

hangar metálico



RAMIRO RODRIGUEZ BORLADO
Ingeniero de Caminos

545 - 23

El hangar que vamos a describir es, en líneas generales, una gran nave en diente de sierra.

Puede parecer a primera vista que la solución adoptada no es la idónea para un hangar, y parece, por consiguiente, conveniente exponer las razones, que pueden repetirse en casos análogos, que determinaron su elección.

Por una parte hubo una razón de tipo arquitectónico, ya que, estando en su mayor parte constituido el resto de la factoría por módulos en diente de sierra, era la forma más armónica de encajar un hangar de estas dimensiones.

Pero hay, sin embargo, otras dos razones de más peso: Una que, cuando el desarrollo de la factoría lo requiriese, era una estructura muy apta para ser prolongada cuando se desease y en la proporción más conveniente. Y la segunda que, con esta disposición, se alcanza un grado de iluminación natural óptimo.



getafe-madrid

El hangar debía cumplir, fundamentalmente, las dos condiciones siguientes:

A) Ser capaz de albergar los mayores aviones, con un amplio margen sobre posibles aumentos futuros en la envergadura de los mismos.

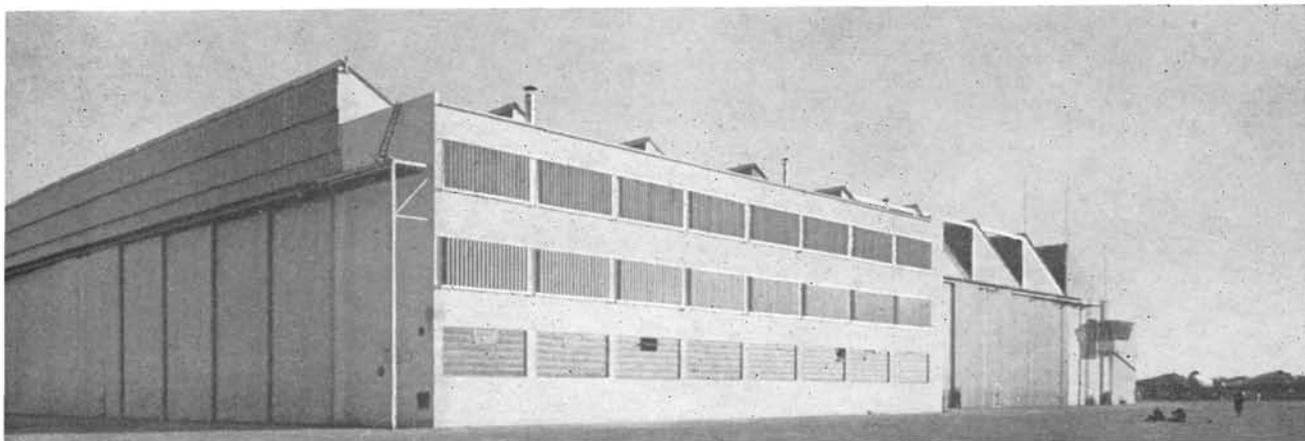
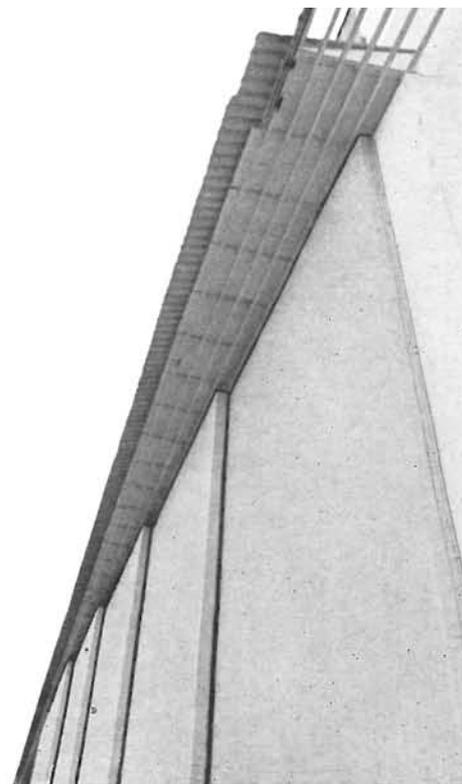
B) Ser apto para poder establecer una o varias cadenas de trabajo en funcionamiento continuo; por lo cual, para reducir a un mínimo los movimientos de los aparatos dentro del hangar, habían de disponerse varias puertas.

La solución adoptada es la que muestra el esquema de la figura.

En ella se indican también los anexos de oficinas y talleres auxiliares situados en todas las fachadas no afectadas por las puertas. Los laterales, que son de hormigón y totalmente independientes de la estructura principal, y que se han aprovechado para albergar los alojamientos de las puertas; y el adosado sur, de estructura también metálica, con cubierta en diente de sierra, como si fuese un módulo más del hangar, y que ha quedado preparado para poder ser aprovechado, con pequeñas variaciones, como una primera ampliación del hangar. Su construcción fue decidida cuando ya estaba construyéndose el hangar. Esto ratifica una de las razones que dábamos antes de la elección del tipo de estructura.

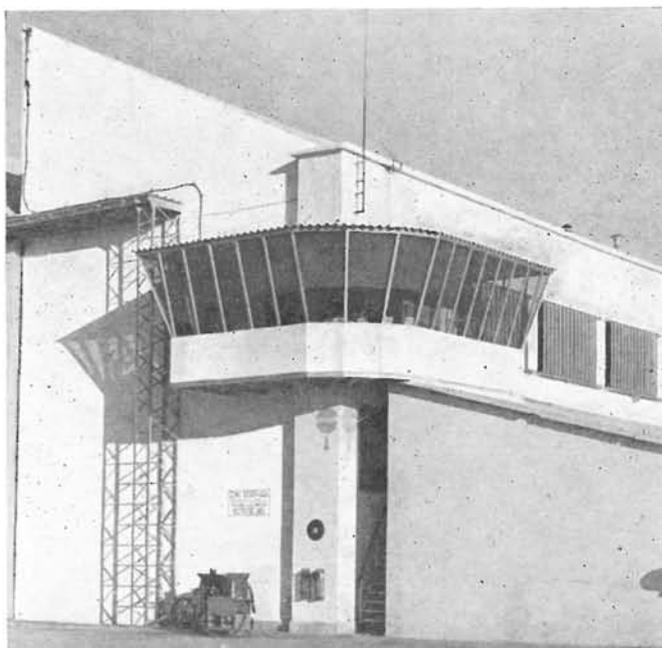
El hangar propiamente dicho cubre una superficie de 106 por 80 m. En el plano núm. 1 se ven los puntos de apoyo que se han dispuesto. Aparte de los soportes del perímetro, sólo hay un apoyo, el soporte núm. 5, situado en el centro de la nave. En la fachada norte sólo existe un soporte que dábamos antes de la elección del tipo de estructura.

Los esfuerzos de viento en dirección N.-S. se transmiten mediante las jácenas contra viento núm. 1 a los soportes 5 y 3.



El viento en dirección S.-N. es resistido por los propios soportes de la fachada sur del anexo.

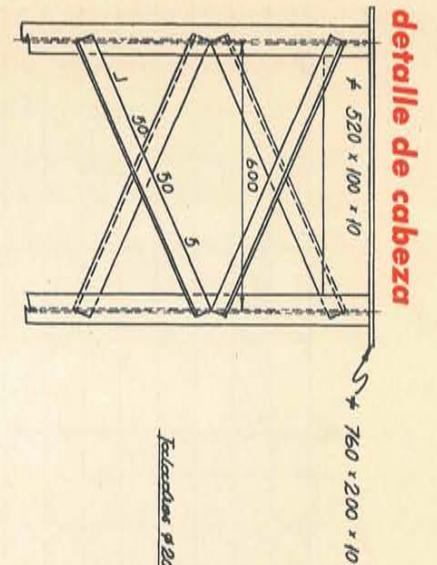
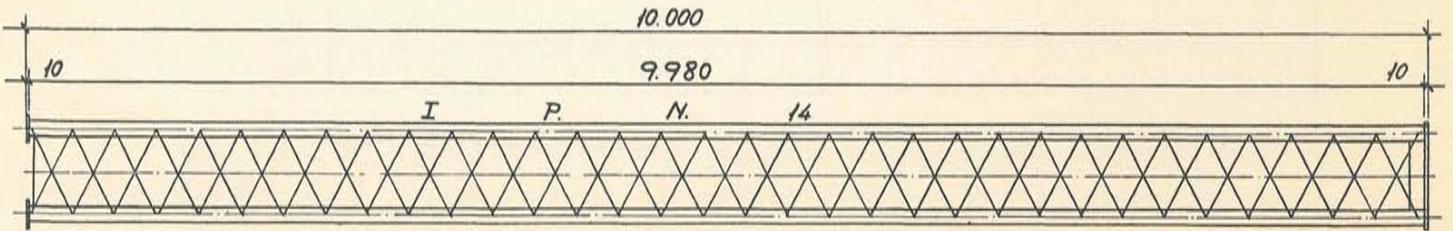
En las direcciones E.-O. y O.-E., en la parte de los anexos (soportes 1, 3 y 4), lo resisten los propios soportes de fachada; y en la zona de puertas las jácenas contra viento núm. 2, lo transmiten a los soportes tipo 3 y 7.



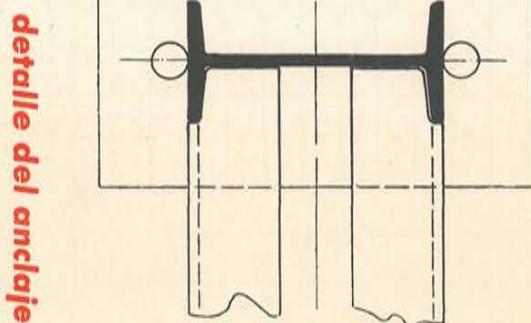
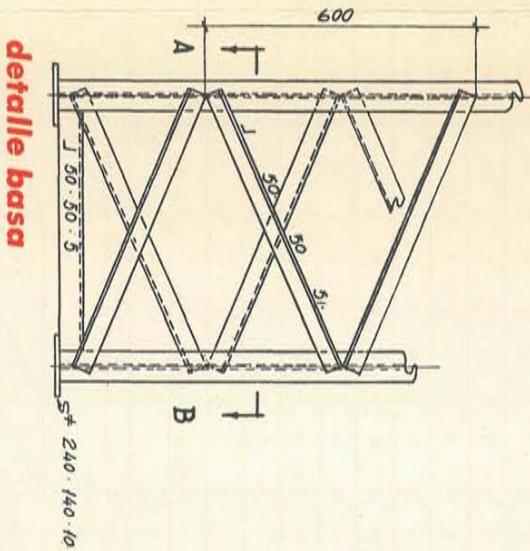
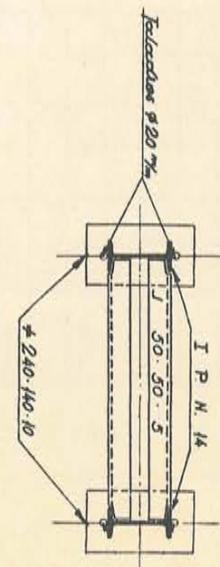
detalles de fachada

soporte fachada sur

alzado



sección A-B

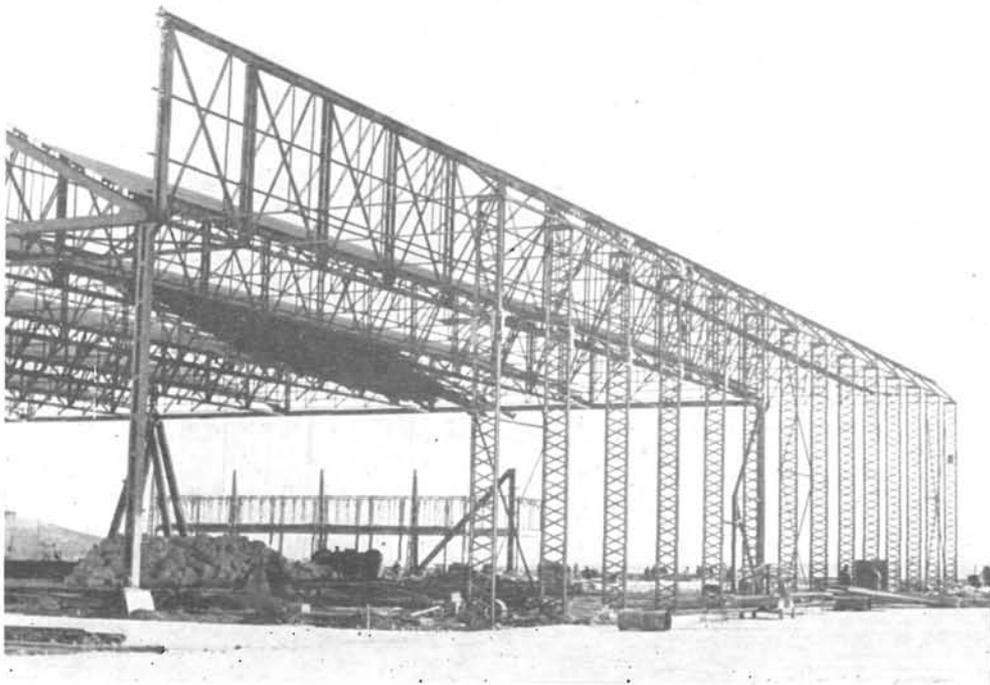


No se ha dispuesto junta de dilatación, habiéndose tenido en cuenta las tensiones producidas por efecto de las variaciones de temperatura.

Pasamos ahora a describir cada uno de los elementos que constituyen la estructura:

Correas

Para correas, tanto de faldón como de cristalería, se han adoptado IPN 8 continuas. Sobre las de cristalería descansan las I 404 cada 80 cm entre ejes, en las que apoye el cristal. Las correas de faldón apoyan en las cerchas y las de cristalería en las jácenas de 53 metros.



Cerchas

En las figuras pueden apreciarse los diversos tipos de cerchas, que sólo se diferencian en pequeños detalles de apoyo y en el tirante, pues en algunos casos dichos tirantes son los montantes de las jácenas contra viento núm. 1 o una de las cabezas de las núm. 2. Para reducir la luz de pandeo del tirante de las cerchas tipo normal, que en el caso de la sollicitación de viento más desfavorable (abiertas las puertas de 53 m y cerradas las otras dos), pueden estar sometidas a una ligera compresión, se han dispuesto los arriostrados longitudinales con angulares de $50 \times 50 \times 5$ y otros de $\varnothing 10$ (detalle F), que inmovilizan estos puntos, quedando la longitud de pandeo en el plano horizontal reducido a un valor máximo de 3.920 milímetros.

nudos y pilar central

Jácenas de 53 m

En las figuras se representan las jácenas que constituyen los dientes de sierra con indicación de la contraflecha adoptada. Estas jácenas han sido calculadas para resistir, además de los esfuerzos debidos a cargas de peso propio, nieve, viento y temperatura, para la carga de un monocarril de 2 t, que puede actuar en cualquiera de sus nudos.

Jácenas de 40 m

Las jácenas anteriores, en el eje de la nave y en la zona de las puertas de 40 m descansan sobre otras jácenas perpendiculares a ellas. Son las representadas en el plano. Para la comprobación de cálculo de estas jácenas se tuvieron en cuenta los esfuerzos secundarios de flexión, pues era un elemento de gran responsabilidad y sobre el que habían de tomarse todas las garantías. Esta comprobación dió como resultado un incremento del orden de un 10 % sobre las tensiones de trabajo calculadas a partir de los esfuerzos axiales solos. Se observará que estas jácenas son dobles en el centro de la nave, lo cual no significa que esto sea una junta de dilatación, ya que—como ya hemos apuntado antes—ésta se realiza desde el centro hacia los extremos, pues la flexibilidad de los soportes perimetrales es suficiente para permitir el movimiento sin que se alcancen tensiones peligrosas. Las razones de no hacer de cada una de estas jácenas una sola fueron otras dos:

Primera, que en una primera etapa sólo había de construirse medio hangar.

Segunda, porque el peso de una de ellas ha sido ya muy elevado (del orden de las 19 toneladas) y habrían aumentado considerablemente las dificultades de su armado en obra y de montaje.

Por otra parte, no se habría obtenido ninguna ventaja económica, porque las dimensiones de sus barras son tales que los correspondientes coeficientes de pandeo son ya muy próximos a la unidad.

Se ha procurado dar, a toda la pieza, secciones curvadas, sobre todo al par, por el hecho de tener que quedar a la intemperie, para así reducir a un mínimo el peligro de oxidación y los gastos de conservación.

Jácenas contra viento

En las figuras se representan las jácenas contra-viento encargadas de transmitir los empujes de viento a los soportes correspondientes, bien directamente, bien por intermedio de los tirantes de otras jácenas. En ellas se han empleado, reforzándolas, las barras de otros elementos que les eran comunes (tirantes de cerchas, etc.).

Soportes tipo 1 y 4

Estos soportan, además del peso propio y nieve, el empuje de viento en dirección E.-O. y O.-E. correspondiente a medio o un módulo de 10 m, respectivamente, y los esfuerzos debidos a la dilatación térmica correspondiente.

Soportes 2 y 6

Este sólo resiste esfuerzos verticales.

Soporte 3

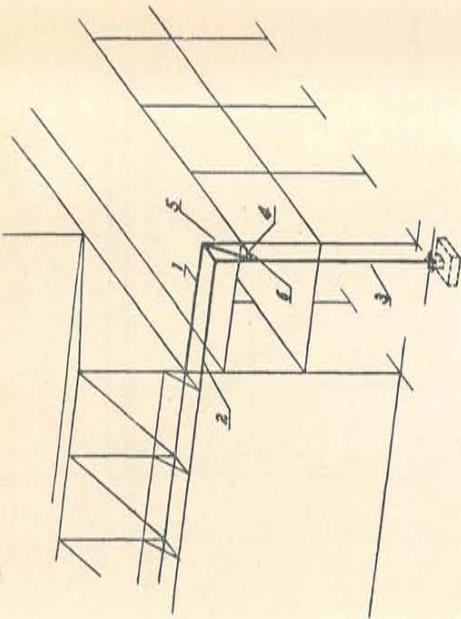
Dotado de un fuerte tornapunta, refiere a la cimentación el fuerte empuje de viento N.-S.

Soporte 5

Resiste, además de la carga vertical correspondiente a una cuarta parte de la superficie total, empujes de viento muy fuertes en ambas direcciones. El espacio comprendido entre sus cuatro colegas, se ha utilizado como torre de control del taller.



esquema prolongación de jácenas puertas



SopORTE 7

Recibe, además de la carga vertical, la reacción de la jácena contra viento núm. 2.

SopORTES de la fachada sur

Se han proyectado para absorber, además de una carga vertical poco importante, el empuje horizontal del viento en dirección S.-N.

Han sido proyectados para en su día, si ha lugar a una ampliación del taller, ser trasladados de nuevo a la nueva fachada sur.

Cimentaciones

En la figura se representan las cimentaciones que han sido calculadas como cimiento directo. El anclaje de los elementos de los soportes más fuertes presenta algunos problemas que se resolvieron disponiendo fuertes llantones curvados soldados al fuste de los soportes.

El terreno muy yesoso presentó algunos problemas de tipo tecnológico para la construcción de las cimentaciones, que se procuraron resolver proyectando las cimentaciones de forma que quedasen por encima de la capa freática, lo que se consiguió en casi todos los casos. En los que no se pudo, hubo de protegerse el cimiento con un impermeabilizante. Por otra parte, gracias al aislamiento de la estructura proyectada, se evitó el riesgo de que, al ser servido, el terreno se humedeciese, lo que ocasiona defectos que se han manifestado en otros edificios de la factoría, debidos a las fuertes variaciones de volumen que el terreno presenta con el grado de humedad.

Jácenas de puerta y carriles

En la figura puede apreciarse la disposición dada a los carriles superiores de las puertas y la jácena que los soporta.

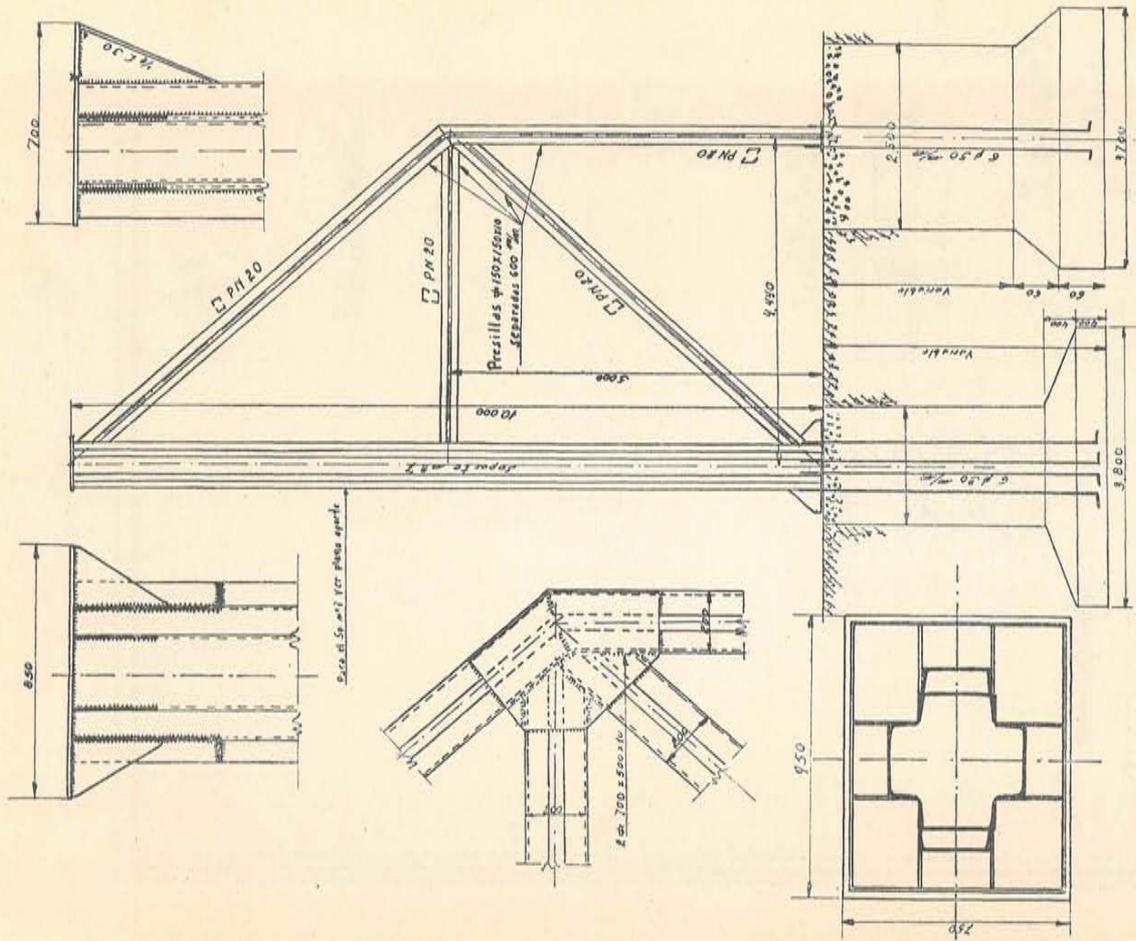
Puertas

Construidas en aluminio por la misma empresa propietaria del hangar, C. A. S. A. (Construcciones Aeronáuticas, S. A.), han resultado de una ligereza notable y pueden ser corridas con gran facilidad por un hombre solo, si bien su accionamiento se hace normalmente eléctricamente.

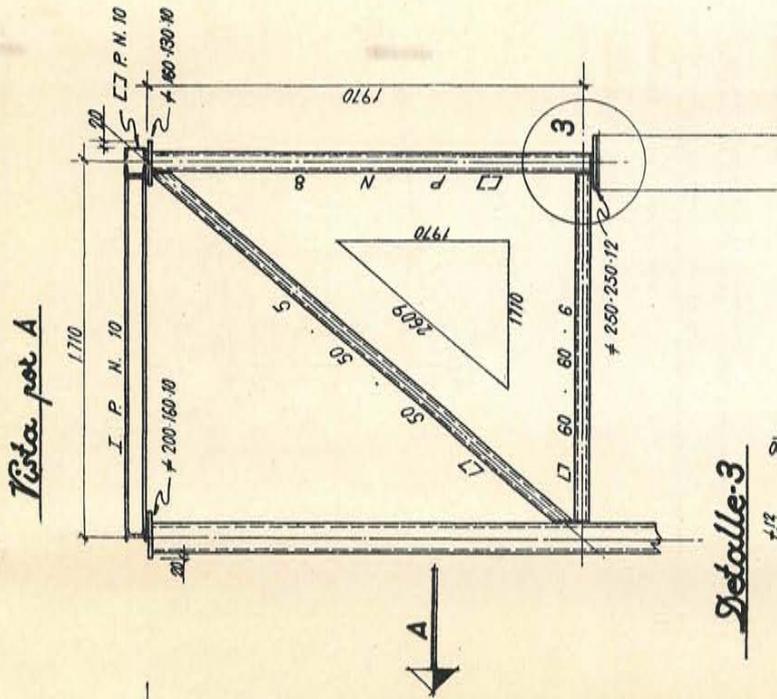
Detalles constructivos

Puntos débiles en la cubierta eran aquellos en que el par de las jácenas de 40 m atravesaba la cubierta de urallita. Hubieron de disponerse unas formas especiales de piano, cuidadosamente realizadas, y con las que se ha conseguido una impermeabilidad perfecta.

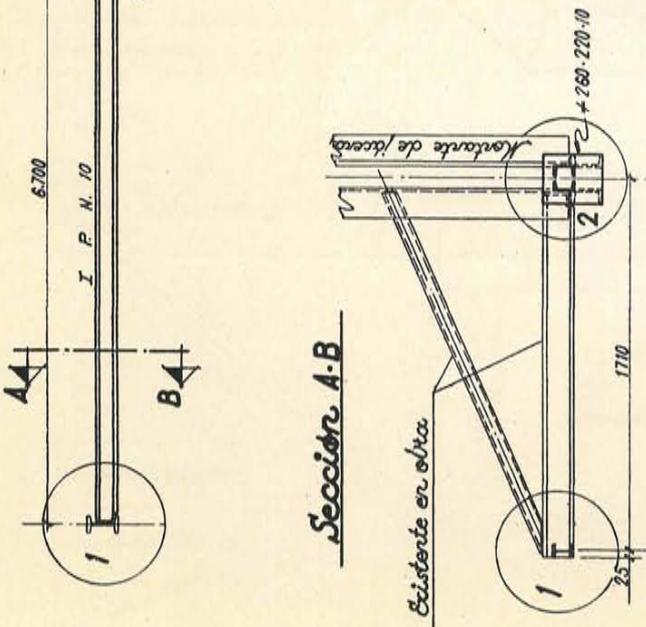
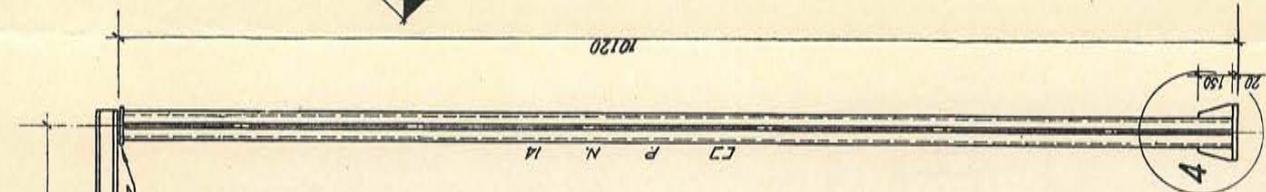
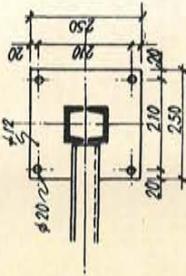
En las figuras se pueden apreciar las disposiciones adoptadas para el cableaje y canalones en la zona de las puertas de las fachadas E. y O. hablan de desembocar en tubos de zinc de gran diámetro que llegados a los soportes laterales se escodaban transformándose en las bajantes correspondientes.



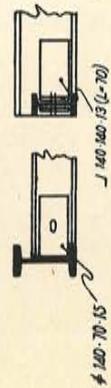
jácena contraviento vertical entre soportes 7 y 11



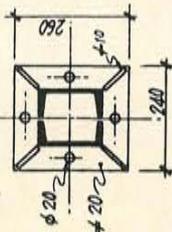
Detalle-3



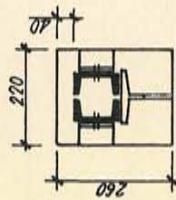
Detalle-1



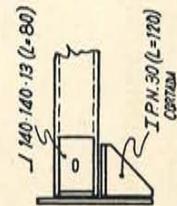
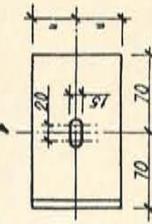
Detalle 4



Detalle 2



Casquillo

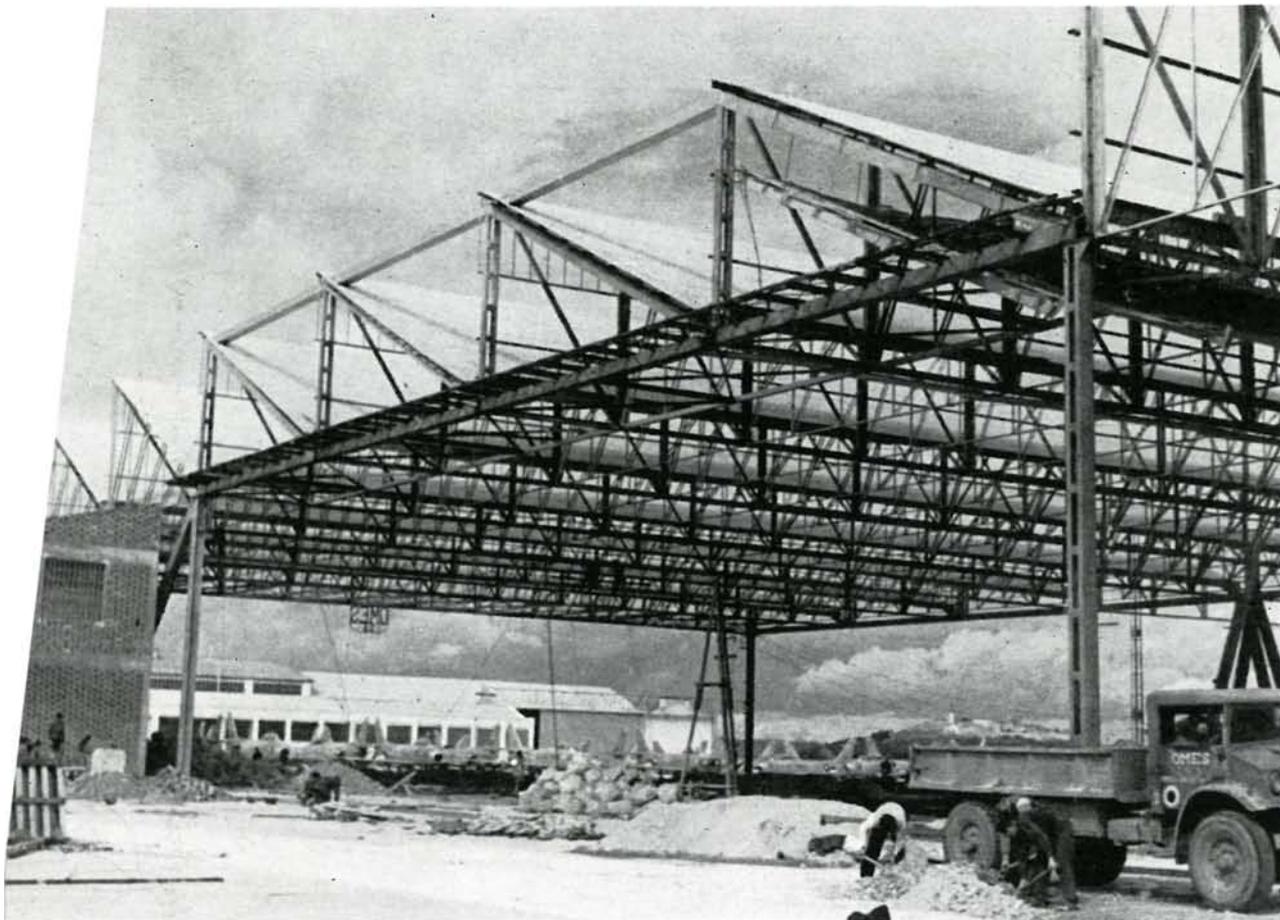


**prolongación
de la jácena de las puertas**

interiores

El aislamiento térmico se ha resuelto, de forma muy eficaz, disponiendo entre las correas redondas de 8 mm tensados, cada 50 cm, y sobre los que se tensa la tela metálica soporte de una manta de fibra de vidrio de 2 pulgadas. Después se hizo, sobre dicha tela metálica, un tendido de yeso. El conjunto queda de gran luminosidad.





detalles constructivos

El Montaje

La mayor parte de los elementos hubieron de ser armados en obra por los grandes pesos y dimensiones de los mismos. Sin embargo, se procuró que la mayor parte de las barras que forman estos elementos viniesen preparadas de taller.

Para el armado se construyeron gálibos sobre la solera. En las grandes jácenas, una de las mayores dificultades estribó en tener que darles la vuelta, una vez soldada una cara para hacerlo por la otra. Esta operación se realizó con las mismas plumas que se utilizaron después en el montaje.

Cada una de las jácenas se montó con dos plumas de 20 m de altura, dotadas con unos fuertes balancines para evitar su deformación durante la operación de izado.

Las cerchas se colocaron, con una ligera pluma de tubo móvil, sobre tres ruedas, y en la que el mismo cabrestante sirvió de contrapeso.

En las fotografías pueden verse distintas fases del montaje.

La ejecución, que ha sido realizada por la empresa OMES, S. A., para Construcciones Aeronáuticas, S. A., se realizó en un plazo de meses, aun cuando hay que tener en cuenta que se hizo en una época de grandes dificultades para el suministro de los materiales metálicos.

El peso teórico de hierro en la cubierta propiamente dicha ha sido de 42,9 kg/m². Por otra parte, se han empleado 4,3 kg/m² en soportes y 2,6 kg/m² en los parecillos de cristalera.



Fotos: MESA MORENO