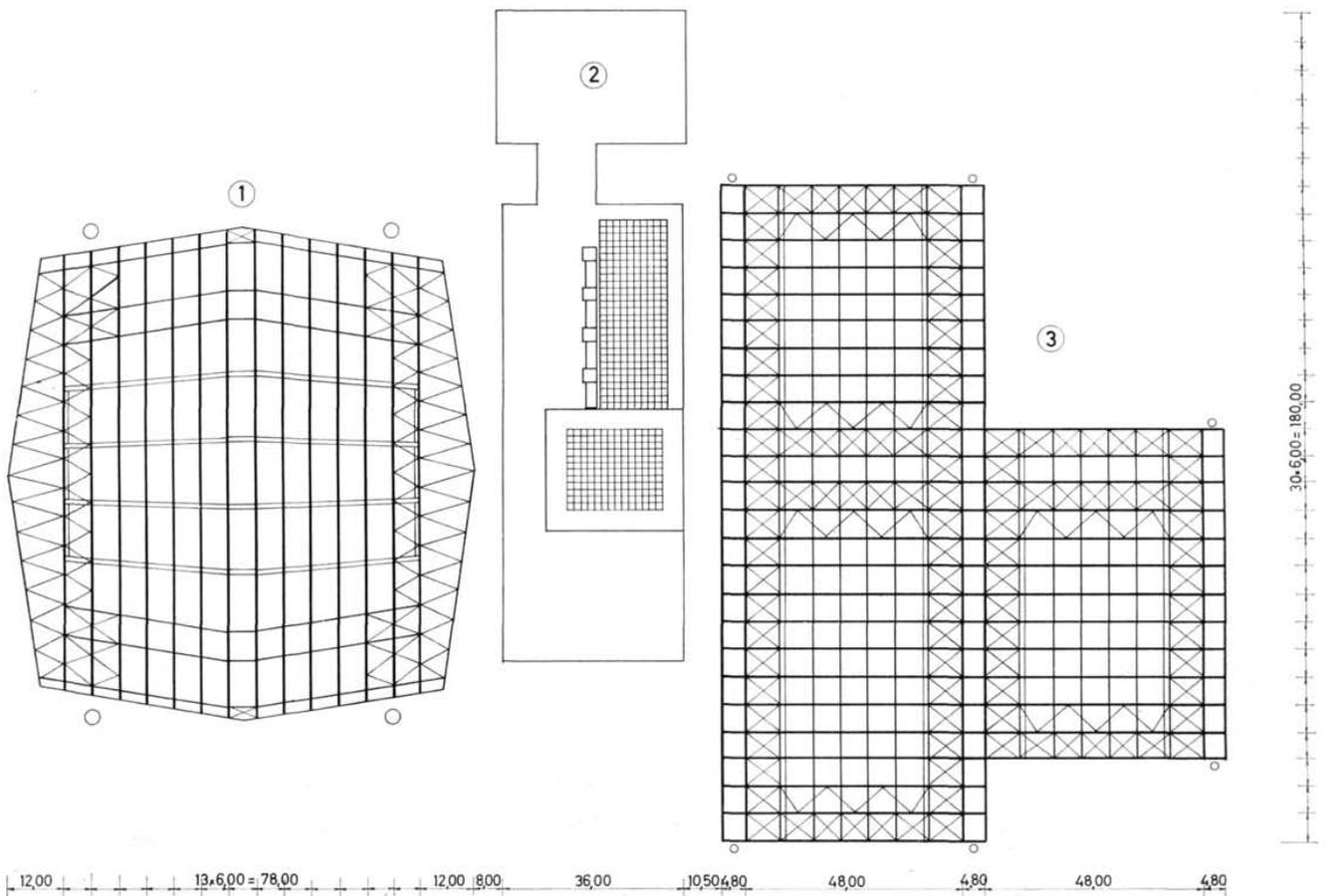
Los laboratorios «TNO» aconsejaron que primeramente se procediera a soldar los refuerzos y, después, al plegado. Así se evitaría el posible pandeo del alma durante el plegado.





Estabilidad de la cubierta

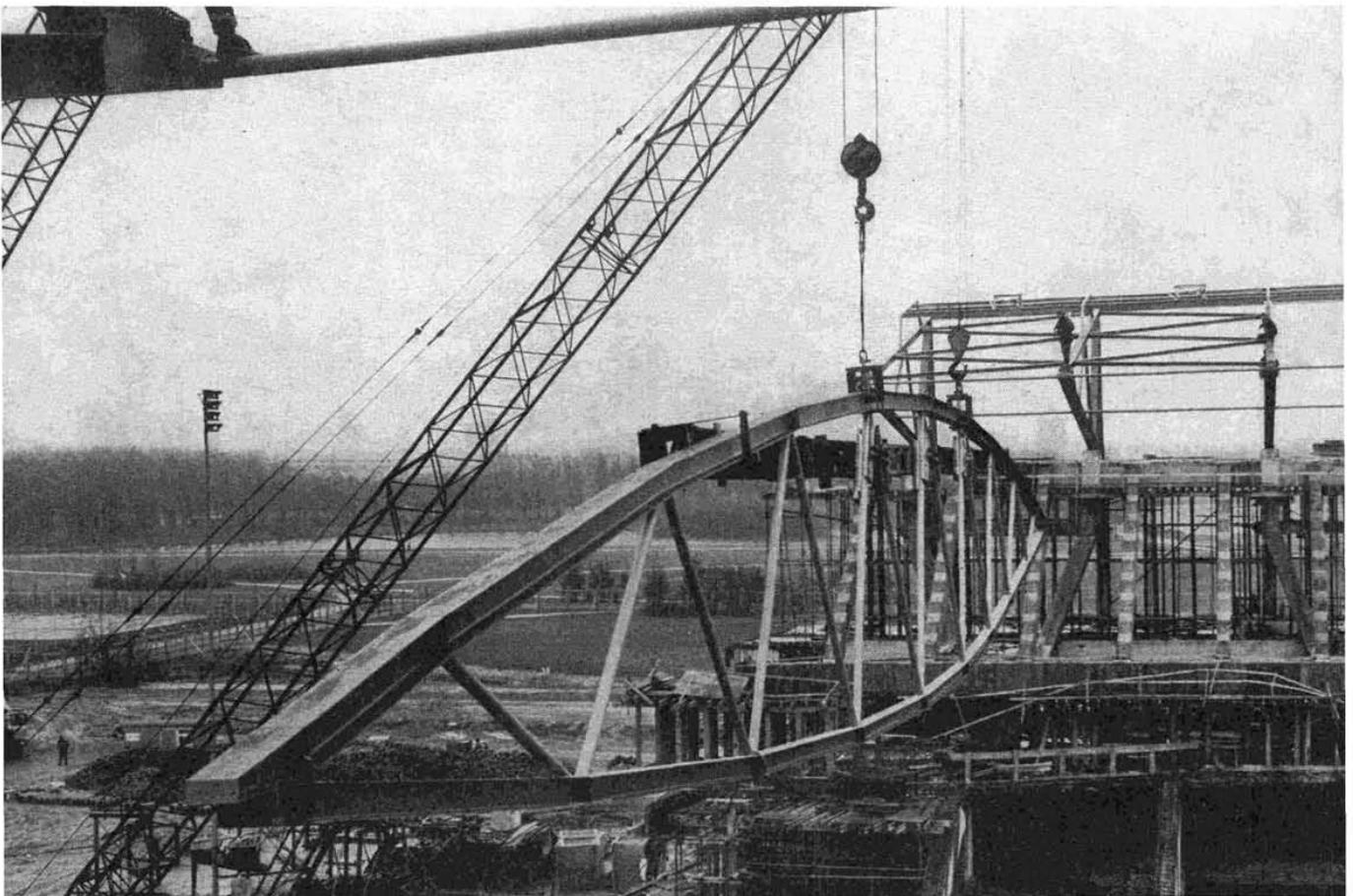
En el plano se ha dibujado la superficie del tejado, en el que están representadas, al mismo tiempo, las barras de contraviento necesarias para asegurar la estabilidad del conjunto. Las vigas de celosía de la cubierta del palacio de deportes son estables en el plano de la viga, por lo que se han proyectado, en el plano perpendicular a ella, barras de

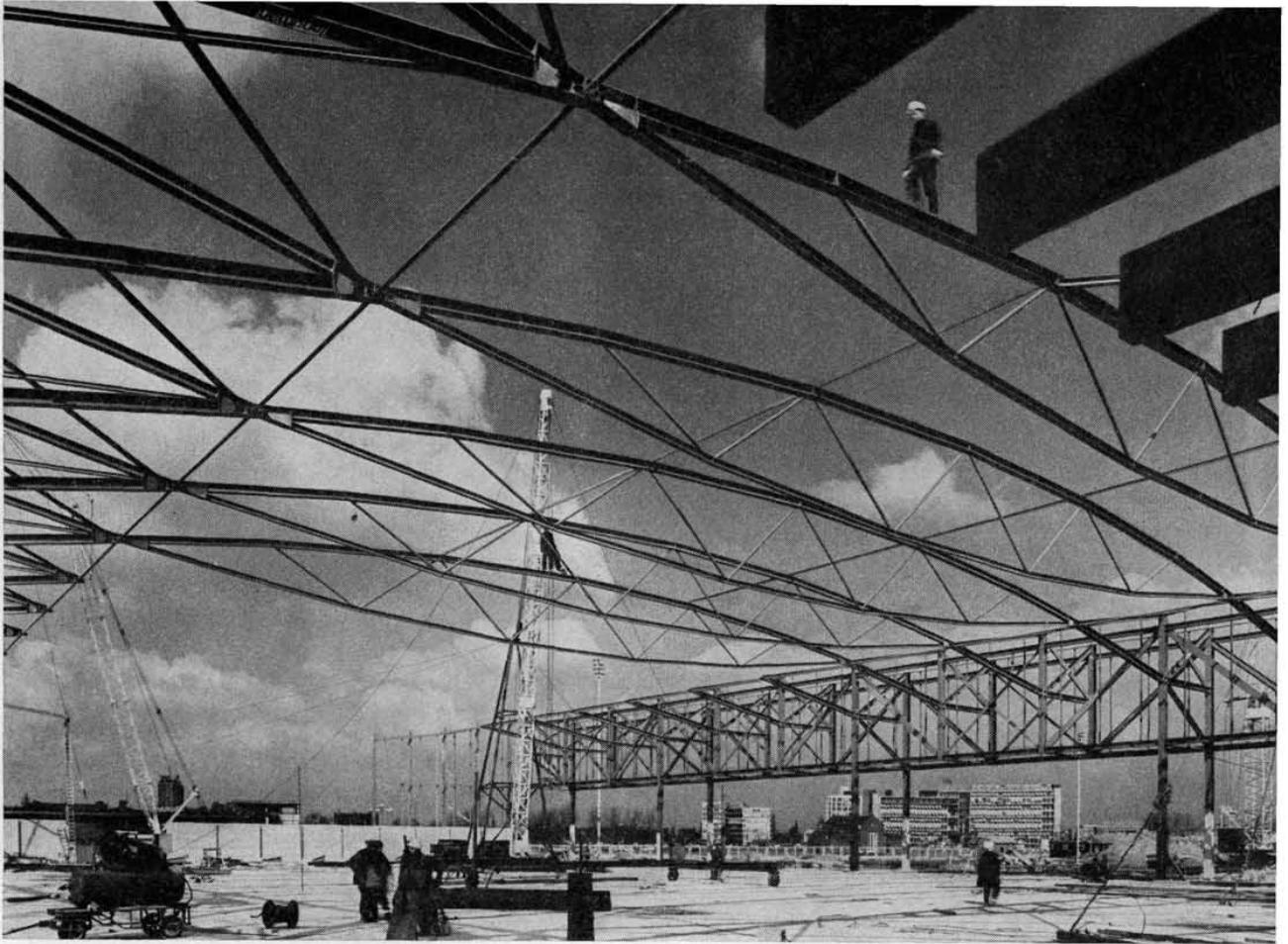


contraviento, cuyas reacciones en el eje de las fachadas longitudinales y por medio de cruces de estabilidad en el plano vertical, son transportadas a la construcción de hormigón de la parte inferior. Con el fin de aumentar la estabilidad de la cubierta a la succión se han tomado medidas en los dos últimos rodillos de apoyo, de manera que las consolas no se puedan desplazar hacia arriba. En las salas de exposiciones las vigas de celosía son estables en su propio plano, pero solamente unidas a los pórticos cada 18 m, razón por la cual se han proyectado barras de contraviento en dirección longitudinal.

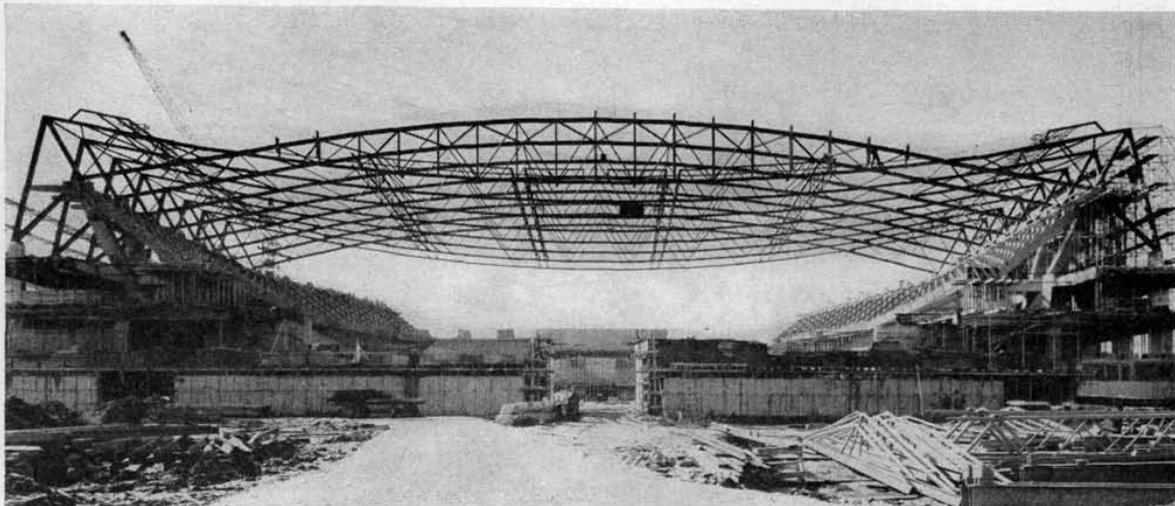
Estabilidad de las vigas de celosía entre consolas

La viga de celosía —entre consolas— con forma de dos arcos de circunferencia simétricos con respecto a un eje que pasaría por los apoyos, hace pensar, en lo que se refiere





a su estabilidad, que de no estar sujeta en la parte superior por las chapas de la cubierta, que van unidas con clavos de acero de alta calidad, giraría con respecto a ese eje. Para que su estabilidad no sea completamente independiente de ese acoplamiento, hemos proyectado barras que ajustan todos los nudos de las partes superior e inferior de la viga y en toda la longitud. Esa unión proporciona una seguridad extra a la construcción, ya que, en un caso de succión en el cual la presión del viento fuera de mayor valor



que el peso propio de la estructura, las barras de la parte inferior, que en principio están calculadas a tracción, trabajarían a compresión. Gracias a que los nudos están todos acoplados, su longitud de pandeo se ve enormemente favorecida y reducida.

Fachadas principales

En estos casos de grandes luces aparecen, para carga total en las vigas de celosía, flechas que se han de tener en consideración en lo que se refiere a la resistencia y a la estética. Por ejemplo, en el centro del palacio de deportes, para el caso de combinación del peso propio y de la sobrecarga, la flecha es 20 cm (flecha suma de la de la viga de celosía entre consolas 15 y las consolas). En el último vacío o primer vano, con respecto a la fachada, es necesario disponer contravientos en las partes superior e inferior de la viga de celosía. Por razones de estética se ha escogido la solución B, ya que en este caso los perfiles de la fachada se verán interrumpidos.

Montaje

En los talleres se han fabricado elementos de las más grandes dimensiones que ha sido posible; elementos que han sido transportados, por carretera, a la obra.

Las vigas de celosía de las salas de exposiciones, que tienen una longitud de 33 m y un peso de 3 t, se han transportado de una sola vez a la obra. Las vigas del palacio de deportes se han transportado en tres partes a pie de obra, donde han sido soldadas para constituir un elemento. El montaje de la construcción de las salas de exposiciones fue



Fotos: JOHN BROERE, H. A. BIEZEMAN, ROOVERS, GUIS DE JONG, DICK LEMCKE y C. KRAMER

muy sencillo y como sigue: una vez que las consolas de ambos lados fueron montadas y con la ayuda de una grúa Derrick se izó la viga de celosía hasta su lugar definitivo entre las consolas. Se ha utilizado esa grúa con objeto de ejercer cargas ligeras sobre el forjado de hormigón, sin que fuera necesario apuntalar el suelo, como tuvo que hacerse en el palacio de deportes. Toda la estructura de acero de las salas de exposiciones, incluso la fachada y sus elementos, se han montado en 4 meses.

El montaje de las vigas de celosía de cubierta del palacio de deportes resultó muy difícil, ya que el espacio de trabajo entre tribunas era muy escaso. Se estudiaron diversas soluciones para el montaje, incluso recurriendo al auxilio de helicópteros; tomándose, como decisión final, el montaje de elemento por elemento, empezando por las consolas que se izaron de afuera hacia adentro. Las vigas de celosía se montaron y se soldaron longitudinalmente, dado que en sentido transversal el espacio era muy reducido. En consecuencia, para montarlas en su lugar definitivo hubo que girarlas 90°. Durante las operaciones de montaje, las vigas iban suplementadas con una viga provisional de refuerzo que servía para aumentar su rigidez en sentido lateral. El izado de las vigas de celosía de 35 t de peso, se hizo con la ayuda de una grúa de esa misma capacidad y con la de otras dos grúas de menor capacidad de carga. El montaje de la estructura se realizó en el plazo récord de nueve semanas.

Este complejo obtuvo el premio de la «Construcción Metálica» en 1971, y el de la «C.E.C.M.» en 1973.

Esta traducción ha sido realizada por el Ingeniero I. Motrico, Jefe de proyecto de las oficinas de ingeniería ABT.

résumé

Ensemble sportif et salle d'expositions «Ahoy», à Rotterdam, Hollande

G. Passchier, architecte
A. Krijgsman, ingénieur conseil

L'ensemble bâti occupe un terrain formidable en ce qui concerne les communications. Il est appelé à être un centre de grande importance sociale et économique. Situé à seulement 12 minutes de la gare de chemin de fer de Rotterdam et uni à d'autres points vitaux par l'autobus et le métro, il comprend un centre commercial, des garages, des bâtiments pour bureaux, logements, un hôtel, etc.

Dans cet article, les auteurs décrivent particulièrement: le palais des sports, de 6.000 places assises; un bâtiment central pour restaurants, cafeterias, bureaux, presse et installation; des salles d'exposition, totalisant 12.000 m².

summary

Sports Complex and Exhibition Hall «Ahoy», in Rotterdam, Holland

G. Passchier, architect
A. Krijgsman, engineer adviser

This complex occupies an extraordinarily situated plot, in view of its excellent communications, and it is bound to become a centre of great social and economic importance. It is located only 12 minutes away from Rotterdam railway station and equally close to bus and underground transports and will eventually comprise: a shopping centre, garages, office buildings, housings, a hotel, etc.

This article especially describes: the sports palace, with 6,000 seats; a central building for restaurants, coffe-shops, offices, the press and installations; exhibition halls, with altogether 12,000 m² of exhibition space.

zusammenfassung

Sportanlage und Ausstellungshalle «Ahoy» in Rotterdam - Holland

G. Passchier, Architekt
A. Krijgsman, Mitarbeiter ingenieur

Dieses Komplex nimmt ein ausserordentlich gelegenes Grundstück in Bezug auf seine Verkehrsverbindungen ein, und es wird nach seiner Vollendung ein Zentrum von grosser sozialer und ökonomischer Bedeutung sein: nur 12 Minuten von dem Rotterdamer Hauptbahnhof, entfernt und liegt auch in der Nähe von anderen Verkehrsmitteln wie z.B. Bus und Untergrundbahn und wird allmählich folgendes umfassen: ein Geschäftszentrum, Garagen, Bürogebäude, Wohnhäuser, ein Hotel, usw.

Dieser Artikel beschreibt besonders: den Sportpalast mit 6.000 Sitzplätzen; ein zentrales Gebäude für Restaurants, Konditoreien, Büros, die Presse und Anlagen; Ausstellungs-locale mit insgesamt 12.000 m² nutzbarer Fläche.