Informes de la Construcción Vol. 30, nº 294
Octubre de 1977

estructura metálica del edificio social de la Mutua General de Seguros Barcelona • España

XAVIER BUSQUETS, Dr. Arquitecto
JUAN BATANERO y RAMIRO RODRIGUEZ-BORLADO, Drs. Ingenieros de Caminos
CARLOS MARTINEZ LASHERAS, Dr. Ingeniero Agrónomo
RAFAEL MARTINEZ LASHERAS, Ingeniero de Caminos
Constructor de estructura metálica: AQUINACO, S. A.

841 - 21

sinopsis

Se describe la solución adoptada para estructura de la Mutua General de Seguros, en la Diagonal de Barcelona. El edificio se compone de seis sótanos generales y dos bloques elevados, uno de trece plantas y otro de cuatro, debidamente enlazados por la segunda y tercera.

Los problemas planteados fueron de muy diversa índole: desde la sujeción de las pantallas de hormigón de las plantas enterradas, hasta la consecución de la máxima diafanidad —en todas las plantas de oficinas no existen soportes intermedios— en las plantas altas a base de pórticos de gran luz, compuestos de dos partes bien definidas (el pórtico de planta baja y el conjunto de las superiores) y acertadamente resueltos, desde el doble punto de vista estructural y estético.

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

La Mutua General de Seguros se decidió a edificar su sede social en el solar de la Diagonal de Barcelona, esquina a Entenza. La redacción del correspondiente proyecto fue encargado al equipo del Doctor Arquitecto Xavier Busquets, con el que colaboramos en el estudio de la estructura metálica.

Las características del edificio son singulares, como singular es el solar donde se ubica. Por razones de tipo económico se construyeron 6 plantas de sótano, encontrándose la cota del último sótano 24 m por debajo de la Avenida Diagonal. Aquí surgió la primera dificultad: había que contener las tierras en un hueco muy profundo. Se decidió que la solución de ejecución más rápida era proyectar una estructura metálica preparada para entibar las pantallas perimetrales de hormigón armado.

El Dr. Busquets distribuyó el volumen edificable saliente en dos masas de base rectangular y muy distinta altura. El cuerpo que linda con la Diagonal es el alto; las dimensiones en planta baja son de 15 × 44 m, colocando en las 12 plantas restantes 1 m a cada lado de la fachada, excepto en la posterior. De los 44 m de longitud, 31 m están dedicados a las plantas de oficina, y los 13 restantes, a servicios: escaleras, ascensores, aseos, huecos para canalizaciones, etc.

A continuación, y separado por 11 m, comienza el segundo cuerpo de 39 × 15 m en superficie de planta baja, y de 41 × 17 m en las 3 plantas restantes. La segunda planta y la tercera se hallan unidas a la primera y segunda, respectivamente, del cuerpo alto.

Lo que da singularidad a la estructura es la concepción del edificio; en todas las plantas de oficina no existen soportes intermedios, quedando unas superficies diáfanas muy extensas, de total aprovechamiento. Ello sólo justifica el natural encarecimiento de la estructura metálica.

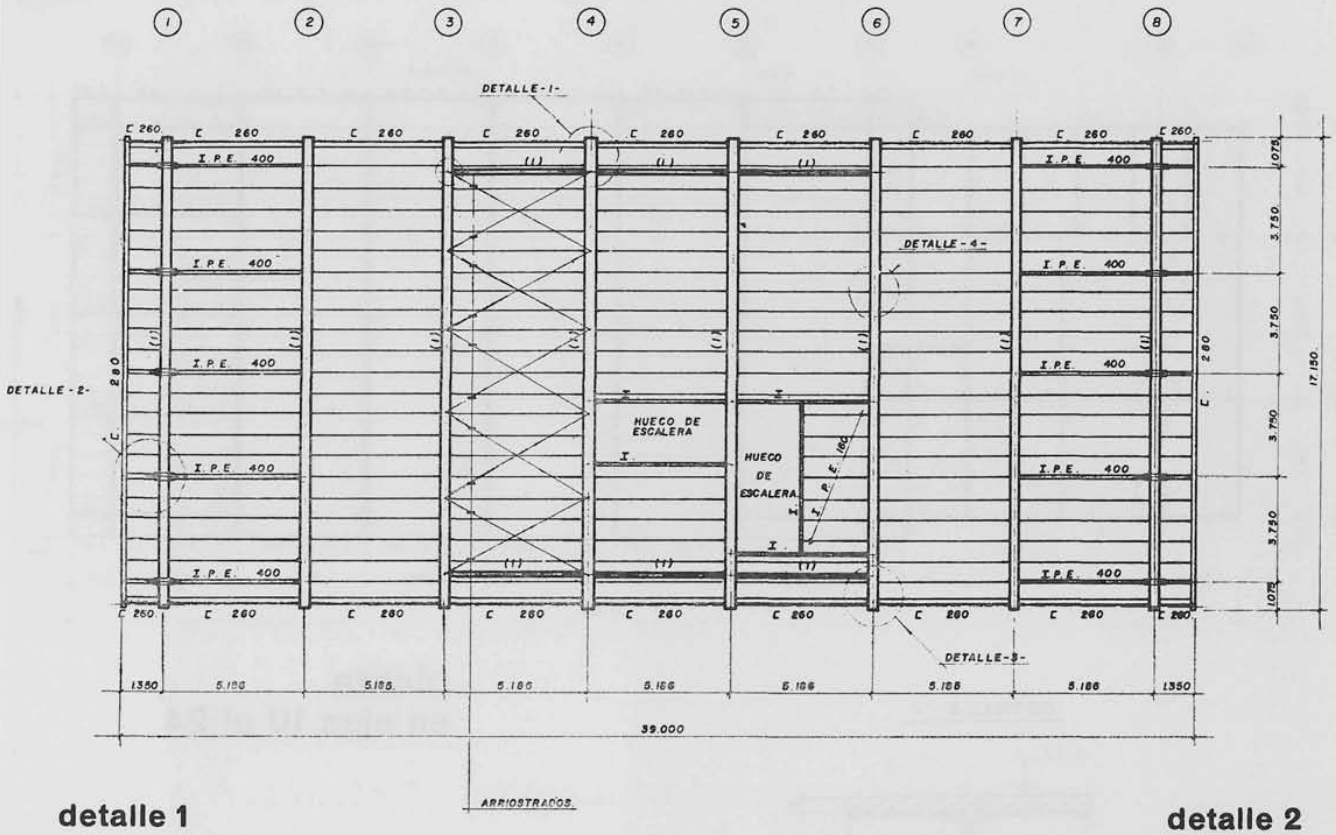
Al estar los soportes en la fachada y ante el temor de disminuir la anchura del edificio en planta baja, hubo necesidad de estudiar una estructura de características muy especiales.

DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA METALICA DE LOS SOTANOS

El muro perimetral de 70 cm de espesor se construyó por pantallas verticales —sistema Rodio—, preparados para resistir a flexión la carga correspondiente a dos plantas; es decir, se debían recoger las reacciones de las pantallas con la estructura metálica. Las acciones eran muy fuertes: 16 t/m en la cota — 5, 40 t/m en la cota — 13 y 63 t/m en la cota — 19. Fue fácil estudiar la estructura soporte de los muros transversales, consistiendo en unas vigas horizontales que recogen las cargas de pantalla que se apoyan en las vigas de pórtico preparadas para resistir compresiones. Las acciones de una viga horizontal se compensan con las de enfrente.

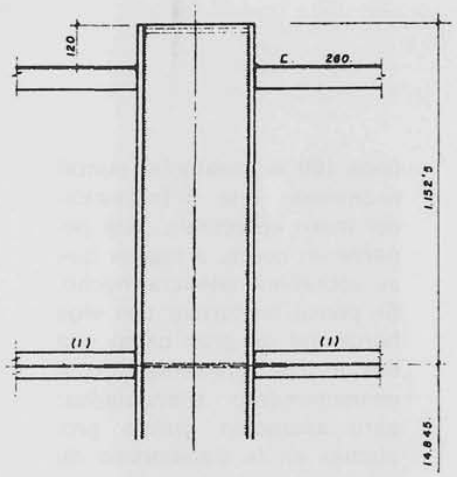
Arriostrar un muro con el de enfrente no parecía el método mejor, en el caso de los muros frontales, distanciados

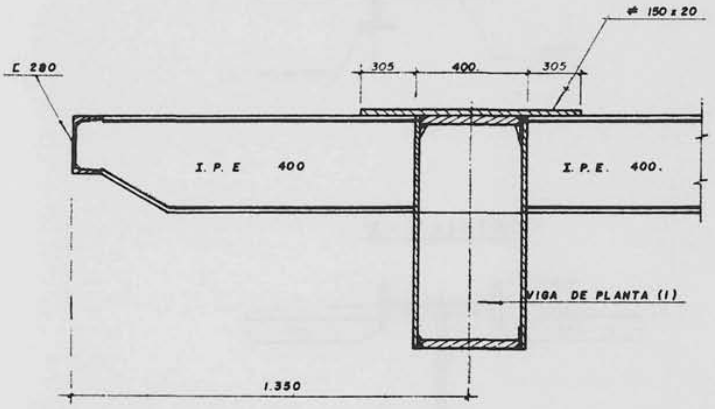
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



detalle 1

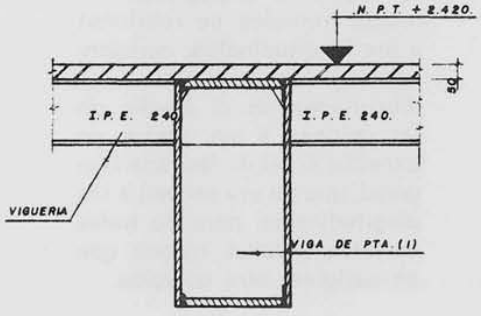
detalle 2

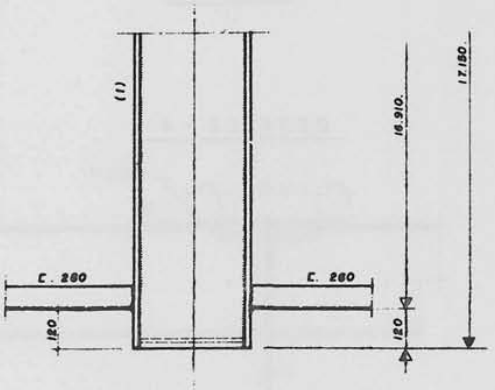




detalle 3

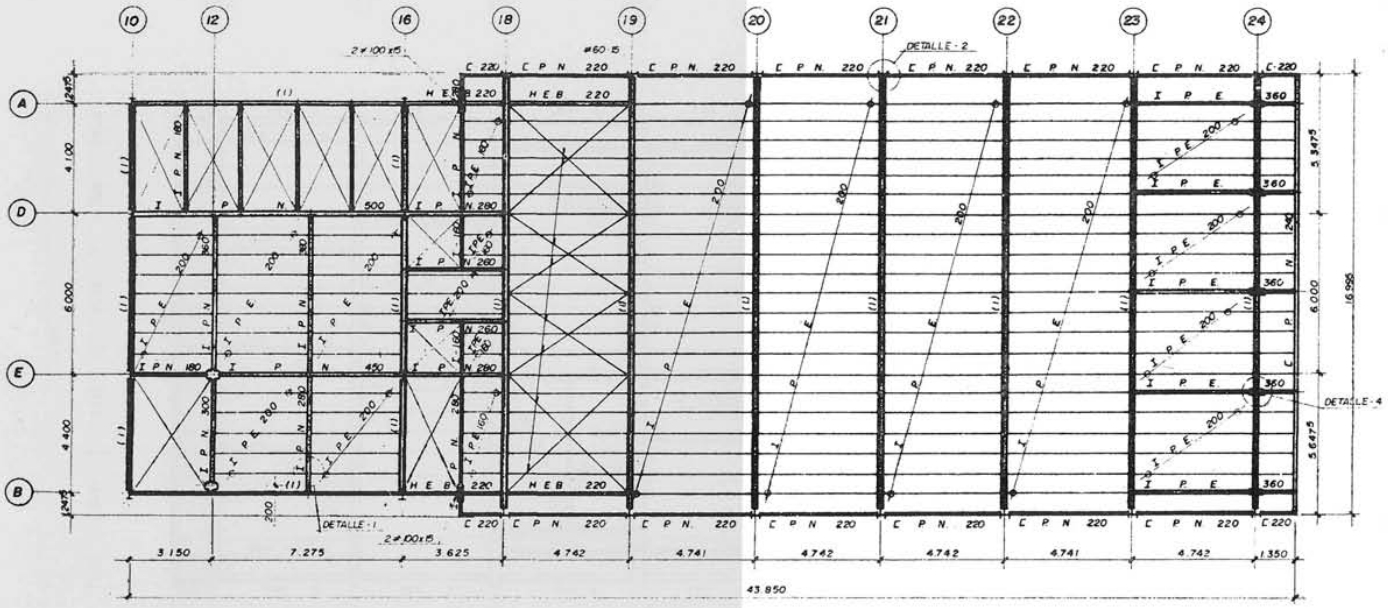
detalle 4





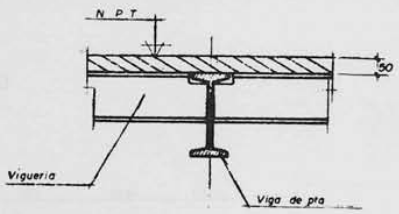
planta tipo en ejes 1 al 8

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

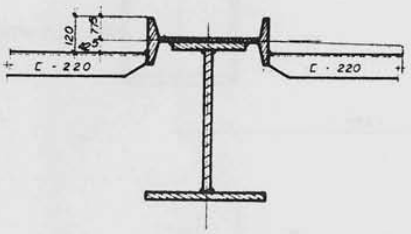


planta
en ejes 10 al 24

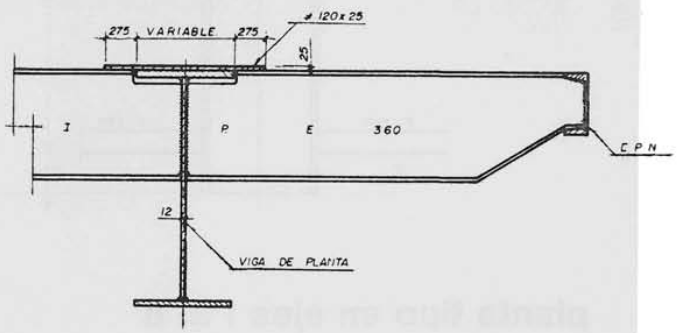
DETALLE - 1



DETALLE - 2



DETALLE - 4

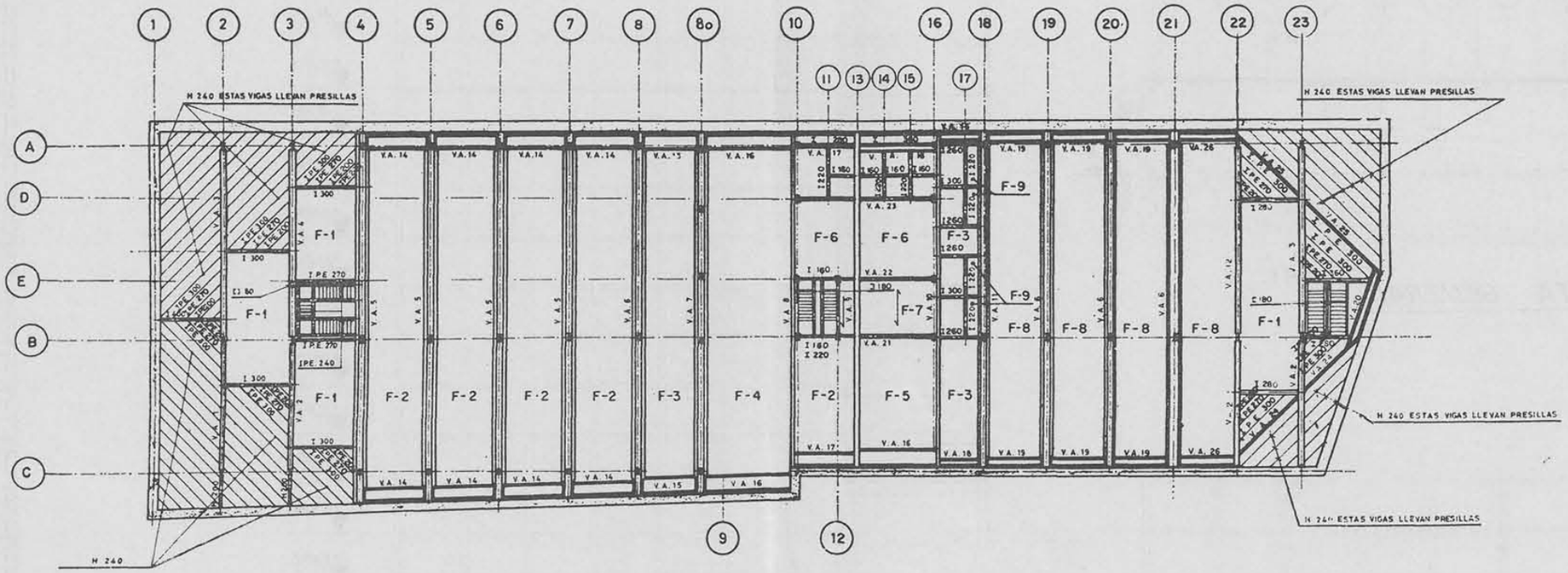


unos 100 m; cualquier puntal necesitaba una deformación del muro apreciable para ponerse en carga, a menos que se sobredimensionara mucho. Se pensó en formar una viga horizontal de gran canto con dos crujías transversales convenientemente trianguladas; pero aparecían graves problemas en la transmisión de las reacciones de apoyo, sobre los muros longitudinales. La solución elegida fue un forjado de viguetas inclinado, como se puede observar en planos y fotos, de tal manera que los empujes de los muros frontales se refirieran a los longitudinales, compensándose mutuamente. Hubo dificultades en el diseño de las uniones a los muros, en especial en el de fachada Diagonal, que no era normal a las longitudinales, pero de todas maneras muchas menos que en cualquier otra solución.

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

planta tipo de sótano con arriostrado de muro

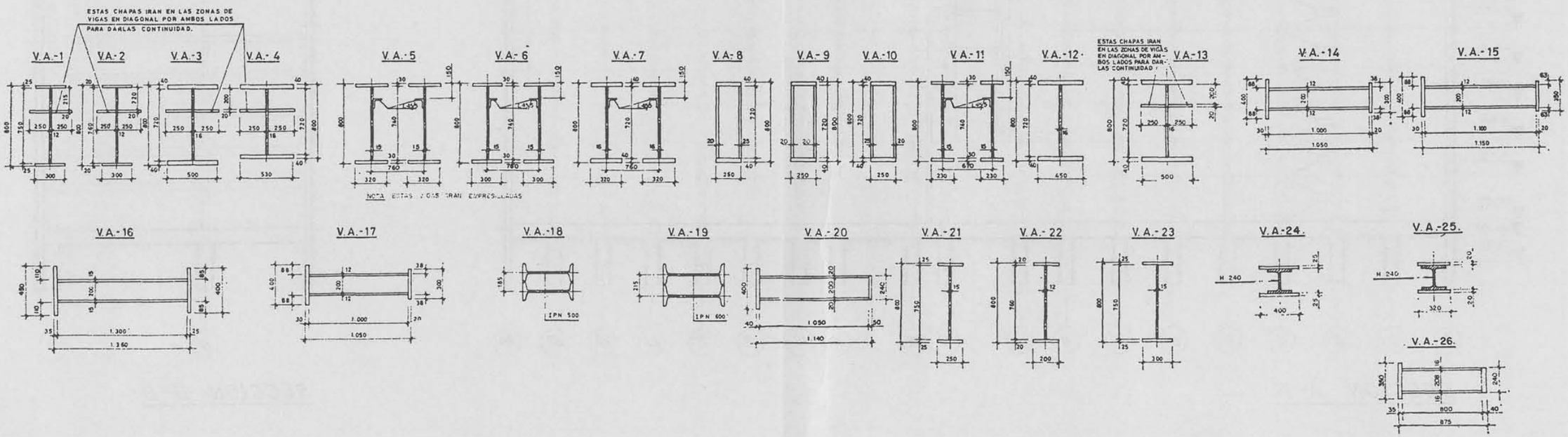
PLANTA -19.82



FORJADOS

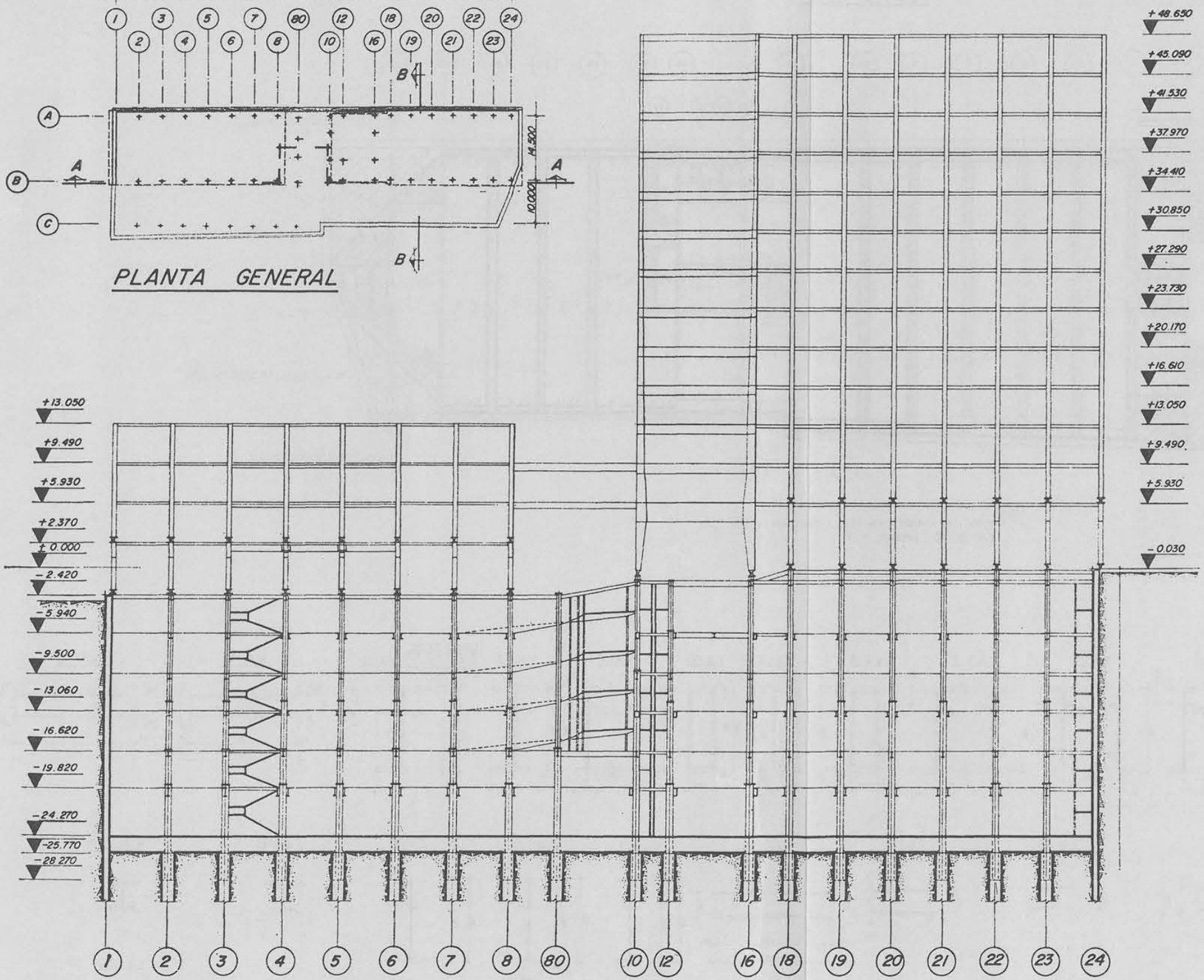
F-1	IPE 270
F-2	IPE 240
F-3	IPE 180
F-4	IPE 330
F-5	IPE 300
F-6	IPE 200
F-7	IPE 180
F-8	IPE 220
F-9	IPE 160

NOTA.-
- TODOS LOS FORJADOS VAN EN LA DIRECCION DE LOS EJE Ⓐ -Ⓒ , EXCEPTO F-7.

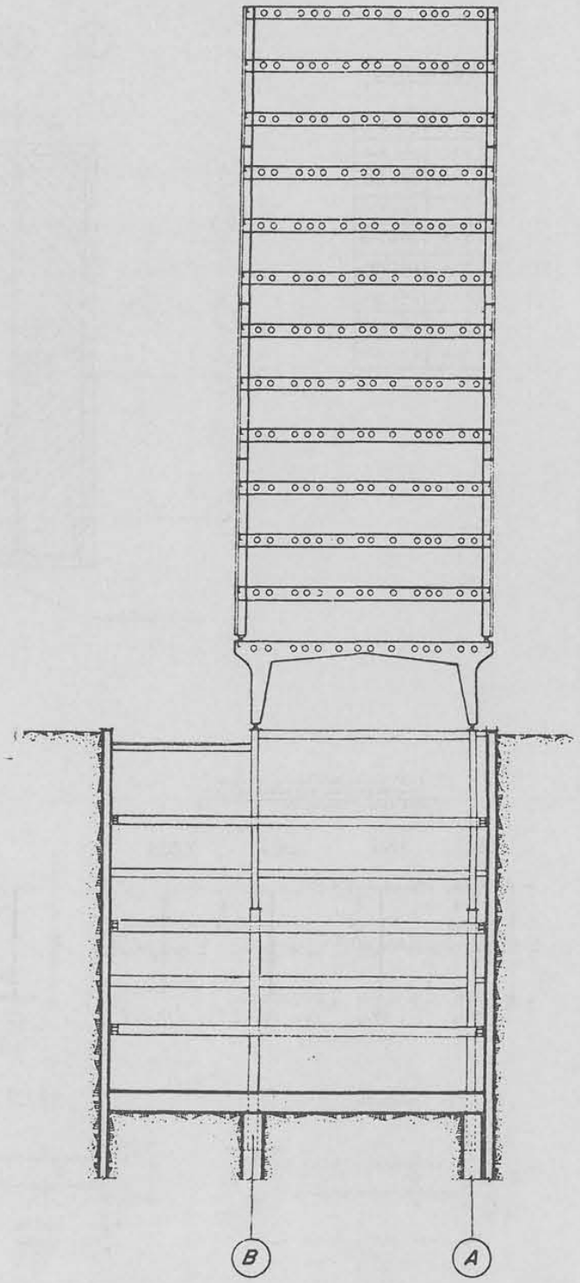


© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

PLANTA GENERAL

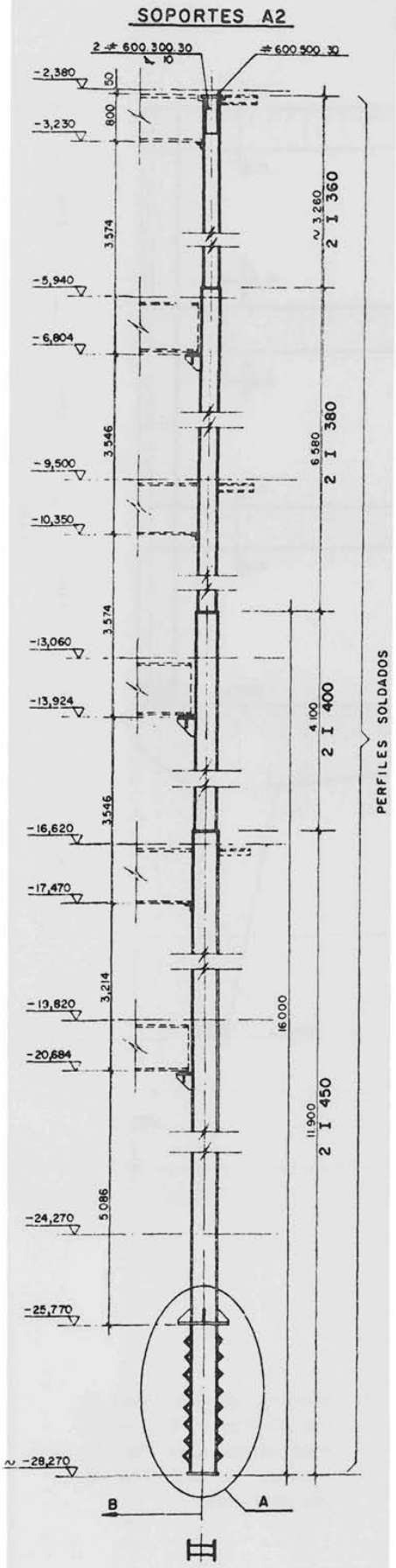


SECCION A-A



SECCION B-B

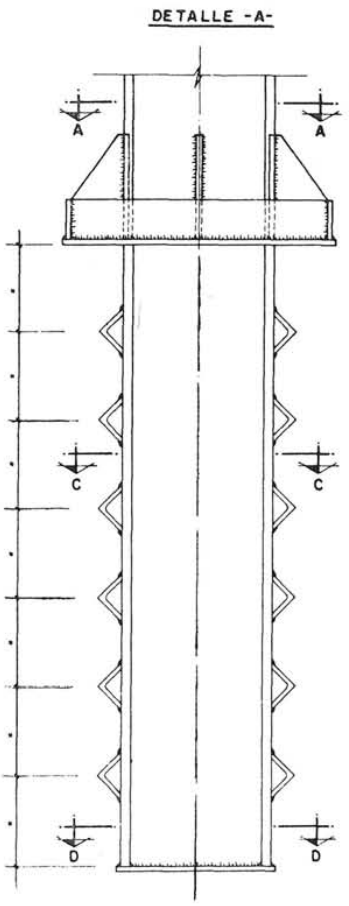
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

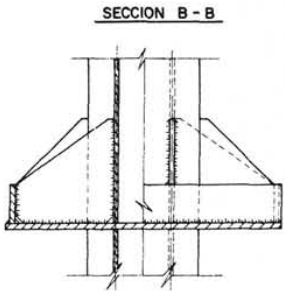


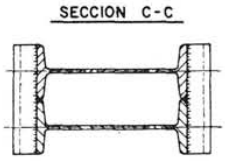
El apoyo de las pantallas sobre las vigas horizontales se efectuó con placas de caucho cloropreno para prever los deslizamientos relativos, debidos a las deformaciones elásticas de los soportes cuando sufrieran los naturales esfuerzos de compresión.

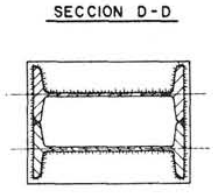
El proceso constructivo de la estructura de sótano fue el siguiente:

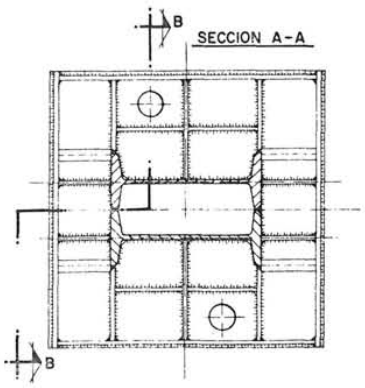
a) Montaje de los soportes en pozo, puestos sobre un pilote de gran diáme-





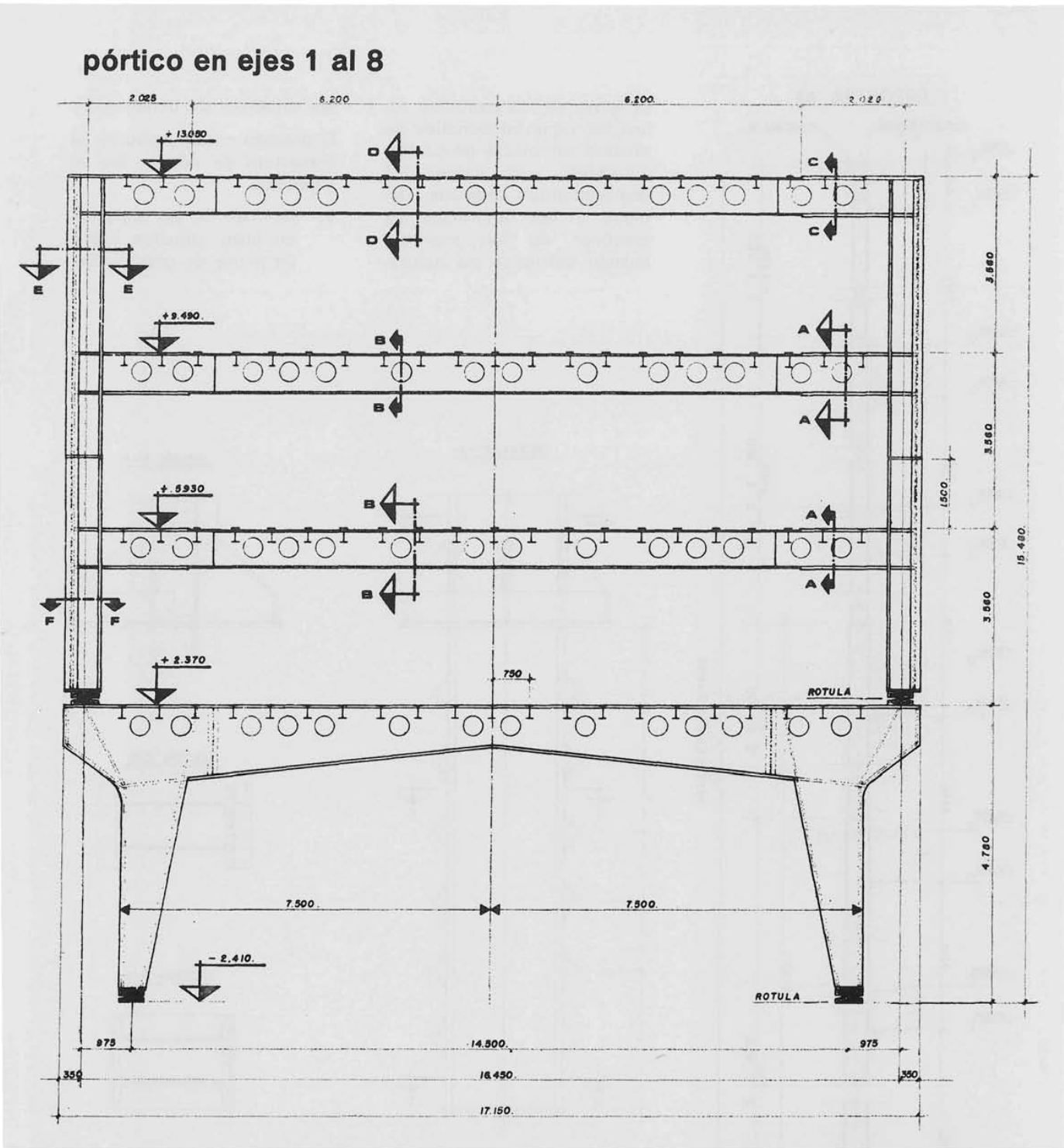






soportes tipo de sótano
basa tipo

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



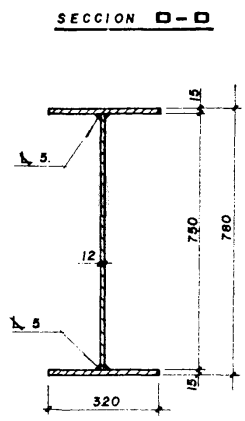
tro. El soporte llevaba unos conectores para transmitir esfuerzos de compresión. Después del montaje se llenaba el pozo con tierra.

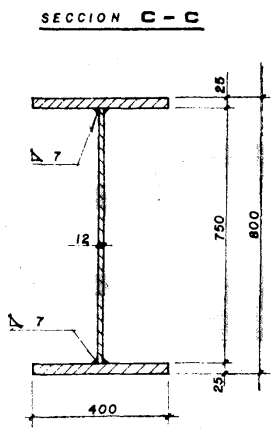
b) Montaje de las vigas de la planta — 5, solidarizada con las pantallas para resistir empujes.

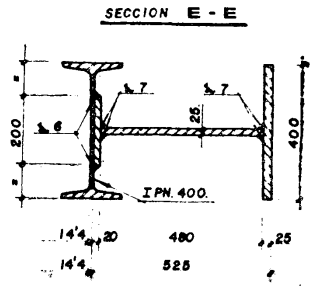
c) Retirada de tierras hasta cota — 14.

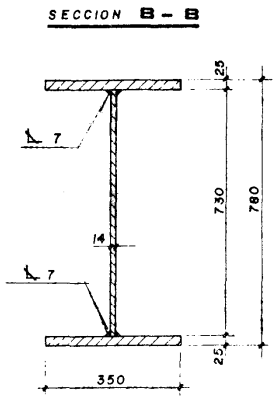
d) Montaje de las vigas de las plantas — 9 y — 13, esta última con los elementos de sujeción de las pantallas.

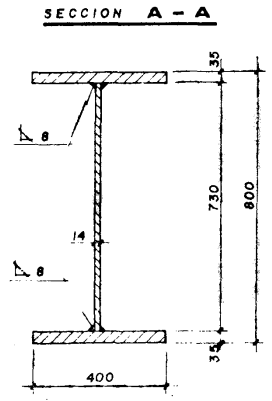
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

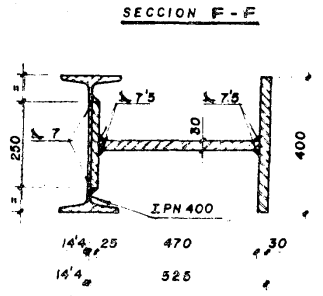












e) Retirada de tierras hasta nivel — 20.

f) Montaje de la estructura principal de las plantas — 16 y — 19, junto con los elementos de arriostrado de muros en esta última.

g) Retirada de tierras hasta cota — 25.

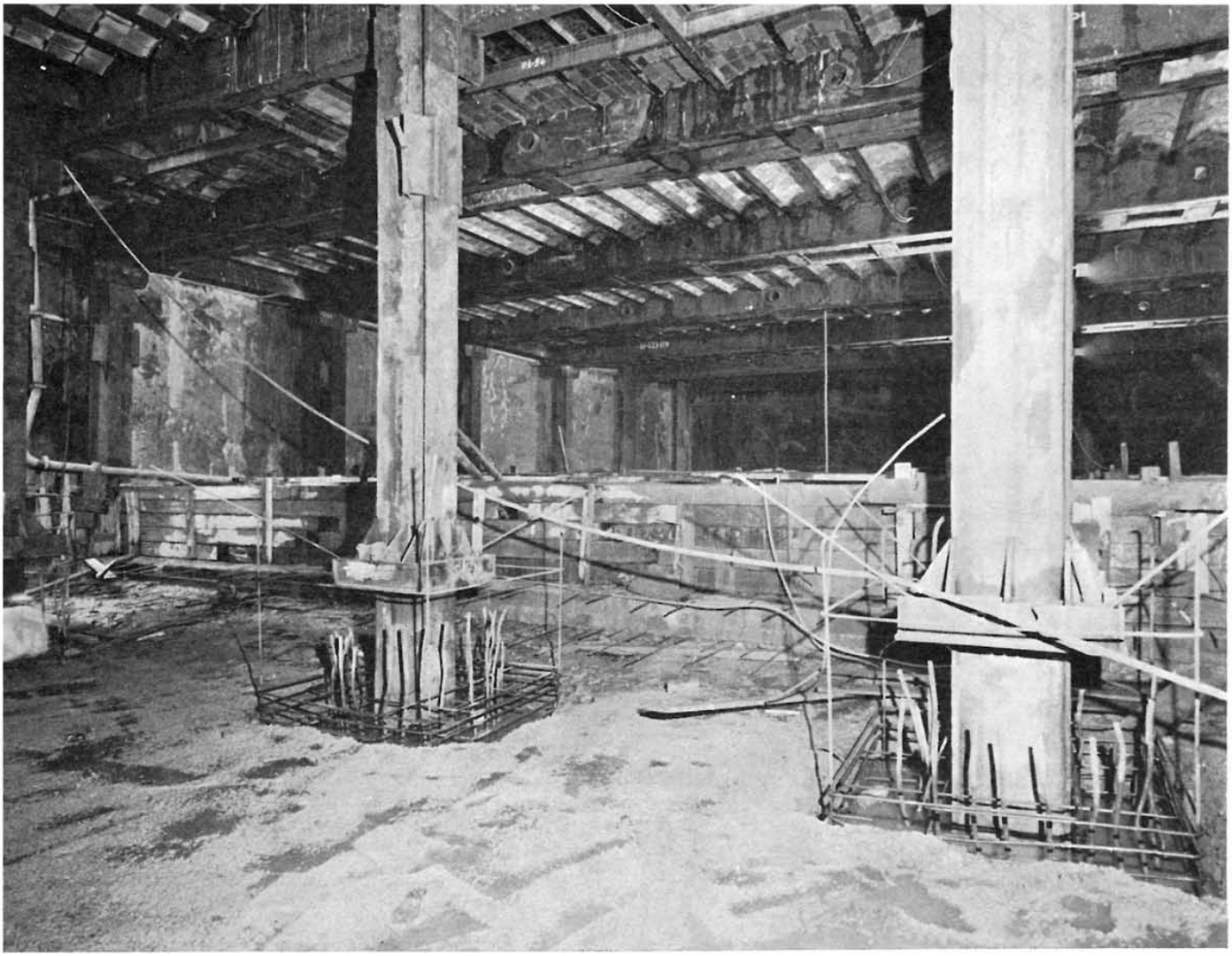
h) Montaje de las basas de los soportes.

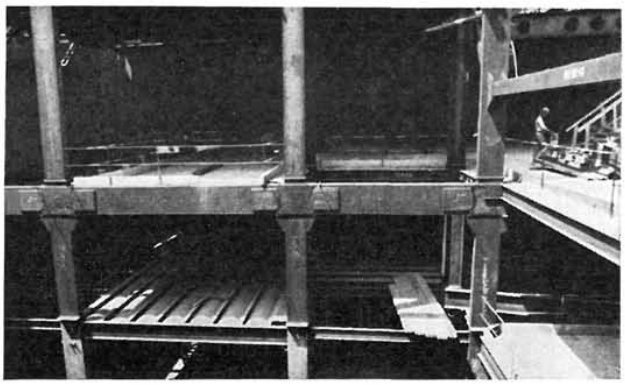
i) Saneamiento de la cabeza de los pilotes y construcción de la losa de cimentación.

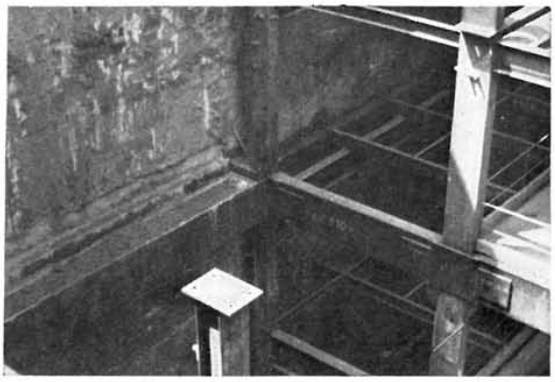
Muchas horas de trabajo nos llevó el diseño de los apoyos, pues se quería conseguir una diferenciación clara de todas las misiones resistentes, y evitar las uniones rígidas del soporte y vigas, en las que la valoración de los esfuerzos sería casi imposible y las soldaduras de unión de muy difícil ejecución y poco contiables. En el caso en que vigas y puntales tuvieran que colocarse en un mismo plano por necesidades arquitectónicas, se dispuso un complicado sistema de rótulas.

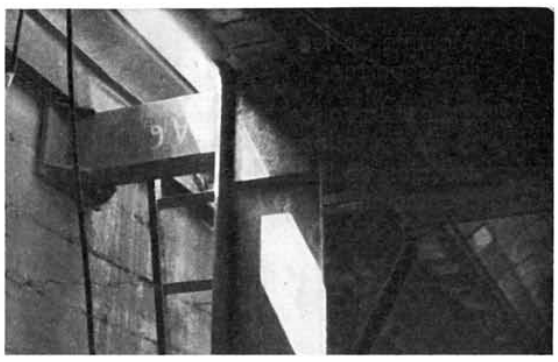
La concepción y diseño de los elementos de la planta baja fue muy laboriosa. Por una parte, eran considerables las acciones horizontales a transmitir a los muros perimetra-

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



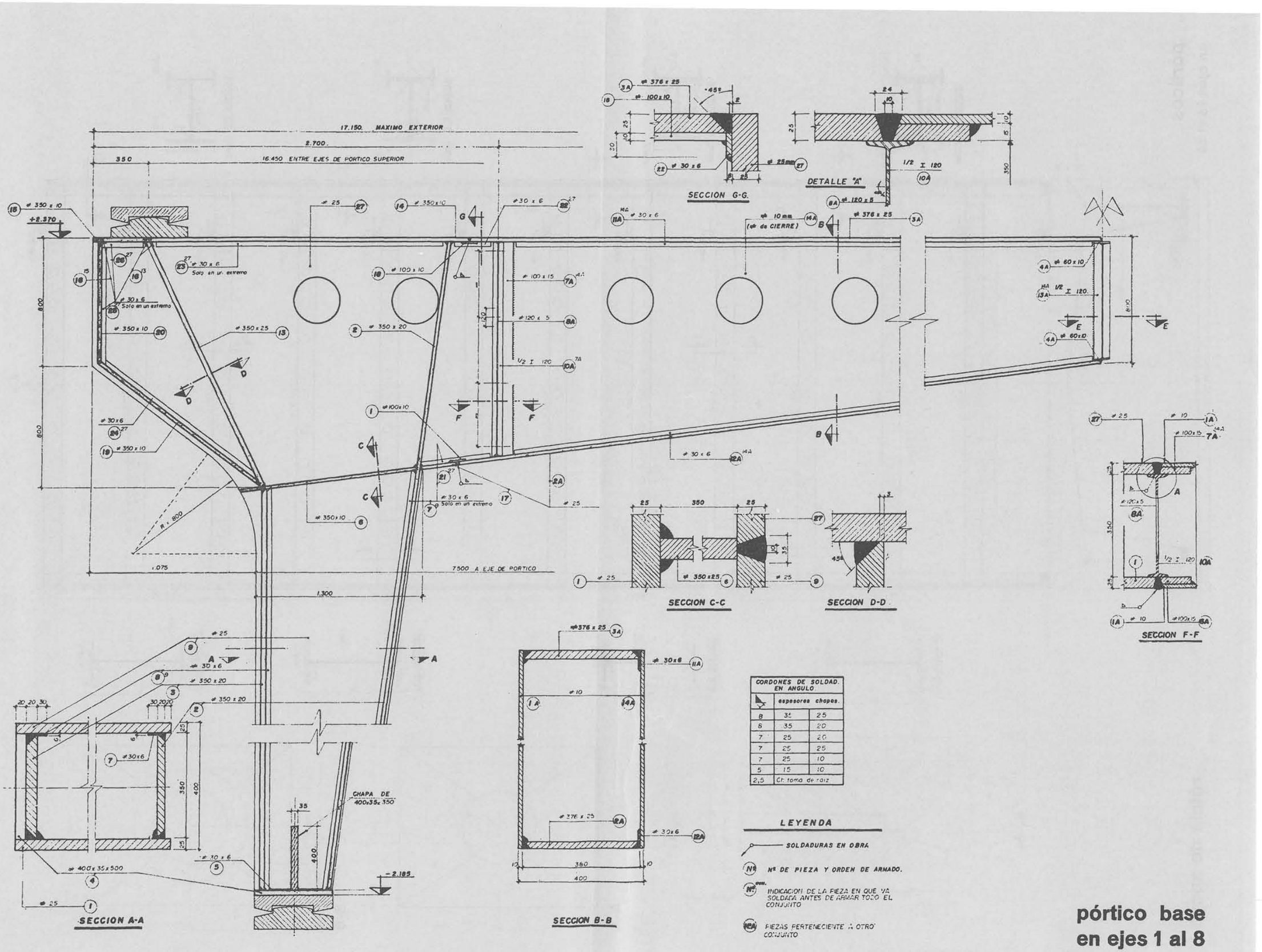






proceso constructivo

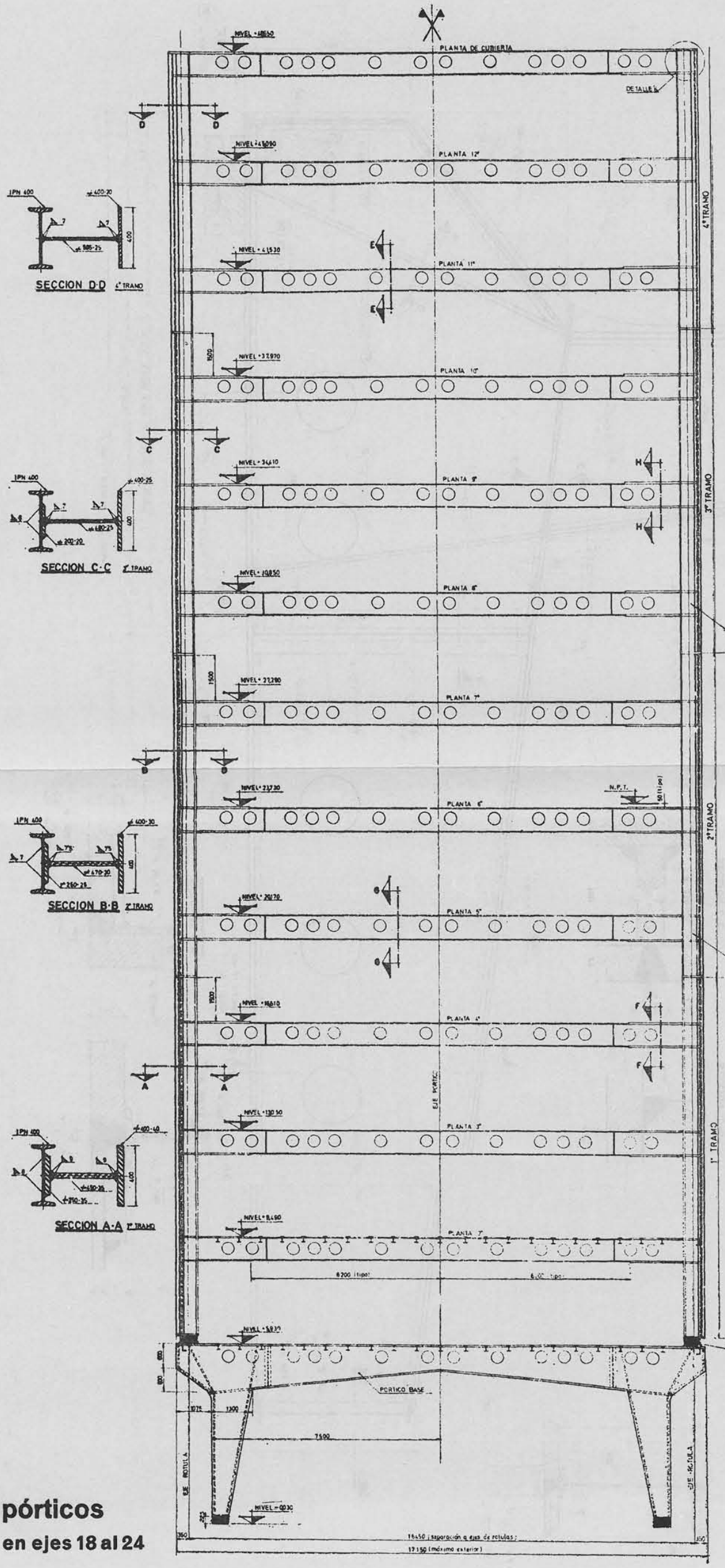
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

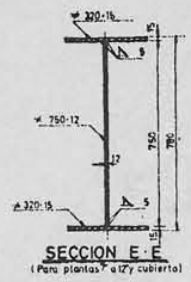


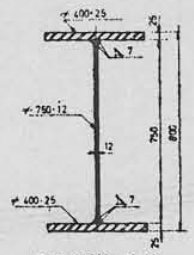
	espesores chapas.	
8	35	25
6	35	20
7	25	20
7	25	25
7	25	10
5	15	10
2,5	Cr. toma de raiz	

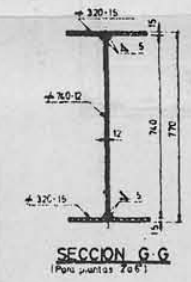
pórtico base en ejes 1 al 8

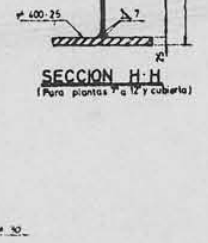
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

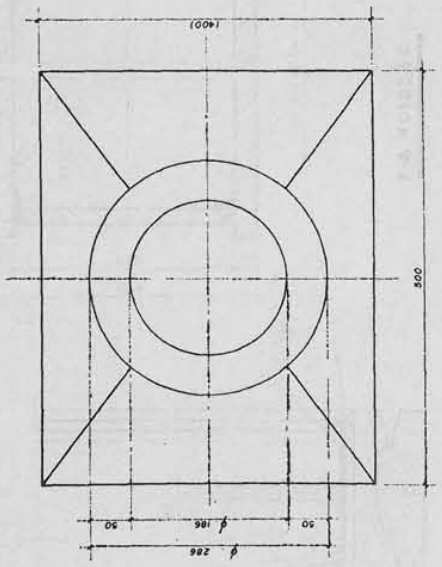


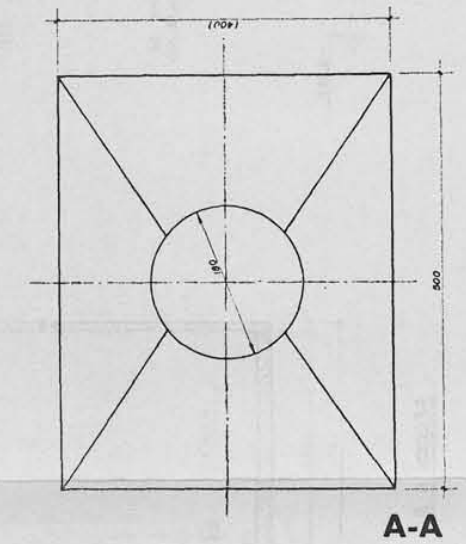


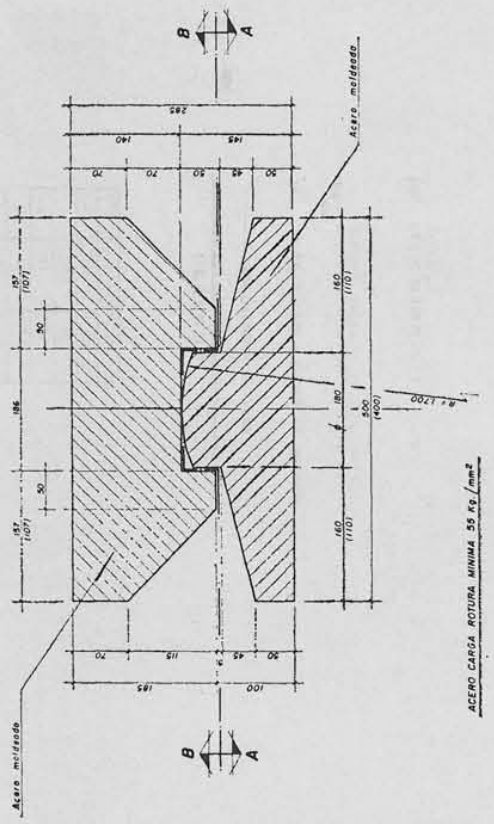








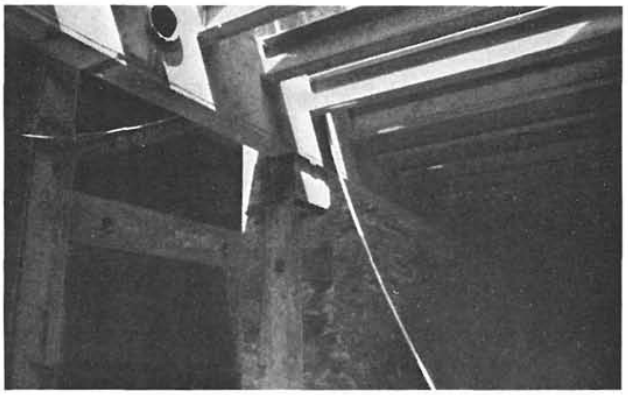


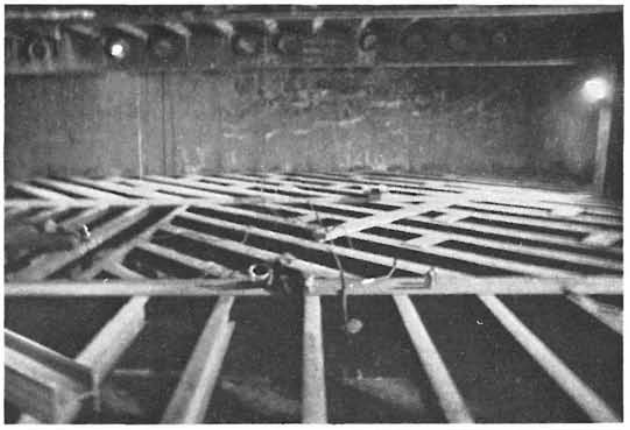


pórticos
en ejes 18 al 24

rótula de apoyo

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

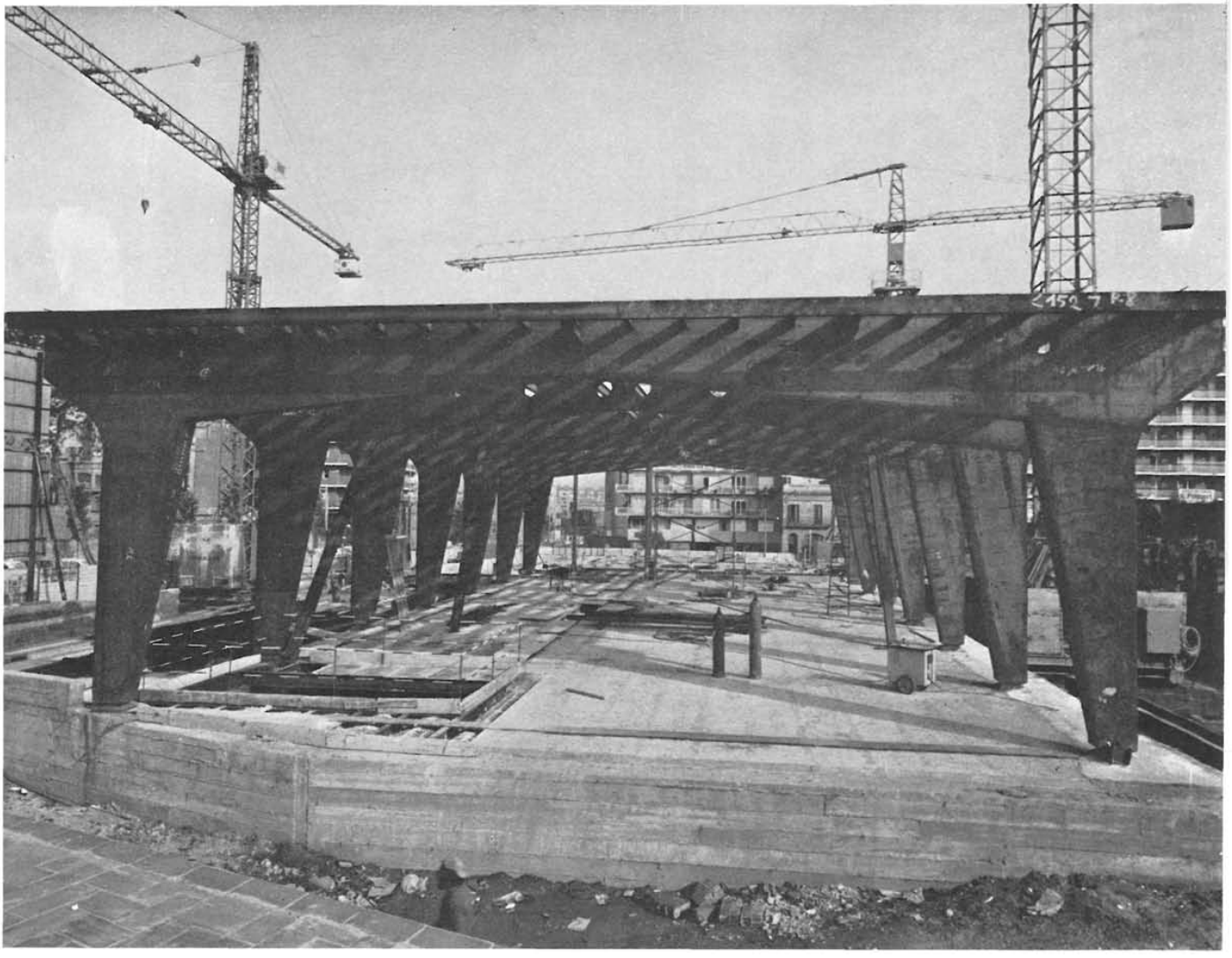




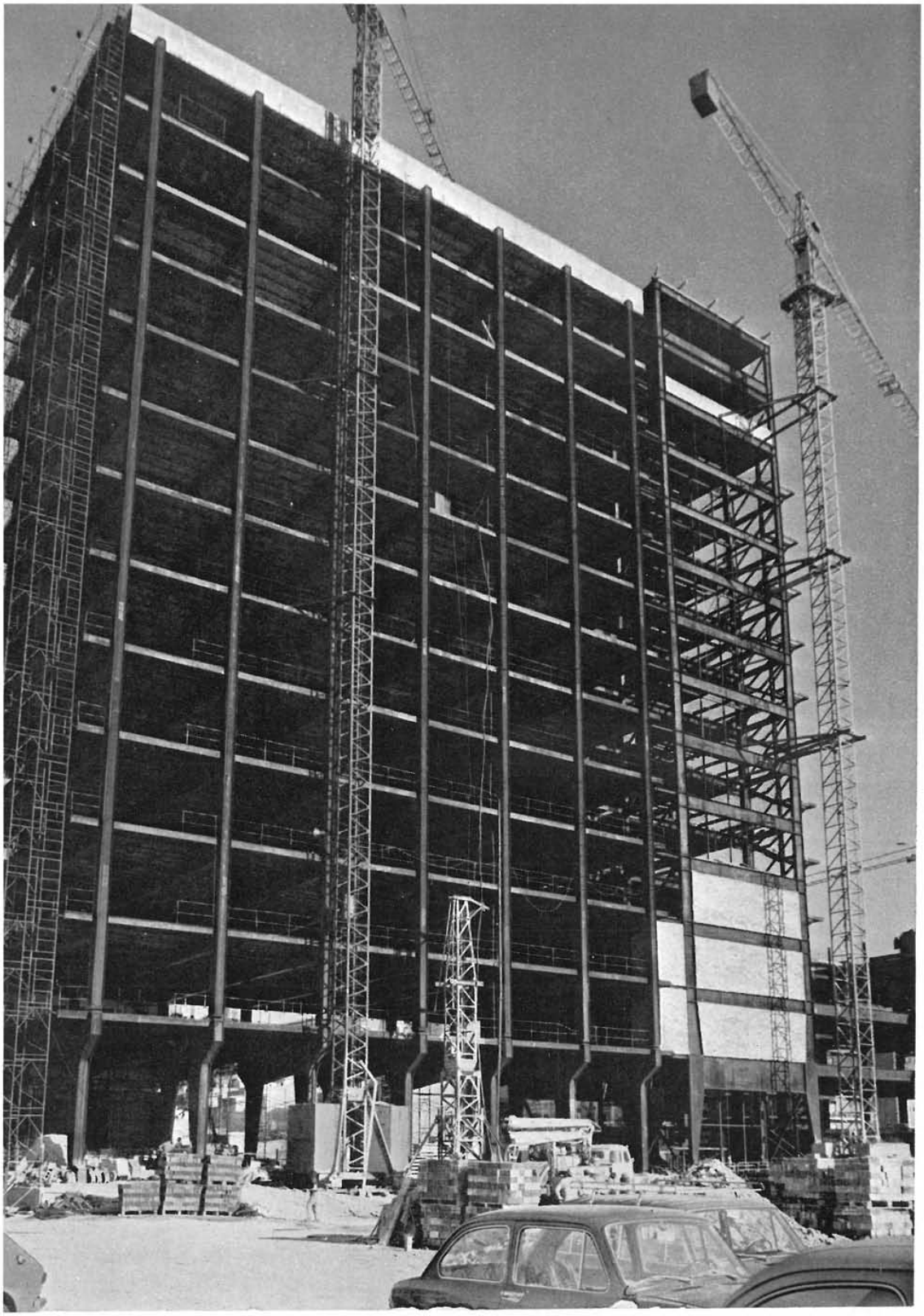
les; por otra parte, eran previsibles, como se ha explicado antes, desplazamientos relativos durante la construcción entre forjados y muros. Todos los elementos que llevan acciones horizontales están apoyados sobre los muros con placas de caucho cloropreno.

DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO

El cuerpo principal consta de 7 pórticos transversales diáfanos, de una sola crujía, 2 pórticos transversales de tres crujías, en la zona de servicios, y 2 pórticos longitudina-



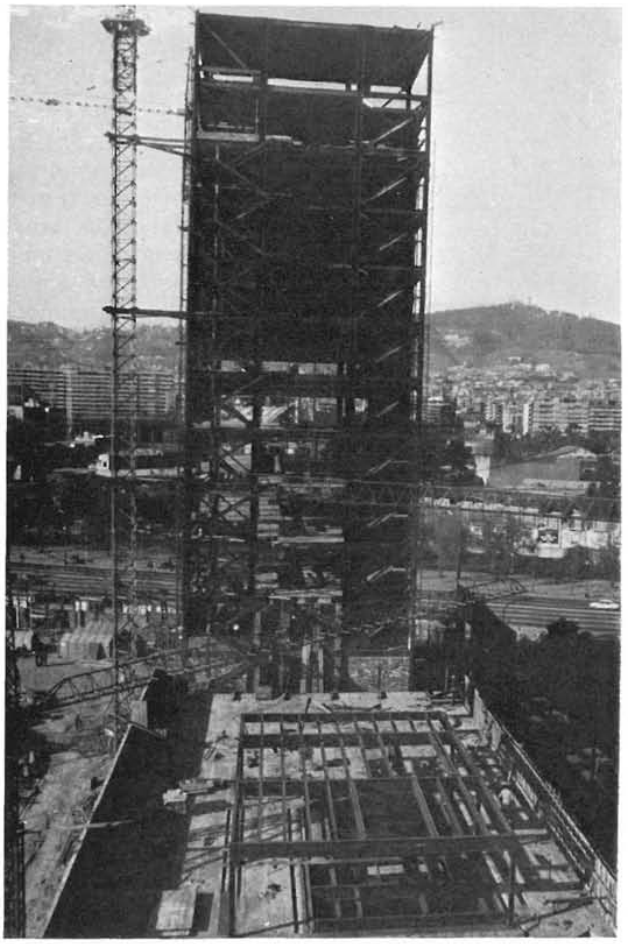
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es



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

les, también situados en la zona de servicios. A estos últimos, de un canto de 10 m, se le ha confiado la estabilidad longitudinal de los dos cuerpos del edificio. Por ello, el cuerpo bajo sólo tiene 7 pórticos transversales diáfanos.

Un pórtico transversal diáfano se compone de dos partes bien definidas: el pórtico de planta baja y el conjunto de los superiores. Este conjunto es un pórtico de una crujía de 17 m de luz y 3,60 m de altura de planta. El canto de las vigas es de 80 cm, que aunque no excesivamente económico, es suficiente. La sección recta elegida para los soportes es en una doble T, en la que

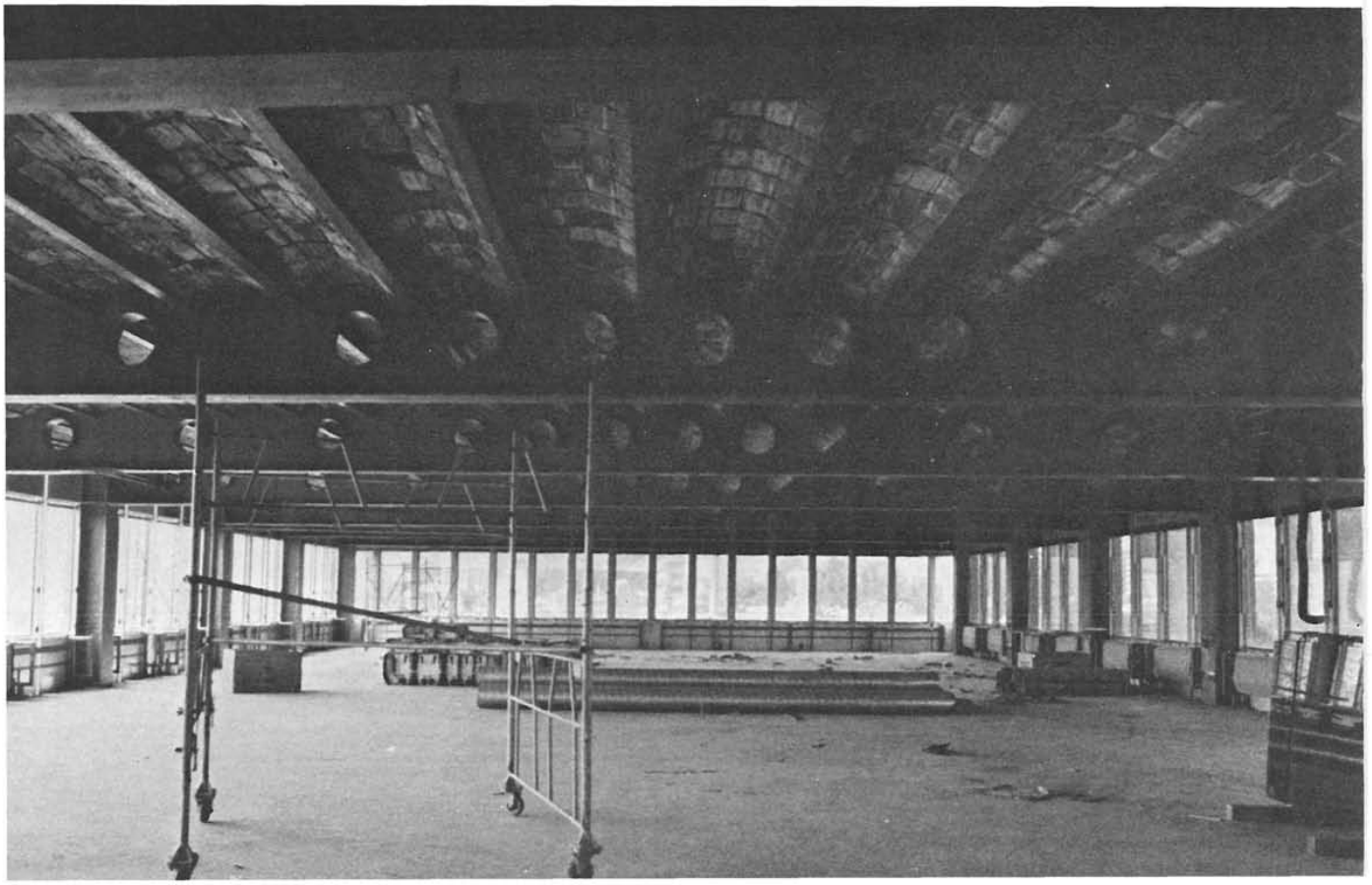


© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

la cabeza exterior está compuesta de una chapa variable y un perfil I 400 que se manifiesta a lo largo de todos los soportes en las fachadas del edificio. Las vigas se han proyectado en sección doble T armada de chapas.

Es preciso detenerse en el análisis de un pórtico de estas características. Si nos fijamos en la pequeña relación altura de planta, luz del pórtico, y que el pórtico es de una sola crujía, la rigidez del soporte es grande respecto de la crujía, por lo que los momentos de empotramiento viga-soporte son muy cercanos a los momentos de empotramiento perfecto de la viga. Quiere ello decir que por una parte el soporte está muy solicitado a flexión, y que siendo las cargas verticales similares en todas las plantas, estas solicitaciones son muy diferentes a lo largo de las plantas, si exceptuamos las debidas a las acciones horizontales. Por otra parte, los nudos de unión viga a soporte se hallan muy solicitados y su ejecución debe ser muy cuidada; y, finalmente, el esfuerzo de flexión en las vigas son mucho más grandes en los apoyos que en el centro.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, pensamos que era mejor hacer los soportes en taller con longitudes correspondientes a 3 plantas con los arranques de las vigas incluidos, para poder efectuar los delicados nudos en taller, y que este arranque de vigas tuviera la mayor longitud posible, compatible con el transporte. Las uniones de las vigas se efectuaron en obra mediante tornillos de alta resistencia. Las uniones de



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

soportes se hacían a la altura de la mitad de la planta, donde los esfuerzos de flexión eran próximos a cero.

El diseño del pórtico de planta baja fue hecho de acuerdo con los condicionamientos arquitectónicos. Tenía que tener unos voladizos de 1 m que recogieran la carga de las plantas superiores, y sus deformaciones deberían ser pequeñas. Así se llegó a la forma que queda definida en planos y que se puede observar en las fotografías. Para los apoyos se han proyectado rótulas esféricas, con lo cual independizamos el edificio de los sótanos ante las posibles acciones sísmicas. También se han proyectado rótulas esféricas para el apoyo del pórtico alto sobre el de planta baja. La decisión se tomó al ver que un empotramiento no disminuía prácticamente la deformación del pórtico, y como contrapartida, los esfuerzos de la unión eran muy grandes. Al colocar estas rótulas quedaron eliminados todos los efectos de temperatura, puesto que los pórticos de planta baja, longitudinalmente, se comportan como bielas.

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

Para evitar los fenómenos de inestabilidad, se han proyectado con sección en cajón. Ello ha obligado a un estudio minucioso del armado del pórtico y de las uniones soldadas.

Los dos pórticos longitudinales situados en las fachadas de la zona de servicios, aseguran la estabilidad de los dos cuerpos, frente a las acciones sísmicas, muy importantes, y de viento, y también absorben la componente horizontal que originan los pórticos transversales cuando se inclinan por efecto de la temperatura.

Mientras que transversalmente las acciones sísmicas no tienen importancia respecto de las de viento, longitudinalmente son muy fuertes, ya que el edificio es mucho más esbelto en la dirección transversal.

Considerando las solicitaciones que marca la normativa vigente, se obtienen unos esfuerzos considerables, de tal forma que en los apoyos pueden producirse tracciones que son absorbidas por los pórticos transversales.

Para llevar las acciones sísmicas a estos pórticos, tanto en el cuerpo bajo como en el alto, se establecieron unas jácenas horizontales formadas por las cabezas superiores de las vigas.

CONSIDERACIONES FINALES

Presentamos esta estructura al concurso de la Convención Europea de la Construcción Metálica, porque dentro de ella existen suficientes puntos de difícil concepción y diseño que pueden ser de interés general. Por otra parte, el aspecto de la estructura, que ha quedado vista, es agradable y singular, digno de exponerse en este Concurso de tanto prestigio.

No quisiéramos terminar esta descripción sin resaltar la colaboración de nuestro equipo de diseño y confección de planos, dirigido por D. Fernando Rodríguez Rubio y D. Gregorio Pastor Leira.

résumé

Ossature métallique du siège social de la «Mutua General de Seguros» à Barcelone - Espagne

Xavier Busquets, Dr. architecte

Juan Batanero et **Ramiro Rodríguez-Borlado,** Drs. ingénieurs des Ponts et Chaussées

Carlos Martínez Lasheras, Dr. ingénieur agronome

Rafael Martínez Lasheras, ingénieur des Ponts et Chaussées

Cet article est la description de la solution adoptée pour l'ossature de la «Mutua General de Seguros», sur la Diagonal de Barcelone. Le bâtiment se compose de six sous-sols et de deux blocs élevés, l'un de treize niveaux et l'autre de quatre, dûment reliés par le deuxième et le troisième niveaux.

Les problémes posés ont été très divers: de la fixation des écrans en béton des niveaux souterrains à l'obtention du maximum de diaphanéité —il n'existe pas de supports intermédiaires aux niveaux destinés à bureaux— aux niveaux supérieurs, à base de portiques de grande portée, constitués par deux parties bien définies (le portique du rez-de-chaussée et l'ensemble des niveaux supérieurs) et heureusement résolus, du point de vue tant structural qu'esthétique.

summary

Metallic structure of the office building of la Mutua General de Seguros (Insurance Company) - Barcelona - Spain

Xavier Busquets, Dr. of Architecture

Juan Batanero and **Ramiro Rodríguez-Delgado,** Drs. of Highway Enginneering

Carlos Martínez Lasheras, Dr. of Agronomy Engineering

Rafael Martínez Lasheras, Highway Engineer

This describes the solution adopted for the Mutua General de Seguros structure on the Diagonal in Barcelona. The building consists of six general basements and two elevated wings, one of thirteen stories and another of four, joined together on the third and second floors.

The problems which had to be overcome were various in nature: from anchoring the concrete blocks in the underground floors to achieving maximum clear space —there are no intermediate supports on the office floors— this was achieved satisfactorily, on the higher floors by means of large span porticos, made up of two well-defined parts (the ground floor portico and the upper floor assembly), from both a structural and esthetic point of view.

zusammenfassung

Metallstruktur des Firmengebaudes der Mutua General de Seguros - Barcelona - Spanien

Dr. Xavier Busquets, Dr. Architekt

Dr. Juan Batanero und **Dr. Ramiro Rodríguez-Borlado,** Dr. Bau-ingenieure

Dr. Carlos Martínez Lasheras, Dr. Ausmessungs-ingenieur Geometer

Rafael Martínez Lasheras, Bauingenieur

Man beschreibt hier die für die Struktur des Gebäudes der Mutua General de Seguros in der Diagonalen Barcelonas angenommene Lösung. Das Gebäude setzt sich aus sechs allgemeinen Kellergeschossen und zwei Hochbauten zusammen, von denen einer dreizehn und der andere vier Stockwerke besitzt, wobei beide Bauten jeweils durch die zweite und dritte Etage verbunden sind.

Die aufgeworfenen Probleme waren sehr verschiedenartig; von der Befestigung der Betonwände in den Kellergeschossen bis zur Erzielung einer maximalen Durchsichtigkeit —in den einzelnen Büroetagen sind keine Zwischenstützen vorgesehen—. Die hohen Stockwerke in weiter Portalbauweise setzen sich aus zwei gut definierten Teilen zusammen (Portal des Erdgeschosses und Komplez der oberen Portale). Von doppelten Gesichtspunkt der Struktur und Formschönheit wurden alle Probleme gut gelöst.

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